

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ  
CURSO DE DIREITO

KATIA TÁVORA MAIA

**SEGURANÇA DE BARRAGENS: Um estudo da legislação ambiental**

RECIFE  
2023

KATIA TÁVORA MAIA

**SEGURANÇA DE BARRAGENS: Um estudo da legislação ambiental**

Monografia apresentada ao curso de Direito da Faculdade Damas da Instrução Cristã como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Direito.

Orientadora: Profa. Dra. Clarissa Marques

RECIFE  
2023

Catálogo na fonte  
Bibliotecário Ricardo Luiz Lopes CRB-4/2116

Maia, Kátia Távora  
M217s Segurança de Barragens um estudo da Legislação Ambiental / Kátia  
Távora Maia. - Recife, 2023.  
65 f. .: il. color.

Orientador: Profa. Dra. Clarissa Marques.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia - Direito) – Faculdade  
Damas da Instrução Cristã, 2023.  
Inclui bibliografia.

1. Barragem. 2. Meio ambiente. 3. Lei de Segurança de Barragens. 4.  
Lei de Meio Ambiente. 5. Recursos hídricos. I. Marques, Clarissa. II.  
Faculdade Damas da Instrução Cristã. III. Título.

340 CDU (22. ed.)

FADIC (2023.2-010)

KATIA TÁVORA MAIA

**SEGURANÇA DE BARRAGENS: Um estudo da legislação ambiental**

Monografia apresentada ao curso de Direito da Faculdade Damas da Instrução Cristã como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Direito.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2023

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Profa. Dra. Clarissa Marques (orientadora)  
Faculdade Damas da Instrução Cristã

---

Prof.....  
Faculdade.....

---

Prof.....  
Faculdade....

Dedico este trabalho, primeiramente ao povo brasileiro e, em especial, à população do semiárido nordestino, que me ensinaram a enxergar o Brasil como um espaço de luta contínua que não pode parar enquanto não alcançarmos a igualdade e a justiça social.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e aos Espíritos de Luz que me conduziram nesta jornada.

Agradeço de forma carinhosa e saudosa aos meus pais, que foram fundamentais em cada passo que eu dei na minha jornada de vida até chegar no desenvolvimento e conclusão deste curso. Meu pai, Lauro Honório Maia (*in memorian*), e minha mãe, Maria do Carmo Távora Maia (*in memorian*), seres humanos especiais que me ensinaram os valores e princípios que carrego comigo até hoje e me conduziram na caminhada, como ser e para ser humana e cidadã.

Agradeço também, principalmente, a minha amada irmã, Flávia Távora Maia, parceira de vida toda em que me espelho, minha maior incentivadora para ingressar no curso de direito, e a minha sobrinha/filha Ana Catarina Távora Maia, jovem mulher que me fez e faz conhecer outras formas de ver o mundo a partir de trocas de conhecimentos e experiências.

Agradeço também ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, onde trabalhei por mais de 30 anos, pela oportunidade de ganhar conhecimentos nas mais diversas áreas e atividades, sendo, para mim, uma grande universidade sobre o nordeste semiárido, em especial a minha amiga Vera Lúcia Correia, incentivadora e companheira de trabalho que me fez ver o mundo pelo olhar do social.

Agradecimentos, ainda, a meus mestres e demais funcionários da Faculdade Damas, em especial à coordenadora, Renata Celeste, e a minha orientadora, Clarissa Marques, que, além de serem educadoras, são incentivadoras e formadoras de pessoas que poderão e deverão contribuir para um mundo mais justo, fraterno e solidário.

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar”. (Freire, 1997).

## RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo desvelar que relação existe entre os impactos ambientais provocados por acidentes com barragens e a efetividade da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, e outras decorrentes, identificando o que existe por trás dessa inter-relação que leva as empresas públicas e privadas, construtoras de barragem, a não seguirem a determinação da lei, quando da elaboração do Plano de Segurança de Barragens (PSB) e do Plano de Ação Emergencial (PAE), observados os aspectos relativos aos impactos ambientais. O lócus da pesquisa é a Barragem de Jucazinho, localizada na região Agreste do estado de Pernambuco, levando-se em conta a possibilidade de ocorrência de acidentes e de prejuízos ambientais em virtude do alto risco potencial da barragem diante da existência de diversas cidades na montante, além da cidade do Recife, capital do estado, e as implicações no âmbito da legislação brasileira. Destaca-se que acidentes com barragens que levem à ruptura dessa estrutura gera consequências incalculáveis sobre perdas humanas e patrimoniais, além de gigantescos impactos socioambientais. Observa-se que situações de ruptura de barragens são de pequena probabilidade de ocorrência, porém de grande potencial de danos à jusante dos reservatórios, daí a importância da efetividade na aplicação da legislação brasileira sobre segurança de barragem.

**Palavras-chave:** barragem; meio ambiente; lei de segurança de barragens; lei de meio ambiente; recursos hídricos.

## **ABSTRACT**

This research aims to unveil the relationship between environmental impacts caused by dam accidents and the effectiveness of Law 12,334/2010 and its derivatives. It seeks to identify the underlying factors influencing public and private dam construction companies in deviating from legal provisions when formulating Dam Safety Plans (PSB) and Emergency Action Plans (PAE) while considering aspects related to environmental impacts. The focus of the study is the Jucazinho Dam, situated in the Agreste region of the State of Pernambuco. The research takes into account the potential occurrence of accidents and environmental damage due to the high potential risk of the dam, given its proximity to several cities upstream, including the state capital, Recife. The study also explores the implications within the framework of Brazilian legislation. It is emphasized that dam accidents resulting in the rupture of such structures have incalculable consequences on human and property losses, as well as significant socio-environmental impacts. Although dam rupture incidents are of low probability, they carry a high potential for downstream damages, highlighting the importance of effectively implementing Brazilian legislation on dam safety.

**Keywords:** dam; environment; dam safety law; environmental law; water resources.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Barragem do Cedro, estado do Ceará .....	21
<b>Quadro 1</b> – Leis e normas referentes à segurança de Barragens .....	28
<b>Quadro 2</b> – Cronologia dos principais normativos brasileiros sobre meio ambiente .....	35
<b>Figura 2</b> – Bacia hidrográfica do rio Capibaribe .....	40
<b>Figura 3</b> – Barragem Jucazinho .....	40
<b>Figura 4</b> – Vista aérea da Barragem Jucazinho .....	41
<b>Figura 5</b> – Barragem Jucazinho .....	42
<b>Figura 6</b> – Evolução do cadastro de barragens no SNISB .....	43
<b>Figura 7</b> – Galeria da barragem Jucazinho .....	44
<b>Figura 8</b> – Perfil Barragem Jucazinho .....	45
<b>Figura 9</b> – Situação em caso de ruptura extrema.....	46
<b>Figura 10</b> – A mina do Feijão, na região de Córrego do Feijão, em Brumadinho, dois dias depois do rompimento da barragem .....	54

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANA	Agência Nacional de Água e Saneamento Básico
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Proteção Permanente
Apac	Agência Pernambucana de Água e Clima
COBH-Capibaribe	Comitê de Bacia do Rio Capibaribe
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Conama	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
CRFB/88	Constituição da República Federativa do Brasil -88
Dnocs	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DPA	Dano Potencial Associado
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
Ibama	Instituto Nacional de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICOLD	Comissão Internacional de Grandes Barragens
IFOCS	Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas
IOCS	Inspetoria de Obras Contra as Secas
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
PAE	Plano de Ação Emergencial
PDPAB	Programa de Direitos das Populações Atingidas por Barragens
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragens
PNAB	Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PSB	Plano de Segurança de Barragens
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Sisnama	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNISB	Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens
ZAS	Zona de Autossalvamento
ZSS	Zona de Segurança Secundária

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E A SEGURANÇA DE BARRAGENS</b> .....	19
2.1	LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS: ASPECTOS RELEVANTES .....	22
2.2	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E SEUS PRINCIPAIS DESTAQUES PARA O TEMA.....	33
<b>3</b>	<b>CONTROVÉRSIAS AMBIENTAIS NA BARRAGEM DE JUCAZINHO; ENTRE O DIREITO E O MUNDO DOS FATOS</b> .....	39
3.1	PROBLEMAS AMBIENTAIS NA BARRAGEM DE JUCAZINHO: ANÁLISE DE UM CASO CONCRETO.....	41
3.2	A BARRAGEM DE JUCAZINHO: O CONFRONTO ENTRE AS NORMAS E A ADMINISTRAÇÃO.....	45
<b>4</b>	<b>OS DANOS AMBIENTAIS: A JUSANTE EM CASO DE ACIDENTES COM BARRAGENS</b> .....	50
4.1	OS DANOS AMBIENTAIS A PARTIR DE UMA ANÁLISE CRÍTICA.....	51
4.2	AS LACUNAS NA LEGISLAÇÃO: ALGUNS APONTAMENTOS .....	54
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	57
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	61

## 1 INTRODUÇÃO

Barragem, de acordo com Art. 2º, inciso I, da Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, é definida como “qualquer estrutura construída dentro ou fora de um curso permanente ou temporário de água, em talvegue ou em cava exaurida com dique, para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas” (Brasil, 2020).

As barragens para acumulação e reservação de água, objeto deste estudo, têm sido construídas há milhares de anos pela raça humana, sendo um equipamento de grande importância para humanidade, uma vez que permitiu a fixação de povos em regiões de escassez hídrica e visa não só a produção de alimentos, mas, sobretudo, a permanência da população que vive nesses espaços de sociabilidades e sobrevivência, como no caso do nordeste semiárido do Brasil.

Assim, no contexto mais amplo das regiões brasileiras, destaca-se o semiárido nordestino, caracterizado por um grande déficit anual de precipitação pluviométrica, cujas secas recorrentes têm preocupado os governos ao longo do tempo, do Império até a atualidade, sendo uma região detentora de um grande número de reservatórios implantados ao longo de mais de 100 anos.

Ressalta-se que a construção e a operação das barragens podem reservar elevado potencial de risco às populações, bens patrimoniais e ambientais existentes em sua área de abrangência, com consequências graves para as estruturas das próprias barragens, ao meio ambiente, com destruição da fauna e flora e, principalmente, pela perda de vidas humanas.

A preocupação com a segurança de barragens se tornou crescente nas últimas décadas, em virtude de inúmeros acidentes ocorridos. Em razão disso, foram estabelecidas legislações em diversos países do mundo, com o intuito de regulamentar as etapas de construção e operação e definir planos de ação emergencial (Veról; Miguez; Mascarenhas, 2012).

No Brasil a primeira lei de segurança de barragem data de 2010 tendo sofrido alterações em 2020 com a Lei nº 14.066, após os sérios acidentes ocorridos com barragens de mineração em Minas Gerais.

O tema do estudo está inserido no âmbito do Direito Ambiental e Direito Constitucional: o Direito Ambiental trata das questões ambientais através de um

conjunto de regras, normas jurídicas e das leis da Política de Segurança de Barragens: Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, que altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que visam disciplinar o uso do meio ambiente, coibir e minimizar os impactos danosos a ele causados, em caso de acidentes com barragem. O segundo, expressa os princípios e direitos fundamentais do homem a um ambiente “ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida”, como define o art. 225 da Constituição Federal, devendo o povo e o poder público defendê-lo e preservá-lo para a presente e futuras e gerações.

Considera-se que para operadores do direito, em todos os seguimentos e instâncias, tem-se a legislação específica que trata do assunto barragens e sua segurança, bem como outras integradas ao tema, como a legislação ambiental, parecendo ser simples, suficiente e até inequívoco. Todavia, esses normativos, acrescidos de normas e resoluções, são voltadas mais para o uso dos construtores, operadores, gestores e empreendedores que, pela lei, são os responsáveis pela obra e pelos possíveis acidentes, abrangendo, dessa forma, aspectos mais técnicos tais como, as informações sobre os tipos de barragens, altura do maciço, capacidade de armazenamento, dano potencial, categoria de risco, que auxiliarão nas atividades de fiscalização e operação do sistema. A temática ambiental vem sendo relegada.

Observa-se, também, a fragilidade desses normativos com relação aos impactos sobre o ambiente das áreas de abrangência do empreendimento, necessitando de aperfeiçoamento com a inclusão de determinações e orientações que elevem a segurança ambiental, considerando os aspectos técnicos e jurídicos.

Estruturas como as barragens são equipamentos que impactam desde antes da construção, durante a execução da obra como também posterior à implantação do empreendimento. Isso pode ser observado nas diversas regiões do Brasil principalmente no aspecto da degradação ambiental. Com isso, o desacordo e o descompasso entre a legislação vigente e a prática danosa ao meio ambiente abre espaço ao embate jurídico e os bens de natureza ambiental passam a ser considerados objetos do Direito. Daí a importância desse estudo.

Neste sentido, foi feito o levantamento de referências técnicas, da legislação brasileira e alguns aspectos da legislação internacional com objetivo inicial de historiar e formatar um quadro normativo e as condições político-institucionais, desde as primeiras normativas ligadas ao tema, até a instituição da Política Nacional de

Segurança de Barragens, criada por meio da Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, e modificada pela Lei Federal nº 14.066, de 30 de setembro de 2020.

Por ser uma obra de engenharia hidráulica, a barragem está submetida à vários riscos e possíveis provocações de eventos ambientais drásticos, a exemplo das mudanças do clima, que interferem no regime de chuvas, que amplificam cada vez mais as graves condições de vida da população ribeirinha, das cidades que estão em seu entorno e ao longo dos rios barrados e aos riscos a que estão submetidos.

Dentro desse contexto, em que se imbricam inúmeros desastres/acidentes ocorridos na última década com barragens no país e, os embates jurídicos ocorridos, devido às possíveis lacunas existentes na Lei nº 14.066/2020 e outros normativos decorrentes relacionados ao meio ambiente, é que se inscreve o objeto de estudo deste projeto.

Desse modo, conclui-se que acidentes com barragens que levem à ruptura dessas estruturas geram consequências incalculáveis sobre perdas humanas e patrimoniais, além de gigantescos impactos socioambientais, embora se considere que situações de ruptura de barragens são de pequena probabilidade de ocorrência, mas de grande potencial de danos a jusante dos reservatórios.

