



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

RAMOM FERNANDES RABÊLO

**CARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM CATOLÉ I: ESTUDO SOBRE A
IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA
CIDADE DE MANAÍRA – PB E REGIÕES ADJACENTES**

**ARARUNA
2021**

RAMOM FERNANDES RABÊLO

**CARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM CATOLÉ I: ESTUDO SOBRE A
IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA
CIDADE DE MANAÍRA – PB E REGIÕES ADJACENTES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de 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: Prof. Dra. Maria Adriana de Freitas

**ARARUNA
2021**

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.

R114c Rabelo, Ramom Fernandes.

Caracterização da barragem catolé I [manuscrito] : estudo sobre a importância socioeconômica e de abastecimento de água na cidade de Manaíra – PB e regiões adjacentes / Ramom Fernandes Rabelo. - 2021.

50 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2021.

"Orientação : Profa. Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Abastecimento de água. 2. Escassez de água. 3. Recurso hídrico. I. Título

21. ed. CDD 333.91

RAMOM FERNANDES RABÊLO

CARACTERIZAÇÃO DA BARRAGEM CATOLÉ I: ESTUDO SOBRE A
IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA
CIDADE DE MANAÍRA – PB E REGIÕES ADJACENTES

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

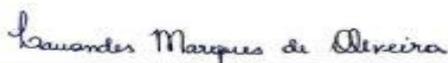
Área de concentração: Recursos Hídricos

Aprovada em 28/07/2021

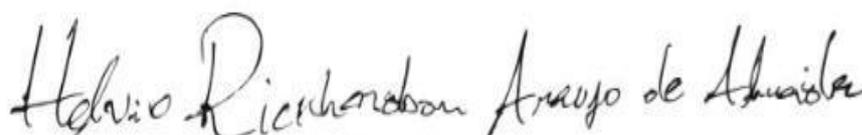
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro. – Orientadora
Universidade Estadual da Paraíba



Prof. Esp. Lauandes Marques de Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba



Engenheiro Civil Hélvio Rickardson Araujo de Almeida
Universidade Estadual da Paraíba

Aos meus pais, irmãos e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força para sempre manter-se firme frente às dificuldades.

A minha mãe Nossa Senhora Aparecida por sempre está presente em todos os momentos.

Aos meus pais, Maria Lúcia e José Fernandes que batalharam muito para que nunca deixasse faltar nada e me ajudaram de todas as formas possíveis.

Agradeço aos meus irmãos Fernanda, Romário e Benjamim por terem me ajudado e terem me dado todo apoio para chegar até aqui.

Agradeço a meus amigos em especial: Hélivio, Joemeson, Elcides, Antônio, Tasso e Gleidson que estiveram comigo em todo período da graduação e a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente.

Agradeço a minha orientadora Prof. Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro por ter me dado todo amparo para realizar meu trabalho, agradeço a alguns professores que proporcionaram um amadurecimento e aprendizado excepcional.

“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do
céu.”

Eclesiastes 3

RESUMO

Tendo em vista que a pesquisa apresenta a caracterização e importância da barragem Catolé I para a cidade de Manaíra - PB e regiões adjacentes, destacando sua atuação no combate à escassez de água da cidade de Manaíra e regiões próximas. Para tanto, é necessário salientar que a construção de barragens proporciona diversos impactos socioeconômicos para a região atingida, gerando consequências positivas e negativas para a população. Realizou-se, então, uma pesquisa através da coleta de dados narrativos, estudando as particularidades e experiências dos moradores da cidade de Manaíra. O material serviu para obtenção de dados descritivos que expressam o que a construção desta obra causou para a população. Foi indispensável para a pesquisa a utilização de informações obtidas a partir da AESA e ANA detalhando as especificações técnicas construtivas da barragem. Diante disso, verifica-se que após a conclusão da barragem houveram mudanças significativas para a população, mudanças essas que impactaram positivamente o desenvolvimento da região. A partir do presente estudo, destacou-se as características da barragem, sua eficiência no combate direto à seca de longos períodos vividos pela população da região, além de gerar renda de famílias da comunidade. Assim, destaca-se que a construção da barragem Catolé I foi de grande importância no combate à escassez de água e beneficiou grandemente a população de Manaíra.

Palavras-Chave: Escassez de água. Impactos Socioeconômicos. Abastecimento de água.

ABSTRACT

Considering that the research presents the characterization and importance of the Catolé I dam for the city of Manaíra - PB and adjacent regions, highlighting its role in combating water scarcity in the city of Manaíra and nearby regions. Therefore, it is necessary to emphasize that the construction of dams provides several socioeconomic impacts for the affected region, generating positive and negative consequences for the population. Then, a research was carried out through the collection of narrative data, studying the particularities and experiences of the inhabitants of the city of Manaíra. The material served to obtain descriptive data that express what the construction of this work caused to the population. It was essential for the research to use information obtained from the AESA and ANA detailing the technical construction specifications of the dam. Therefore, it appears that after the completion of the dam there were significant changes for the population, changes that positively impacted the development of the region. From this study, the characteristics of the dam were highlighted, its efficiency in directly combating the long-term drought experienced by the population of the region, in addition to generating income for families in the community. Therefore, it is noteworthy that the construction of the Catolé I dam was of great importance in combating water scarcity and greatly benefited the population of Manaíra.

Keywords: Scarcity of water. SocioeconomicImpacts. Water Supply.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Semiárido Brasileiro	19
Figura 2 – Barragem de Terra	22
Figura 3 – Barragem de Gravidade de Concreto.....	23
Figura 4 – Barragem de enrocamento.....	24
Figura 5 – Barragem em arco.....	24
Figura 6 – Localização de Manaíra - PB	29
Figura 7 – Barragem Catolé I – Manaíra - PB	30
Figura 8 – Localização do Município de Manaíra	31
Figura 9 – Bacia Piancó-Piranhas-Açu.....	32
Figura 10 – Área da Barragem Catolé.....	33
Figura 11 – Demandas Totais de retirada	35
Figura 12 – Situação das Sedes Urbanas em Relação à Garantia Hídrica	37
Figura 13 – Volume do Açude Jatobá II	38
Figura 14 – Volume do Açude Catolé I - 2014.....	39
Figura 15 – Volume Catolé I - 2021.....	39
Figura 16 – Índice de Qualidade de Água	40
Figura 17 – Vista a Montante da Barragem catolé I	41
Figura 18 _ Plantação as Margens da Barragem Catolé I.....	42
Figura 19 – Chácara Catolé	43
Figura 20 – Vista da barragem	43
Figura 21 – Bares e Restaurantes.....	43
Figura 22 – Armazenamento de Água – Barragem Catolé.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

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

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídrico

CR – Categoria de Risco

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DPA – Dano Potencial Associado

EC - Estado de Conservação

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística

IQA – Índice de Qualidade de Água

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

PNSB - Plano Nacional de Segurança de Barragens

SNISB – Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados Gerais

Tabela 2 – Dados Operativos

Tabela 3 – Dados Estruturais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo Geral.....	17
2.2 Objetivos Específicos	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 A Água no Semiárido	18
3.2 Barragens.....	20
3.3 Tipos de Barragens no Brasil.....	20
3.3.1 <i>Barragem de terra</i>	21
3.3.2 <i>Barragem de gravidade em concreto</i>	22
3.3.3 <i>Barragem de Enrocamento</i>	23
3.3.4 <i>Barragem em Arco</i>	24
3.4 Segurança em barragens.....	25
3.4.1 <i>Impactos Socioambientais Das Barragens</i>	26
3.4.2 <i>Deslocamento da população</i>	26
3.4.3 <i>Inundação da área</i>	26
4. METODOLOGIA	27
4.1 Caracterização da área de estudo	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
5.1 Águas superficiais	32
5.2 Barragem Catolé I.....	33
5.3 Dados da barragem.....	34
5.4 Demandas hídricas e Capacidade do reservatório	35
5.5 Impactos positivos e negativos da barragem Catolé I.....	39
5.5.1 <i>Impactos positivos</i>	40

