



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII – ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL**

JOSIVAL LEANDRO DA SILVA

**IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA
DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO: UM ESTUDO DE CASO DA
BARRAGEM LANCHAS I NA CIDADE DE AGUIAR - PB**

ARARUNA - PB

2019

JOSIVAL LEANDRO DA SILVA

**IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA
DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO: UM ESTUDO DE CASO DA
BARRAGEM LANCHAS I NA CIDADE DE AGUIAR - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Profa. Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro.

ARARUNA - PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586i Silva, Josival Leandro da.
Impactos socioeconômicos e classificação quanto à categoria de risco e dano potencial associado: um estudo de caso da barragem lancha i na cidade de Aguiar - PB [manuscrito] / Josival Leandro da Silva. - 2019.
60 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2019.
"Orientação : Profa. Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."
1. Categoria de Risco. 2. Dano Potencial Associado. 3. Barragens. I. Título
21. ed. CDD 627

JOSIVAL LEANDRO DA SILVA

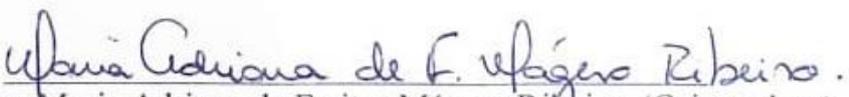
IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E CLASSIFICAÇÃO QUANTO À CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO: UM ESTUDO DE CASO DA BARRAGEM LANCHIA I NA CIDADE DE AGUIAR - PB

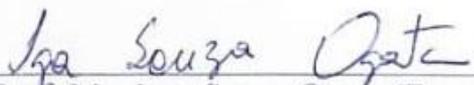
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Aprovado em: 11/12/2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro. (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Me. Igor Souza Ogata (Examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)


Prof. Me. Lauandes Marques de Oliveira (Examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A Deus.

Aos meus pais, Sr. Francisco Leandro de Sousa e a Sr.^a Geralda Ferreira da Silva Leandro pela dedicação, companheirismo, amizade e por dedicarem grande parte da vida deles a minha, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar presente em todos os momentos da minha vida e me permitir ter chegado até aqui.

Aos meus pais, Geralda e Francisco que sempre estiveram ao meu lado nas horas mais difíceis e felizes da minha vida.

Aos meus irmãos Josemar (Jó), Jailson (China) e Maria José (Izé) que sempre serão minhas maiores inspirações.

A minha namorada Maria Eduarda (Duda) pelo apoio, amor e companheirismo.

Ao meu amigo Sávio, por ter sido meu primeiro amigo da universidade e tornado-se meu irmão de coração, através de muitas noites de estudos e momentos de diversões e companheirismo.

Ao meu amigo Maciel (Ciel), por sempre ter sido meu irmão de coração desde que éramos crianças.

Aos meus amigos, no qual tive o prazer de dividir o mesmo teto: Diego e Lucas.

Aos meus amigos, Tiago, André, Markswillian (Max), Rivaildo (Riva), Rodolfo pela construção de uma amizade verdadeira.

Aos meus amigos, Fernando, Suelligton, Tarciso e Wesley por terem sido meus irmãos de coração, através de conversas e momentos espontâneos, que preencheu em boa parte a ausência da minha família.

A minha orientadora Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro por ser um exemplo de profissional, servindo de inspiração para a realização deste trabalho.

“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado é alguém que acredite que ele possa ser realizado.” Shinyashiki R. (1993)

RESUMO

A Lei 12.344/2010 estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens e apresenta como obrigação do órgão fiscalizador a classificação da barragem quanto Categoria de Risco (CR) e Dano Potencial Associado (DPA). A construção de barragens causa diversos impactos sociais, econômicos e ambientais para a região atingida, proporcionando consequências positivas e negativas para a população. Os critérios para a classificação foram constituídos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em sua Resolução nº 143. A classificação por CR representa o grau de risco, alto, médio ou baixo que a estrutura expõe e que sejam capazes de ocasionar a ocorrência de acidentes, o DPA é o impacto em função de perdas de vidas humanas, econômicas, sociais e ambientais causados pela ruptura da barragem no vale de jusante, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) é o órgão fiscalizador responsável por tal classificação. Neste estudo foi realizada a análise dos impactos e a classificação quanto à CR e DPA da barragem Lancha I localizada na cidade de Aguiar - PB. Para a classificação quanto à CR foram analisados os documentos da barragem (projetos, relatórios, AS Built). Para a classificação quanto ao DPA foi realizada uma mancha de inundação, na qual o cadastro de uso e ocupação da mesma foi elaborado utilizando imagens do Google Earth e uma análise da inspeção visual do vale de jusante da barragem. As consequências positivas e negativas dos impactos foram identificadas através de uma inspeção visual por toda a extensão da barragem e por meio de informações passadas pelos moradores da região. Nas análises dos resultados observou-se que a ausência de informações sobre o barramento e, principalmente, o estado de conservação que essas estruturas se encontram resulta em elevada classificação de risco da barragem. Além disso, a intensa ocupação do vale de jusante, característica da região Nordeste, resulta sempre em um potencial de perda de vida humana alto. Além de causar sérios impactos de consequências negativas, mas também muito mais, de consequências positivas, melhorando bastante a vida da população e, principalmente a escassez de água na região.

Palavras-Chave: Categoria de Risco. Dano Potencial Associado. Barragens.

ABSTRACT

The Law 12.344/2010 establishes the Dam's National Safety Policy and presents the obligation of the supervisory body to classify the dam as a Risk Category (CR) and Associate Potential Damage (DPA). The construction of dams causes several social, economic and environmental impacts to the affected region, providing positive and negative consequences for the population. The criteria for classification were constituted by the National Water Resources Council (CNRH) in its Resolution nº. 143. The classification by CR represents the degree of risk, high, medium or low that the structure exposes and that are capable of causing the occurrence of accidents, the DPA is related to the human loss of life, economic, social and environmental caused by the dam rupture in the downstream valley, the Paraíba State Water Management Executive Agency (AESAs) is the supervisory body responsible for such classification. In this study it was performed the impact analysis and the classification regarding the CR and DPA of the dam Lancha I located in the city of Aguiar - PB. For the classification regarding the CR, the dam documents (projects, reports, AS Built) were analyzed. For the classification regarding the DPA, a flood spot was performed, in which the land use and occupation register was elaborated using Google Earth images and a visual analysis of the dam's downstream valley. The positive and negative consequences of the impacts were identified through visual inspection of the entire length of the dam and information provided by residents of the region. In the analysis of the results it was observed that the lack of information about the dam and, especially, the state of conservation of these structures results in a high risk rating of the dam. In addition, the intense occupation of the downstream valley, characteristic of the Northeast region, always results in a high potential for loss of human life. Also causing serious impacts of negative consequences, but also much more, of positive consequences, greatly improving the lives of the population and especially the scarcity of water in the region.

Keywords: Risk Category. Potential Damage Associated. Dams.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura - 1	Barragem de Piranhas.....	17
Figura - 2	Barragem de Coremas.....	18
Figura - 3	Barragem galgável.....	18
Figura - 4	Barragem não galgável.....	19
Figura - 5	Número de barragens no mundo por altura.....	20
Figura - 6	Distribuição de grandes barragens por área geográfica.....	20
Figura - 7	Uso principal das barragens cadastradas no Brasil.....	22
Figura - 8	Barragem de Camará, após o seu rompimento.....	23
Figura - 9	Relação entre risco e investimentos em projeto e construção.....	25
Figura - 10	Conceito de impacto ambiental segundo Wathern.....	27
Figura - 11	Barragem de Sadd El Kafara.....	29
Figura - 12	Barragem de Fundão.....	30
Figura - 13	Evolução do número de acidentes e incidentes retratados pelo RSB.....	31
Figura - 14	Estrutura da metodologia.....	36
Figura - 15	Matriz composta pelos critérios de classificação.....	37
Figura - 16	Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açú.....	38
Figura - 17	Localização da barragem Lancha I.....	39
Figura - 18	Classificação quanto à categoria de risco.....	40
Figura - 19	Classificação quanto ao dano potencial associado.....	42
Figura - 20	Mancha de inundação da barragem Lancha I.....	51
Figura - 21	Comporta aberta da barragem Lancha I.....	52
Figura - 22	Plantações de bananais e coqueirais.....	52
Figura - 23	Área de lazer próxima a barragem Lancha I.....	53
Figura - 24	Construção das novas casas da comunidade Lancha I.....	53
Figura - 25	Casa inundada da comunidade Lancha I.....	54
Figura - 26	"Canoa" da bananeira improvisada.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro - 1	Lista de acidentes e incidentes ocorridos no período de abrangência RSB	31
Quadro - 2	Barragens fiscalizadas por vistorias.....	34
Quadro - 3	Ficha Técnica da barragem Lancha I.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela - 1	Barragens de países membros da ICOLD.....	21
Tabela - 2	Características Técnicas (CT).....	44
Tabela - 3	Estado de Conservação (EC).....	45
Tabela - 4	Plano de Segurança da Barragem (PS).....	47
Tabela - 5	Classificação da barragem quanto ao risco.....	48
Tabela - 6	Dano Potencial Associado (DPA).....	49
Tabela - 7	Classificação da barragem quanto ao dano.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA - Avaliação de Impactos Ambientais

ANA - Agência Nacional de Águas

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídrico

CR – Categoria de Risco

CT - Características Técnicas

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DPA – Dano Potencial Associado

EC - Estado de Conservação

ICOLD - International Commission on Large Dams

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PNSB - Plano Nacional de Segurança de Barragens

PS - Plano de Segurança

RSB - Regulamento da Segurança de Barragens

SNISB - Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Barragens	17
3.2 Barragens no Mundo.....	19
3.3 Barragens no Brasil.....	21
3.4 Rupturas de barragens.....	22
3.5 Risco associados à barragens.....	23
3.6 Impactos devido a construção de barragens	25
3.6.1 <i>Impactos sociais</i>	25
3.6.2 <i>Impactos Ambientais</i>	26
3.7 Consequências da construção de barragens.....	27
3.7.1 <i>Consequências positivas</i>	27
3.7.2 <i>Consequências negativas</i>	28
3.8 Acidentes e incidentes envolvendo barragens	28
3.9 Regularização Federal e Estadual.....	33
3.10 Cenário atual.....	34
4. METODOLOGIA	36
4.1 Caracterização da área de estudo	37
4.1.1 <i>Barragem Lancha I</i>	38
4.2 Classificação quanto à Categoria de Risco (CR)	40
4.2.1 <i>Características Técnicas (CT)</i>	41
4.2.2 <i>Estado de Conservação (EC)</i>	41
4.2.3 <i>Plano de Segurança de Barragem (PS)</i>	41

4.3 Classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA)	41
4.4 Inspeção dos impactos socioeconômicos da barragem Lancha I	42
5. RESULTADOS	44
5.1 Resultado quanto à Categoria de Risco (CR)	44
<i>5.1.1 Resultado da Características Técnica (CT)</i>	<i>44</i>
<i>5.1.2 Resultado do Estado de Conservação (EC)</i>	<i>45</i>
<i>5.1.3 Resultado do Plano de Segurança de Barragem (PS)</i>	<i>47</i>
5.2 Resultado quanto ao Dano Potencial Associado (DPA)	48
5.3 Resultado dos impactos causados pela construção da Barragem Lancha I	51
<i>5.3.1 Impactos positivos</i>	<i>51</i>
<i>5.3.1.1 Abastecimento da comunidade Lancha</i>	<i>51</i>
<i>5.3.1.2 Irrigação</i>	<i>52</i>
<i>5.3.1.3 Turismo para a comunidade</i>	<i>52</i>
<i>5.3.2 Impactos negativos</i>	<i>53</i>
<i>5.3.2.1 Deslocamento da comunidade</i>	<i>53</i>
<i>5.3.2.2 Casas Inundadas</i>	<i>54</i>
6. DISCUSSÃO	55
7. CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

A escassez de água sempre foi o grande desafio para o abastecimento humano e a sobrevivência animal, sobretudo nas regiões semiáridas do estado brasileiro da Paraíba, que predominam rios intermitentes, em virtude da estiagem prolongada. Uma alternativa para diminuir essa escassez de água no estado foi a construção de barragens. As barragens são estruturas de grande importância para o estado da Paraíba, pois proporcionam o armazenamento e abastecimento de água para as cidades e comunidades durante o período de seca. Porém, devido a sua grande capacidade de armazenamento, estas podem causar danos sérios ao vale a sua jusante, além, também de impactos sociais, ambientais e econômicos para a região.