Vale destacar que no século passado houve o registro 200 acidentes graves com barragens no mundo, que causaram a morte de mais de 8.000 pessoas e deixaram outros milhares desabrigados. (Balbi, 2008).

Acrescenta-se, ainda, que diante dos diversos acidentes com barragens ocorridos na última década, um fator que permanece em evidência é a pouca importância dada aos impactos sobre o meio ambiente. Assim, o interesse neste estudo reside em desvelar: que relação existe entre os impactos ambientais provocados por acidentes com barragens e a efetividade da Lei nº 12.334/2010 e outras decorrentes? O que existe por trás dessa inter-relação que leva as empresas públicas e privadas, construtoras de barragem a não seguirem a determinação da lei, quando da elaboração do Plano de Segurança de Barragens (PSB) e do Plano de Ação Emergencial (PAE), observados os aspectos relativos aos impactos ambientais?

Observa-se na legislação em vigor, as questões relativas aos prejuízos ambientais e seus desdobramentos e as sanções/punições, entretanto as ações para recuperações de áreas atingidas não se encontram claramente definidas, tanto nos termos da lei ou mesmo nas resoluções técnicas e orientações no processo de

elaboração de planos específicos para a construção e operação das barragens, nem tampouco as regras para mitigação e compensação ambiental.

Sabe-se que a legislação existente hoje, sobre segurança de barragens inclusive na Constituição Federal, descrevem os princípios e normas que preveem garantir a preservação ambiental, contudo a vivência vem mostrando desconformidade entre o cumprimento da lei e a motivação de empresas públicas e privadas na observação destes instrumentos reguladores, quando não são realizados estudos preliminares consistentes como também inventário sobre o ambiente da área com possibilidade de ser impactada tanto pela implantação da obra quanto pela ocorrência de possíveis desastres.

Ressalta-se também, que, com o objetivo de promover uma maior segurança das barragens, foi publicada, no ano de 2020, a Lei Federal nº 14.066, que altera a Lei Federal nº 12.334/2010 e trouxe algumas regras mais rígidas sobre o assunto sem, no entanto, ser possível verificar na norma uma preocupação maior com os aspectos relativos à proteção e recuperação das áreas degradadas em caso da ocorrência de sinistros e acidentes.

Chama-se a atenção ainda, para as mudanças na Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a partir de 2020, por serem recentes, não há estudos relacionando os impactos ambientais, aos sociais e principalmente, aqueles relativos ao conhecimento das áreas em seus aspectos de fauna e flora existentes.

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo estudar a legislação vigente sobre segurança de barragens, à luz do Direito Ambiental e Direito Constitucional, visando analisar o ponto de inflexão entre o que prega a lei e a motivação a sua desobediência à mesma sobre a operação e manutenção dessas estruturas de acumulação de água, no que diz respeito aos impactos ambientais em caso de acidentes e a existência de normativos sobre a recuperação de áreas atingidas por barragens.

O lócus da pesquisa será a Barragem de Jucazinho, localizada na região Agreste do estado de Pernambuco, levando-se em conta a possibilidade de ocorrência de acidentes e de prejuízos ambientais, bem como a implicação disso no âmbito da legislação brasileira.

Diante da complexidade da matéria e do desafio que é imposto, entende-se que este estudo poderá contribuir para a elucidação de questões importantes na área do direito ambiental e constitucional, no tocante a alteração das normas e orientações jurídicas e técnicas, que visem a redução dos impactos ambientais advindos do

rompimento de barragens e as orientações para recuperação dessas áreas degradadas pelos acidentes.

Do ponto de vista metodológico, será feita uma pesquisa bibliográfica, através de fontes secundárias sobre o tema, na qual buscar-se-á, de forma qualitativa, explicar os fatos relacionados à segurança de barragens, a legislação e os riscos ambientais, estabelecendo a correlação entre eles.

Diante do exposto, esta pesquisa tem por objetivo, a partir de um estudo teórico, analisar a Lei de Segurança de Barragens e verificar a capacidade de garantir a proteção ambiental na área de abrangência da barragem de Jucazinho, em Surubim-PE, em seus diversos aspectos.

Especificamente, os objetivos foram: apresentar a legislação sobre segurança de barragens (2010 e 2020) e a legislação ambiental, ressaltando os avanços através de análise comparativa; demonstrar os danos ambientais que podem ocorrer no rompimento de barragens; e analisar a barragem Jucazinho, em Surubim-PE, apresentando possíveis impactos ambientais, oriundos da carência de efetividade da Política Nacional de Segurança de Barragens e possíveis lacunas na legislação ou na sua aplicação.

O método científico adotado, dentro de uma abordagem metodológica indutiva e qualitativa, foi revisão bibliográfica e análise de conteúdo (AC) de documentos técnicos institucionais, visando descrever e interpretar os conteúdos referentes ao meio ambiente com relação à aplicação da Política Nacional de Segurança de Barragens.

Se faz presente, neste trabalho, a interdisciplinaridade enquanto abordagem metodológica, discorrendo sobre análise de legislações e Políticas Públicas Ambientais, com suas inter-relações com o tema Segurança de Barragens, bem como conhecimentos técnicos conceituais relacionados a partir de acervo técnico referente à Barragem Jucazinho.

Assim sendo, será feita uma revisão bibliográfica com ênfase na comparação entre as leis de segurança de barragens (2010 e 2020) e legislação ambiental brasileira. Serão, ainda, identificados e analisados os normativos sobre a segurança de barragens, existentes nas instituições públicas responsáveis por esses empreendimentos, e, ainda, o material técnico específico, a exemplo do plano de segurança da barragem de Jucazinho e o respectivo Plano de Ação Emergencial.

Com isso, objetiva-se identificar as lacunas a respeito dos aspectos ligados aos impactos e a proteção ambiental, ressaltando as possíveis consequências e ações que poderão minimizar esses impactos.

Este trabalho está subdividido em três seções: a seção 2 compreende uma abordagem introdutória acerca da legislação ambiental e a de segurança de barragens, bem como os objetivos específicos deste trabalho; na seção 3 são tratados os danos ambientais à jusante, em caso de acidentes com barragem, e as lacunas identificadas na legislação e na sua aplicação a esse respeito; e na seção 4 são abordadas as questões ambientais na barragem Jucazinho, em Surubim, Pernambuco.

## 2 A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E A SEGURANÇA DE BARRAGENS

Barragens são obras de engenharia utilizadas em todo o mundo para diversos usos, dentre os quais estão o abastecimento de água e a geração de energia. De acordo com a Comissão Internacional de Grandes Barragens (ICOLD, acrônimo do inglês *International Commission on Large Dams*), havia, no ano de 2019, mais de 58.000 barragens de grande porte no mundo, sendo a definição de barragem de grande porte aquelas que possuem altura de pelo menos 15 metros acima da fundação; ou de pelo menos 5 metros acima e com capacidade maior de que 3 milhões de metros cúbicos (Comissão Internacional de Grandes Barragens, 2019).

Nos últimos anos houve, no mundo e inclusive no Brasil, um grande incremento das discussões sobre a segurança de barragens, em virtude de inúmeros acidentes provocados por diversos motivos, com destaque para: falhas de projeto e de construção, vida útil do empreendimento, ausência de manutenção adequada e em tempo oportuno e as alterações provocadas pelas mudanças climáticas, que têm modificado substantivamente o regime de chuvas.

Analisando algumas legislações internacionais e comparando com a legislação brasileira, é possível identificar diversas diferenças, principalmente aquelas que tratam da classificação de risco das barragens. Foram analisadas as legislações da China e Índia, por serem países emergentes como o Brasil.

Com relação aos impactos ambientais oriundos de barragens, o Brasil tem a exigência legal (EIA/RIMA) a partir da Lei Federal nº 6.938, de 1981, que reconheceu e instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente para o bem de toda a sociedade tendo sido regulamentada pelo Decreto Federal nº 99.274, de 1990, e se tornou exigência nos órgãos ambientais brasileiros a partir da Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

No caso da China, a evolução da legislação se deu a partir de 2003, com o estabelecimento de um processo formal de avaliação ambiental: o *Environmental Impact Assessment* – Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Comparando, ainda com a brasileira, verifica-se uma grande diferença na forma de classificação, adotando o sistema de nível de segurança enquanto o Brasil estabelece a definição de riscos, tanto pela infraestrutura quanto aqueles riscos potenciais associados a existência de populações à jusante.

Com relação a Índia, em 2019 foi aprovada a lei, intitulada “THE DAM SAFETY BILL, 2019”, que trata de segurança de barragens, prevendo vigilância, inspeção, operação e manutenção de todas as barragens do país com altura superior a 15 metros; ou altura entre 10 e 15 metros, levando em conta ainda a capacidade de reservatório de um milhão de m<sup>3</sup> e comprimento da barragem superior a 500 metros. Destaca-se que a classificação de risco indiana, diferentemente do Brasil, adota como aspecto principal o valor da obra. Sobre o aspecto de impacto ambiental, a legislação indiana buscou a simplificação para tornar mais céleres os processos de licenciamento ambiental a partir de nova lei de 2009, sobre licenciamento ambiental, estabelecendo prazos reduzidos para a concessão das licenças.

Acidentes com barragens ocorrem por causas que perpassam inclusive como consequências das mudanças climáticas. Ademais, fatores como o envelhecimento de algumas barragens e o desenvolvimento de tecnologias relacionadas com seu projeto, construção e operação também serviram de estímulo para o estabelecimento de leis que contemplem sua segurança (Balbi, 2008)

Vale ressaltar que, por serem estruturas de grande relevância para a humanidade, principalmente àquelas associadas à acumulação de água, seja para abastecimento humano, contenção de enchentes, geração de energia ou produção de alimentos, estas passaram a ter uma maior visibilidade, endossada pelas graves perdas provocadas por inúmeros acidentes, sejam elas de vidas humanas, patrimonial ou ambiental.

As barragens, em que pese serem estruturas essenciais à vida humana em diversos territórios, produzem vultosos impactos negativos de grande significância nos âmbitos ambiental e social, antes, durante e após a implantação do empreendimento. Destaca-se entre os diversos impactos, a mobilização de populações através da desapropriação, modificação do regime fluvial e alteração de ecossistemas, perdas de patrimônio histórico, supressão de terras agricultáveis, dentre outros.

Dentro de uma perspectiva histórica no Brasil sobre barragens, destaca-se a conhecida como “A Grande Seca” no nordeste brasileiro, conhecida também como seca de 1877, quando foram dizimadas cerca de 500.000 vidas entre os anos de 1876 e 1879. Acrescenta-se que essa situação de calamidade levou o então imperador do Brasil, D. Pedro II, a afirmar a seguinte frase celebre: "não restará uma única joia na Coroa, mas nenhum nordestino morrerá de fome".

A partir dessa grande seca registrada no nordeste brasileiro, se deu início a fase barragista do Estado. Nesta época, foi construída a primeira barragem de que se tem notícia oficialmente: a barragem do Cedro, no estado do Ceará, no sistema o rio Jaguaribe. O reservatório formado pela barragem inundou uma área de 1.745 hectares e, com a conclusão de suas diversas fases, agregou uma capacidade de 125,694 milhões de metros cúbicos, tudo isso há mais de um século (Mello, 2011).

**Figura 1** – Barragem do Cedro, estado do Ceará



Fonte: Foto cedida pelo Dnocs ao acervo da autora, 2023.

Nesse cenário, a institucionalização de combate à seca foi iniciada por meio da criação de “Comissões Imperiais” (1877), “Comissões de Açudes e Irrigação” (1904) e “Comissões de Estudos e Obras Contra os Efeitos das Secas” (1904), quando surgiu o precursor do Dnocs, a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), em 1909, sendo posteriormente transformada em Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), em 1919, com a finalidade de pesquisar, analisar e propor soluções para os

entraves do desenvolvimento da região, tendo por foco minimizar os efeitos da seca. Em 1945, o IFOCS foi substituído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs), autarquia federal que tem entre as suas inúmeras atribuições a construção de reservatórios, adutoras e gestão de recursos hídricos.

As Barragens são obras geralmente associadas a um elevado potencial de risco (Brasil, 2002). Jensen (1983) considera que o risco de rompimento de barragens será sempre uma possibilidade a que se sujeitará a civilização que a construir. Em verdade, a preocupação com a segurança dessas estruturas só teve início após a ocorrência de alguns acidentes graves, principalmente entre as décadas de 1960 e 1970 (Veról; Miguez; Mascarenhas, 2012).

No período acima encontram-se registros que apontam para uma existência de inúmeros casos de rompimento ao longo das décadas de 1960, 1970 e 1980, com destaque para os Estados Unidos, e, posteriormente, a existência de eventos concentrados na Europa, passando pela América do Sul e Ásia, destacando-se os desastres de Aznalcóllar, Espanha, 1998; Mount Polley, Canadá, 2014; Fundão, Brasil, 2015; Brumadinho, Brasil, 2019; e mais recentemente as barragens Derna e Mansour, Líbia, 2023.

Vale ressaltar que, a partir de 2010, foi aprovada a primeira lei da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), já sofrendo uma grande alteração em 2020, provocada principalmente pelos acidentes com as barragens de rejeito de mineração, pelo Relatório de Segurança de Barragens de 2020, e a falta da manutenção sistemática, que leva ao mau estado de conservação, além da precária gestão dos reservatórios.

Destaca-se que existem legislações brasileiras direcionadas especificamente para barragens de contenção de rejeitos de mineração, não sendo objeto deste trabalho.

## 2.1 LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS: ASPECTOS RELEVANTES

A maior discussão e preocupação com o tema segurança de barragens no planeta se deu na segunda metade de século XX. O início da legalização da segurança de barragens no mundo teve início no século passado. Países europeus e americanos tiveram suas legislações criadas em meados dos anos 1970 e 1990 e

essas legislações puderam ser detalhadas através de suas regulamentações posteriores, de acordo com a característica de cada região (Neves, 2015).