5.5.1.1 Fonte de água potável e para sistemas de abastecimento	40
5.5.1.2 Aumento do Potencial de Irrigação	41
5.5.1.3 Promoção de novas alternativas econômicas regionais.....	42
5.5.1.4 Construção de chácaras e valorização das áreas no entorno da barragem..	42
5.5.1.5 Construção de Bares e restaurantes	43
5.5.1.6 Armazenamento de água para períodos de seca.....	43
5.5.2 Impactos negativos.....	44
5.5.2.1 Perda de terras férteis e da vegetação.....	44
5.5.2.2 Redução das vazões a jusante do reservatório e aumento em suas variações	45
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 70% da superfície do planeta é composto por água, mas apenas cerca de 2,5% dessa quantidade é de água doce e desse número boa parte encontra-se nos polos, o que torna seu uso impossibilitado momentaneamente (SEMACE, 2010).

De acordo com a Agência Nacional de Águas ANA (2021), no Brasil concentra-se aproximadamente 12% da água doce que escorre superficialmente no mundo. Esses dados não refletem a realidade vivida no país, pois mesmo possuindo as maiores reservas de água doce do mundo, elas estão desigualmente distribuídas pelo território nacional.

“Devido às suas dimensões geográficas e diversidade climática, algumas regiões sofrem graves problemas de escassez de água, como o semiárido nordestino” (BRITO, L. T. de L, *et al.*, 2007, p. 21).

O semiárido nordestino é caracterizado por longos períodos de secas e rios intermitentes, que passam a maior parte do ano sem água. Os açudes são utilizados para armazenar a água para estes períodos de seca, constituindo, portanto, os principais mananciais para esta região (ANA, 2020). Nesse sentido, uma alternativa de combate a escassez de água e muito utilizada nas regiões semiáridas é a construção de barragens.

“Barragem pode ser definida como sendo um elemento estrutural, construída transversalmente à direção de escoamento de um curso d'água, destinada a criação de um reservatório artificial de acumulação de água” (MARAGON, 2004, p. 1).

A implementação de barragens aos longos dos anos vem acarretando o desenvolvimento humano. Além disso, essas construções acabaram criando alternativas contra as necessidades das populações. Porém, nas últimas décadas, essas barragens têm recebido algumas críticas as quais são relacionadas aos impactos ambientais causados e sobre a questão da segurança das barragens.

Nesse contexto é importante destacar alguns impactos causados com as construções desses mananciais, são eles: o deslocamento de comunidades humanas, a ocupação de grandes áreas para a criação dos reservatórios superficiais acaba matando a vegetação, e ainda afeta a fauna desse local. Ademais, problemas ligados

a elaboração de projetos, erros de execução e operação possibilitam um aprofundamento no assunto.

Pelo menos 60 desastres com barragens foram registrados no mundo nos últimos 50 anos. Barragens sem manutenção, mal projetadas e que acabam invariavelmente destruindo a vida e o planeta (BOL, 2019).

No Brasil, a Lei nº 9.433 de 1997, conhecida como a Lei das Águas, é o marco legal da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

A Agência Nacional de Águas (ANA) é o órgão responsável pela implementação dessa política. Segundo a ANA (2020), o mapeamento das massas d'água do Brasil corresponde a uma base de dados elaborada com o propósito de gerar informações para subsidiar ações de planejamento, gestão e regulação dos recursos hídricos em nível nacional e integrar a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

Esse instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 1997, além de outros sistemas, a exemplo do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei nº 12.334 de 2010, do Sistema Federal de Regulação de Usos (REGLA) e do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) (ANA, 2020).

Nesse aspecto, o presente trabalho aponta dados da barragem Catolé I, que representa uma das construções mais importantes da história da cidade de Manaíra localizada no estado da Paraíba, mostrando a sua importância referente à escassez da água e destacando os impactos socioeconômicos e positivos e negativos que a construção da barragem forneceu para a região.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Apresentar a barragem Catolé I, destacando a sua importância para a cidade de Manaíra - PB e regiões adjacentes.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a barragem de Catolé I e destacar sua importância para a região
- Especificar os impactos ambientais e socioeconômicos positivos da barragem Catolé I
- Apresentar os impactos negativos que a construção da barragem trouxe para a região;
- Identificar quais as condições que a barragem apresenta para o município de Manaíra e regiões adjacentes.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A Água no Semiárido

A água é um recurso natural precioso e um bem essencial à vida que a cada dia que passa fica mais escasso e sua disponibilidade acaba sendo prejudicada. Isso ocorre principalmente em regiões semiáridas e áridas e sua disponibilidade, dá-se de maneira desigual em diferentes regiões.

Segundo a SUDENE (2017), o semiárido brasileiro é constituído por uma área que abrange 1.262 municípios localizados nos estados de Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, abrangendo uma população de aproximadamente 27,9 milhões de pessoas. “A precipitação pluviométrica do Semiárido brasileiro é marcada pela variabilidade espaço-temporal, que, associada aos baixos totais anuais sobre a região, resulta na frequente ocorrência de dias sem chuva” (CORREIA, *et al.*, 2011, p. 22).

“Os altos níveis de radiação solar incidente nas áreas de baixas latitudes resultam em elevadas taxas de evapotranspiração, que reduzem a umidade do solo e a quantidade de água armazenada nos reservatórios” (KILL, *et al.*, 2011, p. 26).

A Evapotranspiração é definida como sendo o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água do solo e da vegetação úmida e por transpiração das plantas. A Figura 1 apresenta o semiárido brasileiro.

3.2 Barragens

De acordo com a definição da Resolução Federal CNRH 37/04, barragem é uma “estrutura construída transversalmente em um corpo de água, dotada de mecanismos de controle com a finalidade de obter a elevação do seu nível de água ou de criar um reservatório de acumulação de água ou de regularização de vazões.” São consideradas como barreiras artificiais que formam reservatórios superficiais a partir de grandes quantidades de águas retidas ANA (2014).

Segundo a ANA (2014), as barragens são capazes de auxiliar a geração de energia, com seu acúmulo de água ocorre o aumento da disponibilidade hídrica, regularizam as vazões dos seus cursos de água para fins de navegação, existe o controle de enchentes e secas, fornecem o abastecimento doméstico e industrial, além de proporcionar o lazer para a sociedade e vários outros benefícios.

Desde o início das civilizações, as barragens foram essenciais para o desenvolvimento da humanidade. Nesse sentido, as construções das barragens visavam acima de tudo o combate à escassez de água nos períodos secos (ANA, 2014). Em nível mundial, algumas das barragens mais antigas de que há conhecimento situavam-se, por exemplo, no Egito, Médio Oriente e Índia.

3.3 Tipos de Barragens no Brasil

Ao instruir-se com as técnicas construtivas de barragens, a humanidade encontrou uma forma de melhorar sua relação com a água. Isso possibilita uma melhor qualidade de vida e condições para o crescimento das cidades e aprimorar o desenvolvimento de atividades essenciais, como a agricultura e a pecuária.

Com o tempo, outros usos decorrentes da barragem, como o abastecimento urbano e industrial, a contenção de resíduos industriais e de rejeitos de mineração, a geração hidrelétrica e o controle de enchentes e secas incentivaram a construção de muitas barragens. Por conter grande volume de água, as barragens acumulam uma grande quantidade de energia, que são canalizadas para mover mecanismos que vão de rodas d'água e moinhos a turbina de usina hidrelétrica. Aliás,

a maior parte da energia elétrica produzida no Brasil hoje é proveniente de usinas hidrelétricas, alimentadas por grandes reservatórios de água ANA (2014).