Registros históricos indicam que o uso de barragens para irrigação e abastecimento se tornou mais difundido cerca de mil anos depois da construção dos canais de irrigação da Mesopotâmia, sendo essa a evidência mais antiga de interferência humana em rios. Nesta época, construíam-se barragens na região Mediterrânea, China, Andes e América Central. Vestígios de barragens de terra construídas para derivação de água para grandes reservatórios ainda podem ser encontrados no Sri Lanka e em Israel. O projeto de irrigação Dujiang, que fornecia água para 800.000 ha de terras agriculturáveis na China, tem 2.200 anos. Até hoje existem barragens e aquedutos construídos pelos Romanos a partir de 312 a.C. para abastecimento de água potável (PIMENTEL, 2004).

A implantação de barragens vem possibilitando, ao longo dos anos, o desenvolvimento humano e o atendimento às crescentes necessidades das populações. Por outro lado, nos últimos anos, a construção de barragens tem sido objeto de críticas severas, devido aos impactos nos meios físico, biótico e socioeconômico. De fato, as barragens alteram e/ou desviam o escoamento dos rios, afetando o direito e o acesso à água previamente existentes, e podendo resultar em impactos significativos no meio de subsistência das comunidades ribeirinhas e no meio ambiente como um todo.

Em virtude de alguns episódios de rompimentos de barragens, nas décadas de 50 e 70 localizadas na Europa e nos Estados Unidos, nestes países onde ocorreram os desastres, houve uma progressão na discussão quanto aos estudos de rupturas, quanto aos impactos e as políticas de segurança do barramento e das regiões a jusante (BALBI, 2008). Essas rupturas podem ocorrer sobretudo por causa de erros técnicos de projeto e falhas dos processos de execução, operação e manutenção da barragem. Ou seja, a falta de planejamento dessa

estrutura que, independentemente de fatores externos, entra em colapso em razão dos erros de cálculos dos técnicos responsáveis.

No Brasil, a Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). A Lei é um marco na garantia da segurança das barragens e apresenta um conhecimento das condições de operação de suas estruturas e dispositivos. Ela apresenta entre seus objetivos, garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e suas consequências e regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação e desativação. Além disso, a mesma ainda promove o monitoramento e o acompanhamento das ações de segurança empregadas pelos responsáveis por barragens.

Dessa forma, este trabalho classifica uma barragem localizada no estado da Paraíba, conforme estabelecido os critérios propostos na Resolução CNRH Nº 143, de 10 julho de 2012, quanto à Categoria de Risco (CR) e quanto ao Dano Potencial Associado (DPA). E também identifica os impactos socioambientais que a construção da barragem trouxe para a região, analisando suas consequências positivas e negativas. Portanto, é de grande importância avaliar esses aspectos da barragem para garantir a segurança da população que vive a jusante dessa estrutura e possibilitar que todos fiquem cientes que a barragem está sendo monitorada e bem conservada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Classificar a barragem Lancha I localizada no município de Aguiar - PB, de acordo com a Categoria de Risco (DP) e o Dano Potencial Associado (DPA) e ilustrar os impactos socioeconômicos provocados pela construção da mesma.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar a Categoria de Risco (CR) da barragem, analisando projetos estruturais, manuais de operação, estado de conservação e dados de inspeções;
- Determinar o Dano Potencial Associado (DPA) da barragem, analisando a determinação da delimitação de zonas de inundação geradas por uma ruptura hipotética da barragem.
- Identificar os impactos socioeconômicos positivos e negativos que a construção da barragem proporcionou para a região.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Barragens

O termo barragens é definido segundo a Lei 12.334/2010 como qualquer estrutura com a função de barramento do curso de água, com duas finalidades básicas: controle ou acumulação. Podendo ser de líquidos ou da combinação destes com sólidos. A necessidade de classificação dessas estruturas provém do intuito de conformar, ou seja, atribuir aos diferentes critérios utilizados, a saber: material, função e operacionalidade, uma definição padrão para cada tipo apresentado. Desta forma, através da categorização das barragens em tipos, é possível melhorar a questão de busca de informações e expandir o conhecimento sobre esse tipo de estrutura multidisciplinar.

De acordo com Nunes (2011) as barragens podem ser classificadas conforme o material utilizado, a saber: aterro e rígida. No primeiro caso tem-se as barragens de terra e enrocamento (utilização de britas e rochas), já no segundo item apresentam-se as barragens construídas de concreto ou alvenaria, estruturas mais robustas, geralmente com maiores alturas. A Figura 1 mostra a barragem de aterro de Piranhas no Município de Cajazeiras, e a Figura 2 ilustra a barragem rígida de Coremas, as duas são localizadas no estado do Paraíba.

Figura 1- Barragem de Piranhas



Fonte: DNOCS (2017).

Figura 2 - Barragem de Coremas



Fonte: DNOCS (2017).

Quanto à função, como trata Costa (2014), essas obras são categorizadas em duas classes: barragens de regularização, destinadas ao abastecimento de água e geração de energia, por exemplo, e barragens de contenção de cheias, que tem como finalidade o acúmulo de água e/ou rejeitos.

Por último, essas construções podem ser niveladas quanto à sua operacionalidade, ou seja, questões hidráulicas de funcionamento. São classificadas em barragens gálgáveis e não gálgáveis. As gálgáveis permitem a liberação da água sob a crista da barragem, já as não gálgáveis possuem sangradouro, porém não permitem essa liberação (BUREAU OF RECLAMATION, 1987). As Figuras 3 e 4 ilustram respectivamente uma barragem gálgável e uma não gálgável.

Figura 3 - Barragem gálgável



Fonte: ANA (2017).

Figura 4 - Barragem não galgável



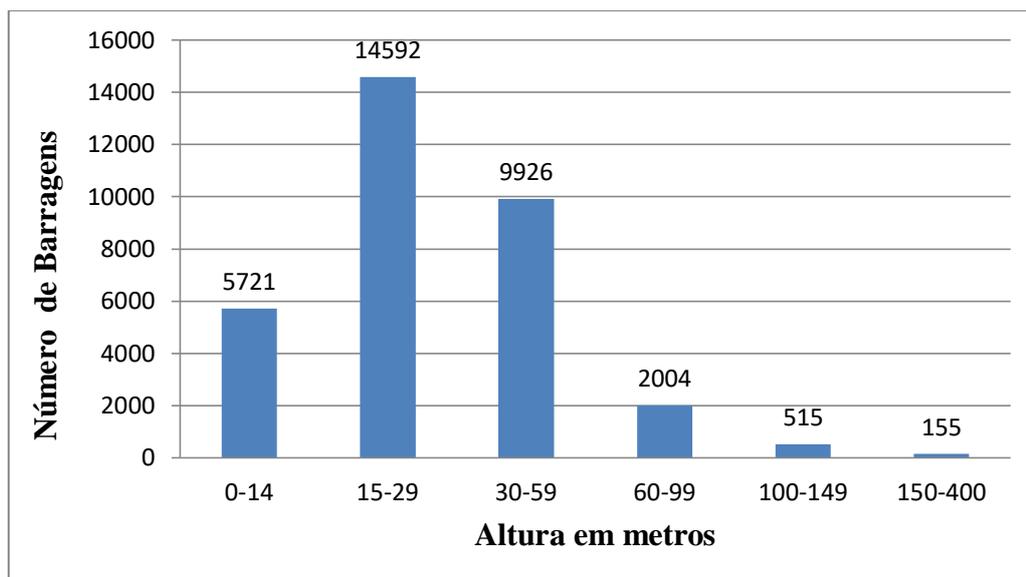
Fonte: ANA (2017).

3.2 Barragens no mundo

As barragens são estruturas que propiciam benefícios à humanidade. Os tamanhos dos reservatórios formados por barragens são em função dos benefícios que esses reservatórios podem oferecer. Antigamente, os reservatórios eram construídos para abastecimento de água, controle de cheias e irrigação. A partir do século XIX a geração de energia hidrelétrica e a navegação foram adicionadas as essas finalidades (MELLO, 2011).

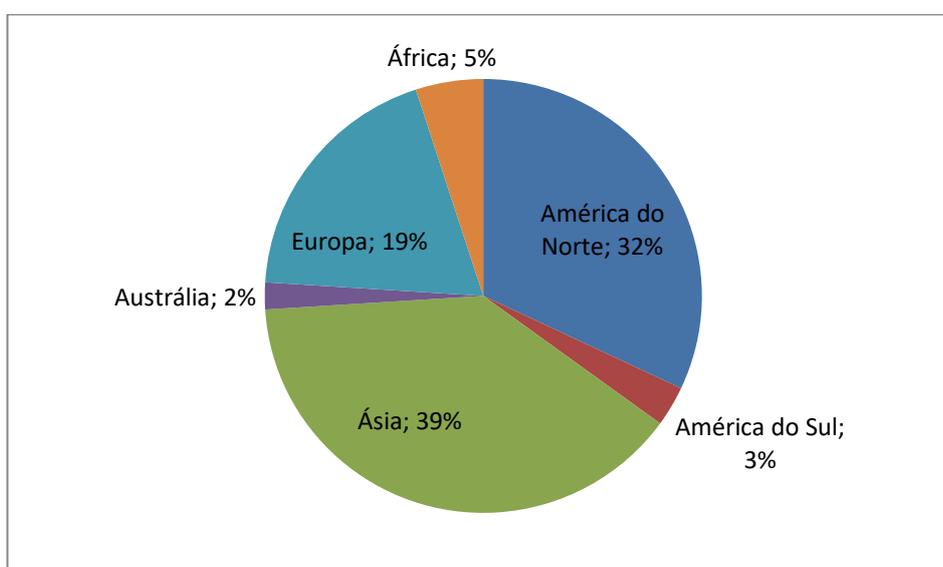
A International Commission on Large Dams (ICOLD) mantém um Registro Mundial de Barragens. A altura de uma barragem é determinada do ponto mais baixo da fundação principal até a crista, conforme critério do Registro Mundial de Barragens (RMB), sendo consideradas, portanto, incluídas no RMB as barragens que possuam altura de 15 metros (independentemente do volume de água armazenável em seu reservatório) ou também as que possuam altura variável entre 10 e 15 metros, desde que tenham capacidade de armazenar mais de 3 milhões de metros cúbicos de água em seu reservatório.

O gráfico da Figura 5 apresenta a quantidade de grandes barragens em operação no mundo e a classificação por altura.”

Figura 5 - Número de barragens no mundo por altura

Fonte: Adaptado da ICOLD (2008).

Conforme a ICOLD (2008), o tipo principal de barragem é o de aterro, que representa 43,7% do total mundial. Em seguida, ordenadamente, são as barragens de gravidade (10,6% do total) e as barragens de enrocamento (5,3% do total). A Figura 6 mostra a distribuição das grandes barragens por área geográfica.