Previamente à apresentação da lei de segurança de barragens, se faz necessário uma retrospectiva sobre legislação de recursos hídricos no Brasil, demonstrando o espaço temporal e as justificativas importantes para a normatização, tendo em vista a demanda da sociedade e a necessidade de maior controle técnico e jurídico por parte do Estado sobre o tema.

Não se pode dissociar a segurança de barragens da segurança hídrica quando se refere à gestão de riscos e desastres relacionados com a água. Então, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH, Lei nº 9.433/1997) e a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), Lei nº 12.334 e sua alteração de 2020, têm uma ligação estreita e a primeira apoia a segunda, com a participação da sociedade civil e usuários, que passam também a serem fiscais do empreendimento (Brasil, 1997, 2010, 2020).

Dentro do processo histórico, importante destacar que a necessidade de normatização sobre recursos hídricos no Brasil se deu a partir da crescente demanda por energia e produção agrícola. Daí a homologação da conhecida Lei das Águas pelo Decreto 24.642, de 10 de julho de 1934, que aprovou o Código de Águas Brasileiro, onde encontra-se estabelecido o regime jurídico das águas no país, definido sua classificação, utilização e gestão e, a mais importante ao meu ver, as águas decretadas como de domínio público.

Recursos hídricos no Brasil, talvez pela grande quantidade (12% das águas doce em estado líquido do mundo), não era visto dentro da sua verdadeira importância, em que pese a irregular distribuição no território brasileiro. Apenas em 1934 passou a ser reconhecido como de domínio público. Isso posto, tem-se as águas regulamentadas como riquezas naturais, matérias-primas necessárias ao desenvolvimento econômico (Costa e Silva; Fais; Freiria, 2020).

Outra etapa da regulamentação, antecessora aos normativos sobre segurança de barragens, veio com a promulgação da Constituição Federal em 1988, determinando o reparte sobre o domínio dos recursos hídricos entre a União e os Estados e considerando, como elementos dessa repartição, os corpos de água.

A parcela que cabe à União é delimitada pelos incisos III e VIII do artigo 20 da Constituição Federal:

Art. 20. São bens da União:

III – os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

VIII – os potenciais de energia hidráulica (Brasil, 1988).

A Constituição de 1988 estabelece também as águas de domínio dos Estados, que se encontram definidas no artigo 26:

Art. 26. Incluem-se entre os bens dos Estados:

I – As águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União (Brasil, 1988).

Em continuidade ao processo histórico, destaca-se ainda na Constituição de 1988, em seu Art. 21-XIX, o que é estabelecido como competência da União, a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e a definição dos critérios de outorga de direitos de seu uso.

A regulamentação do artigo 21, inciso XIX da Constituição de 1988, se deu com a aprovação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu também a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNHR), criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e definiu os instrumentos para a gestão dos recursos hídricos de domínio federal. Vale ressaltar que os estados também estabeleceram suas leis sobre recursos hídricos, tendo como referências a Constituição e a lei da PNRH.

Destaca-se que a promulgação da Lei nº 9.433/97 representou um enorme avanço no modelo de governança e de gestão das águas no Brasil, tomando por base a Lei das Águas, quando à época, apenas as entidades públicas decidiam sobre a gestão, sendo elas as detentoras de autoridade e poder. A Lei da PNRH enfatiza a gestão descentralizada e participativa pelos colegiados, envolvendo o poder público, usuários e sociedade civil organizada, tendo como princípio a valorização da democracia participativa e representativa.

Não se pode deixar de destacar, posterior à lei da PNRH, a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, hoje denominada Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), como uma entidade responsável pela fiscalização das barragens de usos múltiplos da água em corpos

hídricos de domínio da União, definida pela Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei nº 12.334 (Brasil, 2010).

Destaca-se que só a partir de 2010 Brasil tratou do tema de segurança de barragens, quando foi homologada a lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, denominada Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), destinada a barragens de acumulação de água para quaisquer usos, momento em que foi criado o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Essa foi a primeira regulamentação no Brasil que trata, especificamente, da segurança de barragens. Vale destacar que a mencionada lei tem por objetivo, dentre outros, implementar uma cultura de manutenção preditiva e preventiva nas barragens brasileiras, cuja responsabilidade direta é dos empreendedores.

A inserção legal do Brasil na temática de segurança de barragens se deu com a promulgação da referida lei, na qual os diversos órgãos fiscalizadores foram inseridos no tema para executá-la, como a Agência Nacional de Águas e de Saneamento Básico (ANA); a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL); o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e seus órgãos descentralizados; e a Agência Nacional de Mineração (ANM) (Neves, 2018).

A fiscalização das barragens, estabelecida na lei citada, foi objeto de atualização pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, com conteúdo mais específico sobre as competências dos órgãos fiscalizadores. Em seu texto, consta que são competentes as autoridades do poder público responsáveis pelas ações de fiscalização da segurança da barragem de sua competência (Brasil 2010). Ressalta-se que a Lei sancionada em setembro de 2020, de fato, não aumentou a segurança das barragens, nem tampouco a proteção das populações e municípios à jusante dos reservatórios, haja vista não estabelecer a obrigatoriedade nos orçamentos públicos dos recursos necessários e suficientes para a manutenção dessa infraestrutura. Esse é um dos maiores gargalos à segurança de barragens.

Ainda sobre a mudança da PNSB, em 2020, houve a inclusão da obrigatoriedade de as empresas pagarem um seguro-caução ambiental, a fim de garantir a cobertura por eventuais acidentes envolvendo as barragens (não regulamentado), como também foram definidas duas áreas de risco nas imediações das barragens (a zona de autossalvamento, ou ZAS, e a zona de segurança secundária, ou ZSS) e a aplicação de sanções pelo não cumprimento das novas

disposições que podem chegar até R\$ 1 bilhão. Vale destacar que a aplicação das multas não se reserva apenas a acidentes, mas ao cumprimento das exigências contidas na lei.

De acordo com lei, a segurança da barragem é responsabilidade do empreendedor, enquanto a responsabilidade pela fiscalização é dividida entre quatro grupos, de acordo com a finalidade da barragem:

- barragens para geração de energia: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL);
- barragens para contenção de rejeitos minerais: Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM);
- barragens para contenção de rejeitos industriais: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) ou órgãos ambientais estaduais, a depender da emissão da Licença Ambiental;
- barragens de usos múltiplos: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) ou de órgãos gestores estaduais de recursos hídricos.

Acrescenta-se que, anterior à promulgação PNSB/2010, segundo a ANA (2011), não havia a indicação direta de responsabilidades pela fiscalização das estruturas em âmbito federal. Na época, os órgãos ambientais lidavam isoladamente em caso de acidentes, verificando-se uma frágil articulação do poder público para lidar com a segurança de barragens.

Observar que essa divisão de responsabilidade de apenas fiscalização, pode trazer vários conflitos, uma vez que uma barragem não é apenas uma obra fixada em um lugar, existe toda uma área de abrangência diversificada e que envolve vários aspectos (humano, social, econômico, ambiental, patrimonial, cultural e histórico), cabendo um olhar multidisciplinar. A fiscalização da segurança da obra não deve excluir as ações de outros órgãos, que vai muito mais além de fiscalização, emissão de licenciamento ambiental, outorgas, elaboração do plano de segurança de barragem e plano de ação emergencial, sendo essas ações para atender a burocracia do Estado.

De acordo com o Art. 2º da Lei nº 12.334 (Brasil, 2010), que tem por objetivo, na PNSB, garantir a observância de padrões de segurança de barragens, de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e suas consequências, define também que um órgão fiscalizador constitui autoridade do poder público responsável pelas ações de fiscalizações da segurança da barragem de sua competência. Na esfera federal,

quatro órgãos têm prescrições de fiscalização em termos da segurança de barragens, em função da natureza e das finalidades do empreendimento (Martini, 2018).

Importante destacar que a PNSB considera, dentre outros aspectos técnicos, a classificação das barragens segundo as características e condições da sua estrutura (definidas pela categoria de risco, ou CRI) e do ambiente à jusante (definidas pelo dano potencial associado, ou DPA), congregando os critérios específicos estabelecidos na regulamentação de cada órgão fiscalizador (ANA, Aneel e ANM) para os diferentes usos das barragens.

Importante também conhecer que a Lei nº 12.334/2010 se aplica a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e a acumulação de resíduos industriais que apresente pelo menos uma das seguintes características:

- 1- Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m (quinze metros);
- 2- Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos);
- 3- Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis; e,
- 4- Classificação de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

Assim sendo, pode ser entendido que a PNSB não se aplica a todas as barragens existentes no Brasil. Consoante ao estabelecido no Art. 1º, ela abrange somente as estruturas que tiverem pelo menos uma das características acima especificadas, como também sobre as barragens de contenção de rejeitos que são fiscalizadas pela ANM e o Ibama, por ser tratar, nesse caso, de agente poluidor.

Destaca-se também que a PNSB fixa a responsabilidade legal do empreendedor legal pela segurança da barragem, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la, e dispõe, ainda, que a segurança de uma barragem influi diretamente na sua sustentabilidade e no alcance de seus potenciais efeitos sociais e ambientais.

A Agência Nacional de Águas e de Saneamento Básico (ANA) é a responsável por organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens; coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens; e

receber denúncias dos demais órgãos ou entidades fiscalizadores sobre qualquer não conformidade que implique em risco imediato à segurança ou qualquer acidente ocorrido nas barragens (Resolução ANA nº 742/2011).

Vale ressaltar que a Resolução ANA nº 742, de 2011, é reconhecida como a primeira regulamentação decorrente da Política Nacional de Segurança de Barragens no Brasil.

Visando uniformizar os procedimentos de operação, monitoramentos e fiscalização de barragens e objetivando a garantia da segurança desses empreendimentos, com a publicação da Política Nacional de Segurança de Barragem (PNSB), de 2010, e a sua alteração em 2020, foram aprovados diversos normativos que orientam tecnicamente os procedimentos relativos ao PSB.

Apresenta-se, a seguir, o rol de leis e normas referentes à segurança de barragens, onde se destacam as resoluções e normativos do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e da Agência Nacional de Águas (ANA), a partir de 2010 (Quadro 1).

#### **Quadro 1 – Leis e normas referentes à segurança de Barragens**

<b>Leis e normas referentes à segurança de barragens</b>
Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010 (Brasil, 2010) - alterada pela Lei 14.066/2020 (Brasil, 2020)
Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020 (BRASIL, 2020) – vigente – Lei de segurança de barragens.
Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012 (Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2012a) – vigente – Classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório.
Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012 (Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2012b) - alterada pela Resolução CNRH nº 223/2020) - Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens (Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2020).
Resolução CNRH nº 178, de 29 de junho de 2016 (Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2016) – revogada – Relatórios segurança de barragens.
Resolução CNRH nº 223, de 20 de novembro de 2020 (Conselho Nacional de Recursos Hídricos, 2020) – vigente – Altera a resolução 144 CNRH de 2012.
Resolução ANA nº 742, de 17 de outubro de 2011 (Agência Nacional de Águas, 2011) – vigente – regulamenta a PNSB/2010 e trata das Inspeções segurança de barragens.
Resolução ANA nº 91, de 2 de abril de 2012 (Agência Nacional de Águas, 2012) – vigente – Plano de segurança de barragens.
Resolução ANA nº 132, de 22 de fevereiro de 2016 (Agência Nacional de Águas, 2016) – vigente – Estabelece critérios complementares de classificação de barragens reguladas pela Agência Nacional de Águas - ANA, quanto ao Dano Potencial Associado – DPA.

Resolução ANA nº 236, de 30 de janeiro de 2017 (Agência Nacional de Águas, 2017) – alterada pela resolução nº121/2022 – Detalhamento plano de segurança de barragens.
Resolução ANA nº 123, de 16 de dezembro de 2019 (Agência Nacional de Águas, 2019) – vigente -Delega competência para examinar, decidir e classificar as barragens fiscalizáveis pela ANA, por categoria de risco, dano potencial.
Resolução ANA nº 24, de 4 de maio de 2020 (Agência Nacional de Águas, 2020) – vigente - Estabelecer procedimentos acerca das atividades de fiscalização do uso de recursos hídricos e da segurança de barragens.
Nota Técnica ANA nº 15/2021- Planejamento de fiscalização das barragens em 2022.
Resolução ANA nº 121 de 13 de maio de 2022 (Agência Nacional de Águas, 2022a) - vigente-altera a resolução 236 de 2017 e Compete à ANA, fiscalizar as barragens abrangidas pela Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, para as quais outorga o direito de uso dos recursos hídricos, exceto para fins de aproveitamento hidrelétrico.

Fonte: A autora, 2023.

Analisando conjuntamente as normas sobre segurança de barragens e aquelas voltadas a recursos hídricos aqui mencionadas, desde a 1997, verifica-se que houve maior exigência por parte dos órgãos ambientais e fiscalizadores, sendo estes mais rigorosos na aplicação de penalidades aos empreendedores, principalmente sobre o cumprimento das exigências a respeito do cadastro das barragens, relatórios de inspeção, PSB e o PAE.

De acordo com a ANA/2022, existem 1.138 barragens situada em rios ou territórios de domínio da União, objeto de fiscalização por parte da agência, todas registradas no SNISB, das quais apenas 146 estão enquadradas no PNSB, 10 estão em fase de construção, 91 não enquadradas na PNSB e 901 ainda não foram classificadas pela ANA. Isso quer dizer que, apenas 139 estão sujeitas a fiscalização da ANA, ou seja, apenas 12% da totalidade de barragens de domínio da União se submete à fiscalização e às exigências da PNSB. Esses dados demonstram a gravidade da situação, haja vista que os demais reservatórios fora da competência da ANA estão sob a responsabilidades dos estados.

Segundo o relatório/2021 de segurança de barragens da ANA, existem 22.654 barragens cadastradas por 33 órgãos fiscalizadores no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Desse total, 50% possuem informações sobre empreendedor; 87% sobre capacidade; 54% sobre altura; e 51% possuem informações sobre autorização, outorga ou licenciamento. Acrescenta o referido relatório que, do total de barragens cadastradas, 5.474 estão submetidas à Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e 4.313 não estão e que as outras 12.867 barragens cadastradas (57%) não possuem informações suficientes

para classificação quanto à submissão à Lei nº 12.334/2010. Consta no mencionado relatório que há 9.451 barragens classificadas, sendo 1.219 classificadas simultaneamente como categoria de risco (CRI) e dano potencial associado (DPA) altos. Há 8.286 barragens sem pendências quanto à classificação relativa à CRI, sendo 6.507 classificadas quanto à CRI e 1.779 não submetidas à PNSB, não sendo, portanto, necessária tal classificação.