As barragens podem ser de vários tipos e tamanhos: desde pequenas represas para uso localizado, para abastecimento rural e recreação até algumas das maiores e impressionantes estruturas construídas pelo homem, muitas delas aqui no Brasil, como as represas de Paulo Afonso, Itaipu, Sobradinho, entre outras, construídas com vários materiais e técnicas diferentes.

“As barragens podem ser classificadas em diferentes tipos, de acordo com o seu objetivo, seu projeto hidráulico e os tipos de materiais empregados na sua construção” (MARAGON, 2004, p. 2). Nesse véis, podem ser feitas de terra, de rocha, de concreto e de combinações desses materiais. Com relação a este aspecto, as barragens podem ser classificadas em: Barragem de Terra, Barragem de Gravidade em concreto, barragem em arco e barragem de enrocamento. A seguir são apresentados os principais tipos de barragens.

3.3.1 Barragem de terra

A barragem de terra é a mais comum no Brasil, são utilizados desde os tempos antigos, tendo como principal função o armazenamento de água, mas atualmente, são utilizadas para contenção de diversos outros materiais (PINHEIRO, 2019).

Esse tipo de barragem se divide em dois tipos de acordo com os materiais que a estruturam: homogêneo e zonado. As barragens homogêneas são compostas por um único tipo de material, esse material precisa ter uma boa impermeabilidade. Já no caso do tipo zoneado possuem seu núcleo composto por material impermeável. A Figura 2 apresenta uma barragem de terra.

Figura 2 – Barragem de Terra



Fonte: ANA (2019)

3.3.2 Barragem de gravidade em concreto

São barragens que utilizam o próprio peso para manter a sua estabilidade transferindo as cargas recebidas para a sua fundação (PINHEIRO, 2019). Podem ser definidas também como barragens que requerem fundação eficiente e são geralmente construídas em locais onde existe uma restrição de espaço. Sua constituição é de concreto e podem ser construídas com paredes maciças ou vazadas. Sua resistência está na própria parede de concreto que a constituem em relação ao empuxo horizontal da água, assim, transmite as tensões para a fundação. É o tipo de barragem mais resistente e de menor custo de manutenção. Este tipo pode ser adaptado para todos os locais, mas a sua altura é limitada pela resistência das fundações. A Figura 3 apresenta uma barragem de gravidade de concreto.

Figura 3 – Barragem de Gravidade de Concreto



Fonte: ANA (2016)

3.3.3 Barragem de Enrocamento

Consiste em um tipo de barragem em que são utilizados blocos de rocha de tamanhos variáveis, em que na sua face de montante (lado em contato com a água) é adicionada a uma membrana impermeável. O tipo de rocha que deve compor a maior parte da barragem precisa ser resistente.

O custo para a produção de elevadas quantidades de rocha, para a construção desse tipo de barragem, somente é econômico em áreas onde o custo do concreto é elevado ou onde ocorre escassez de materiais terrosos e existi, ainda, excesso de rocha dura e resistente, (Maragon, 2004, p. 5). A Figura 4 apresenta uma barragem de enrocamento.

Figura 4 – Barragem de enrocamento



Fonte: ANA (2016)

3.3.4 Barragem em Arco

São barragens que geralmente são construídas em vales estreitos e com boas condições de ombreiras (laterais do vale onde a barragem se apoia) e necessita de material rochoso adequado e de grande resistência, capaz de suportar os esforços a elas transmitidos. Esse tipo de barragem é pouco comum no Brasil. A Figura 5 apresenta uma barragem em arco.

Figura 5 – Barragem em arco



Fonte: ANA (2016)

3.4 Segurança em barragens

A ruptura de uma barragem pode liberar em segundos uma enorme massa de água causando grandes prejuízos materiais e humanos (AESAs, 2017). O estudo dos acidentes que já aconteceram pelo mundo comprovou que a maior parte aconteceu por falhas humanas. Na verdade, as barragens são seguras, desde que sejam bem planejadas, construídas, mantidas e utilizadas (ANA, 2017).

É essencial regular e fiscalizar essas construções. Ações preventivas de acidentes devem ser realizadas pelos empreendedores, como monitoramento e registros de dados, elaboração de planos de emergência, inspeções e revisões periódicas da segurança, além de solicitar à sua entidade fiscalizadora a outorga ou autorização para o barramento planejado, em projeto, construção ou já existente. É por esta razão que o Brasil possui uma Política Nacional de Segurança de Barragens. A Lei número 12.334/2010 estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria uma série de obrigações ao empreendedor que administra essas estruturas, (ANA, 2017, p.1).

O objetivo da PNSB é criar uma política pública e um sistema de integração entre os diversos órgãos e os diversos entes federativos, no intuito de assegurar a integridade das barragens (FARIAS, 2019).

Em relação à gestão dos recursos hídricos é fundamental para todos os setores da sociedade. Devido a importância da água e a indispensável necessidade de sua preservação, o Brasil criou a ANA, pela lei 9.984 de 2000, com o intuito de se dedicar a cumprir os objetivos e diretrizes da Lei das Águas (Lei 9.433/97).

As atribuições entre várias entidades, como órgãos estaduais de recursos hídricos e de meio ambiente, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), o IBAMA e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A ANA tem um papel central nesse quadro, promovendo a articulação entre órgãos, e coordenando o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Outro importante avanço foi a determinação de que a responsabilidade legal pela segurança das barragens cabe aos empreendedores, públicos e privados, que constroem e exploram cada barragem. A ANA deve fiscalizar as condições de segurança das barragens sob sua jurisdição.

Cabe a ANA também disciplinar a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos de gestão, criados pela Política Nacional de

Recursos Hídricos (PNRH). Dessa forma, seu espectro de regulação ultrapassa os limites das bacias hidrográficas trabalhando em conjunto com os estados e recebendo ajuda de outras instituições e órgãos do poder público, representantes dos usuários e das comunidades, em uma gestão participativa, democrática e descentralizada.

3.4.1 Impactos Socioambientais Das Barragens

As consequências da construção de barragens podem ser consideradas tanto positivas quanto negativas e seus efeitos variam em duração, escala e grau de reversibilidade (VAINER, 2011). A função dos reservatórios é muito diversificada, servem para acumulação e captação de água potável, geração de energia elétrica, reserva de água para agricultura irrigada, produção de biomassa, atividades vinculadas a transportes, recreação e turismo.

Os estudos de impacto ambiental e relatórios de impacto ambiental registram no geral independentes da fase do curso de água. Geralmente, os barramentos e reservatórios são implantados e são apresentados os principais impactos ambientais gerais na bacia hidrográfica. Vale dizer no espaço físico da vida de todas as espécies vegetais e animais, áreas rurais e urbanas e meios físicos em geral como sendo as duas principais ações a seguir:

3.4.2 Deslocamento da população

Deslocamento de populações em escalas variáveis conforme a topologia, mas sempre significando ampla redefinição do sistema hierárquico entre os meios físico, biológico e antrópico do local, que é o geobiossistema da bacia hidrográfica (NAIME, 2012)

3.4.3 Inundação da área

As barragens de abastecimento, irrigação e o controle de cheias enfrentam problemas relacionados às grandes áreas alagadas, devido ao aumento da altura da parede da estrutura. Desse modo, ocorre um alargamento da área alagada que resulta diretamente no prejuízo ao meio ambiente.