Figura 6 - Distribuição das grandes barragens por área geográfica

Fonte: Adaptado da ICOLD (2008).

A China detém o maior número de barragens entre os países membros da ICOLD, enquanto o Brasil encontra-se na quinta colocação, conforme dados apresentados na Tabela 1.

Vale salientar que os dados disponibilizados não abrangem todas as barragens de um país, pois, parte do cadastro é voluntária.

Tabela 1 - Barragens de países membros da ICOLD

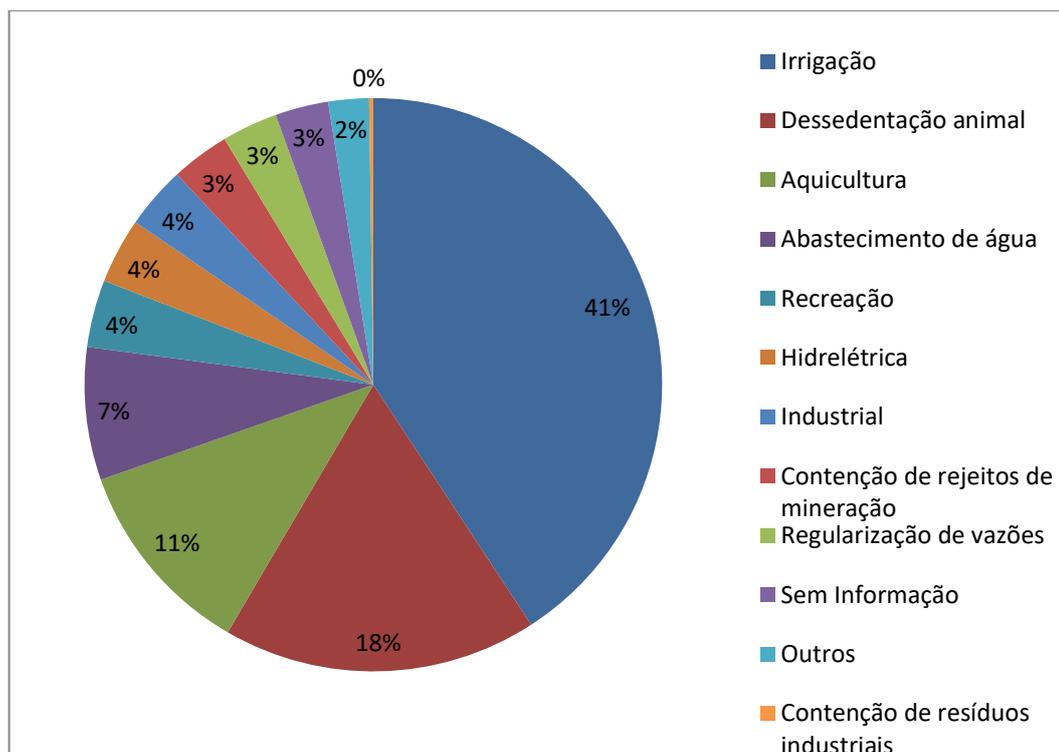
Países membros da ICOLD	Quantidades de barragens
China	23842
Estados Unidos	9261
Índia	5102
Japão	3112
Brasil	1411
Canadá	1170
África do Sul	1114
Espanha	1063
Turquia	972
Irã	802

Fonte: Adaptado da ICOLD (2008).

3.3 Barragens no Brasil

A maioria das barragens que hoje existem foram construídas no século XX. O significativo aumento coincidiu com o período de desenvolvimento econômico e tecnológico, vivido entre as décadas de 50 e 80, no mundo e no Brasil (BALBI, 2008). Tem-se que no Brasil existam cerca de 300.000 barragens de todos os tipos e tamanhos e que possuam mais de 600 grandes barragens (MENESCAL et al., 2005).

Conforme o Relatório de Segurança de Barragens de 2017 da Agência Nacional de Águas (ANA), autarquia federal responsável pela implementação, operacionalização, controle e avaliação da gestão de recursos hídricos no Brasil, foram cadastradas 24.092 barragens para os mais diversos usos, no qual é mostrado o uso principal das barragens constantes no cadastro (Figura 7). A maioria é ligada ao setor agrícola, sendo irrigação (41%), dessedentação animal (18%) e aquicultura (11%) os usos preponderantes. Neste ano (2019) houve um decréscimo no número de barragens de contenção de resíduos industriais, onde só foram identificadas 55 barragens deste tipo.

Figura 7 - Uso principal das barragens cadastradas no Brasil

Fonte: ANA (2017).

3.4 Rupturas de barragens

A ruptura de barragem, segundo Melo (1994), está associada à ocorrência de três fatores principais: comportamento da barragem, dos órgãos responsáveis pela segurança e o ato exploratório (desvios realizados durante a construção, por exemplo). A possibilidade do colapso da barragem pode estar associada a esses três pilares.

De acordo com estudos na área de inspeção e segurança de barragens, baseado na publicação de *Deterioration of Dams and Reservoirs* (ICOLD, 1984, apud RAMOS e MELO, 1994, p.5), as principais causas de ruptura envolvendo órgãos de segurança e exploração, são: deficiente comportamento estrutural – questões de percolação e erosão interna nas fundações dessas estruturas, inoperância dos dispositivos de descarga de cheia e questões relacionadas ao incorreto dimensionamento da obra (vazão deficiente, comporta com mal funcionamento).

Se levado em consideração fatores de natureza hidrológica, as causas de ruptura de barragens podem ser geradas, principalmente, por aspectos hidrológicos, como a deficiente avaliação do hidrograma ou escassez de dados hidrológicos (RAMOS e MELO, 1994).

Um caso de ruptura de barragem bem conhecido no estado da Paraíba, foi a ruptura da barragem de Camará na cidade de Alagoa Nova. Segundo um grupo de engenheiros

convocados pelo Ministério Público Federal o motivo do rompimento da barragem de Camará foi causado pela existência de um problema geológico que além de mal interpretado foi corrigido com insucesso. Além disso, houve uma indefinição de responsabilidade na fiscalização da obra, falta de ensaios suficientes, além de uma grande área de desmatamento.

Além de tudo, não houve acompanhamento do primeiro enchimento da barragem, quando o nível da água subiu a barragem não funcionou normalmente, porém esse fato não foi notado. Com isso, as análises realizadas pelo grupo de engenheiros constataram que todos esses problemas acarretaram no rompimento da barragem. A Figura 8 ilustra o rompimento da barragem de Camará na Cidade de Alagoa Nova.

Figura 8 - Barragem de Camará, após o seu rompimento



Fonte: PBagora (2019).

3.5 Riscos associados às barragens

Partindo do princípio de que as barragens são vulneráveis as mudanças do ambiente, é que se inicia a discussão sobre riscos. Os riscos podem ser definidos como a probabilidade de perigo, eventualidade de alguma ameaça física e consequências adversas.

A análise dos riscos decorrentes da ruptura de uma barragem é pertinente a dois aspectos importantes, a saber: os riscos de natureza técnica e os de natureza econômicas. Enquanto existem os riscos associados a conceitos hidrológicos e geotécnicos, coexistem riscos vinculados ao desempenho de instalação e alteração de leis e regulamentos (MACHADO E RABELLO, 2001).

Sendo assim, diante de tantas possibilidades de ocorrência de eventos indesejados é que surge a necessidade de redução dos prejuízos que uma provável ruptura venha a causar a jusante (VISEU e DE ALMEIRA, 2011).

A partir dessa carência em analisar a probabilidade de ocorrência de ruptura é que emerge o conceito de cálculo do risco; que como trata HARRALD et al. (2004) é obtido pelo produto entre probabilidade do evento e a consequência do evento.

Quando se trata de segurança de barragens e busca-se prever tais consequências do evento, verifica-se que os riscos atuam de forma inversamente proporcional aos investimentos, ou seja, à medida que há investimentos o risco decresce. No entanto, existe um ponto onde a continuidade de investimentos não excluirá a possibilidade de risco. Esse é o chamado risco remanescente (FARIAS, 2017).

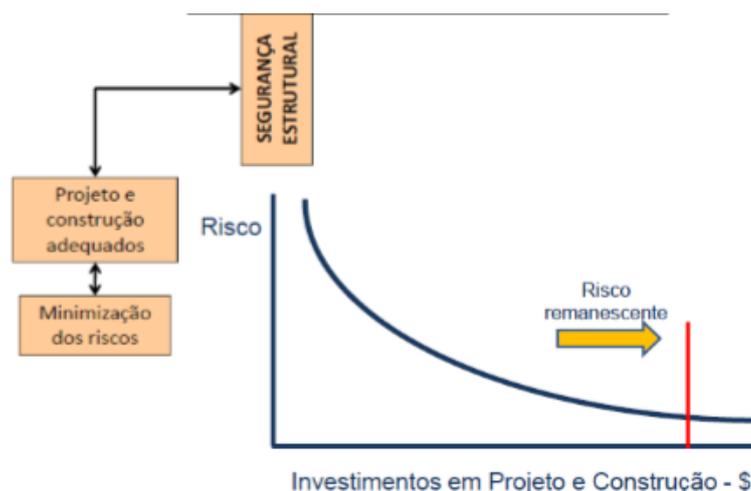
Este ponto mínimo de risco (risco remanescente) ainda precisa ser monitorado devido à possibilidade de falhas do sistema, no entanto sua existência diminui a possibilidade de ocorrência do evento e favorece uma melhor forma de controle por parte dos órgãos de segurança.

Para a redução desse risco é essencial um bom resultado na construção e operação de uma barragem, e para que isso seja alcançado é necessário que o projeto esteja adequado, que a relação custo/benefício esteja apropriada quando analisadas aos fatores sociais, ambientais e econômicos, e que exista um estudo de comportamento e manutenção proporcionando a estrutura uma segurança (VIANNA, 2015). Entretanto, de acordo com JANSEN (1983), o risco da ruptura da estrutura de barramento estará sempre presente.

Portanto, na Figura 9 é apresentada a relação entre o risco e os investimentos nas etapas de projeto e construção. Segundo Vianna (2015), o risco remanescente é o ponto em que há uma condição ótima entre os gastos financeiros nos projetos e construção, pois o risco remanescente ainda precisa ser monitorado por meio de identificações de falhas através de inspeções de campo e análise de instrumentação, adoção de intervenções corretivas e ações de respostas em situações críticas.

Como forma de controlar o risco remanescente o monitoramento é de essencial importância para a segurança e funcionalidade da barragem, visto que irá garantir integridade da estrutura por toda vida útil. Os padrões de segurança devem ser garantidos durante a etapa de construção e operação da barragem, podendo incluir o maciço, as fundações e obras complementares superficiais e subterrâneas (COSTA, 2014).

Figura 9 - Relação entre risco e investimentos em projeto e construção



Fonte: Fusaro (2012).

3.6 Impactos devido a construção de barragens

A construção de barragens e lagos causa diversos impactos sociais e ambientais negativos. As populações são atingidas direta e concretamente através do alagamento de suas propriedades, casas, áreas produtivas e até cidades. Existem também os impactos indiretos como perdas de laços comunitários, separação de comunidades e famílias, destruição de igrejas, capelas e inundação de locais sagrados para comunidades tradicionais.

Nos últimos 30 anos vivenciou-se a trajetória que se iniciou com os primeiros estudos expeditos de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), passando pela estruturação de sistema com bases legal, técnica e institucional sólidas e chegando aos dias atuais, em que se dispõe de vários instrumentos de gestão ambiental, adequados aos diversos empreendimentos e regiões (ALBUQUERQUE FILHO, 2002).

No Brasil, a Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecida pela Lei Federal 6938/81 definiu o termo de meio ambiente, como sendo o conjunto de condições, leis, influência e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas e institui a AIA.