Dentro dessa classificação feita pela ANA, é utilizado o indicador de dano potencial associado (DPA), que é normalmente realizado com o estudo de ruptura hipotética de barragens, também conhecido como *dam break*, para simular a mancha de inundação causada pelo rompimento da barragem. De posse da área potencialmente afetada, sobreposta às fotos de satélite, a atividade consiste na identificação e contagem do número de moradias, infraestruturas e de serviços públicos, bem como as áreas protegidas existentes (ANA, 2016).

Ao se tratar de barragens no Brasil, é imprescindível também se discutir sobre o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), haja vista existir concretamente a violação de direitos humanos nos processos de construção e operação das barragens para geração de energia elétrica, acumulação de água, de saneamento e de minérios. Acrescenta-se, ainda, que o MAB, considerando a atual legislação federal, não é tratado em qualquer norma específica no nosso ordenamento jurídico que aborde os direitos das populações atingidas. Enquanto isso, há uma grande disparidade de armas em favor das empresas operadoras do setor elétrico e minerário, que contam com um arcabouço de legislações que visam garantir a instalação e o funcionamento das barragens em todo território nacional.

Quando se debate sobre o MAB, na prática, desde o licenciamento ambiental, é definido como atingidos por barragens aqueles que têm o título da propriedade alagada, adotando um critério patrimonialista e patriarcal para reconhecimento dos direitos. A realidade da formação social brasileira, porém, mostra que há uma infinidade de relações outras com a terra, como é o caso dos arrendatários, meeiros, posseiros, parceiros, trabalhadores rurais, comunidades ribeirinhas e povos tradicionais, que vivenciam diferentes formas de produção no campo e que são impactados pelas construções e rompimentos de barragens.

Vale ressaltar que são vistos como MAB aqueles que foram atingidos diretamente pela construção, enquanto os demais, e que estão sujeitos a riscos de

acidentes ou que foram impactados com a alteração dos cursos do rio, sequer são vistos e considerados.

Os atingidos por barragens sempre foram considerados como fato complicador para as políticas de desenvolvimento que têm a barragem como instrumento indutor do processo de crescimento econômico do país, daí a ausência de proteção do Estado para essa população. De acordo com Benincá (2011), não existe no Brasil uma legislação que defina ou proteja os atingidos por barragens. Não há nada que garanta seus direitos perante as empresas do setor elétrico, perante a sociedade.

Não foi identificada no Brasil, até o momento, nenhuma política pública garantidora que o Estado preste assistência social às pessoas atingidas e/ou ameaçadas por barragens. Não constam em nossos normativos a participação da sociedade em todas as ações prévias, concomitantes e posteriores às atividades de planejamento, construção, instalação, operação, ampliação, manutenção ou desativação de barragens, sendo assim, os atingidos por barragens não são parte do processo e a eles são devidas, por parte do Estado, a assistência em todos esses momentos. Não é permitida a participação direta da população da área de abrangência da barragem na fase de desapropriação e nas fases de conhecimento do PSB e do PAE, já elaborados pelo empreendedor.

Outro ponto que merece ser destacado e demonstra que barragem, pessoas e meio ambiente estão imbricados e as ações não podem ser dissociadas e não integradas, assim define Leite (2006) ao chamar a atenção para a importância de uma política eficiente de responsabilização por danos ambientais, sem a qual não se pode garantir o equilíbrio socioambiental.

Para Leite “não se pode definir o meio ambiente sem considerar a interação existente entre homem e natureza. (...) O meio ambiente deve ser pensado como valor autônomo, como um dos polos da relação de interdependência homem-natureza, já que o homem faz parte da natureza e sem ela não teria condições materiais de sobrevivência”.

Com relação às pessoas, muito há de ser feito para que estas serem e fazerem parte desse processo de construção de barragens. Assim, se pode afirmar que o Decreto-lei 3.356 de 1941, que dispõe sobre a desapropriação por utilidade pública, pode ser a garantia jurídica existente para os atingidos por barragens, mas apenas daqueles que tem o título de propriedade, tendo em vista serem os proprietários das áreas desapropriadas onde será implantado o empreendimento. Por serem

expropriados com base nesse normativo, entende-se que dessa forma poderão ser reconhecidos como atingidos por barragem.

É importante citar que o mencionado decreto-lei não assegura a participação dos desapropriados, não considerados sujeitos na definição de preços, nem sobre as condições de deslocamento dessa população.

O decreto 7.342/2010 instituiu o cadastro socioeconômico para identificação, qualificação e registro público da população atingida por empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, para empreendimentos a serem licenciados a partir de janeiro de 2010. Ficaram de fora desse decreto os demais empreendimentos voltados à reservação de água para outros usos e as barragens de rejeito de mineração.

De acordo com a Agência Senado, foi em 14/11/2023 aprovada a Política Nacional de Direitos das Populações Atingidas por Barragens, a PNAB. O Projeto de Lei (PL) nº 2.788/2019 lista os direitos das populações que vivem próximas a barragens de rejeitos de mineração e de acumulação de água para hidrelétricas e segue agora para sanção do Presidente da República.

O texto do mencionado PL aprovado caracteriza as populações atingidas por barragens e determina que cada empreendedor criará e implementará o Programa de Direitos das Populações Atingidas por Barragens (PDPAB), bem como estabelece que as disposições contidas em seu texto aplicam-se ao licenciamento ambiental de barragens e aos casos de emergência decorrentes de vazamentos ou rompimentos, ocorridos ou iminentes, dessas estruturas.

O relatório especial do Conselho de Defesa dos Direitos da Pessoa Humana, hoje denominado Conselho Nacional dos Direitos Humanos, em 2010, identificou que são direitos dos atingidos e atingidas por barragens: o direito à informação, à participação, direito à educação, direitos às condições de melhoria contínua de vida, à plena reparação das perdas, direito de ir e vir, direito de associação, à prática e modos culturais de vida, à proteção da família e aos laços de solidariedade social ou comunitária, ao acesso à justiça, direitos dos povos e comunidades tradicionais, ao trabalho e a um padrão de vida digna, ao ambiente saudável, à moradia adequada e à justa negociação.

## 2.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL E SEUS PRINCIPAIS DESTAQUES PARA O TEMA

Barragens são estruturas de engenharia utilizadas em todo o mundo para acumulação de água e outros usos, com grande incremento de obras no meado do século passado até a década de 1970. No Brasil, principalmente no nordeste e sobretudo no semiárido, região caracterizada pela baixa precipitação anual concentrada em pouco tempo, altas temperaturas, taxas de evaporação elevadas e rios intermitentes, a construção de barragens é uma prática ainda muito utilizada, visando a reservação de água para abastecimento humano, prioritariamente.

A construção de barragens implica em alterações da fauna, da flora, do regime do rio, do clima e dos costumes da sociedade local, entre outras. Essa prática vem enfrentando, nos últimos tempos, crescentes críticas globais por ser uma estrutura que causa grandes impactos ambientais, sejam eles os que antecedem a construção, durante e após concluída a obra, em que pese os benefícios sociais trazidos pelo empreendimento.

Sobre os impactos ambientais oriundos das barragens, pode-se enumerar vários, tais como: barramentos do curso e fluxo dos rios, alteração da biodiversidade aquática, interferência na migração e reprodução de peixes, interrupção de fluxo de sedimentos, com consequências sobre a fertilidade das margens dos rios, desmatamentos e alteração de ecossistemas com perdas da biodiversidade, atingindo áreas florestais e contribuindo, assim, com o desaparecimento do habitat de animais, dentre outros.

Outros impactos são causados pela construção de barragens, não menos importantes que os impactos ambientais, aqueles a que estão submetidas as populações atingidas direta e indiretamente nas áreas de abrangência do empreendimento. Os impactos definidos como diretos são identificados pelos centros urbanos com as infraestruturas habitacionais e sociais, áreas produtivas, patrimônio histórico, entre outros. São impactos, também, os considerados indiretos ou imateriais, identificados como os valores, as memórias, o modo de vida, as perdas dos laços afetivos e comunitários, redes sócias e valores culturais, de grandeza incalculável.

Vale destacar que a população deslocada não é a única a ser atingida, quando são afetadas aquelas localizadas à jusante da barragem, que dependem

economicamente do rio, das matas e áreas férteis, além de viverem com medo e insegurança sob o risco de acidente.

Verifica-se que diferentes normas e leis compõem o arcabouço legal brasileiro, no que diz respeito à segurança de barragens, tendo como fiscalizadores inúmeros órgãos dentro do sistema federativo, com o objetivo de garantir a adequação e a padronização do sistema de segurança em âmbito nacional.

Importante considerar que no nosso ordenamento jurídico há o destaque sobre o meio ambiente em dois princípios, o da precaução e o da prevenção, amplamente amparados pela Constituição de 1988, no seu artigo 225, § 1º, IV, refere-se ao Estudo de Impacto Ambiental, sendo exigido previamente à instalação de obra ou atividade que possa danificar o ambiente. A legislação infraconstitucional também prevê que a licença ambiental há de ser sempre prévia à obra ou atividade (Lei n. 6.938/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente). (Brasil, 1988)

Importante destacar que o Direito Ambiental regula a questão do gerenciamento de riscos, utilizando-se, para isso, da aplicação dos princípios da prevenção e precaução. Já o direito de segurança de barragens absorve a obra de engenharia e os danos potenciais associados em caso de acidente, incluindo, em parte, as questões relacionadas à exposição ao risco e a compensação, conexo à mitigação desses riscos, envolvendo as fases da prevenção com o PSB, a fase execução com o PAE, em consonância com a defesa civil e a fase de reconstrução.

O Brasil evoluiu em relação a questão ambiental com o advento da Política Nacional do Meio Ambiente, também conhecida como a Lei nº 6938/81. Entretanto, a fiscalização de uma barragem no Brasil não é exclusividade da ANM, da ANEEL e da ANA, visto que, conforme estabelecido no Art. 5º da PNSB, órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) possuem também competência de realizar ações fiscalizatórias.

Importante destacar que, observados os diversos normativos que apresentam aspectos muito mais específicos sobre a proteção do meio ambiente, a partir da década de 60, pode-se entender ter havido, nessa época, um maior despertar na sociedade brasileira da necessidade de um cuidado ambiental. Contudo, as barragens construídas antes de 1986 não tiveram os EIA/RIMA e, em parte da década de 1950 e nas décadas de 1960 a 1980, as ações para construção de barragens, tanto para geração de energia quanto para reservação de água, foram prioridades para os governos da época.

O Direito Ambiental trabalha com duas funções específicas: a de estabelecer a predominância do coletivo sobre o individual e a de verificar a relação entre o homem e a natureza e o que isso pode acarretar, considerando possíveis conflitos entre o direito de propriedade e a atuação do poder público na proteção ambiental.

Cristiane Derani diz que o Direito Ambiental funciona como um complemento entre o público e o privado, pois busca, através da proteção do meio ambiente, o qual está ligado diretamente ao interesse público, intervir nas atividades dos particulares, para adequá-las aos preceitos de preservação ambiental. No seu entendimento, é um ramo intermediário, que trabalha com variáveis públicas e privadas em busca de um meio termo, visando “equilíbrio ambiental” (Derani, 1997, p. 84).

Sobre a cronologia e os avanços dos normativos sobre meio ambiente no Brasil, destaca-se a fase inicial em 1605, com o Regimento do Pau-Brasil; em 1934, com o código florestal, substituído em 1965, quando amplia as políticas de proteção da flora e das áreas de proteção permanente; e em 1985, com a Lei 7.347, que disciplina a ação civil pública como instrumento processual específico para a defesa do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.

O quadro 2 apresenta a cronologia dos principais normativos brasileiros sobre meio ambiente após o Regimento do Pau Brasil.

#### **Quadro 2 – Cronologia dos principais normativos brasileiros sobre meio ambiente**

<b>ANO</b>	<b>NORMATIVO</b>
1797	Carta régia sobre a proteção a rios, nascentes e encostas declarados propriedades da Coroa.
1799	É criado o Regimento de Cortes de Madeiras
1850	Lei nº 601 primeira Lei de Terras do Brasil.
1911	Decreto nº 8.843 cria a primeira reserva florestal do Brasil no Acre.
1916	Código civil trata de diversas disposições de natureza ecológica dentro de uma visão patrimonialista
1934	Código Florestal e Código das Águas
1964	Lei 4.504 – Estatuto da Terra
1965	Nova versão do Código Florestal incluindo a proteção e conservação da flora e estabelece a proteção das áreas de preservação permanente APP.
1967	São editados os Códigos de Caça, de Pesca e de Mineração
1975	Decreto-Lei 1.413- controle da poluição
1977	Lei 6.453 responsabilidade civil danos atividades nucleares
1981	Lei 6.938 estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA

1985	Lei 7.347 disciplina a ação civil pública como instrumento processual específico para a defesa do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos.
1988	Constituição Federal contém capítulo específico ao meio ambiente impondo ao Poder Público e à coletividade, em seu art. 225, o dever de defender e preservar o meio ambiente para as gerações presentes e futuras.
1990	Decreto nº 99.274 regulamentou PNMA, vinculando a avaliação de impacto ambiental e definindo três tipos de licenças ambientais a serem expedidas previamente a licença ambiental, licenças prévias, de implantação e a de operação.
1991	Lei 8.171 – política agrícola proteção ambiental, com a obrigatoriedade do proprietário rural a recompor sua propriedade com reserva florestal.
1998	Lei 9.605 sobre crimes ambientais prevendo sanções penais e administrativas para condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
2000	Lei 9.985 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação
2001	Lei 10.257 Estatuto das Cidades
2012	Lei nº 12.651 – Novo código florestal

Fonte: A autora, 2023.