4. METODOLOGIA

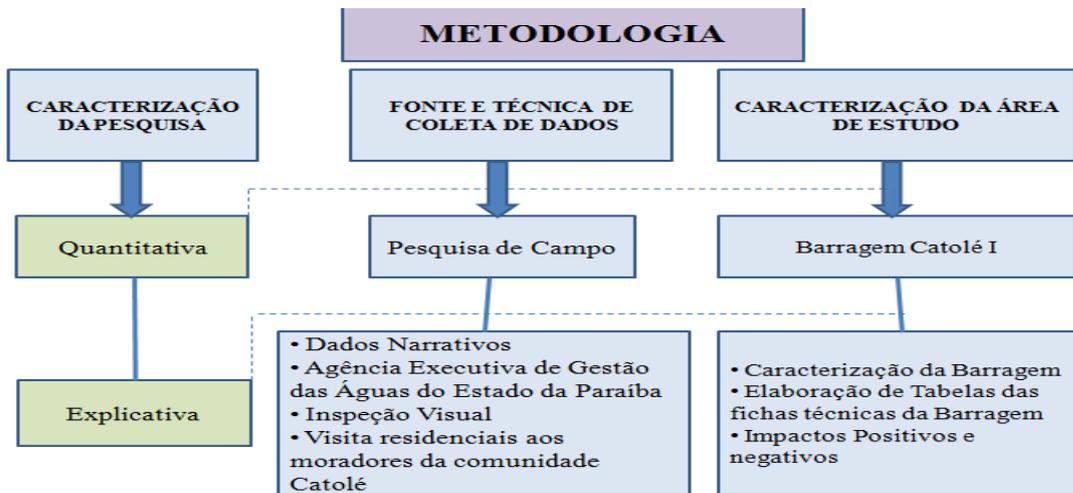
A presente pesquisa busca informar quais os métodos foram utilizados para realizar a pesquisa, onde foram usadas técnicas de coletas de dados e o uso de gráficos, apresentando dados referentes a barragem Catolé I. Esses dados caracterizando o combate à escassez de água da cidade de Manaíra e regiões próximas.

Dessa forma, o presente trabalho aponta as informações de uma das construções mais relevantes da história da cidade de Manaíra, mostrando a sua importância referente à escassez da água e destacando todos os impactos socioeconômicos positivos e negativos que a construção da barragem forneceu para a região.

A pesquisa foi desenvolvida através da coleta de dados narrativos, estudando as particularidades e experiências dos moradores da cidade de Manaíra, livros, jornais e revistas. O material serviu para obter dados descritivos que expressam o que a construção desta obra causou para a população de Manaíra.

Foi imprescindível a utilização dos dados obtidos através da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA), e também da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) mostrando os dados gerais, dados operativos e os dados estruturais da barragem Catolé I.

Fluxograma – Metodologia adotada



Fonte: Autor (2021)

4.1 Caracterização da área de estudo

A barragem Catolé I está localizada no Município de Manaíra – PB. O município se estende por 352,6 km² e conta com 10.759 habitantes de acordo com último censo de 2010 do (IBGE). A densidade demográfica é de 30,32 habitantes por km² no território do município. A Figura 6 apresenta a localização da cidade de Manaíra.

Figura 6 – Localização de Manaíra - PB



Fonte: Diagnóstico do município de Manaíra, 2005 (adaptado)

Em termos climatológicos, o município encontra-se inserido no denominado “Polígono das Secas”, constituindo um tipo semiárido quente e seco, segundo a classificação de Koppen (1956).

De acordo com Mascarenhas (2005) as temperaturas são elevadas durante o dia, amenizando a noite, com variações anuais dentro de um intervalo 23 a 30° C, com ocasionais picos mais elevados, principalmente durante a estação seca. O regime pluviométrico, além de baixo é irregular com médias anuais de 699,4mm/ano e mínimas e máximas de 250,2 e 1715,2 mm/ano, respectivamente. A Figura 7 apresenta a localização da barragem Catolé I.

Figura 7 – Barragem Catolé I – Manaíra - PB



Fonte: Autor (2021)

O município está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2005. Localiza-se vizinho aos municípios de Santa Cruz da Baixa Verde, Curral Velho e São José de Princesa. A cidade de Manaíra se situa a 18 km a Noroeste de Princesa Isabel a maior cidade da região (Figura 8). Situado a 757 metros de altitude, Manaíra tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 7° 41' 53" Sul, Longitude: 38° 8' 55" Oeste.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

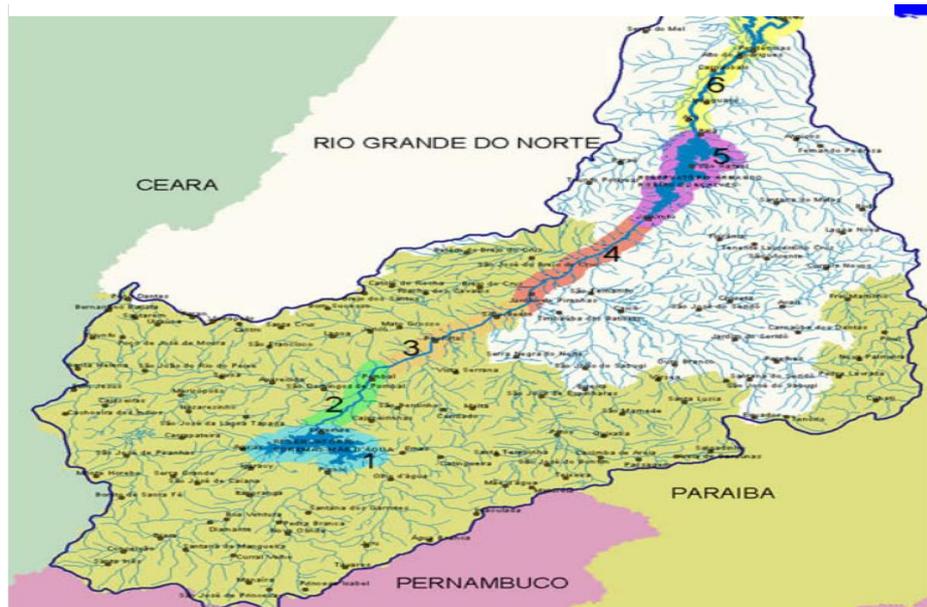
5.1 Águas superficiais

O município de Manaíra encontra-se inserido nos domínios da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu. Além disso, os principais tributários são os riachos: Grande, Germana, do Constantino, Arara e da Mata. O principal corpo de acumulação é a lagoa do Leonard (MASCARENHAS, 2005).

A bacia dos rios Piancó-Piranhas-Açu abrange uma área de aproximadamente 43.000 km², distribuídos entre os estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.

Seus limites são identificados ao norte pela bacia do rio Apodi; a oeste pela bacia do rio Jaguaribe; ao sul pelas bacias dos rios Paraíba e Pajeú (esta última bacia afluente do rio São Francisco); e a leste pelas bacias dos rios Ceará-Mirim, Jacu, Potengi e Trairi. Abrange 147 municípios, sendo 45 municípios no Estado do Rio Grande do Norte e 102 no Estado da Paraíba, e conta com uma população total de 1.363.802 habitantes, tendo 914.343 habitantes (67%) no Estado da Paraíba e 449.459 habitantes (33%) no Rio Grande do Norte (BRAGA *et al*, 2004) Figura 9.

Figura 9 – Bacia Piancó-Piranhas-Açu



Fonte: AESA (2016)

5.2 Barragem Catolé I

A barragem Catolé I encontra-se a aproximadamente 3 km da zona urbana de Manaíra e é um dos maiores reservatórios superficiais da região, possui volume máximo de 10,50 milhões de metros cúbicos de água. Seu volume de água permite manter o consumo dos habitantes da cidade e região próxima, mesmo que ocorram vários anos de estiagem.