3.6.1 Impactos sociais

De acordo com Vainer (2011), ninguém sabe dizer, com precisão, quantas pessoas foram deslocadas até hoje por barragens, fala-se entre 40 e 80 milhões. Mas, os deslocados

não são os únicos a serem atingidos. Este é um grave problema das estatísticas de atingidos por barragens. A maioria dos levantamentos realizados pelos governos e/ou empresas consideram como atingidos pelos projetos, apenas aquelas pessoas que são deslocadas por causa do enchimento do reservatório e que possuem o título de propriedade. Assim, muitas pessoas, famílias e comunidades são deixados de lado, como por exemplo:

- A população a montante e a jusante da barragem;
- As famílias que perdem suas terras ou parte delas, mas que permanecem com suas casas;
- As pessoas que utilizam as terras comuns para pastagem do gado, colheita de frutos, vegetais e madeiras;
- As pessoas que têm seu acesso a escolas, hospitais e comércio obstruído em função da destruição e alagamento de estradas;
- As pessoas cujas atividades econômicas dependiam da população deslocada, como por exemplo, professoras de escolas inundadas.

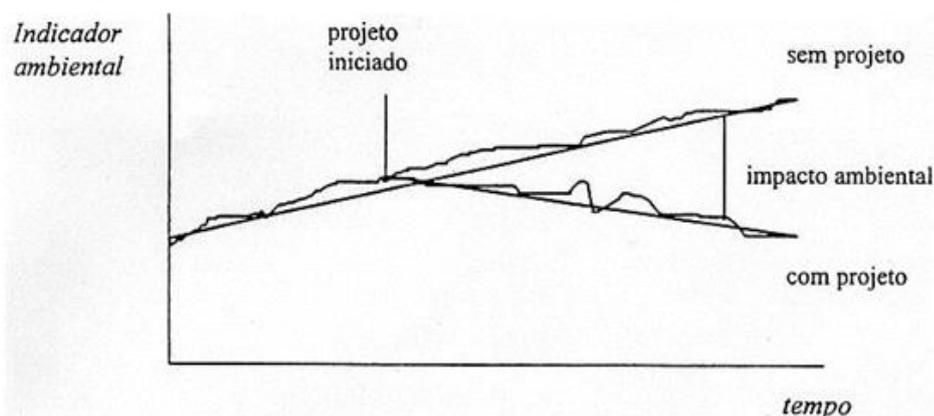
3.6.2 Impactos ambientais

A construção de grandes barragens geralmente provoca o deslocamento de comunidades urbanas e rurais, gerando impactos ambientais indesejáveis. Porém, a maioria desses impactos não é devidamente instruído e resolvido.

Conforme definição proposta por Wathern (WATHERN,1988 *apud* SÁNCHEZ; DIAS, 2002), nos processos do meio ambiente não se pode prescindir de sua dimensão dinâmica. Como exemplo da aplicação desse conceito tem-se na Figura 10 a seguinte representação: uma área ocupada por formação vegetal anteriormente alterada por corte seletivo de espécies arbóreas, mas que se encontra em processo de regeneração natural. O estado atual da vegetação pode ser descrito por meio de um indicador ambiental (biomassa/ha, densidade de árvores acima de um determinado diâmetro, diversidade etc.).

Para se avaliar o impacto da derrubada dessa vegetação, segundo o autor, não se deve comparar com a situação atual, cuja importância ecológica pode ainda não ser significativa, mas sim as duas situações hipotéticas futuras.

Figura 10 - Conceito de impacto ambiental, segundo Wathern



Fonte: Sánchez e Dias (2002).

3.7 Consequências da construção de barragens

A construção de barragens e a formação de reservatórios contribuíram para o crescimento econômico no Século XX, mas, também trouxeram alguns inconvenientes, alterando o equilíbrio estabelecido e induzindo reações do meio para se adaptar as novas condições. As consequências da construção de barragens são tanto positivas quanto negativas e seus efeitos variam em duração, escala e grau de reversibilidade (VAINER, 2011).

3.7.1 Consequências positivas

Tem-se que as barragens constituem um importante meio para a obtenção de água e energia e agregam inúmeros outros benefícios, dentre eles o desenvolvimento regional e a criação de empregos, tanto na agricultura, pela irrigação das terras, quanto nas indústrias que dependem de suas águas. As barragens promovem também um aumento de renda com o lucro das exportações dos excedentes agrícolas, de produtos industrializados ou da própria eletricidade. Outros benefícios são a redução dos danos provocados por enchentes e inundações, o surgimento de novas rodovias e hidrovias, eletrificação rural, fixação da população na região, além de outras formas de melhoria (PIMENTEL, 2004).

Além desses benefícios, os reservatórios promovem um aumento no potencial de pesca e também de navegação, já que submergem afloramentos rochosos e bancos de areia existentes no rio. As barragens propiciam o surgimento de atividades de recreação e purificam as águas reservadas.

3.7.2 Consequências negativas

Se, por um lado, grandes barragens trazem benefícios significativos à humanidade, elevando o nível de vida e de desenvolvimento dos países, por outro causam impactos sociais e ambientais que representam custos (tangíveis e intangíveis) para a sociedade. Em virtude desses impactos, as barragens têm sido vítimas das críticas mais severas dos ambientalistas, comparadas com outras obras de infraestrutura. E essas críticas afetam principalmente os países em desenvolvimento, já que nos países ricos as grandes obras de barramento já foram executadas, nos locais tecnicamente e economicamente mais favoráveis. Portanto, a questão da necessidade crescente de água e energia nos países em desenvolvimento tem sido confrontada com toda sorte de críticas e entraves ambientais, que impedem ou atrasam a implantação das obras nos rios.

O impasse entre o desenvolvimento e a questão ambiental se aprofundou por falta de dados precisos, obtidos por meio de um monitoramento contínuo dos custos e benefícios sociais, econômicos e ambientais efetivos das grandes barragens já implantadas (PIMENTEL, 2004).

3.8 Acidentes e incidentes envolvendo barragens

Ao se retratar um acidente pode-se dizer que se refere a um acontecimento desastroso, desagradável e que ocasiona consequências graves aos envolvidos, já um incidente pode ser descrito como um episódio imprevisto e com potencialidade de gerar situações que alteram o desenrolar dos acontecimentos.

Desse modo, para barragens, o Art. 2º da Resolução do CNRH nº 144/2012 considera acidente como o comprometimento da integridade estrutural com liberação incontrolável do conteúdo de um reservatório, ocasionado pelo colapso parcial ou total da barragem, e considera incidente como ocorrência que afeta o comportamento da barragem, e que se não for controlada, pode causar um acidente.

A ruína de uma barragem acarreta sempre consequências traumáticas, mesmo quando não ocorrem perdas humanas ou catástrofes ambientais. Ainda que a onda provocada pela ruptura tenha um impacto limitado, a perda da barragem e sua função, seja abastecimento de água, irrigação ou produção de energia, afeta sobremaneira as comunidades servidas. O dano econômico relacionado ao custo da reconstrução da barragem também representa um encargo importante (CORRADO PIASENTIN, 2006).

Devido a todos os agravantes atrelados as ocorrências de acidentes em estruturas de barragem, foi estabelecida a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) através da Lei Nº 12.334, de Setembro de 2010, que estabelece, entre outras coisas, os padrões de segurança de barragens de maneira a reduzir a possibilidade de acidente e a necessidade de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado.

Parte dos problemas relacionados à segurança de barragens podem ser evitados por medidas preventivas relacionadas ao projeto, construção e operação. Deve-se então inspecionar as obras ao longo da sua existência com o intuito de ter consciência acerca de qualquer ameaça. Adotam-se ações classificadas em estruturais: como reforço de estruturas, e não estruturais: monitoramento da instrumentação e inspeções através de checklist por técnicos qualificados, como forma de minimizar os riscos deste tipo de estrutura (FONTENELLE, 2007).

Os acidentes e incidentes com barragens são tão antigos quanto a própria história da construção das mesmas. O senso de soberania que as barragens transmitiam às nações e o crescimento da população, desencadeou aumento na construção de barragens, principalmente as com finalidade de geração de energia e abastecimento de água, acarretando em um aumento no número de acidentes devido a imprudência dos proprietários pois muitos ignoravam algumas informações importantes para a construção, como investigações detalhadas sobre a região (AGUIAR, 2014).

O primeiro acidente com barramento a ser notificado foi no Egito, com a barragem de Sadd El Kafara (Figura 11), que foi construída em 2700 a.C., com o propósito de abastecer a população e galgou após a sua construção, pois a sua estrutura não possuía vertedouro impedindo a água de extravasar e levando todo o seu maciço a ruptura (AGUIAR, 2014).

Figura 11 - Barragem de Sadd El Kafara



Fonte: Structurae (2008).

No entanto, com o passar do tempo os acidentes com barragens não pararam e o Brasil está marcado na história por ter o maior acidente (tragédia) envolvendo barragens. Em 2015 a Barragem de Rejeitos de Fundão pertencente a Samarco Mineração S/A, localizada no município de Mariana-MG, rompeu provocando a liberação de mais de 34 milhões de m³ (trinta e quatro milhões de metros cúbicos) de rejeitos. No dia do rompimento, mais de 600 (seiscentas) pessoas, dentre empregados e terceirizados trabalhavam no local. (MORGENSTERN et al., 2016). A Figura 12 mostra o desastre da barragem de Fundão.

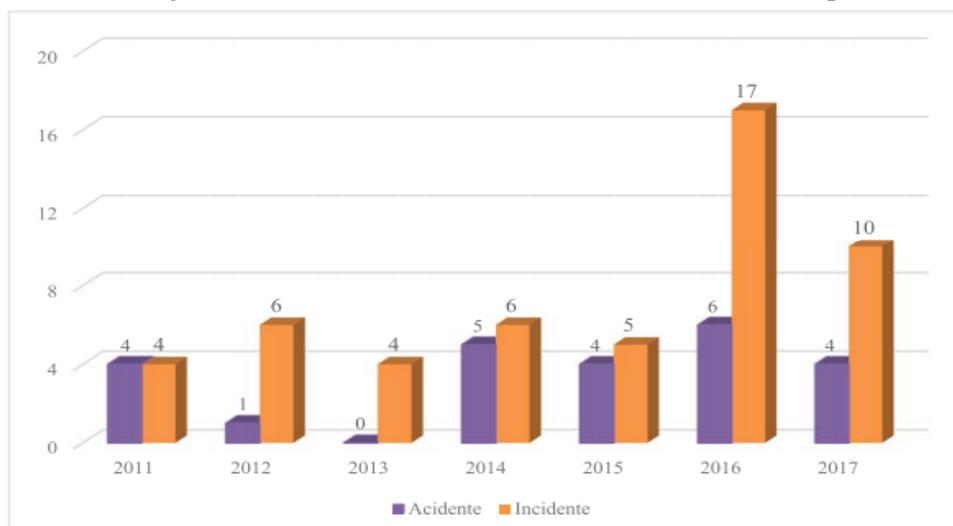
Figura 12 - Barragem de Fundão



Fonte: G1 (2015).

O histórico de falhas de barragens é uma importante ferramenta para se visualizar os equívocos ocorridos anteriormente, bem como negligências e situações inesperadas para que se possa propor, baseando-se na experiência adquirida, medidas de prevenção e planos de ação emergencial. Assim, como afirma Balbi (2008), que os países que mais se destacam na construção de barragens também tiveram mais experiências negativas relacionadas a acidentes envolvendo essas estruturas.

Na Figura 13, segundo o Relatório de Segurança de Barragens (RSB) do ano de 2017, é mostrada a evolução temporal no número de acidentes e incidentes envolvendo barragens em no Brasil.