Vale destacar que antes da promulgação da Constituição Federal de 1988, quando entrou em vigor a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) através da Lei nº 6.938/81, houve o entendimento, bastante expressivo, de que a água não poderia ser vista de forma dissociada do meio ambiente, inclusive por se tratar de um recurso natural limitado e finito.

Houve vultoso avanço da política ambiental brasileira com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), pela grande importância que foi dada à conservação, preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, definindo com responsáveis diretos os poluidores, que são compelidos a recuperar os danos causados, independentemente de outras sanções jurídicas e administrativas.

Com a PNMA, foram criados o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e foram aprovados importantes instrumentos, com destaque para a avaliação de impactos ambientais, o licenciamento ambiental – com a resolução nº 01/1986 – e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, por meio da elaboração de estudos de impacto ambiental e seu respectivo relatório de impacto ambiental, conhecidos como EIA-RIMA.

Analisando-se o licenciamento ambiental relativo à política nacional de segurança de barragem, destacam-se outros instrumentos importantes do PNMA, que vão ao encontro ou que auxiliam o PNSB, incrementando o rol de penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental; e outros licenciamentos

identificados, como a licença de implantação e a licença de operação do empreendimento, renováveis a cada ano, mediante análise ambiental.

A resolução CONAMA nº 01/1986, em seu Art. 2º inciso VII trata das obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras e a transposição de bacias e diques e, para implantação desses empreendimentos, há a obrigatoriedade de cumprimento desse normativo e a existência prévia dos EIA/RIMA e demais licenciamentos ambientais de planejamento, implantação e operação.

A legislação ambiental brasileira define que deverá ser feita a recuperação ambiental de uma área degradada, sendo isso uma obrigação legal, para a qual o Art. 225 da Constituição brasileira impõe que aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente. No que diz respeito à degradação de áreas atingidas por barragens, a legislação é muito incipiente, valendo-se apenas de áreas compensatórias daquelas que ficaram inundadas e em nada se consta sobre as áreas que foram impactadas pelas alterações nos cursos ou no leito dos rios barrados.

Ressalta-se que todas as ações até agora expostas neste trabalho e que tratam de meio ambiente estão voltadas aos impactos oriundos da execução dos empreendimentos, nada se fala dos riscos ambientais promovidos por acidentes com barragens, nem normativos que trate do assunto ou exigências nos documentos técnicos PSB e PAE. Dessa forma, vale o questionamento sobre em que medida a proteção ao meio ambiente pode ser garantida, de fato, através da Política Nacional de Segurança de Barragens.

As últimas tragédias ambientais ocorridas no Brasil com barragens de rejeito têm levado a se questionar a eficácia da legislação ambiental e de segurança em barragens. Como já salientado, elas acarretaram prejuízos à sociedade, ao meio ambiente, à existência humana, e à economia do país (Carvalho, 2019).

O Brasil, considerando a CRFB/88, tem como fundamento a preservação ambiental e o cuidado com a garantia dos direitos humanos. Entretanto, verifica-se, nos casos ocorridos de acidentes com barragens, que a principal preocupação é a questão econômica por parte do poder público.

Daí a importância de se identificar, à luz da Constituição, se existem, na legislação referente à defesa do meio ambiente brasileiro, lacunas que possam contribuir para a ocorrência dos desastres, elencar dentro dos aspectos legais da normatização da segurança de barragens, as ações relativas ao meio ambiente que possam evitar os acontecimentos de catástrofes envolvendo barragens no país, bem como aquelas que reduzam os impactos ambientais em caso de acidentes. É imperioso serem incluídas em nosso ordenamento jurídico normas que transcendam a mera aplicação de multas haja vista o prejuízo incalculável absorvido pela fauna e a flora das regiões afetadas pelo acidente. Ações de mitigação e compensação ambiental são ditas, mas não existem arcabouço jurídico para a sua efetivação, nem tampouco definição de procedimentos técnicos para execução das atividades prévias de salvaguarda da biodiversidade das áreas que poderão ser atingidas por acidentes com barragens.

Merece ser destacado que os impactos ambientais provocam perdas nos ecossistemas naturais, muitas vezes irrecuperáveis, perdas de áreas antropizadas muitas vezes voltadas para agricultura e contaminação de ambientes e prejuízos à biodiversidade.

Não se pode deixar de demonstrar que, em uma situação de acidente ou de potencialidade de sua ocorrência, o direito tem a função de fornecer a estabilidade pela normatividade, ante e pós ocorrência do evento, sem esquecer da dinâmica destrutiva que um desastre com barragens possui, partindo-se da identificação dos responsáveis, proteção das vítimas e do meio ambiente.

Importante ressaltar que no caso dos impactos ambientais, é preciso que a norma estabeleça como regra a inclusão, nos documentos técnicos, do inventário ambiental como requisito ao licenciamento e ao PSB, visto que estarão registrados dados importantes à recuperação das áreas degradadas em caso de acidente.

### 3 CONTROVÉRSIAS AMBIENTAIS NA BARRAGEM DE JUCAZINHO; ENTRE O DIREITO E O MUNDO DOS FATOS

O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, o Dnocs, Autarquia Federal, com atuação regional no semiárido brasileiro desde 1909, tem, dentro de suas atribuições estabelecidas na Lei nº 4.229, de 1 de junho de 1963, com alterações previstas na Lei nº 10.204, de 22 de fevereiro de 2001, as ações voltadas para recursos hídricos conforme abaixo:

Art. 2º Ao Dnocs, na sua área de atuação, compete:

I - contribuir para a implementação dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, tal como definidos no art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e legislação subsequente;

II - contribuir para a elaboração do plano regional de recursos hídricos, em ação conjunta com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - Sudene e os governos estaduais de sua área de atuação;

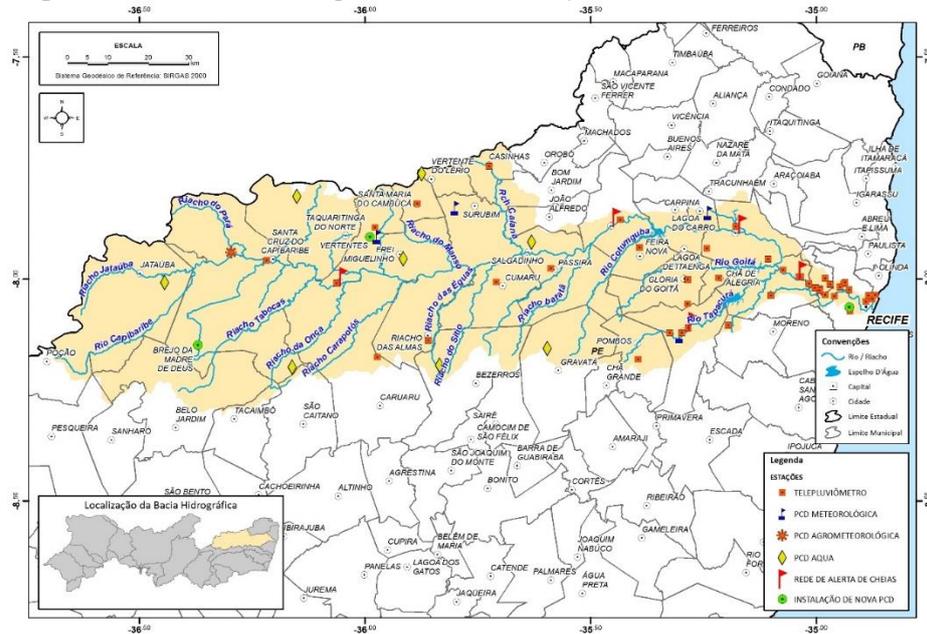
III - elaborar projetos de engenharia e executar obras públicas de captação, acumulação, condução, distribuição, proteção e utilização de recursos hídricos, em conformidade com a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, de que trata a Lei nº 9.433, de 1997 (Brasil, 1963, 2001).

Considerando o Engenheiro Agrônomo Guimarães Duque, mineiro nascido no semiárido daquele estado, em 1973 tratou das peculiaridades da região onde o DNOCS atua e defendeu que as técnicas a serem desenvolvidas e aplicadas têm de ser tipicamente nordestinas porque a região é única no mundo (Araújo; Amâncio Filho, 2014).

Dessa forma, o Dnocs executou e ainda executa as políticas referentes a reservação e distribuição de água que transformou a paisagem do semiárido brasileiro, tornando uma das regiões mais populosas do mundo em áreas áridas e semiáridas, sendo 327 barragens de sua propriedade, com capacidade de acumulação de 27,2 bilhões de m<sup>3</sup>, e mais 627 açudes em regime de cooperação, que podem acumular 1,5 bilhões m<sup>3</sup>.

As informações acima apresentadas refletem a grande importância das obras implementadas pelo Dnocs, entretanto demonstram, pela quantidade de massa que armazenam, que barragens são estruturas com potencial de causar grandes danos à vida, as propriedades, o meio ambiente e a jusante, caso venham a se romper.

**Figura 2 – Bacia hidrográfica do rio Capibaribe**



Fonte: Apac, 2023.

No estado de Pernambuco, o Dnocs tem construído 39 barragens, sendo uma delas a Jucazinho, em Surubim (Agreste Setentrional) que dista a cerca de 135Km da capital Recife, construída com o objetivo de ser mais uma estrutura de controle de cheia do rio Capibaribe como também abastecimento de diversas cidades dentre elas Caruaru.

**Figura 3 – Barragem Jucazinho**



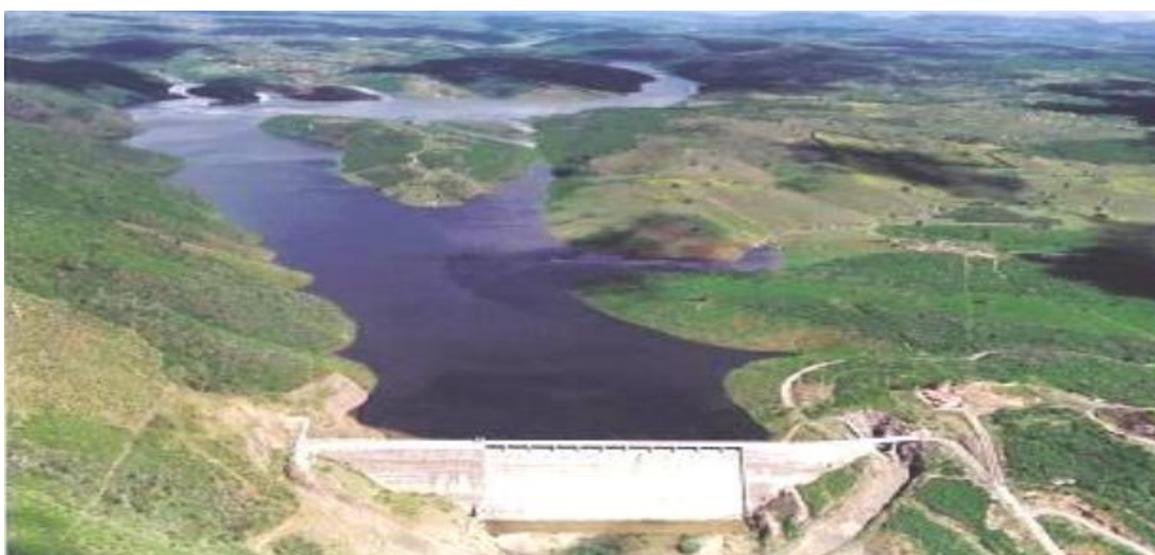
Fonte: Foto cedida pelo Dnocs ao acervo da autora, 2023.

### 3.1 PROBLEMAS AMBIENTAIS NA BARRAGEM DE JUCAZINHO: ANÁLISE DE UM CASO CONCRETO

A Barragem Antônio Gouveia Neto, conhecida como Barragem de Jucazinho, é um barramento implantado no rio Capibaribe, que nasce na divisa dos municípios de Jataúba e Poção, recortando vários centros urbanos e 42 municípios, servindo de corpo receptor de resíduos industriais e domésticos em toda a sua extensão de 280 Km até a sua foz, em Recife. É um rio estadual que apresenta regime fluvial intermitente nos seus alto e médio cursos, tornando-se perene somente a partir do município de Limoeiro, sendo denominado o trecho de baixo Capibaribe.

A Barragem de Jucazinho, construída pelo Dnocs entre os anos de 1996 e 1998, está localizada no estado de Pernambuco, nas coordenadas geográficas 7°58'02" de latitude sul e 35°44'52" longitude oeste, no sítio denominado Jucazinho, em terras dos Municípios de Surubim e Cumaru, sendo parte integrante de um conjunto de obras concebidas para controle de cheias do Rio Capibaribe, como também para abastecimento humano em 16 cidades do agreste pernambucano, irrigação e piscicultura.

**Figura 4** – Vista aérea da Barragem Jucazinho



Fonte: Foto cedida pelo Dnocs ao acervo da autora, 2023.

À jusante da Barragem de Jucazinho existe a Barragem de Carpina, com capacidade de 270 milhões de m<sup>3</sup>, situada a 58km de distância, enquanto à montante

existe a Barragem de Poço Fundo, com capacidade de 27,6 milhões de m<sup>3</sup>, situada a cerca de 37,0 km de distância.

Um fator importante a ser considerado sobre a barragem de Jucazinho é o volume de acumulação. Até meados de 2019, considerava-se o volume total acumulável na barragem de aproximadamente 327 hm<sup>3</sup>. Após a realização de estudos pela ANA, especialistas confirmaram a existência de divergência, apontando um valor superior ao real em 204 hm<sup>3</sup>, divergência até então não definida. Essa situação modifica a condição da barragem, levando em conta um possível acidente, e por consequência a dimensão da onda de inundação, além das mudanças em suas condições de uso, as quais variam conforme as faixas de possibilidade de utilização de estados hidrológicos.

**Figura 5** – Barragem Jucazinho



Fonte: Foto cedida pelo Dnocs ao acervo da autora, 2023.