O açude Catolé, como é popularmente chamado, é considerado como a principal obra da cidade de Manaíra, pois devido à região ser afetada diretamente com grandes estiagens e, conseqüentemente, escassez de água, visto que o açude minimiza essa escassez por possuir grande reservatório superficial respectivo a sua demanda.

Dessa forma, desde a sua conclusão no ano de 1986, a barragem em contrapartida nunca chegou ao seu volume morto. Assim, vem mantendo o consumo de água de milhares de famílias, além de proporcionar diferentes utilidades para a população de forma direta e indireta. A Figura 10 destaca a barragem Catolé I.

Figura 10 – Área da Barragem Catolé



Fonte: Autor (2021)

5.3 Dados da barragem

A agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba – AESA classificou a barragem Catolé I quanto à Categoria de Risco e Dano Potencial Associado. Nesse sentido, a barragem foi classificada com categoria de risco médio e dano potencial associado alto.

Os dados mostrados através das tabelas abaixo referentes à barragem Catolé I foram obtidos a partir de fichas de resumos fornecidos pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2017). As fichas de resumos mostram detalhes técnicos da barragem relacionados aos dados gerais, dados operativos e dados estruturais. A Tabela 1, 2 e 3 apresentam os dados gerais, dados operativos e dados estruturais da barragem, respectivamente.

Tabela 1 - Dados Gerais

Dados Gerais	
Código ANA	1184
Rio	Riacho Grande
Bacia	Piranhas
Município/ Estado	Manaíra/PB
Latitude	07° 41' 10,29" S
Longitude	38° 10' 36,31" W
Operador	CAGEPA
Proprietário	AESA

Fonte: ANA (2015)

Tabela 2 - Dados Operativos

Dados Operativos	
Área de Drenagem Incremental (km)	133,10
Área de drenagem total	133,10
Volume Máximo	10,50
Volume Mínimo	0,00
Volume Útil	10,50
NA Máximo Operacional	141,50
NA Mínimo Operacional	121,00
Dispositivo de Medição de Nível/ Volume do Reservatório	Réguas Linimétricas
Data de Conclusão (anos)	1986

Fonte: ANA (2015)

Tabela 3 - Dados Estruturais

Dados Estruturais	
Material Barragem Principal	Barragem de Terra
Extensão Barragem Principal (m)*	276,00
Altura Barragem Principal (m)*	25,00
Cota do coroamento Barragem principal	N/D
Tipo do Vertedor Principal (m)	Corte em rocha – Passagem molhada
Cota da Soleira Vertedor Principal (m)*	141,50
Tomada D'água – Abastecimento Demandas	Tubulação de 0,2m de diâmetro; Registro de gaveta de 0,2m de diâmetro; com derivação controlada por outro registro. Operante.
Tomada D'água – Liberação para jusante	Tubulação de 0,2m de diâmetro; Registro de gaveta de 0,2m de diâmetro; com derivação controlada por outro registro. Operante.

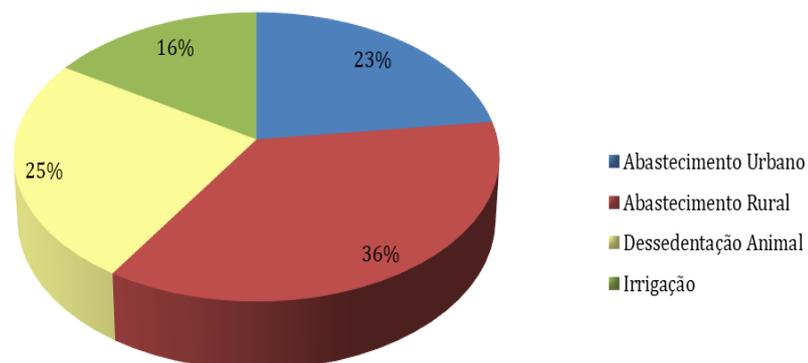
Fonte: ANA (2015)

5.4 Demandas hídricas e Capacidade do reservatório

A barragem Catolé I desde sua conclusão vem seguindo um propósito excelente referente às suas funções e demandas, contribuindo de forma enérgica as necessidades hídricas da cidade de Manaíra e regiões próximas.

A Figura 11 apresenta como funcionam as demandas da barragem, esta figura foi obtida através de um estudo de campo realizado pela ANA em março de 2015.

Figura 11 – Demandas Totais de retirada



Fonte: ANA (2015)

Os tipos de demandas são: o abastecimento humano urbano, abastecimento humano rural, dessedentação animal (onde os animais mitigam a sede

em qualquer local onde se acumula água; pode ser bebedouros, lagos, ribeirões, açudes, etc.) e irrigação. Os cenários de demandas, a curva de aversão ao risco e a figura do perfil do reservatório consideram, além das demandas abastecidas pelo reservatório, uma transferência de 60 l/s de Catolé I para Poço Redondo.

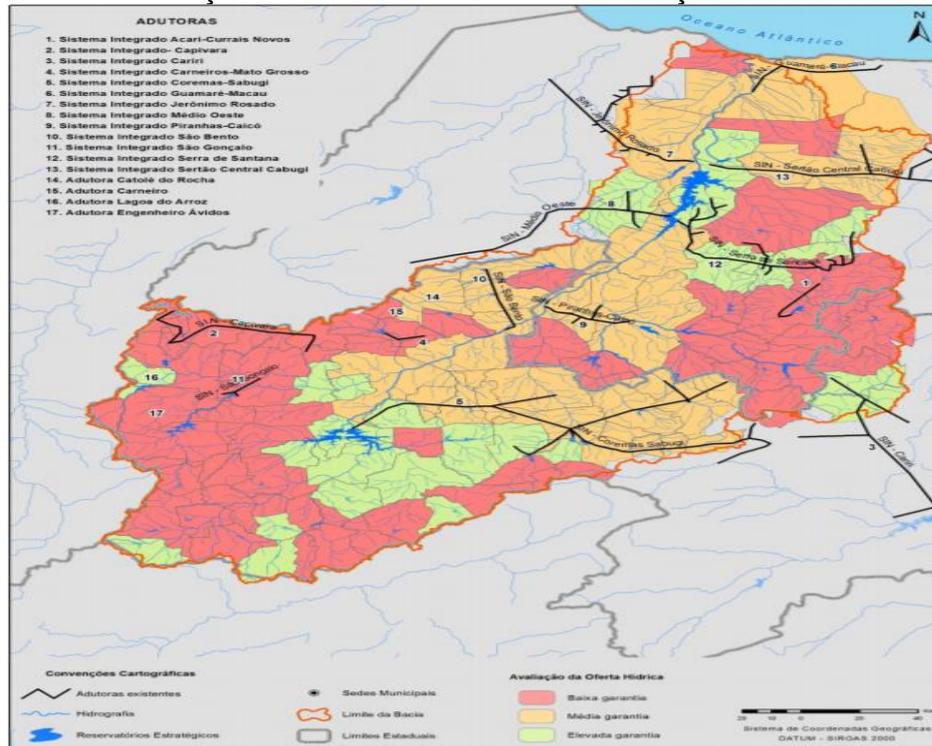
O plano diretor da bacia em que o açude Catolé I está inserido (ANA, 2016) apresenta um balanço hídrico que indica que a demanda outorgada do respectivo açude equivale a 30% da sua capacidade de oferta, com uma excelente garantia hídrica, como é mostrado em anexo.

Dessa forma, a figura 12 mostra avaliação de oferta hídrica segundo o plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu com a seguinte classificação:

- *Baixa garantia hídrica:* sedes em que o estudo do Atlas identificou a necessidade de um novo manancial, ou sede em que, devido aos eventos críticos de seca, o abastecimento de água vem apresentando criticidade no atendimento à população (alerta, racionamento ou colapso);
- *Média garantia hídrica:* sedes em que a captação de abastecimento está localizada em trechos de rios perenizados por açudes;
- *Alta garantia hídrica:* sedes que não apresentaram problema no abastecimento devido à seca; e sedes que segundo o Atlas Brasil foram classificados como satisfatórias ou foi indicada apenas a necessidade de ampliação de unidades do sistema produtor.

