



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DA PARAÍBA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DOS
RECURSOS AMBIENTAIS DO SEMIÁRIDO**

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS E DOS
RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PICUÍ**

THIAGO DA SILVA FARIAS

**PICUÍ – PB
2022**

THIAGO DA SILVA FARIAS

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS E DOS
RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PICUÍ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, do Instituto Federal da Paraíba – Campus Picuí, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de pós-graduado em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido.

ORIENTADORA: PROF^a. DRA. LIDIANE CRISTINA FÉLIX GOMES

**PICUÍ – PB
2022**

Dados Internacionais de Catalogação
Biblioteca – IFPB, Campus Picuí

F224a Farias, Thiago da Silva.

Análise espaço-temporal dos reservatórios superficiais e dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Picuí. / Thiago da Silva Farias. – Picuí, 2022.

69 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização - Gestão em Recursos Ambientais do Semiárido – GRAS) – Instituto Federal de Educação Tecnológica da Paraíba, IFPB – Campus Picuí/Coordenação de Pós Graduação em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, 2022.

Orientador: Dra Lidiane Cristina Félix Gomes.

1. Gestão hídrica. 2. Abastecimento de água. 3. Bacia hidrográfica – rio Picuí. I. Título.

CDU 556

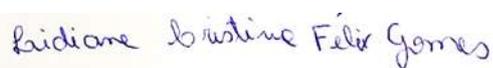
THIAGO DA SILVA FARIAS

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS E DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PICUÍ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido, do Instituto Federal da Paraíba – Campus Picuí, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de pós-graduado em Gestão dos Recursos Ambientais do Semiárido.

Aprovada em: 21/12 /2022

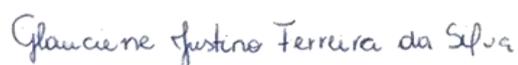
Banca Examinadora



Prof^ª. Dra. Lidiane Cristina Félix Gomes
Orientadora (IFPB)



Prof. Dr. Tadeu Macryne Lima Cruz
Examinador Interno



Prof^ª. Dra. Glauciene Justino Ferreira da Silva
Examinadora Externa

“A água é o princípio de todas as coisas”.

Tales de Mileto

AGRADECIMENTOS

Ao fim de mais uma etapa em minha formação acadêmica, gostaria de agradecer a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão de uma etapa tão importante. Foi uma caminhada bastante enriquecedora, não apenas do ponto de vista acadêmico, mas profissional e pessoal.

Agradeço a Deus por me conceder diariamente o dom da vida, a saúde e todas as coisas que tem acontecido em minha vida, entre elas a conclusão desse curso e, sobretudo, me dando o que é básico e fundamental para a minha vivência.

Agradeço ao Instituto Federal da Paraíba, em especial ao campus Picuí. Foi um desejo voltar ao IFPB, e essa volta teria que ser pelo campus do município que me acolheu e foi importante na construção de minha vida, onde sempre busco estar próximo e o reflexo disso tem sido os estudos que tenho desenvolvido. Infelizmente, por conta da pandemia da COVID-19, essa volta não foi da maneira que gostaria, mas vencemos esse período tão difícil. Agradeço a instituição pelo ensino público, gratuito e de excelência que só as Instituições Públicas de Ensino podem oferecer, principalmente a rede dos Institutos Federais que tem uma marca indelével em minha vida. Agradeço aos professores e todos funcionários que fazem deste instituto a referência que é.

Agradeço imensamente a minha orientadora, a professora Lidiane Gomes, por toda a orientação, pelo acompanhamento, ensinamentos, incentivos e pela paciência nos momentos em que a rotina e o volume de trabalhos acabaram por dificultar o andamento e o desenvolvimento deste trabalho. A sua parceria e compreensão foram fundamentais, muito obrigado.

Agradeço também aos professores que fizeram parte da banca avaliadora deste trabalho, a professora Glauciene Lima e o professor Tadeu Macryne. As suas análises e recomendações foram bastante enriquecedoras, ajudando na melhoria deste trabalho e na indicação de trabalhos futuros.

Agradeço aos meus colegas e amigos, por toda amizade, pelos momentos de descontração, alegria, de ajuda e de companheirismo. Esses momentos são importantíssimos e saibam que sou imensamente grato e sempre serei um ombro e mão amiga para vocês.