Outro ponto que merece ser apresentado para discussões e estudos futuros se prende ao fato de um erro de projeto quando se define uma barragem para contenção de cheias. No caso de Jucazinho, não foram projetadas nem instaladas comportas, mas apenas uma válvula dispersora com capacidade de 6 m<sup>3</sup>/s, ínfima se comparado

com a capacidade dos vertedouros de mais de 8 mil m<sup>3</sup>/s. Isso quer dizer que Jucazinho não tem condição de ser esvaziado ou reduzir o volume em caso de chuvas severas ou extremas na região, tendo em vista o equipamento inexistente para controle de vazão.

A Barragem Jucazinho está classificada, com base na categoria de risco (CRI) e de dano potencial associado (DPA), como sendo de classe A, conforme critérios apresentados na Resolução nº 236/2017 da ANA, tendo em vista apresentar risco alto e dano potencial associado alto, levando em conta o volume acumulado e a possibilidade de atingir populações à jusante em caso de acidente. Chama-se a atenção que, no cadastro da ANA em 2023, 13.438 barragens no Brasil ainda não tinham sido classificadas e 4.874 não estavam enquadradas na PNSB, em que pese essas barragens acarretarem impactos em caso de acidente.

**Figura 6 – Evolução do cadastro de barragens no SNISB**



Fone: Agência Nacional de Águas (2023).

A barragem de que trata este documento foi construída em concreto compactado a rolo (CCR), com altura máxima de 63,2 m e extensão pelo coroamento de 442,0 m, com crista na cota 299,0 m, soleira do extravasor central na cota 292,0 m e fundação na cota 235,8 m, com área de drenagem total de 4.150 km<sup>2</sup> no planalto da Borborema. O maciço da barragem tem paramento de montante vertical e talude à jusante vertical até a cota 285,00 m e com inclinação 0,8V:1,0H abaixo da cota 285,00 m.

No relatório de consultoria contratada pelo Dnocs, Geotechnique Consultoria e Engenharia Ltda, em 2014, foram identificadas diversas anomalias na estrutura, com destaque para a presença de bexigas no extravasor principal, danos na estrutura da bacia de dissipação, fissuras e trincas observadas ao longo do barramento e deposição de material fino, além de infiltração na galeria.

O projeto do açude Jucazinho é composto de uma barragem tipo gravidade, com eixo perpendicular ao leito do rio Capibaribe, um sangradouro central incorporado no corpo da barragem com capacidade para 5.446,69 m<sup>3</sup>/s, com lâmina de 6 m, e dois sangradouros laterais, que constituem dois canais laterais, instalados nas ombreiras da barragem, escavados na rocha para funcionamento quando a lâmina de sangria atingir 3 m, com descarga de 1.291,3 m<sup>3</sup>/s cada. A Barragem conta ainda com uma ponte de acesso situada na ombreira esquerda, com extensão de 28,0 m e largura de 8,0 m. Há também uma ponte sobre o vertedouro central, com extensão de 180,0 m e largura de 8,0 m.

**Figura 7** – Galeria da barragem Jucazinho



Fonte: Foto cedida pelo Dnocs ao acervo da autora, 2023.

**Figura 8 – Perfil Barragem Jucazinho**



Fonte: Foto cedida pelo Dnocs ao acervo da autora, 2023.

A Barragem de Jucazinho, embora seja uma obra federal de propriedade do Dnocs, tem como órgão fiscalizador a Agência de Água e Clima de Pernambuco (APAC), por estar inserida em um rio estadual e essa agência ser também responsável pelo monitoramento das barragens do estado. Vale destacar que o Dnocs é o empreendedor e a Companhia Pernambucana de Saneamento, Compesa, é a operadora do sistema Jucazinho para abastecimento de cidades.

### 3.2 A BARRAGEM DE JUCAZINHO: O CONFRONTO ENTRE AS NORMAS E A ADMINISTRAÇÃO

No ano de 2004, devido às fortes chuvas ocorridas na região, houve grande acumulação de água na barragem, levando a seu primeiro vertimento, causando danos estruturais e a necessidade de estudos e projetos das áreas danificadas e das anormalidades verificadas na estrutura, tais como infiltrações, trincas, ferragens expostas, solo desprendido, dentre outras.

As condições apontadas acima fazem parte do Relatório da Agência Brasileira de Inteligência (ABIN), no Relatório de Segurança de Barragens 2016, concluindo com a existência de riscos de acidentes para a população. A ANA, por sua vez, em seu relatório de segurança de barragens do ano de 2017, apontou a existência de comprometimento estrutural na barragem de Jucazinho, indicando problemas nos vertedouros laterais, ombreiras e bacia de dissipação, constando na lista das mais preocupantes (Agência Nacional de Águas, 2018).

**Figura 9 – Situação em caso de ruptura extrema**

CENÁRIO	LOCAL	DISTÂNCIA PARA A BARRAGEM (KM)	COTA DO TERRENO (M)	COTA MÁX. DA LÂMINA D'ÁGUA (M)	PROFUNDIDADE MÁX. DA LÂMINA D'ÁGUA (M)	VELOCIDADE MÁX. DO ESCOAMENTO (M/S)	TEMPO DE CHEGADA DA FRENTE DE ONDA	TEMPO DE CHEGADA DA COTA MÁXIMA
RUPTURA EXTREMA	ETA - Comesa	0.45	241.81	260.52	18.71	5.46	1 min 12 seg.	
	Acesso 1 - Pov. Jucazinho (prox. da ETA da Comesa)	0.7	233.74	260.81	27.07	16.04	1 min	20 min
	Acesso 2 - Sítio Gameleira (Surubim / Cumaru)	1.85	233.05	258.13	25.08	13.48	3 min 12 seg.	22 min
	Distrito Chéus	3.8	239.54	246.81	7.27	3.88	7 min 12 seg.	
	Acesso 3 - Distrito Chéus (Surubim / Cumaru)	4.5	231.33	245.79	14.46	16.44	8 min	28 min
	Localidade de Malhadaíria	5.3	234.94	245.48	10.54	6.71	10 min 12 seg.	
	Acesso 4 - Local Malhadaíria (Surubim / Cumaru)	5.5	230.63	244.05	13.42	13.38	17 min 48 seg.	35 min
	Localidade de Murubeba	10.2	212.84	228.67	15.83	6.91	10 min	
	Acesso 5 - Loc. Sítio Murubeba	11.1	206.35	226.77	20.42	11.23	18 min 30 seg.	49 min
	Município de Salgadinho	12.3	208.25	221.53	13.28	6.89	22 min 36 seg.	
	Acesso 6 - Município de Salgadinho	13.8	203.04	217.08	14.04	15.85	23 min 48 seg.	50 min
	Acesso 7 - PE-088 (Salgadinho)	14.45	204.67	217.82	13.15	18.83	25 min	51 min
	Acesso 8	22.8	156.32	170.68	14.36	10.56	42 min 36 seg.	1 h 15 min
	Acesso 9	23.7	151.54	160.26	8.72	9.81	44 min 48 seg.	1 h 27 min
	Acesso 10	25.6	146.41	158.3	11.89	2.35	48 min 36 seg.	1 h 34 min
	Acesso 11	29.2	138.39	149.58	11.19	15.67	56 min 36 seg.	2 h 03 min
	Município de Limoeiro	39.6	133.68	146.43	12.75	2.35	1 h 21 min 12 seg.	
Acesso 12 - Limoeiro	38.5	128.33	148	19.67	8.05	1 h 21 min 36 seg.	3 h 08 min	
Acesso 13 - Limoeiro	40.1	131.57	145.51	13.94	8.01	1 h 26 min 12 seg.	3 h 13 min	
Acesso 14 - PE-050 (Limoeiro)	42.3	136.81	147.22	10.41	10.25	1 h 28 min 48 seg.	3 h 18 min	
Acesso 15	49.1	120.88	130.81	9.93	8.01	2 h 04 min 48 seg.	3 h 44 min	
Chegada no reservatório de Carpina	57	101.68	119.07	17.39	5.1	2 h 29 min 36 seg.	6 h 08 min	

Fonte: Geotechnique Consultoria e Engenharia Ltda (2014).

Chama-se a atenção para o lapso temporal entre a ocorrência dos danos estruturais do primeiro vertimento e as ações realizadas para sanar os problemas. Destaca-se que, ainda em outubro de 2023, a barragem Jucazinho não detém o PSB e o PAE, e as obras de recuperação, iniciadas em 2018, foram concluídas em 2022.

Os problemas ambientais a partir da intervenção humana estão interligados e são interdependentes. O meio ambiente impactado, como no caso da barragem, deve ser olhado de forma sistêmica, desde a concepção do projeto da barragem até os diversos impactos sobre possíveis acidentes, como no caso da área de jusante que se estende desde o município de Surubim até a cidade do Recife, com áreas povoadas de grande densidade populacional, envolvendo inúmeros municípios e várias zonas fisiográficas no estado, como a caatinga no agreste, a mata atlântica na zona da mata norte, o litoral e os mangues.

Os impactos ambientais na bacia onde foi instalada a barragem, bacia hidráulica, e a bacia hidrográfica com as influências pelo barramento, aquelas dentro da área de abrangência da barragem, foram identificados pelo EIA/RIMA, especialmente sobre a bacia hidráulica de 2.470 ha e não para as áreas que poderiam sofrer influência em caso de acidentes. Vale destacar que o açude não tem área de preservação permanente (APP) desapropriada pelo Dnocs.

É importante destacar como alterações significativas decorrentes desse tipo de empreendimento, a erosão das margens e assoreamento dos cursos d'água, interferência na fauna e flora aquática e terrestre, alteração do curso do rio, desmatamento da bacia, inundação de grandes áreas, deslocamento da população, dentre outras.

Considerando o EIA/RIMA, foi possível identificar e minimizar os impactos decorrentes de sua implantação e compensar as áreas com supressão de vegetação, de forma a ser obtido o licenciamento ambiental para sua implantação e operação emitido pela CPRH, com destaque para o reassentamento de populações, mas em nada se tratou a respeito das áreas à jusante da barragem e possíveis impactos sobre elas a partir de um acidente.

Pode-se destacar os impactos ambientais decorrentes da implantação da Barragem, previstos no EIA/RIMA (Dnocs, 1992) e que estão divididos em meio físico, meio biológico e meio socio econômico.

Sobre o meio físico, destaca-se a degradação de áreas (no canteiro de obras, nas jazidas, nos locais das obras), desencadeamento de sismos, provocado pela exploração de jazidas; além da inundação da bacia hidráulica. Acrescenta-se, ainda, os processos erosivos, escorregamentos e desmoronamentos, provocados pela inundação da bacia hidráulica e sangrias; inundação de solos da bacia hidráulica; assoreamentos, poluição e salinização da água.

Ainda sobre o meio físico, é importante destacar que os barramentos estão entre as principais atividades antrópicas causadoras de impactos nos rios de terras secas, ou seja, no semiárido, com influências à montante e à jusante do barramento. À montante, ele induz a mudança do nível de base, que fica ajustado ao novo nível da água do reservatório. Isso modifica a velocidade do fluxo, diminuindo-a e gerando sedimentação à montante (Souza; Almeida, 2015). À jusante, as mudanças no regime do rio são drásticas, com redução do volume de fluxo e de sedimentos transportados, podendo provocar aumento na capacidade erosiva à jusante da barragem.

Sobre as questões de poluição e salinização das águas, sendo a primeira oriunda do aporte de matéria orgânica dos afluentes e das emissões de poluentes e nutrientes em decorrência da falta de esgotamento e tratamento de esgotos nas cidades a montante da barragem, quando o excesso de nutrientes, especificamente o nitrogênio e o fósforo, principais responsáveis pelo processo de eutrofização dos corpos d'água, ficam acumulados na barragem, principalmente a de Jucazinho, que não tem descarga de fundo.

Com relação a salinização das águas, pode-se afirmar que as altas taxas de evaporação, a grande irregularidade espacial e temporal dos eventos chuvosos, somados às características do solo no semiárido, contribuem para que a água não satisfaça as necessidades nos períodos de estiagem, principalmente aqueles de baixo volume de acumulação e que não tem destinação definida.

Molle (1983) sintetiza os efeitos da salinização das águas dos pequenos açudes no semiárido do Nordeste como dependentes da natureza da bacia hidrográfica (relevo, solo, subsolo), da dimensão do açude, da profundidade do açude e do sistema de utilização (abastecimento, irrigação).

No caso da barragem Jucazinho que já possui um elevado teor de manganês em suas águas, por ser um reservatório oriundo de um rio represado, o meio ambiente, aliado a questões climáticas, tem influência na qualidade da água não só no reservatório, mas também à montante e à jusante dele, haja vista a existência de solos com salinidade natural que sofrem processos erosivos com decomposição dos sedimentos ao longo de rios e, conseqüentemente, dos reservatórios (Sharma, 2015). Os reservatórios, sem um planejamento sistêmico adequado, trazem consigo a degradação da qualidade da água, em virtude do aumento da concentração de sais dissolvidos, aliado à evaporação e da diminuição do escoamento superficial, fazem com que, gradativamente, aumente a concentração de sais naqueles reservatórios que têm dificuldade de vertimento e não tem descarga de fundo.

A respeito do meio biológico, temos a supressão e degradação da cobertura vegetal; eliminação e depredação de indivíduos da fauna e, no meio socioeconômico, identifica-se as perdas de propriedades e moradias, infraestrutura social e de comércio, e patrimônio histórico e cultural.

Vale destacar que os impactos que podem ser gerados a partir de um acidente com a barragem Jucazinho não estão identificados e qualificados, haja vista a falta de

estudos à jusante. Não se conhece detalhes sobre possíveis carreamentos de resíduos para áreas à jusante, destruição de propriedades e empreendimentos de terceiros, danos a Áreas de Preservação Permanente (APPs), áreas de cobertura de vegetação nativa, pastagens, estradas e pontes, dentre outros.