A barragem Catolé I destaca-se com alta garantia hídrica, não apresentando problemas no abastecimento devido à seca, mas sim, destacando-se pela sua elevada oferta hídrica. A Figura 12 destaca a avaliação de oferta hídrica.

Figura 12 – Situação das Sedes Urbanas em Relação à Garantia Hídrica



Fonte: ANA (2016)

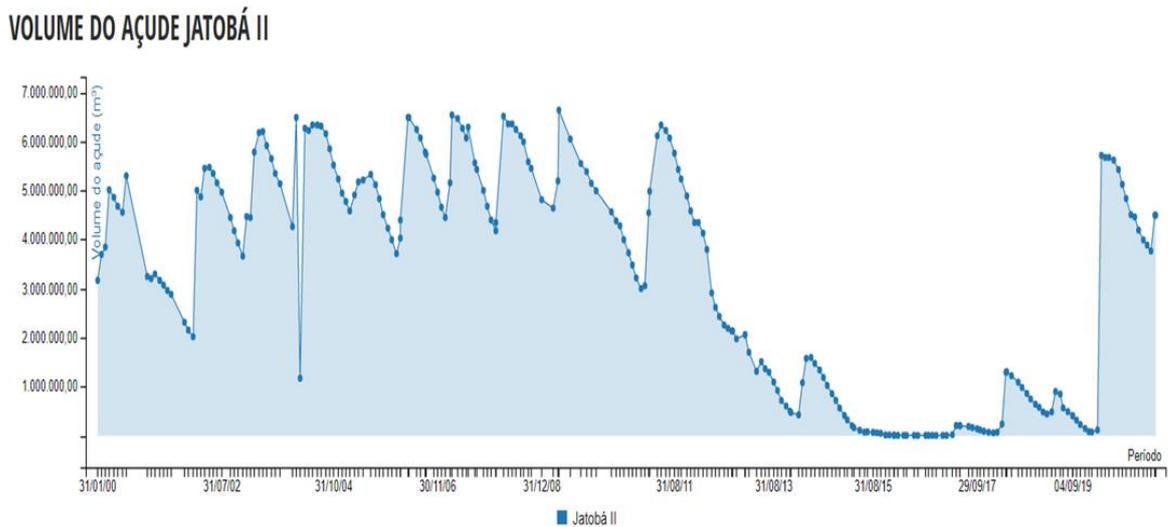
A seca no sertão Paraibano e em todo semiárido brasileiro é um problema histórico, no entanto, a seca que castigou o semiárido entre 2012 a 2017 foi à maior da história. Nesse período a barragem Catolé I, consequentemente, viveu seu período mais crítico em virtude de toda região próxima ter sido assolada pela seca, acarretando um uso desenfreado das suas águas.

Isso ocorreu devido aos reservatórios das cidades mais próximas não suprirem com a demanda necessária da população e, consequentemente, chegando ao seu volume morto, como foi o caso do reservatório Jatobá II da cidade de princesa Isabel, localizada 18 km de distância e uma população de 21,283 habitantes de acordo com último censo de 2010 do IBGE.

Sua capacidade de 5.660.979,47 m³ não foi o bastante para suportar o longo período de estiagem. O gráfico abaixo mostra o volume do reservatório dos últimos 21 anos e destaca uma grande queda a partir de maio 2011 chegando a praticamente a 0 (zero) em maio de 2015 e seguindo assim até março de 2018 quando teve um pequeno aumento em maio de 2018 chegando a 20% do seu volume (AESA, 2021).

Porém, ainda continuou diminuindo seu volume até o início do ano de 2020. A partir de março de 2020 houve um grande aumento do volume chegando ao seu volume máximo no final do mesmo mês. A Figura 13 apresenta o volume do reservatório Jatobá II.

Figura 13 – Volume do Açude Jatobá II



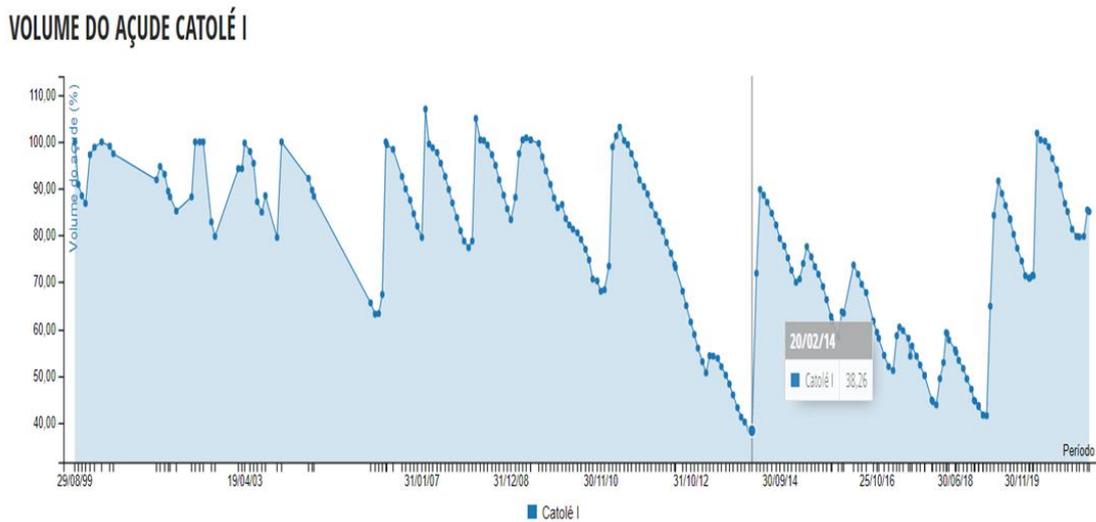
Fonte: AESA (2021)

Foram longos anos de secas com o principal reservatório praticamente seco e inutilizado. Dessa forma, a barragem Catolé I foi imprescindível no combate a escassez de água da cidade de Princesa Isabel e outras cidades que estavam em situações parecidas, como os casos das cidades de São Jose de Princesa e Tavares, além das zonas rurais mais próximas de Manaíra. Essa situação de extrema necessidade ocasionou um uso desenfreado das águas do reservatório manairense, onde diariamente diversos carros-pipas faziam o percurso do açude Catolé.

Nesse contexto, foi feita a utilização das águas da barragem por vários meses sem nenhuma fiscalização presente, foi necessária a retirada para suprir as necessidades de praticamente toda população mais próxima de Manaíra, além do consumo que já existia com o abastecimento de água feito pela CAGEPA. Com isso a barragem Catolé atingiu o menor índice de seu volume de água desde o 1999, quando a AESA começou a notificar os seus volumes, ficando com 38,36% cerca de 4.017.819,60 m³ de seu volume em fevereiro de 2014.

Mesmo com o aumento do seu uso, observa-se que o volume morto nunca foi atingido. A figura 14 destaca o volume de 2014 da barragem Catolé.