Figura 13 - Evolução do número de acidentes e incidentes retratados pelo RSB

Fonte: ANA (2017).

Com relação aos acidentes e incidentes do ano de 2017, o referido relatório ainda trata sobre as descrições dos eventos ocorridos que podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 - Lista de acidentes e incidentes ocorridos no período de abrangência do RSB

Data	Evento	Nome da barragem	UF	Empreendedor	Órgão fiscalizador	Causa provável
06/01/2017	Acidente	Rincão dos Kroeff	RS	Não informado	SEMA/RS	Cheia
16/02/2017	Acidente	Cacimba Nova	PE	Ministério da Integração Nacional	ANA	Percolação pela fundação
03/03/2017	Acidente	Barreiros	PE	Ministério da Integração Nacional	ANA	Percolação pela fundação
01/12/2017	Acidente	Lageado	MS	Luciano Loureiro	IMASUL/MS	Galgamento
07/03/2017	Incidente	Açude dos Irmãos	PB	Prefeitura de São José de Caiana	AESA/PB	Vertedor insuficiente quase causou galgamento

10/03/2017	Incidente	PCH Tamboril	GO	Tamboril Energética	ANEEL	Rompimento parcial de membrana PEAD e aterro na margem esquerda
08/05/2017	Incidente	Conjunto de Baias VIGA	MG	Ferrous Resources do Brasil SA	ANM	Recalque após remoção de rejeitos/sedimentos
23/05/2017	Incidente	Conjunto de Baias VIGA	MG	Ferrous Resources do Brasil SA	ANM	Recalque após remoção de rejeitos/sedimentos
05/06/2017	Incidente	Pindoba	AL	Desconhecido	SEMARH/AL	Vertedor insuficiente quase causou galgamento
11/07/2017	Incidente	Casa de Pedra	MG	CSN Mineração S.A.	ANM	Surgências após elevação do nível da água do reservatório alteado
01/07/2017	Incidente	PCH Rodulf	SC	Heidrich & Heidrich Ltda	ANEEL	Pequeno rompimento em junta de dilatação
12/08/2017	Incidente	PCH Verde 4A	MS	Phoenix Geração de Energia S.A.	ANEEL	Vazamento dentro da casa de força
05/10/2017	Incidente	Capané	RS	IRGA-RS	SEMA/RS	Excesso de percolação
16/12/2017	Incidente	Água Limpa	ES	Prefeitura de Jaguaré	AGERH/ES	Material carreado obstruindo vertedor

Fonte: ANA (2017).

3.9 Regulação Federal e Estadual

A Constituição Federal de 1946, estabelece que a propriedade sobre recursos hídricos, fica sobre responsabilidade da União e dos Estados. À União, ficaram os lagos e todas as correntes de água em terrenos de seu domínio ou que banhassem mais de um Estado, ou estivessem na fronteira com outro país ou se expandissem em território estrangeiro, e da mesma maneira com as ilhas fluviais e lacustres nas zonas de fronteira com outros países. Para os Estados, foram reservados os lagos e rios existentes em terrenos do seu domínio e os que tivessem nascente e foz em seu território, e inovou ao dispor que à união competia organizar a defesa permanente contra os efeitos da seca, das endemias rurais e das inundações e não sendo alterada nada das disposições na constituição de 1967 (BARBOSA, 2004).

A Lei Federal de Segurança de Barragens (Lei. n° 12.334 do ano de 2010) estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos, e à acumulação de resíduos industriais, e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), define a ANA como instituição responsável por fiscalizar a segurança de barragens de acumulação de água localizadas em rios de domínio da União para as quais emitiu outorga, com exceção daquelas utilizadas para a geração de energia elétrica. Ou seja, quando a fiscalização é federal deve ser realizada pela ANA, seguindo todas as diretrizes de fiscalização estabelecida pela PNSB.

Além disso, é atribuição da ANA organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), assim como promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens e coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens.

A Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba (AESPA), é o órgão legalmente responsável pela fiscalização de segurança das barragens sob sua jurisdição, como previsto na Lei Nº 7.779, de 07/07/2005.

A fiscalização constitui-se em um dos mais importantes instrumentos de gestão, que pode ser definida como uma atividade de controle e monitoramento dos usos dos recursos hídricos. A principal finalidade da fiscalização é garantir os usos múltiplos previstos para a água.

Essa atividade tem caráter corretivo e preventivo, na medida em que deve fazer com que os usuários de recursos hídricos cumpram a legislação e, ao mesmo tempo, informem esses usuários dos preceitos legais e dos procedimentos para sua regularização. A

regularização se dá através da obtenção de autorização, outorga de direito de uso de água ou licença para implantação de obra hídrica, que são concedidas pelo Poder Público Federal ou Estadual.

A AESA realiza a fiscalização do uso dos recursos hídricos através da Gerência Executiva de Fiscalização, que tem as seguintes atribuições: fiscalizar a oferta, o uso e a preservação dos recursos hídricos; efetuar vistorias, levantamentos e avaliações das reservas hídricas do Estado; autuar os infratores da legislação de recursos hídricos, de acordo com a legislação pertinente; elaborar relatórios sobre a situação dos corpos d'água do Estado; propor a regulamentação do uso das águas estaduais e fiscalizar o seu cumprimento e executar outras atividades correlatas.

3.10 Cenário atual

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), no ano de 2017, o país contava com 31 órgãos efetivamente fiscalizadores de segurança de barragens. Em seus cadastros constam 24.092 barragens para os mais diversos usos, destacando-se irrigação, dessedentação animal e aquicultura. A identificação do empreendedor já foi feita em 97% delas.

Conforme tratado no Relatório de Segurança de Barragens, no 2017 foram realizadas vistorias em 780 barragens espalhadas pelo Brasil (Quadro 2), destas, apenas 12 estão presentes no estado da Paraíba, representando 1,54 % do total fiscalizado (ANA, 2017).

Quadro 2 - Barragens fiscalizadas por vistorias

UF	Órgão fiscalizador	Barragens Fiscalizadas
AC	IMAC	17
AL	SEMARH	12
AM	IPAAM	0
AP	IMAP	2
BA	INEMA	5
CE	SRH	115
DF	ADASA	0
ES	AGERH	5
GO	SECIMA	0
MA	SEMA	0
MG	SEMAD	125
MS	IMASUL	0

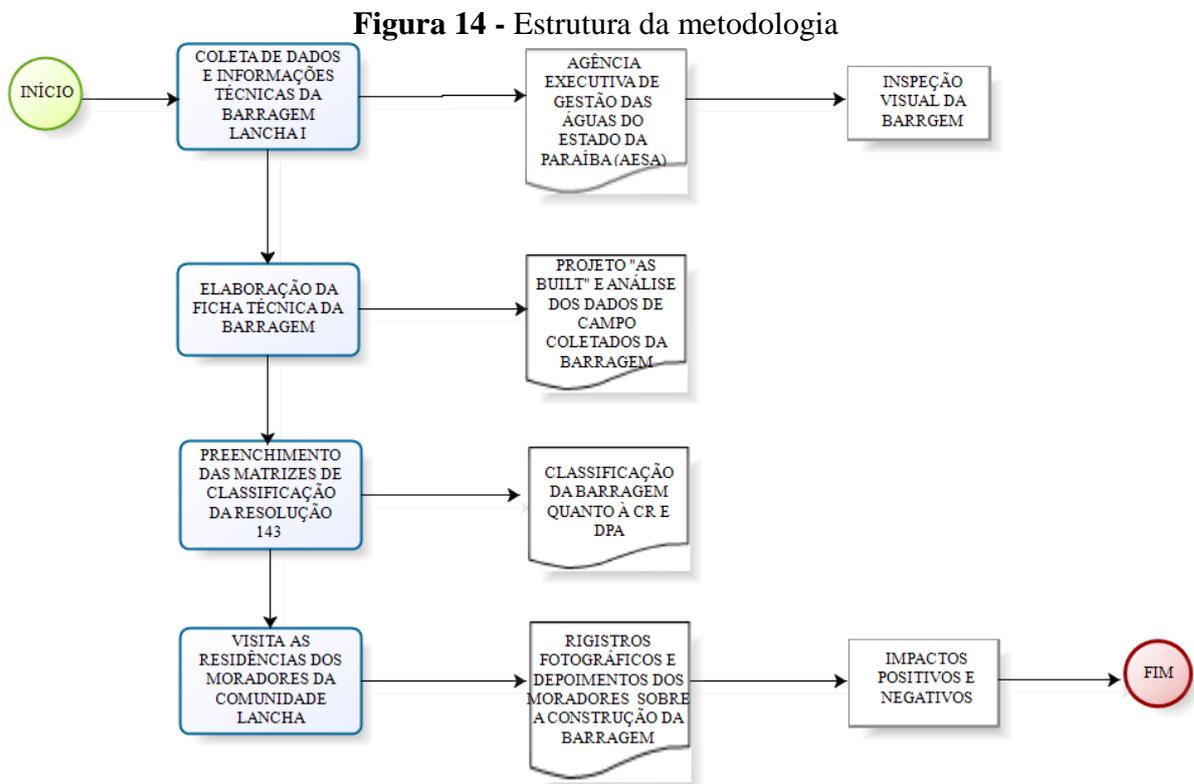
MT	SEMA	2
PA	SEMAS	0
PB	AESA	12
PE	APAC	0
PI	SEMAR	15
PR	AGUASPARANA	14
RJ	INEA	4
RN	IDEMA	2
RN	IGARN	3
RO	SEDAM	0
RR	FEMARH	0
RS	SEMA	12
SC	SDS	0
SE	SEMARH	0
SP	CETESB	2
SP	DAEE	28
TO	NATURATINS	142
FED	ANA	24
FED	ANEEL	28
FED	ANM	211
	TOTAL	780

Fonte: ANA (2017).

4. METODOLOGIA

A pesquisa para realização desse estudo é de aspecto qualitativo e quantitativo. Foi realizada através da coleta de dados narrativos, estudando as particularidades e experiências dos moradores da comunidade Lancha I, na qual, foram analisados e identificados os impactos positivos e negativos causados pela construção da barragem.

Além disso, também foi realizada através da coleta de dados numéricos, obtidos junto a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), em que a partir das informações coletadas foram preenchidas às matrizes de classificação. Estas matrizes possuem para cada critério de avaliação uma pontuação de risco. A Figura 14 mostra a estrutura da metodologia utilizada nesta pesquisa.



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

A barragem foi classificada quanto à Categoria de Risco e Dano Potencial Associado de acordo com os critérios estabelecidos pelo CNRH, por meio da sua Resolução nº143/2012, como ilustrado na Figura 15. Além disso, foi realizada uma análise dos impactos causados pela construção da barragem e as suas consequências para a população.

Figura 15 - Matriz composta pelos critérios de classificação

Fonte: SOUZA (2017).

Para a classificação foi necessário o levantamento de dados e informações da barragem, onde estas foram obtidas junto a Prefeitura Municipal de Aguiar e a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). Com isso, através desses dados foram preenchidas as matrizes de classificação, onde as mesmas, possuem para cada critério de avaliação, uma pontuação que caracteriza o risco associado. Ao final foram somados todos os pontos de CR e de DPA.