#### **4 OS DANOS AMBIENTAIS: A JUSANTE EM CASO DE ACIDENTES COM BARRAGENS**

No Brasil, existem vários instrumentos jurídicos que envolvem o tema barragens, a exemplo da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA, Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) e aqueles inerentes ao PNRH e ao PNSB. São instrumentos legais que se inter-relacionam sem, contudo, existirem conexões entre eles. Pode-se considerar o PNMA como sendo o grande marco ou o divisor de águas para a política ambiental do país, com um olhar diferenciado para a preservação e a determinação do poluidor a recuperar os danos causados através de sanções moratórias e ou disciplinares, ações de mitigação e de compensação ambiental. Trata-se do princípio do meio ambiente ecologicamente equilibrado como direito fundamental da pessoa humana, positivado no texto constitucional brasileiro, considerado como princípio da universalidade.

Segundo Bobbio, em 1992, a natureza deve ser preservada não como um direito à parte do ser humano, mas como um direito fundamental para sua existência sendo considerado dentre os direitos de terceira geração, “o mais importante deles é o reivindicado pelos movimentos ecológicos: o direito de viver num ambiente não poluído”.

No PNMA, é encontrada a avaliação de impactos ambientais atrelada ao licenciamento e a revisão periódica de atividades efetivas e utilizadora de recursos naturais, iniciada pelo Estudo de Impacto Ambiental -EIA e consolidado no Relatório de Impacto Ambiental-RIMA, atendendo à CRFB/88 em seu artigo 225, § 1º, inciso IV, que recepcionou a mencionada Lei. Destaca-se também, que a CRFB/88 estabelece, como competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, proteger o meio ambiente, daí que o referido artigo constitucional contém a determinação do estudo prévio de impacto ambiental para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente como no caso de barragens.

Verifica-se que na legislação em vigor, tanto a ambiental quanto a de segurança de barragens o enfoque é dado ao princípio da prevenção, tendo por finalidade diminuir o risco do dano ambiental em caso de haver “elementos seguros para afirmar que uma determinada atividade é efetivamente perigosa” (Milaré, 2015, p. 264). Isso é considerado por se tratar de uma obra de engenharia, entretanto, diante das

mudanças do clima, se faz necessário a ênfase também sobre o princípio da precaução, que trata da imprevisibilidade, considerando que os empreendimentos foram projetados com base em dados hidrológicos anteriores às alterações que vivenciamos sobre os regimes de chuva.

Vale ressaltar que os impactos estão presentes tanto na instalação da obra quanto nos casos de possíveis acidentes, sendo, em muitos casos, considerados irreversíveis.

Com o advento do PNMA houve a criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que é constituído pelos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, além de fundações públicas de proteção e melhoria da qualidade ambiental. Também é parte integrante do SISNAMA o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), representando o órgão consultivo e deliberativo, cuja finalidade é de assessorar o governo em políticas governamentais para o meio ambiente, por meio de ato legislativo de efeito interno, ou seja, por meio de resoluções.

Merece destacar que grande parte das barragens do nordeste brasileiro foi construída antes da exigência legal do EIA/RIMA, previsto na Lei Federal nº 6.938 de 1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), quando se tornou obrigatório aos órgãos ambientais brasileiros a partir da Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986 do CONAMA, que são normativos anteriores à CRFB/88.

Através da PNMA, iniciou-se um tempo de maior consciência de que a água não deveria ser vista isoladamente, mas em integração com o meio ambiente e os aspectos socioeconômicos, além dos riscos que pode levar a esses segmentos.

#### 4.1 OS DANOS AMBIENTAIS A PARTIR DE UMA ANÁLISE CRÍTICA

No ordenamento jurídico do Brasil, é dada ênfase ao tema relativo ao meio ambiente como sendo um direito difuso, considerado também ser direito transindividual, por pertencer a grupos de pessoas ou a coletividade. Encontra-se em destaque na CRFB/88 em seu Art. 225, o dever da proteção, da preservação e da defesa do meio ambiente pelo Estado para todas as pessoas presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

O Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, que regulamentou a Lei de Política Nacional do Meio Ambiente, outorgou ao CONAMA a avaliação de impacto ambiental

e a competência para fixar regras para a concessão do licenciamento ambiental, através da resolução nº 237/1997 na qual foram definidos três tipos de licenças ambientais:

I - Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento de atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo;

II - Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado; e

III - Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação .

Ainda sobre este título, ressalta-se que o licenciamento ambiental com o EIA/RIMA deverão servir de base ao Plano de Segurança de Barragem (PSB), considerando a classificação da barragem de acordo com os aspectos que levem a perceber possíveis condições para ocorrência de acidente ou desastre, bem como do risco potencial para a população.

Referente ao dano ambiental, este pode ser classificado como dano proveniente da implantação da obra e o dano proveniente de acidente ou desastre. Quanto à extensão, o dano pode ser material ou patrimonial, ou imaterial, extrapatrimonial ou moral.

Os danos causados pelas construções de barragens, sejam eles pela implantação da obra ou provenientes de acidentes ou desastres, abrangem vários aspectos, tais como: biodiversidade, aspectos socioeconômicos e o meio físico, podendo ser considerados positivos e negativos. Destaca-se como aspecto positivo o resultado das obras para a sociedade. No caso específico do semiárido, tem-se a obtenção de reserva hídrica para abastecimento humano, industrial, agricultura irrigada, piscicultura e aquicultura, além de outros usos múltiplos, como o turismo, lazer e geração de energia.

Quanto aos aspectos negativos, descritos como impactos ambientais relativos à implantação da barragem, podem ser percebidos desde a instalação da obra, com destaque para:

- a) impactos ambientais primários que ocasionam outros variados impactos, como alteração do curso do rio, a alteração nas características do solo,

nas margens dos rios, redução da cobertura vegetal nativa e danos à infraestrutura;

- b) impactos ambientais secundários, tais como a alteração da vazão do rio e qualidade de água, impacto sobre a agricultura das populações ribeirinhas, desapropriação de áreas e deslocamento de populações, alteração do modo de vida das populações impactadas, inundação de terras férteis, ocasionando perdas de áreas agrícolas, extinção de espécies endêmicas, dentre outros.

O rompimento de barragens traz consigo outros danos que ultrapassam a área de abrangência da bacia hidráulica do reservatório. Trata-se da área que será atingida pelo acidente ou desastre e esta, é diretamente ligada a dados técnicos do empreendimento, como tipo de barragem, altura da parede, capacidade de acumulação, topografia, presença de vegetação de proteção das margens do rio barrado, o que favorece a velocidade e altura da onda de cheia e a sua área de impacto direto e indireto.

As áreas de jusante de um reservatório, quando sujeitas a um rompimento de barragem, têm alterado seus aspectos ecológicos, econômicos e sociais, com diferentes impactos gerados, com destaque para as alterações morfológicas no rio, retirada de vegetação e erosão nas margens, como também pela deposição de materiais sedimentares em seu leito.

Analisando os impactos sociais, eles são muito complexos por se tratarem de perdas de vidas humanas e animais; destruição de estruturas públicas e privadas; alteração do modo de vida das populações atingidas, perda de patrimônio imaterial, perda da capacidade produtiva do pequeno produtor rural, saúde de comunidades ribeirinhas e atingidos (danos psicológicos, saúde mental, doenças de veiculação hídrica) dentre outros.

Os impactos ambientais à jusante, provenientes de acidente de um reservatório, são diversos e sofrem a classificação de acordo com as potencialidades de risco, sendo aqueles relativos a vidas humanas o que coloca a barragem caracterizada como de maior risco potencial. A questão ambiental, nesse caso, só é considerada a partir da existência de reservas florestais e unidades de conservação que possam ser impactadas, interferindo na elevação do risco potencial da barragem. Os demais impactos, tais como patrimonial e de infraestrutura social, são

considerados, mas não geram grandes influências sobre a classificação de risco potencial da barragem.

O dano ambiental, como o de qualquer outra espécie (patrimonial, infraestrutura social, etc.), enseja a responsabilidade do causador, que tem por obrigação reparar esse dano, entretanto, em relação ao meio ambiente e com exceção das áreas definidas como reservas, não há registros de inventários de fauna e de flora nas áreas que poderão ser impactadas pela onda de inundação, o que dificulta inclusive na definição das perdas e sua implicação nas ações sobre a recuperação das áreas degradadas pelo acidente.

#### 4.2 AS LACUNAS NA LEGISLAÇÃO: ALGUNS APONTAMENTOS

Tragédias ambientais, como as que ocorreram nos últimos anos no Brasil, principalmente àquelas referentes a rejeitos de mineração, levam a questionar a eficácia da legislação brasileira, a ambiental a de segurança em barragens. Elas acarretaram prejuízos à sociedade, ao meio ambiente, à existência humana e à economia do país (Carvalho, 2019).

**Figura 10** – A mina do Feijão, na região de Córrego do Feijão, em Brumadinho, dois dias depois do rompimento da barragem



Fonte: Magno (2019).

Não se pode afirmar que a legislação ambiental brasileira e, mais recentemente, o aprimoramento da legislação sobre a segurança de barragens não trouxeram significativos avanços sobre o tema “acidentes com barragens”, onde se destacam, de forma relevante, as ações preventivas em termos da estrutura do empreendimento. Entretanto, é imperioso destacar que existem graves e complexas situações no tocante a aplicabilidade da legislação, sobretudo pela morosidade das ações e da ausência de inventários sobre a fauna e flora das áreas que possam vir a ser atingidas por acidentes.

Destaca-se ainda que, sobre a questão da obra em si mesma, inúmeras resoluções das diversas agências reguladoras – no caso específico deste documento, as da ANA, trazem orientações técnicas detalhadas na realização das inspeções, elaboração do PSB e do PAE, em que pese as diversas instituições denominadas como empreendedores, como o Dnocs, não terem conseguido avançar nas atividades estabelecidas na Lei de Segurança de Barragens e em seu cumprimento, em decorrência de falta de recursos humanos e orçamentários necessários e suficientes.

A situação acima apresentada pode ser considerada como omissão do Estado em tomar as medidas necessárias para prevenir danos ambientais, dentro de uma visão macro, através de políticas públicas preventivas e prioritárias para reparar as lacunas de informações, como também a aplicação dos normativos e do cumprimento da legislação inerentes ao tema, haja vista ser notório, no contexto brasileiro, que as ações estratégicas para prevenir são relegadas a segundo plano, enquanto se age na maioria dos casos para o enfrentamento das ameaças, com foco na resposta ao desastre e não na avaliação antecipada do risco. Essa visão do poder público vai de encontro à legislação existente.

Merece ressaltar ainda que, em se tratando-se dos impactos ambientais, a falta de detalhamento nos normativos e de atribuição de valor de risco em relação aos demais é um aspecto de grande importância que deve ser considerado, uma vez que, tendo sido impactados os recursos de solo e água, toda a cadeia trófica pode ser alterada e gravemente prejudicada, além do meio biótico, cuja recuperação dependerá de vultosos investimentos financeiros.

Evidencia-se que, embora uma determinada barragem seja considerada de alto dano potencial, as legislações não especificam os impactos sobre o meio ambiente com a mesma ênfase dada ao risco das populações da área de abrangência da onda de inundação. Além disso, se a barragem foi considerada de baixo risco pelas

legislações, mesmo estando a pouca distância de um centro urbano, em bacia hidrográfica importante e que contenha área com importantes essências florestais, os normativos não estabelecem regras específicas sobre os danos ambientais. Isso ocorre porque nas análises de risco exigidas pela lei de segurança barragens e demais legislações vigentes não constam conteúdos a partir de uma visão holística e ainda, não consideram a influência das consequências ou danos para estimar a categoria de risco, classificando-os isoladamente, população atingida, reservas ambientais, património, infraestruturas sociais, com pesos de relevância e pontuação individualizada. A categoria de risco é determinada pelo somatório dos pontos obtidos na classificação da barragem quanto às características técnicas, ao estado de conservação e ao plano de segurança de barragens, de forma dissociada de todos os impactos possíveis de sucederem.

Acrescenta-se também a essa análise que, para aquelas barragens classificadas com índice de impacto ambiental baixo ou médio, as orientações normativas reduzem a importância dos riscos, o que não implica na inexistência ou insignificância dos impactos de ruptura, uma vez que todas as barragens são classificadas como de alto dano potencial (Carvalho, 2018). Pode-se considerar como uma falha ou lacuna na legislação o estabelecimento dessa classificação e as orientações a esse respeito.

Merece destaque a assertiva legal quanto à recuperação de área degradada, determinada no Art. 225 da Constituição Federal, onde existe a obrigatoriedade daquele que deu causa de recuperar o meio ambiente degradado, considerando os normativos técnicos existentes e o projeto básico, e a recuperação da área impactada deve levar em conta o projeto aprovado em fase de licença prévia, onde também se encontram o EIA/RIMA.

Reitera-se o entendimento da fragilidade encontrada em nosso ordenamento jurídico, relativas às orientações e exigências técnicas a respeito da segurança, quando considera a barragem um equipamento de grande potencial de risco. Nesse caso, destaca-se que o critério “população” não deve ser o único critério que pode elevar o valor de impacto ambiental.

É preciso envolver também, sobre a necessidade do EIA/RIMA, do PSB e PAE, os reservatórios de menor porte ou localizados em áreas com menor adensamento populacional, tendo em vista a importância dos meios atróficos, biótico e físico.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou aspectos que compreende a aplicabilidade da legislação ambiental, considerando as várias particularidades da segurança de barragens, sobretudo aqueles inerentes aos impactos provocados na área de jusante do reservatório, causados por possíveis acidentes, considerando o estudo do rompimento hipotético de barragens, bem como uma análise geral de segurança dessas estruturas. A metodologia empregada possibilitou a observação da aplicabilidade das leis de segurança de barragem e da legislação sobre o meio ambiente, tomando por base a barragem de Jucazinho, no estado de Pernambuco.

A importância desta análise partiu da observação do alto potencial de risco da barragem Jucazinho no SNISB, das barragens de uso múltiplo, relatórios anuais da ANA e da participação da autora na implementação do PAE de Jucazinho no Dnocs/PE. Foram identificados baixos níveis de implementação das exigências e instrumentos que foram estabelecidos na PNSB em relação a esse tipo de reservatório, consoante exposto nos Relatórios de Segurança de Barragens da ANA nos últimos anos, com destaque para falta do PSB desse reservatório e dos problemas estruturais que puseram em risco a estrutura, com graves impactos às populações e ao meio ambiente à jusante até Recife.