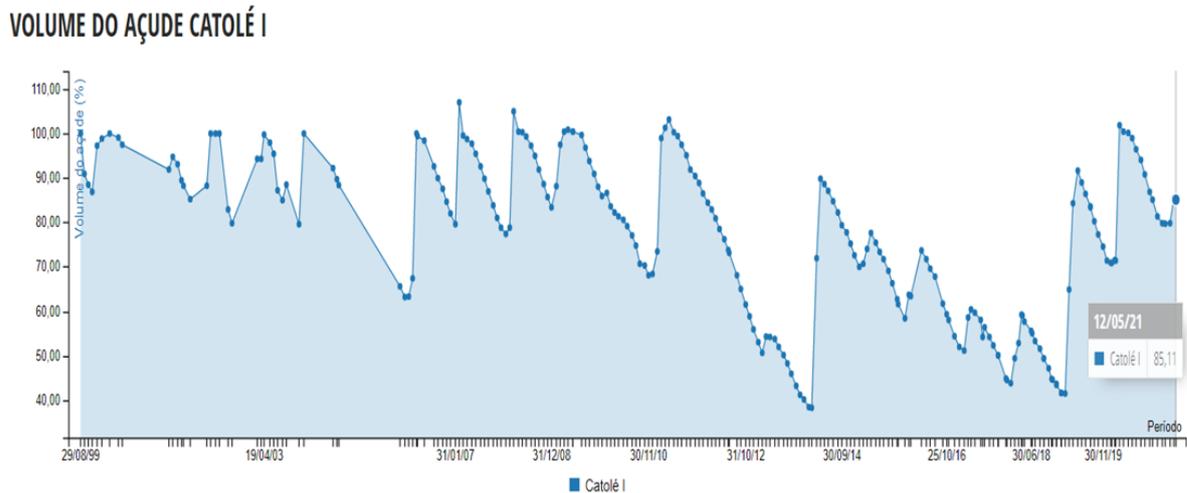
Figura 14 – Volume do Açude Catolé I - 2014



Fonte: AESA (2021).

De acordo com os dados obtidos pela AESA referentes ao mês de maio (2021) o volume da barragem Catolé I é de 85,11%. Desse modo, oferece uma boa segurança hídrica para toda região. A figura 15 destaca o atual volume da barragem catolé I.

Figura 15 – Volume Catolé I - 2021



Fonte: AESA (2021).

5.5 Impactos positivos e negativos da barragem Catolé I

A barragem fornece água para toda cidade por onde a distribuição é através da CAGEPA (Companhia de Água e Esgotos da Paraíba). A figura 17 mostra à vista a montante da barragem Catolé I.

Figura 17 – Vista a Montante da Barragem catolé I



Fonte: Autor (2021)

5.5.1.2 Aumento do Potencial de Irrigação

Com uma grande quantidade de água, as comunidades próximas começaram a investir em plantações nos arredores da barragem. Sendo assim o cultivo de frutas, legumes e verduras, aumentou muito nas comunidades. Dessa forma, foi gerada renda para a comunidade com a venda dos produtos na cidade de Manaíra e para cidades próximas à região. A Figura 18 destaca as plantações nos arredores da barragem.

Figura 18 – Plantação às margens da Barragem Catolé I



Fonte: Autor (2021)

5.5.1.3 Promoção de novas alternativas econômicas regionais

Nos últimos anos surgiram diversas alternativas economicamente inovadoras, pois acarretam ideias bastante lucrativas, as quais vêm gerando um lucro satisfatório, empregos e aumentando a visibilidade da região. As quais podem ser descritas a seguir:

5.5.1.4 Construção de chácaras e valorização das áreas no entorno da barragem

O aluguel de chácaras com piscinas próximas à barragem e com ótimas vistas vem aumentando cada dia mais, pois são construções que surgiram recentemente na região e que vem fazendo sucesso entre os visitantes

Nos últimos anos houve uma supervalorização das propriedades próximas a barragem. Isso ocorre devido à grande visibilidade que a barragem vem tomando, com um aumento muito grande relacionado às construções de chácaras, áreas de lazer e moradias, tornando-se um ponto turístico da cidade Manaíra. As Figuras 19 e 20 apresentam as áreas que se tornaram valorizadas no entorno da barragem.

Figura 19 – Chácara Catolé



Fonte: Autor (2021)

Figura 20 – Vista da barragem



Fonte: Autor (2021)

5.5.1.5 Construção de Bares e restaurantes

Além de vários benefícios já citados sobre a barragem nos últimos anos, a comunidade do Catolé vem se destacando com as construções de bares e restaurante nas proximidades da barragem. Com isso, vem atraindo visitantes que aproveitam a tranquilidade do local e a culinária típica local. A figura 21 destaca algumas dessas construções.

Figura 21 – Bares e Restaurantes



Fonte: Autor (2021)

5.5.1.6 Armazenamento de água para períodos de seca

O armazenamento de água para o período de seca é considerado o principal impacto causado, pois a região do sertão sofre com um grande período de estiagem. Dessa forma, a barragem mantém um volume bastante considerável no período de seca, atendendo às demandas hídricas solicitadas. A Figura 22 destaca o armazenamento do Açude Catolé I.

Figura 22 – Armazenamento de Água – Barragem Catolé



Fonte: Autor (2021)

5.5.2 Impactos negativos

Os impactos negativos causados pela construção de barragens podem ser vários, mas com relação à barragem Catolé I, especificamente, os impactos causados foram mínimos. Isso se deve, principalmente, pela escolha do local da construção, que na época era praticamente sem habitações e com isso não houve danos em residências, e conseqüentemente para os moradores. Segue alguns impactos negativos.

5.5.2.1 Perda de terras férteis e da vegetação

Um dos fatores principais que ocorreram foi a perda de terras férteis e de madeira em virtude das inundações da área. Dessa forma, conforme uma grande área

foi inundada ocasionou que áreas voltadas para plantações e utilizadas como pastagens de animais fossem perdidas, além de acarretar na perda da flora de vários lugares atingidos com as inundações.

5.5.2.2 Redução das vazões a jusante do reservatório e aumento em suas variações

Com a construção da barragem houve uma diminuição muito grande da vazão, ocorrendo alterações hidrológicas a jusante do reservatório, pois em geral a água represada e utilizada a montante passa a se tornar um déficit hídrico a jusante. Dessa maneira, pequenos reservatórios a jusante que tinham variadas utilidades como: irrigação, dessedentação animal acabaram tornando-se efêmeros, ou seja, somente possuíam água no único período específico de precipitação.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa abordou a caracterização e importância da barragem Catolé I para a cidade de Manaíra e regiões adjacentes. Neste trabalho, buscou-se esboçar alguns tópicos de relevante questão, discutindo sobre a influência da construção da barragem. Entre alguns tópicos estão a caracterização e a participação da barragem Catolé I no combate a escassez de água na região, além da apresentação dos impactos ambientais e socioeconômicos positivos e negativos causados pela sua construção.

O levantamento realizado, abordando a questão da baixa precipitação pluviométrica da região e detalhando as principais causas dos longos períodos de estiagem durante o ano, além de destacar o maior período de estiagem já registrado. Nesse contexto, essa pesquisa destaca a construção da barragem e sua utilização como a maior e mais importante obra no combate à escassez de água em Manaíra e região.

Constata-se que o estudo destaca sua utilização da barragem Catolé I, que foi de imprescindível a sua funcionalidade, como principal instrumento no combate a falta de água, principalmente, nos grandes períodos de estiagem que afetam a região, sendo fundamental nesse enfrentamento.

Através da coleta de dados narrativos, estudando as particularidades e experiências dos moradores da cidade de Manaíra e pesquisas feitas pelo autor, foi observado que desde sua conclusão a barragem tem causado vários impactos positivos e negativos, destacando-se uma grande quantidade de benefícios adquiridos desde a sua construção para a população manairense e regiões próximas melhorando a qualidade de vida. Ademais, nos últimos anos vem ocorrendo uma grande exploração das áreas nos arredores da barragem.