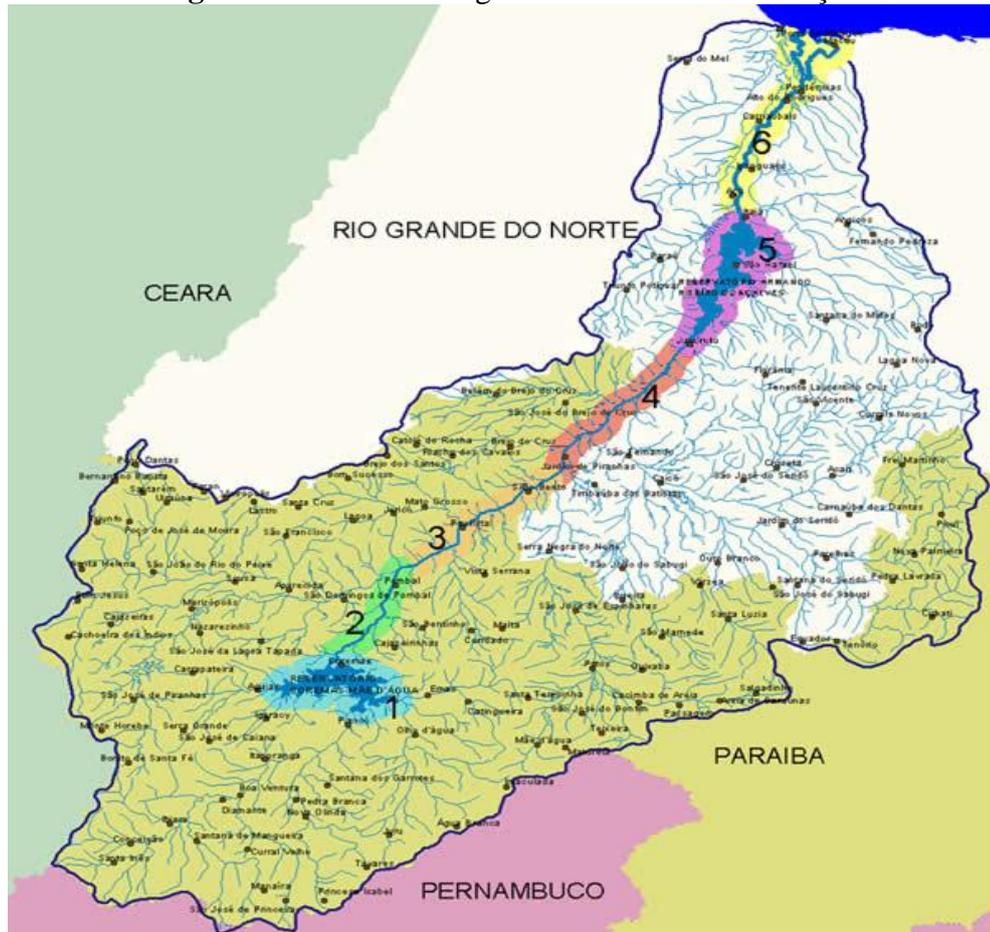
Ademais, com base em registros fotográficos e opiniões dos moradores da região, foi realizada uma análise dos impactos positivos e negativos que a barragem proporcionou para a região, após a sua construção.

4.1 Caracterização da área de estudo

A barragem em estudo está localizada no município de Aguiar no interior do estado da Paraíba, barrando o Riacho Lancha. A bacia hidrográfica do empreendimento possui uma área total de 33 km² e uma média de precipitação anual de 520 mm, faz parte da bacia hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, como ilustrada na Figura 16.

A Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, totalmente inserida no clima semiárido nordestino, possui uma área total de drenagem de 43.681,50 km², sendo 26.183,00 km², correspondendo a 60% da área no Estado da Paraíba, e 17.498,50 km², correspondendo a 40% da área no Estado do Rio Grande do Norte. Contempla 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 municípios no Estado da Paraíba e conta com uma população total de 1.363.802 habitantes, sendo que 914.343 habitantes (67%) no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Estado do Rio Grande do Norte.

Figura 16 - Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu



Fonte: AESA (2019).

4.1.1 Barragem Lancha I

O critério de escolha da barragem foi realizado devido a sua construção recente (entre os anos de 2016 e 2017), no qual isso, facilitou o acesso aos documentos de informações técnicas que são necessários para a classificação quanto à Categoria de Risco. Além disso, através do programa Google Earth foi possível registrar uma imagem de satélite da área geográfica a jusante da barragem, que foi utilizado para a classificação quanto ao Dano Potencial Associado. A Figura 17 mostra a localização da barragem Lancha I e o Quadro 3 ilustra a sua ficha técnica.

Figura 17 - Localização da Barragem Lancha I

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

Quadro 3 - Ficha Técnica da Barragem Lancha I

Localização	
Município	Aguiar
Estado	Paraíba
Rio/Riacho Barrado	Riacho da Lancha
Latitude	7° 5'6.36"S
Longitude	38°16'59.80"O
Barragem	
Bacia Hidrográfica (km ²)	33
Bacia Hidráulica (ha)	100
Volume (m ³)	5.675.800
Tipo	Terra e Enrocamento
Comprimento do coroamento (m)	255
Largura do coroamento (m)	6
Altura máxima (m)	19,8
Talude de montante	1:3 (V:H)
Talude de jusante	1:3 (V:H)
Idade	2 anos
Sangradouro	
Tipo	Soleira livre em perfil de Creager
Comprimento (m)	37,4

Tomada d'água	
Nº de condutos	1
Diâmetro (mm)	300
Empreendedor	
Estado	

Fonte: AESA (2019).

4.2 Classificação quanto à Categoria de Risco (CR)

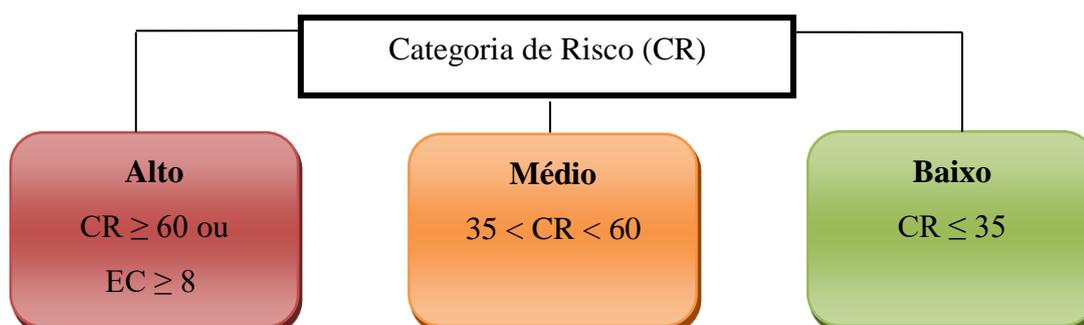
A classificação quanto a categoria de risco é feita de acordo com aspectos da barragem capazes de influenciar na segurança. É realizada por meio de três critérios, sendo eles:

- Características Técnicas (CT);
- Estado de Conservação (EC);
- Plano de Segurança de Barragem (PS).

O resultado final da classificação será apresentado em categoria alta, média ou baixa de CR, onde a soma total das pontuações de cada critério da CR, corresponde ao nível da barragem em distender um acidente com o seu barramento ou maciço.

Se a soma total for maior que 60 pontos ou a pontuação do Estado de Conservação for maior ou igual a 8 considera-se risco alto, se estiver entre 35 e 60 pontos considera-se risco médio e inferior a 35 pontos classifica-se como risco baixo, como é ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Classificação quanto à categoria de risco



Fonte: SOUZA (2017).

4.2.1 Características Técnicas (CT)

O Critério de Característica Técnica (CT) define as atividades básicas do projeto de uma barragem, tais como: altura do barramento, comprimento do coroamento, tipo de barragem quanto ao material de construção, tipo de fundação, idade da barragem e tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedouro.

4.2.2 Estado de Conservação (EC)

O Estado de Conservação (EC) visa as atividades de gerenciamento de uma barragem no que diz respeito ao responsável por manter a mesma, em bom estado de conservação, com isso, esse critério abrange as seguintes questões: confiabilidade das estruturas extravasoras, confiabilidade das estruturas de captação, percolação, deformações e recalques, deterioração dos taludes/parâmetros e eclusa.

4.2.3 Plano de Segurança de Barragem (PS)

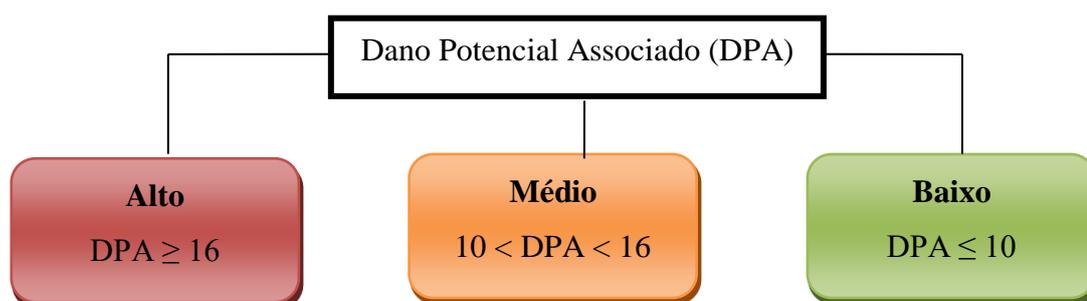
O Plano de Segurança da Barragem (PS) estabelece os quesitos de verificação da existência de documentação de projeto, na estrutura organizacional e qualificação dos profissionais da equipe técnica de segurança da barragem, nos procedimentos de inspeções de segurança e de monitoramento, na regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem e nos relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação.

4.3 Classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA)

A classificação da barragem por DPA consiste na identificação de riscos que as barragens apresentam para o território à jusante em caso de rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento. Além do volume do reservatório que é determinante na mensuração dos impactos ambientais socioeconômicos à jusante da barragem. Dessa forma, essa categoria, avalia o conhecimento dos requisitos sobre o volume total do reservatório, a ocupação de vidas humanas à jusante, a existência de áreas ambientais protegidas por lei e a presença de instalações e serviços de cunho socioeconômico.

A classificação de DPA da barragem é apresentada em categoria alta, média ou baixa. Quando a soma total das pontuações correspondentes aos parâmetros apresentados for superior a 16 pontos enquadra-se em um dano alto, se estiver entre 10 e 16 pontos enquadra-se em um dano médio e se for inferior a 10 pontos classifica-se em um dano baixo, como mostra a Figura 19.

Figura 19 - Classificação quanto ao dano potencial associado



Fonte: SOUZA (2017).

4.4 Inspeção dos impactos socioeconômicos da barragem Lancha I

Para a identificação dos impactos socioeconômicos causados pela construção da barragem Lancha I no município de Aguiar - PB, foi realizada a coleta de dados e informações, por meio da Prefeitura Municipal de Aguiar. Com isso, se fez necessária a realização de uma inspeção visual por toda a extensão da barragem e coletar algumas informações necessárias dos moradores da comunidade Lancha e também das comunidades vizinhas, para identificar o que realmente a construção da barragem proporcionou, ou seja, seus impactos e suas consequências positivas e negativas para a região.

A inspeção visual e o diálogo com os moradores foram realizados no dia 28 de setembro de 2019. Foi analisada toda a extensão da barragem em suas estruturas de crista, taludes e vertedouro, onde buscou-se identificar os parâmetros de pontuação dos critérios de classificação, principalmente no que tange ao Estado de Conservação da Barragem (EC). Além disso, através de imagens recentes (registradas pelo autor) e antigas (fornecidas e autorizadas para serem apresentadas neste trabalho pelos moradores da região), foram vistos depois da construção da barragem os desastres provocados, nas casas, estradas de acesso e plantações próximas ao reservatório, chegando ao ponto de famílias que moravam na comunidade há vários anos, perderem suas residências.

Porém, também foram registrados aspectos de crescimento da população, depois do acontecimento, onde a mesma desenvolveu meio de acesso, infraestrutura e a eliminação da escassez de água na comunidade, tanto para abastecimento humano, quanto para o processo dessedentação de animais.