Considerou-se, ainda, como importância para este trabalho, a condição de a barragem Jucazinho ser parte da estrutura governamental federal, no caso o Dnocs, a ANA, agência nacional responsável pela fiscalização das barragens construídas em rios federais, e a Apac, por ser Jucazinho uma barragem construída em um rio estadual.

O Brasil, desde 2010, passou a ter uma legislação específica sobre segurança de barragens, conforme estabelecida pela Lei nº 12.334/2010 (Brasil, 2010), denominada Política Nacional de Segurança de Barragens, tendo sido alterada pela Lei nº 14.066/2020 (Brasil, 2020). Um dos instrumentos dessa política é o Relatório de Segurança de Barragens (RSB) elaborado pela ANA, no qual, em 2023, apresenta dados relativos a 2022 de redução em 35% do número de barragens em situação de risco e acréscimo de 6% no número de barragens cadastradas no SNISB. Destaca-se, neste estudo, como agravante que em pleno século XXI, e após diversos acidentes, ainda não se conhece o total de barragens existentes no país em

desacordo com as atribuições previstas nos artigos 16, I, e artigo 17, XIII, da Lei nº 12.334/2010, para os empreendedores e agentes fiscalizadores.

Mesmo com a melhoria dos indicadores, resta ainda a implementação do que estabelece os normativos ambientais dentro do Plano de Segurança de Barragens, adotando os aspectos relativos ao meio ambiente de forma mais contundente. Vale ressaltar que são poucos reservatórios no país que detêm o PSB, identificando-se menos ainda aqueles que têm o PAE.

A Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 (com alterações posteriores dadas pelas Leis nº 7.804/89 e 8.281/90) inseriu a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como um de seus instrumentos, o que repercutiu positivamente na gestão institucional de planos, programas e projetos, entretanto não se identifica os avanços nesse sentido quando comparados às questões de segurança física das barragens, haja vista a necessidade de uma vigilância contínua dos recursos naturais, partindo-se de um diagnóstico com inventário prévio nas áreas à jusante, passíveis de serem atingidas pela onda de inundação.

É de grande importância para minimizar os impactos ambientais com acidentes e incidentes com barragens, a utilização do AIA, como instrumento preventivo à degradação do meio ambiente atingido por barragens. No caso de Jucazinho, não se encontram dados no EIA/RIMA sobre as áreas à jusante da barragem, nem tampouco consta no escopo do PSB e do PAE qualquer tratativa sobre a questão.

Nesse sentido, detectou-se também a ausência de um plano de gestão ambiental para a barragem de Jucazinho, que incluía ainda os aspectos do patrimônio histórico cultural das áreas passíveis de serem atingidas pela onda de inundação.

Dessa forma, tomando por base as legislações a respeito da segurança de barragens e os termos sobre o direito ambiental, constata-se grande lacuna na aplicabilidade dessas normas, haja vista a inexistência de normativos técnicos sobre impactos ao meio ambiente, enquanto a estrutura em si possui inúmeras regras técnicas sobre a segurança das mesmas.

Outro ponto a ser destacado se refere a baixa efetividade da PNSB quando trata das comunidades em áreas de risco, onde não se encontra nenhum projeto ou ação de relocação, como no caso de Cheus em Surubim/PE.

Identifica-se que os programas ambientais constantes do EIA/RIMA de Jucazinho não estão sendo adotados como ferramenta no gerenciamento ambiental

da barragem, o que evidencia a pouca importância dada ao tema meio ambiente, considerando a preservação, conservação, mitigação dos impactos causado pela barragem e que essa condição se estende apenas a jusante do empreendimento.

Sobre o processo AIA da Barragem de Jucazinho, o EIA/RIMA, base de informações sobre o meio ambiente da bacia hidráulica da barragem, foi útil na tomada de decisão da implantação da obra, mas não é considerado como instrumento para gestão ambiental, como demonstra também a falta de dados da jusante e, sobretudo, da montante do reservatório.

Foi identificado ainda a ausência de cláusulas sancionatórias (punitiva) para os casos de descumprimento das disposições legais da PNSB, relativas aos danos ambientais, contendo no Capítulo V-A da Lei nº 14.066/2020 apenas a diretriz de que o descumprimento dos dispositivos da lei sujeitaria os infratores às penalidades estabelecidas na legislação pertinente, sem contudo expressar, no Art. 6 da Lei 12.334/2010, um Plano de Gestão Ambiental e definição de normativos técnicos pelos órgãos fiscalizadores para a sua elaboração

Isso tudo leva à necessidade de rever as orientações e normativos, tanto para a montante quanto para a jusante de todo o Processo de AIA, incluindo a ampliação dos estudos, priorizando o diagnóstico de fauna e flora, contendo o inventário dos espécimes existentes, exigir, na lei da PNSB, a elaboração do EIA/RIMA da área de jusante daquelas barragens que sejam requeridas o PSB e o PAE, aplicando também as sanções previstas na Lei.

Adicionalmente a esta conclusão, destaca-se como preocupante a precariedade na gestão operacional de segurança de barragens ante a inexistência de manutenção preventiva das estruturas dos barramentos. Isso se dá quando a PNSB, que exige ações dos empreendedores, não garante, em seus termos, a existência de recursos necessários e suficientes para tal manutenção nos orçamentos anuais das instituições públicas (empreendedores), o que certamente agrava as situações físicas dos barramentos e implica na necessidade de recuperação com maiores custos, aumentando os riscos das populações que vivem à jusante das estruturas.

Ademais, com o propósito de aprofundar este trabalho, sugere-se a realização de outras pesquisas, bem como apresentação de projeto de lei com alteração da Lei 12.334/2010, definido as ações e sanções específicas para os impactos ambientais oriundos de acidentes e a criação de modelos de plano de gestão ambiental

especificamente voltados para a área de montante de reservatório, com metodologias que introduzam um diagnóstico com inventário de fauna e flora.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de Segurança de Barragens – 2021**. Brasília: ANA, 2022b. 68 p. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2021/rsb-2021.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de segurança de barragens – 2017**. Brasília: ANA, 2018. 84 p. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2017/rsb-2017-versao-enviada-ao-cnrh.pdf>. Acesso em: 1 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Relatório de Segurança de Barragens aponta redução de 35% no número de barragens com situação preocupante. **ANA**, Brasília, 30 jun. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/relatorio-de-seguranca-de-barragens-aponta-reducao-de-35-no-numero-de-barragens-com-situacao-preocupante>. Acesso em: 20 ago. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 121, de 9 de maio de 2022. Altera a Resolução ANA nº 236, de 30 de janeiro de 2017. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 160, n. 90, p. 26, 13 maio 2022a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 123, de 16 de dezembro de 2019. Delega competência para exame, decisão e classificação de barragens fiscalizáveis pela ANA e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 157, n. 247, p. 35, 23 dez. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 132, de 22 de fevereiro de 2016. Estabelece critérios complementares de classificação de barragens reguladas pela Agência Nacional de Águas – ANA, quanto ao Dano Potencial Associado - DPA, com fundamento no art. 5º, §3º, da Resolução CNRH nº 143, de 2012, e art. 7º da Lei nº 12.334, de 2010. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 153, n. 36, p. 58, 24 fev. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 236, de 30 de janeiro de 2017. Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 27, p. 34, 7 fev. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resolução ANA 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. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: [https://www.snrh.gov.br/portal/snirh/Entenda\\_Mais/legislacao-aplicada/resolucao-ana-024-2020-procedimentosfiscalizacao-04-05-2020.pdf](https://www.snrh.gov.br/portal/snirh/Entenda_Mais/legislacao-aplicada/resolucao-ana-024-2020-procedimentosfiscalizacao-04-05-2020.pdf). Acesso em: 28 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA 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 art. 9º da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 148, n. 207, p. 152-153, 27 out. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução ANA nº 91, de 2 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 da Barragem e da Revisão Periódica de Segurança da Barragem, conforme art. 8º, 10 e 19 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 - a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 70, p. 143-144, 11 abr. 2012.

ARAÚJO, Maria Zita T.; AMÂNCIO FILHO, Dácio P. O desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas do Brasil e dos Estados Unidos: o papel do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (Dnocs) e dos United States Bureau of Reclamation (USBR). *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12., 2014, Natal. **Anais** [...]. Natal: ABRH, 2014.

BALBI, Diego Antonio F. **Metodologias para a elaboração de planos de ações emergenciais para inundações induzidas por barragens**. Estudo de caso: barragem de Peti – MG. 2008. Dissertação (Mestrado em Sanamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

BENINCÁ, Dirceu. **Energia & Cidadania**: a luta dos atingidos por barragens. São Paulo: Cortez, 2011.

BOBBIO, Norberto. **A Era dos Direitos**. Tradução de Carlos Nelson Coutinho. Rio de Janeiro: Campus, 1992

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, compilado até a Emenda Constitucional nº 105/2019. Brasília: Senado Federal, 2020. 397 p. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/566968/CF88\\_EC105\\_livro.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/566968/CF88_EC105_livro.pdf). Acesso em: 25 abr. 2021.

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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 147, n. 181, p. 1-3, 21 set. 2010.

BRASIL. Lei nº 10.204, de 22 de fevereiro de 2001. Altera a Lei no 4.229, de 1º de junho de 1963, autoriza a doação de bens e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 39-E, p. 1-3, 23 fev. 2001.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 189, p. 3-5, 1 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 4.229, de 1 de junho de 1963**. Transforma o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) em autarquia e dá outras providências. Brasília: Câmara dos Deputados, 1963. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4229-1-junho-1963-353222-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 22 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 135, n. 6, p. 470-474, 9 jan. 1997.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Manual de segurança e inspeção de barragens**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002. 148 p.

CARVALHO, Délton Winter. Análise das narrativas de uma catástrofe a partir do direito dos desastres: o desastre de Brumadinho. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE DIREITO AMBIENTAL, 24., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2019.

CARVALHO, Géssica Borges de. **Incidências de impactos decorrentes de acidentes com barragens de rejeito**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

CONSELHO DE DEFESA DOS DIREITOS DA PESSOA HUMANA. **Comissão Especial “Atingidos por Barragens”** - Resoluções nºs 26/06, 31/06, 01/07, 02/07, 05/07. Brasília: CDDPH, 2011. Disponível em: [https://www.mpmg.mp.br/data/files/18/91/40/A4/F844A7109CEB34A7760849A8/Relat\\_rio%20Final%20CDDPH.pdf](https://www.mpmg.mp.br/data/files/18/91/40/A4/F844A7109CEB34A7760849A8/Relat_rio%20Final%20CDDPH.pdf). Acesso em: 17 maio 2021.

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, ano 149, n. 172, p. 149-152, 4 set. 2012a.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 144, 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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 172, p. 152-153, 4 set. 2012b.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 178, de 29 de junho de 2016. Altera a Resolução no 144, de 10 de julho de 2012, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 153, n. 200, p. 41-42, 18 out. 2016.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução nº 223, de 20 de novembro de 2020. Altera a Resolução CNRH n. 144, de 10 de julho de 2012, que estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 21, p. 27, 1 fev. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília: CONAMA, 1997.

Disponível em:

[https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=237](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237). Acesso em: 14 dez. 2022.

COSTA E SILVA, Daniela C.; FAIS, Laura Maria C. F.; FREIRIA, Rafael C. Segurança de barragens: panorama histórico da legislação brasileira. **Athenas**, Conselheiro Lafaiete, v. 1, 2020.

DERANI, Cristiane. **Direito ambiental econômico**. São Paulo: M. Limonad, 1997. 297 p.

DNOCS. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Estudo de impacto ambiental**: Barragem Jucazinho. Recife: Dnocs, 1992. 321 p.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Esperança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

ICOLD. International Commission on Large Dams. **The History of the World Register of Dams**. Paris: ICOLD, 2019.

JANSEN, Robert B. **Dams and Public Safety**: A Water Resources Technical Publication. Denver: U.S. Department of the Interior, 1983. 345 p.

LEITE, José Rubens M.; PILATI, Luciana C. Reparabilidade do dano ambiental no sistema da responsabilização civil: 25 anos da lei 6938/1981. **Revista Sequência**, v. 27, n. 53, p. 43-80, 2006.

MAGNO, Douglas. Descomissionamento: entenda o processo anunciado pela Vale para acabar com barragens iguais às de Mariana e Brumadinho. **g1 economia**, [S. l.], 29 jan. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/01/29/descomissionamento-entenda-o-processo-anunciado-pela-vale-para-acabar-com-barragens-iguais-as-de-mariana-e-brumadinho.ghtml>. Acesso em: 17 out. 2022.

MARTINI, Bruno Diniz. **Sistema web para gestão de segurança de barragens**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

MELLO, Flavio Miguez. **Lições aprendidas com acidentes e incidentes em barragem e obras anexas no Brasil**. Rio de Janeiro: Comitê Brasileiro de Barragens, 2021.

MILARÉ, Édis. **Direito Ambiental**. 10. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

MOLLE, François; CADIER, Eric. **Manual do pequeno açude**. Recife: SUDENE, 1992.

NEVES, Luiz Paniago. Panorama Mundial da regulamentação de Segurança de Barragens. **Instituto Minere**, Belo Horizonte, 6 nov. 2015. Disponível em: <https://www.institutominere.com.br/blog/panorama-mundial-da-regulamentacao-de-seguranca-de-barragens>. Acesso em: 3 abr. 2019.

NEVES, Luiz Paniago. **Segurança de Barragens: Legislação brasileira em segurança de barragens comentada**. Brasília: Instituto Minere, 2018.

SHARMA, Dinesh Kumar. Impact of dams on river water quality. **Int. J. Curr. Adv. Res.**, [S. l.], v. 4, n. 7, p. 176-181, 2015.

VERÓL, Aline P.; MIGUEZ, Marcelo G.; MASCARENHAS, Flávio Cesar B. Propagação da Onda de Ruptura de Barragem Através de um Modelo Quasi-2D. **Rev. Bras. Rec. Hídricos**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p.165-176, 2012.