Ao se falar sobre a segurança da barragem, deve-se destacar que a barragem possui categoria de risco média que diz respeito aos aspectos da própria barragem que podem influenciar na probabilidade de um acidente. Desse modo, é necessário observar critérios relacionados à qualidade do projeto, integridade da estrutura, estado de conservação, operação e manutenção, buscando prevenir futuros problemas e atender o plano de segurança. Com relação ao dano potencial associado alto, essa avaliação permite identificar quais medidas de acompanhamento, fiscalização e

recuperação devem ser tomadas como prioridade, mantendo assim a barragem segura e eficiente nas suas funções.

A pesquisa partiu da hipótese de que a barragem Catolé I, por boa parte da população da região não tem uma visibilidade correta de sua função essencial para Manaíra e região, havendo um descaso da sua importância por falta de pesquisas e dados referentes à barragem, acarretando a desinformação e o não reconhecimento da relevância dessa obra.

Diante da metodologia proposta, percebe-se que existiram limitações para obtenção de dados sobre a barragem, em virtude de ser uma construção antiga.

Destaca-se, portanto, que a cidade de Manaíra é privilegiada quando se refere à questão hídrica, pois sua elevada garantia hídrica, devido a construção da barragem, Catolé vem assegurando uma tranquilidade nesse quesito, e destacando os inúmeros benefícios que a barragem tem proporcionado para a população de Manaíra e regiões adjacentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba. Paraíba, 2016. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/piranhas-acu/>>. Acesso em: 20 de Fevereiro 2021

ANA, Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. 2020. Brasília, 2020. 118 p.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação: Anexo B / Piancó-Piranhas-Açu**. Brasília. CEDOC/Biblioteca, 2017. p. 140

ANA, Agência Nacional de Águas. **Relatório de Segurança de Barragens**. 2017. Brasília, 2017. 81 p.

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: 15 Junho de 2021

BRASIL, **Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997**. Congresso Nacional. 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. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm >. Acesso em: 15 de junho 2021

BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. cap. 1, p. 13-32

CNRH. **Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012**. Brasília.

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P. et al (Orgs.). A região semiárida brasileira. *In*: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 21-48.

FARIAS, T. Política Nacional de Segurança de Barragens. Conjur. 2019. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2019-fev-09/talden-farias-politica-nacional-seguranca-barragens>> Acesso em: 20 de Março 2021

FUNAAD, Fundação Antônio Antas Diniz. Manaíra, 2009. Disponível em: < www.manaira.net >. Acesso em: 12 de Abril de 2021

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Cidades e Estados. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/manaira.html>> Acesso em: 12 de Abril de 2021

MARAGON, M. **Barragens de terra e enrocamento**. 2004. Notas de aula. Disponível em: < <https://www.ufjf.br/nugeo/files/2017/07/MARAGON-OT-05-Barragens-de-Terra-e-Enrocamento-2018-1.pdf> > 20 de Março de 2021

MASCARENHAS, J. C. *et al* (Orgs.). **Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**: Diagnóstico do Município de Manaíra, Estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

PINHEIRO, I. Barragens na Engenharia: Tipos e Patologias. **InovaCivil**, 2019. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/barragens/>>. Acesso em: 20 de Março de 2021

SANEAMENTO EM PAUTA. A importância das barragens para a sociedade e a comunidade no entorno. **BRK ambiental**. 2020. Disponível em: <<https://blog.brkambiental.com.br/importancia-das-barragens/>> Acesso em: 26 de Junho de 2021

SEMACE, Secretaria do meio ambiente Governo do Estado do Ceará. Ceará, 2010. Disponível em: < <https://www.semace.ce.gov.br/2010/11/12/que-o-nosso-planeta-esta-coberto-por-70-de-agua/> >. Acesso em 12 de Julho de 2021

SILVA, J. L. **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. Paraíba. BSC8/UEPB, 2019. p. 60.

CABRAL, D. M. L. **Diagnóstico do Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário do Município de Manaíra - PB**. Paraíba. UFPB/BC, 2018. p. 54.

SOUSA FILHO, F. A. Recursos hídricos e agenda de tecnologias e inovação no Nordeste. **Parc. Estrat.** Ed. Esp. Brasília - DF. v. 20. n. 41. p. 149-174, 2015.

SUDENE, Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Recife, 2017.
Disponível em: <<http://antigo.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>>. Acesso em:
28 de Junho de 2021.

ANEXO – BALANÇO HÍDRICO

Tabela 26 – Balanço hídrico na bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu

UPH/Açudes	UF	Código	Capacidade de Acumulação (hm ³)	Vazões Regularizadas e Garantias (m ³ /s)			Demandas (m ³ /s)	Balanço (m ³ /s)			Balanço (%)		
				Q99%	Q95%	Q90%		Q99%	Q95%	Q90%	Q99%	Q95%	Q90%
Piancó													
Curema/Mãe-d'Água	PB	PB-001	1.159,0*	9,35	9,98	10,64	6,99	2,36	2,99	3,65	74,7	70,0	65,7
Saco	PB	PB-003	97,5	0,59	0,65	0,67	0,63	-0,04	0,02	0,04	106,1	96,3	93,4
Cachoeira dos Cegos	PB	PB-005	71,8	0,25	0,35	0,37	0,04	0,21	0,31	0,33	16,8	12,0	11,4
Jenipapeiro (Buiú)	PB	PB-006	70,8	0,48	0,56	0,62	0,18	0,30	0,38	0,44	37,7	32,3	29,2
Bruscas	PB	PB-010	38,2	0,29	0,33	0,36	0,19	0,10	0,14	0,17	65,5	57,6	52,8
Condado	PB	PB-011	35,0	0,18	0,20	0,26	1,15	-0,97	-0,95	-0,89	641,1	577,0	443,8
Santa Inês	PB	PB-015	26,1	0,15	0,17	0,19	0,09	0,06	0,08	0,10	57,3	50,6	45,3
Piranhas	PB	PB-017	25,7	0,20	0,22	0,26	0,21	-0,01	0,01	0,05	107,0	97,3	82,3
Queimadas	PB	PB-024	15,6	0,15	0,15	0,17	0,02	0,13	0,13	0,15	13,3	13,3	11,8
Timbaúba	PB	PB-025	15,4	0,13	0,13	0,14	0,12	0,01	0,01	0,02	92,3	92,3	85,7
Bom Jesus II	PB	PB-026	14,2	0,09	0,10	0,13	0,02	0,07	0,08	0,11	24,4	22,0	16,9
Serra Vermelha I	PB	PB-029	11,8	0,07	0,08	0,10	0,04	0,03	0,04	0,06	60,0	52,5	42,0
Cachoeira dos Alves	PB	PB-030	10,6	0,00	0,07	0,11	0,24	-0,24	-0,17	-0,13	N	338,6	215,5
Poço Redondo	PB	PB-033	8,9	0,08	0,12	0,17	0,05	0,03	0,07	0,12	66,3	44,2	31,2
Vazante	PB	PB-035	9,1	0,10	0,12	0,15	0,02	0,08	0,10	0,13	17,0	14,2	11,3
Catolé I	PB	PB-031	10,5	0,09	0,09	0,11	0,03	0,06	0,06	0,08	30,0	30,0	24,5
Alto Piranhas													
Engenheiro Ávidos	PB	PB-002	255	1,61	1,96	2,16	0,33	1,28	1,63	1,83	20,7	17,0	15,4
São Gonçalo	PB	PB-008	44,6	0,67	0,76	0,80	2,38	-1,71	-1,62	-1,58	355,7	313,6	297,9
Sistema Eng. Ávidos + São Gonçalo**	PB		299,6	2,28	2,72	2,96	2,76	-0,484	-0,044	0,196	121	102	93
Bartolomeu I	PB	PB-020	17,6	0,08	0,10	0,12	0,23	-0,15	-0,13	-0,11	291,3	233,0	194,2

Fonte: ANA (2016)