5. RESULTADOS

O sistema de classificação da barragem Lancha I por Categoria de Risco e Dano Potencial Associado, faz o uso de quatro tabelas, em que em cada uma delas há a descrição dos parâmetros e respectivas pontuações que foram atribuídas no julgamento da barragem, tanto para a CR com os critérios CT, EC e PS, quanto para o DPA.

5.1 Resultado quanto à Categoria de Risco (CR)

Para a Categoria de Risco, as Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os parâmetros e pontuações para os critérios de CT, EC e PS, respectivamente. Com o intuito de tornar o procedimento de classificação mais claro, as características relevantes acerca da barragem Lancha I e a correspondente pontuação obtida são apresentadas nas próprias Tabelas mencionadas.

5.1.1 Resultado da Características Técnica (CT)

Realizando o somatório para a Tabela 2, onde utilizam-se as pontuações obtidas pela barragem em estudo, no critério de Características Técnicas, tem-se uma pontuação de 22 pontos.

Tabela 2 - Características Técnicas (CT)

Parâmetro	Descrição da Característica Técnica				Barragem Lancha I de Aguiar
Altura (a)	Alt. \leq 15m (0)	15m \leq Alt. \leq 30 m (1)	30m \leq Alt. \leq 60 m (2)	Alt. $>$ 60 m (3)	19,80 m a = 1
Comprimento (b)	Comp. \leq 200 m (2)	Comp. $>$ 200 m (3)	-	-	255 m b = 3
Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Concreto Convencional (1)	Alvenaria de Pedra/Concreto Ciclópico/Concreto Rolado - CCR (2)	Terra Homogênea / Enrocamento (3)	-	Terra e enrocamento c = 3

Tipo de fundação (d)	Rocha sã (1)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	Rocha alterada sem tratamento / Rocha alterada fraturada com tratamento (3)	Rocha alterada mole/ Saprolito / Solo compacto (4)	Solo residual/ aluvião (5)	Rocha Sã d = 1
Idade da Barragem (e)	Entre 30 e 50 anos (1)	Entre 10 e 30 anos (2)	Entre 5 e 10 anos (3)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	-	2 anos e = 4
Vazão de Projeto (f)	Decamilenar ou CMP (Cheia Máxima Provável) - TR = 10.000 anos (3)	Milenar - TR = 1.000 anos (5)	TR = 500 anos (8)	TR < 500 anos ou Desconhecida /Estudo não confiável (10)	-	Desconhecida f=10
CT = Σ (a até f) = 22						

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.2 Resultado do Estado de Conservação (EC)

Fazendo-se o somatório para a Tabela 3, onde utilizam-se as pontuações obtidas pela barragem em estudo, no critério de Estado de Conservação, tem-se uma pontuação de 11 pontos.

Tabela 3 - Estado de Conservação (EC)

Parâmetro	Descrição do Estado de Conservação			Barragem Lancha I de Aguiar
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Estruturas civis e eletromecânicas em pleno funcionamento/ canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre desobstruídos (0)	Estruturas civis e eletromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência /canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação/canais ou	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre)
				Vertedouro tipo soleira livre, com erosões e obstrução por pequenos arbustos, porém sem riscos a estrutura vertente g = 4

		sem riscos a estrutura vertente (4)	vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente (7)	obstruídos ou com estruturas danificadas (10)	
Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletromecânico em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletromecânico com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação (4)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas (6)	-	Estrutura de adução não identificada h = 0
Percolação (i)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizada e/ou monitorada (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carregamento de material ou com vazão crescente (8)	Umidade nas áreas de jusante, talude sem tratamento i = 5
Deformações e Recalques (j)	Inexistente (0)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5)	Trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento à segurança (8)	Trincas e abatimentos de pequenas extensões no coroamento da barragem j = 1
Deterioração dos Taludes /Paramentos (k)	Inexistente (0)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento a segurança (7)	Falta de proteção nos taludes, com a presença de pequenos arbustos k = 1

Eclusa (*) (l)	Não possui eclusa (0)	Estruturas civis e eletromecânicas bem mantidas e funcionando (1)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletromecânicos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)	Não possui eclusa l = 0
EC = Σ (g até l) = 11					

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.3 Resultado do Plano de Segurança de Barragem (PS)

Aplicando-se o somatório para a Tabela 4, onde utilizam-se as pontuações obtidas pela barragem em estudo, no critério de Estado de Conservação, tem-se uma pontuação de 21 pontos.

Tabela 4 - Plano de Segurança de Barragem (PS)

Parâmetro	Descrição do Plano de Segurança da Barragem					Barragem Lancha I de Aguiar
Existência de documentação de projeto (m)	Projeto executivo e "como construído" (0)	Projeto executivo ou "como construído" (2)	Projeto básico (4)	Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	Inexistência de documentação de projeto (8)	Existência de projeto executivo ou como construído m = 2
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (n)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	-	-	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico n = 8
Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (o)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções o = 6

Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (p)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Não (6)	-	-	-	Vertedouro tipo soleira livre p = 0
Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (q)	Emite regularmente os relatórios (0)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)	Não emite os relatórios (5)	-	-	Não emite os relatórios q = 5
						PS = Σ (m até q) = 21

Fonte: Elaborada pelo autor.

O resultado da classificação da barragem Lancha I quanto a Categoria de Risco é apresentado na Tabela 5, que corresponde ao somatório das pontuações dos critérios CT, EC e PS.

Tabela 5 - Classificação da barragem quanto ao risco

NOME DA BARRAGEM	LANCHA I
NOME DO EMPREENDEDOR	
DATA	05/10/2019
CATEGORIA DE RISCO	Pontos
1	Características Técnicas (CT) 22
2	Estado de Conservação (EC) 11
3	Plano de Segurança da Barragem (PS) 21
PONTUAÇÃO TOTAL (CR) = CT + EC + PS	54
CLASSIFICAÇÃO	ALTO

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.2 Resultado quanto ao Dano Potencial Associado (DPA)

Para o Dano Potencial Associado foram observados os impactos decorrentes de uma provável ruptura. A Tabela 5 contém os parâmetros e pontuações para a classificação da barragem. Da mesma maneira que a classificação anterior, as características relevantes sobre a

barragem Lancha I e suas correspondentes pontuações são expostas na própria Tabela mencionada. Desta forma, aplicando-se o somatório para a Tabela 6, onde utilizam-se as pontuações obtidas pela barragem em estudo, no critério de Estado de Conservação, tem-se uma pontuação de 25 pontos.

Tabela 6 - Dano Potencial Associado (DPA)

Parâmetro	Descrição do Dano Potencial Associado				Barragem Lancha I de Aguiar
Volume Total do Reservatório para barragens de uso múltiplo ou aproveitamento energético (r)	Pequeno $\leq 5\text{hm}^3$ (1)	Médio 5 a 75hm^3 (2)	Grande 75 a 200hm^3 (3)	Muito Grande $> 200\text{hm}^3$ (5)	Volume = $5,6758\text{hm}^3$ $r = 2$
Potencial de perdas de vidas humanas (s)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias /transitando na área a jusante da barragem) (0)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local (4).	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas (8)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas. (12)	Existente $s = 12$
Impacto ambiental (t)	SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem não representa área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou encontra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	MUITO SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5).	-	-	Faixa marginal antropizada $t = 3$
Impacto socioeconômico (u)	INEXISTENTE (Quando não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)	BAIXO (quando existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de	ALTO (quando existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de	-	Alto $u = 8$

	infraestrutura na área afetada da barragem) (4)	infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8).	
			DPA = Σ (r até u) = 25

Fonte: Elaborada pelo autor.

O resultado da classificação da barragem Lancha I quanto ao Dano Potencial Associado é apresentado na Tabela 7.

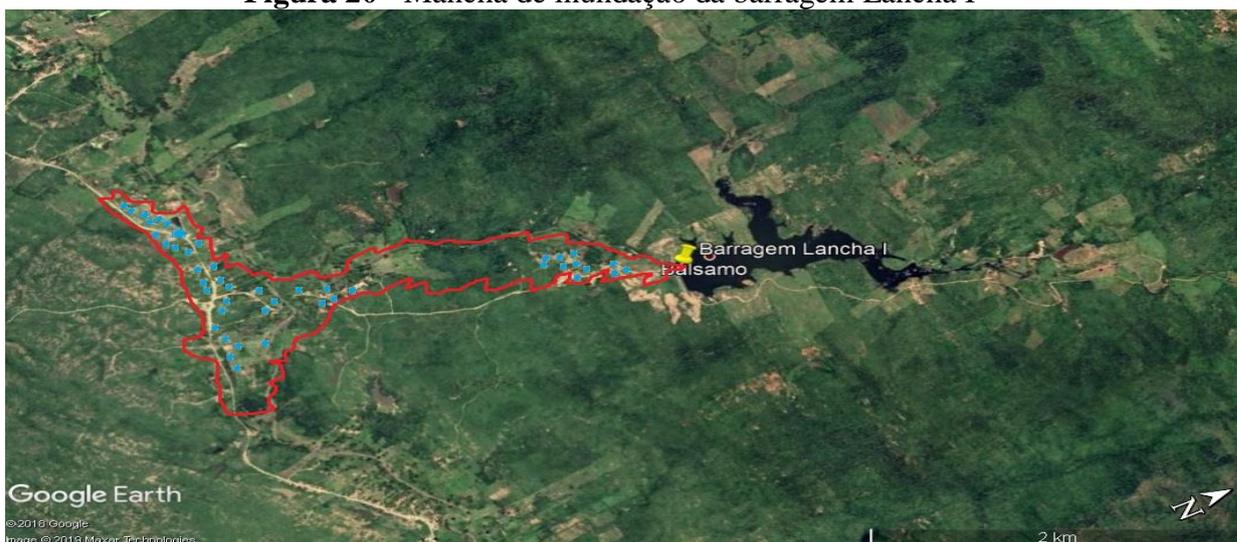
Tabela 7 - Classificação da barragem quanto ao dano

NOME DA BARRAGEM	LANCHA I
NOME DO EMPREENDEDOR	
DATA	05/10/2019
DANO POTENCIAL ASSOCIADO	Pontos
PONTUAÇÃO TOTAL (DPA)	25
CLASSIFICAÇÃO	ALTO

Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com a Figura 20, a inundação da barragem Lancha I, atinge diversas áreas agrícolas, a comunidade em questão e as estradas vicinais. Foi observado também que já nos primeiros metros há identificação de potencial perdas de vidas humanas ou impactos socioeconômicos, devido ao vale de jusante ser bastante aberto, aumentando a expansão da provável onda, e logo depois a mancha atinge uma área mais plana com povoados, casas e estradas.

Figura 20 - Mancha de inundação da barragem Lancha I



Legenda



Contorno da provável mancha de inundação

Casas

Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

5.3 Resultado dos impactos causados pela construção da barragem Lancha I

A construção da barragem Lancha I trouxe vários benefícios inquestionáveis para a região, reduzindo a escassez hídrica, que era o principal problema da comunidade. Porém, a sua construção não trouxe só benefícios, promoveu também impactos com consequências negativas para a população.

5.3.1 Impactos positivos

5.3.1.1 Abastecimento da comunidade Lancha

De acordo com os moradores da região, a comunidade já sofria há muito tempo pela falta de água nas épocas de estiagem, proporcionando a utilização de carros pipas para o local. Depois da construção da barragem, a falta de água na região para beber e desfrutar não é mais um problema, como mostra a Figura 21.

Figura 21 - Comporta aberta da barragem Lancha I



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

5.3.1.2 Irrigação

Com a abundância d'água na comunidade várias famílias se destacaram no mercado de frutas e verduras na cidade, por meio da irrigação. A região promoveu plantações de bananeiras, coqueiros, entre outros produtos, como pode ser visto nas Figuras 22 A, B, respectivamente.

Figura 22 - Plantações de bananais e coqueirais



Fonte: Elaborada pelo autor (2019).

5.3.1.3 Turismo para a comunidade

Por ser o maior açude do município de Aguiar, a comunidade se tornou um ponto turístico para região, promovendo recreação e viagens de barco pelo açude, como atividades

de lazer (Figura 23), com música e pratos de comidas de acordo com a especialidade da região.

Figura 23 - Área de lazer próxima a barragem Lancha I



Fonte: SILVA (2018).

5.3.2 Impactos negativos

5.3.2.1 Deslocamento da comunidade

Com a construção da barragem várias famílias foram deslocadas para outro local, isso gerou um grande problema, porque segundo os moradores da região, as casas eram especiais para eles e eram tudo que tinham. Em consequência foi gerado um conflito na comunidade com os responsáveis técnicos pela construção da barragem. Na qual, alguns moradores não queriam deixar suas residências, mas, com o tempo acabaram cedendo depois de muito diálogo com as autoridades da cidade. A Figura 24 mostra as novas casas das famílias sendo construídas.

Figura 24 - Construção das novas casas da comunidade Lancha I



Fonte: LACERDA (2018).

5.3.2.2 Casas inundadas

Segundo moradores, mesmo depois do deslocamento das famílias para outros lugares mais seguros, muitas outras famílias ficaram nas suas casas próximas à barragem, e que, segundo as autoridades responsáveis estavam seguras naquele local. No entanto, quando a barragem chegou em seu volume máximo, várias casas foram inundadas, causando caos e medo para a população como mostra a Figura 25.

Figura 25 - Casa inundada da comunidade Lancha



Fonte: LACERDA (2018).

Muitas famílias perderam seus bens materiais e ficaram isoladas, e só podiam se locomover por meio de canoas improvisadas como ilustra a Figura 26.

Figura 26 - "Canoa" de bananeira improvisada



Fonte: LACERDA (2018).

6. DISCUSSÃO

Diante dos resultados da classificação de barragem quanto à CR e DPA da Lei 12.334/2010, pode-se obter uma análise satisfatória de acordo com o índice, ao examinar as estruturas da barragem Lancha I do município de Aguiar. Também permitiu uma medida convincente ao avaliar os impactos socioeconômicos positivos e negativos que a mesma trouxe para a região.

Porém, apesar do empreendimento ter sido construído há pouco tempo, já sofre com a desconsideração por parte dos responsáveis legais, com o empreendimento em estado crítico de segurança, na qual colocam-se centenas de moradores em risco. Pois, por questões de procedimentos de operações, reparo, manutenção e fiscalização, a barragem foi incorporada com CR e DPA altos.

Além disso, por falta de estudos técnicos e acompanhamento de um profissional qualificado, a barragem colocou a vida de várias pessoas que moravam as margens do corpo hídrico em risco, e isso ocorreu diante do seu primeiro vertimento, após a sua construção.

A análise da segurança da barragem com CR alta e ao DPA alto, permite identificar quais medidas de acompanhamento, fiscalização e recuperação devem ser tomadas como prioridade. A Categoria de Risco alta indica uma maior atemorização à segurança e por outro lado, o DPA alto indica que as consequências seriam desastrosas caso ocorresse um rompimento. Com isso, a classificação da Barragem Lancha I do município de Aguiar, possibilitou que a população residente, entendesse o nível de exposição ao risco ao qual estão submetidos diariamente.

De acordo com o art. 11 e 12 da Lei 12.334/2010, para melhorar as ações a serem executadas pelo empreendedor, como a identificação e análise das possíveis situações emergenciais, é necessário que a entidade fiscalizadora determine a elaboração do Plano de Ação de Emergência (PAE), em função da Categoria de Risco e Dano Potencial Associado. No qual, irá promover os procedimentos para a identificação do mau funcionamento da barragem, os procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, a indicação do responsável pela ação e o meio de divulgação e alerta para a comunidade potencialmente afetada em caso de emergência

7. CONCLUSÃO

A barragem Lancha I de Aguiar foi classificada de acordo com os critérios estabelecidos pela Resolução N° 143/2012. Os resultados mostrados para classificação da CR, constatou que a barragem apresenta uma categoria de risco alto. Na qual, pode ser explicado pela ausência de informações e sua construção recente referentes as suas características técnicas, resultando assim, em uma pontuação alta para este critério da Resolução.

Além disso, foi observado que o critério estado de conservação, foi o principal responsável para que a barragem apresentasse uma classificação alta. Isso ocorre devido os problemas originados pela falta de manutenção, operação e principalmente pelo crescimento de vegetação nos taludes do reservatório.

Diante dos resultados obtidos para o DPA, foi identificado que a barragem apresenta um dano potencial alto. Este resultado é originado do intenso uso e ocupação do solo à jusante do reservatório, o que é comum no sertão da Paraíba, por se tratar de uma região com escassez de água. Esse fato, resulta no desenvolvimento de cidades e comunidades ocasionado da construção de casas próximas e à jusante da barragem. Na comunidade Lancha I não foi diferente, o que gerou assim, impactos desagradáveis, proporcionando risco às vidas das famílias que moram próximas ao reservatório.

Portanto, recomenda-se que ocorra organização e responsabilidade na gestão dos recursos hídricos e que os órgãos responsáveis pela classificação, mantenham as informações técnicas atualizadas, exigindo as autoridades legais da região, a colocação de um técnico responsável pela conservação e controle da barragem, proporcionando qualidade e êxito nos resultados.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. P. D. O. **Contribuição ao Estudo do Índice de Segurança de Barragens – ISB**. Campinas - SP: UNICAMP, 2014. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, 2014.
- ALBUQUERQUE FILHO, J. L. **Previsão e análise da elevação do lençol freático no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de reservatórios hidrelétricos**. Rio Claro, SP: UNESP, 2002. Tese de Doutorado apresentada a Universidade Estadual Paulista, 2002.
- AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Projetos AS BUILT e Básicos da Barragem Lancha I**. 2016, Paraíba, 2016. 18 p.
- ALMEIDA, A. B. D. Riscos à Jusante de Barragens e Legislação. Lisboa, v. 1, p. 1-23, 2001.
- ANA, Agência Nacional de Águas. **Relatório de Segurança de Barragens**, 2017. Brasília, 2017. 81 p.
- BALBI, D. A. F. **Metodologias para a elaboração de Planos de Ações Emergenciais para Inundações Induzidas por Barragens: Estudo de Caso Barragem de Peti MG**. Belo Horizonte - MG: UFMG, 2008. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- BARBOSA, R. A. F. **Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB**. João Pessoa, PB: UFPB, 2006. Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal da Paraíba, 2006.
- BRASIL. **Lei nº 12.334, de 2010**. Congresso Nacional. Promulgada em 20 de setembro de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12334.htm>. Acesso em 30 de Maio 2019>.
- BRASIL. **Lei nº 6.938, de 1981**. Congresso Nacional. Promulgada em 31 de Agosto de 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em 20 de outubro de 2019.
- CORRADO, P. Considerações sobre a importância das observações visuais na auscultação de barragens. In: **XXV Seminário Nacional de Grandes Barragens**. Salvador, 2003.
- COSTA, W. D. **Geologia de Barragens**. São Paulo: Oficina de Texto, 2014.
- CNRH. **Resolução nº 143**, de 10 de julho de 2012. Brasília.
- DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Barragens do estado da Paraíba**. Brasília, 2017. Disponível em: <<https://www.dnocs.gov.br/~dnocs/doc/canais/barragens/Barragem%20da%20Paraiba/>>. Acesso em: 10 de Agosto de 2019.

FARIAS, A. E. L. **Análise da Classificação quanto à Categoria de Risco e Dano Potencial Associado a Barragens: Estudo de caso de Barragens do Estado do Ceará.** Fortaleza, PB: Unichristus, 2017. Originalmente apresentada como trabalho de conclusão de curso, Centro Universitário Christus – Unichristus, 2017.

FONTENELLE, A. D. S. **Proposta Metodológica de Avaliação de Riscos em Barragens do Nordeste Brasileiro - Estudo de caso: Barragens do Estado do Ceará,** Fortaleza - CE: UFCE, 2007. Tese submetida à Coordenação do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil / Área de Concentração em Recursos Hídricos, da Universidade Federal do Ceará, 2007.

G1 – **Rompimento de barragem em Mariana.** Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2015/11/rompimento-de-barragens-em-mariana-perguntas-e-respostas.html>>. Acesso em 10 de setembro de 2019.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. **Lei nº 7.779,** de 07 de junho de 2005. Paraíba.

GUEDES, C. F. J. **Análise Institucional de Prevenção e Gestão de Desastres de Barragens: Contribuições de Camará.** Bahia BA: UFBA, 2011. Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Universidade Federal da Bahia, 2011.

ICOLD - A International Commission on Large Dams. **Barragens para desenvolvimento humano sustentável.** Paraná, 2008. Disponível em: <http://www.cbdb.org.br/publicacoes/ICOLD_80_YEARS_traducao.pdf>. Acesso em: 20 de Agosto de 2019.

JANSEN, R. B. **Dams and Public Safety.** Washington: Water Resources Technical Publication, 1984.

MACHADO, B.P.; RABELLO, M. Alocação de riscos em contratos EPC de barragens e obras hidrelétricas. **In: Seminário Nacional de Grandes Barragens (SNGB).** Fortaleza, 2001.

MELLO, F. M. D. **A História das Barragens no Brasil Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens.** Rio de Janeiro: CBDB, 2011.

MENESCAL, R. A. **Incertezas, ameaças e medidas preventivas nas fases de vida de uma barragem. A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos,** Brasília, 2005a.

MINAS, G. D. F. T. G. Avaliação dos efeitos e desdobramentos do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana. Governo do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2016.

OLIVEIRA, J. R. de C. **Contribuição para a verificação e controle da segurança de pequenas barragens de terra.** 2008. 263 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

PIMENTEL, R. C. V. **Alternativas de Solução para os Impactos Físicos de Barragens.** São Paulo, SP: EPUSP, 2004. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

PB AGORA – **Rompimento da barragem de Camará**. Paraíba, 2019. Disponível em: <<https://www.pbagora.com.br/noticia/paraiba/14-anos-depois-pb-adora-relembra-desastre-de-camara-e-mpf-instaura-procedimento-para-evitar-que-tragedia-se-repita/>>. Acesso em 22 de Agosto de 2019.

RAMOS, C.M.; MELO, J.F. **Segurança de Barragens: Aspectos hidráulicos e operacionais**, v.2, p 1-19, 1994.

RECLAMATION, B. O. **Design of Small Dams**. 3^a. ed. A Water Resources Technical Publication, 1987.

SAMPAIO, M. V. N. **Segurança de barragens de terra: um relato da experiência do Piauí**. 2014. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Recursos Hídricos) Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SEED, H. B.; DUNCAN, J. M. The Failure of Teton Dam. *Engineering Geology*, v. 24, 1987.

SOUZA, G. J; SILVA, F. C. M. I. **Classificação de Barragem quanto à Categoria de Risco e Dano Potencial Associado – um estudo de caso**. Araruna, PB: UEPB, 2017. Artigo (Graduação) Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual da Paraíba, 2017.

VIANNA, L. F. V. **Metodologia de Análise de Risco Aplicadas em Planos de Ação de Emergência de Barragens: Auxílio ao Processo de Tomada de Decisão**, Belo Horizonte MG: UFMG, 2015. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

WISEU, T.; DE ALMEIRA, B. Gestão do risco nos vales a jusante de barragens. **Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança**, Coimbra, v.1, p 33-42, 2011.