Por fim, e mais importante, gostaria de agradecer a minha família. Aos meus pais, Silvio e Suzana, por todo o amor, confiança e estímulo que vocês sempre me deram. A Fernanda, por todo amor, motivação e suporte. As minhas irmãs (Thainá, Sarah, Sophia e Letícia), meu amor e carinho imensurável. Aos meus avôs e avós, tios e tias, primos e primas e demais familiares que verdadeiramente torcem por mim. A Elda, minha companheira de vida, obrigado por estar sempre comigo, por partilhar os sonhos, planos e vida junto a mim, amo você.

A minha gratidão a cada um que faz parte dessa conquista, ela nunca será apenas de uma pessoa, mas de todos que fazem parte de minha história!

RESUMO

As terras secas são regiões que têm como a principal característica o quadro de escassez hídrica na formação e dinâmica de suas paisagens. O Semiárido brasileiro (SAB) constitui-se como uma das maiores regiões semiáridas do planeta e uma das mais povoadas, no qual historicamente foram criadas diversas políticas públicas com o enfoque voltado para a questão hídrica e as secas, fenômeno característico e recorrente na região. É no SAB que está localizada a Bacia Hidrográfica do Rio Picuí (BHRP), onde residem pouco mais de 20 mil habitantes, em uma das zonas mais secas do Brasil, devido as configurações climáticas e geológicas. É diante desse contexto, que inúmeras obras hídricas, principalmente a construção de açudes, possibilitando a captação e estocagem de água na região. Desse modo, o objetivo deste estudo foi realizar uma análise espaço-temporal a respeito da construção de obras hídricas, em especial dos açudes, ao longo da bacia hidrográfica do rio Picuí, com o intuito de investigar os impactos desses mananciais na captação e disponibilidade dos recursos hídricos na região. A metodologia empregada neste trabalho foi a Análise Espacial, pautada na abordagem Interdisciplinar. Para isso, foram utilizados dados secundários da Agência Executiva de Gestão de Águas, referentes aos aspectos que compõem o quadro natural e dos recursos hídricos. Os dados acerca dos reservatórios de pequeno e médio porte foram identificados e vetorizados por meio das imagens de satélites disponibilizadas gratuitamente pelo *software Google Earth Pro*, segundo a metodologia desenvolvida pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Água e Território. Por fim, foram realizadas visitas *in loco* para a obtenção de registro fotográficos que auxiliaram na discussão. Os resultados deste estudo apontam que foram identificados e vetorizados um total de 331 corpos hídricos ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí para o ano de 2002. Já para o ano de 2022, foram identificados 950 corpos hídricos ao longo de todo o território da BHRP. No intervalo de 20 anos, a quantidade de reservatórios na região quase triplicou, alcançando um crescimento percentual de 187%, sendo predominante os de pequeno e médio porte. Os resultados destacam a evolução no quantitativo dos recursos hídricos superficiais, sendo estes provenientes de duas principais questões: como consequência da atuação de políticas públicas de convivência com o semiárido ou relacionado à variabilidade climática, especialmente no aspecto da pluviosidade na região, onde o poder público buscou alternativas para proporcionar o acesso à água para a população local.

Palavras-Chave: Abastecimento de Água; Açude; Bacia Hidrográfica do Rio Picuí; Estiagem e Seca.

ABSTRACT

The dry lands are regions whose main feature is water scarcity in the formation and dynamics of their landscapes. The Brazilian semi-arid region (SAB) is one of the largest semi-arid regions on the planet and one of the most populated, in which several public policies have historically been created with a focus on the water issue and droughts, a characteristic and recurrent phenomenon in the region. It is in the SAB that the Picuí River Basin (BHRP) is located, where just over 20 thousand inhabitants reside, in one of the driest areas of Brazil, due to the climatic and geological configurations. Thus, the objective of this study was to carry out a space-time analysis regarding the construction of water works, especially the dams, along the Picuí river basin, with the aim of investigating the impacts of these sources on the capture and availability of water resources in the region. The methodology used in this work was the Spatial Analysis, based on the Interdisciplinary approach. For this, secondary data from the Water Management Executive Agency were used, referring to the aspects that make up the natural framework and water resources. Data about small and medium-sized reservoirs were identified and vectorized using satellite images made available free of charge by Google Earth Pro software, according to the methodology developed by the Group for Studies and Research on Water and Territory. Finally, on-site visits were made to obtain photographic records that helped in the discussion. The results of this study indicate that a total of 331 water bodies along the Picuí River Basin were identified and vectorized for the year 2002. As for the year 2022, 950 water bodies were identified throughout the BHRP territory. In the span of 20 years, the number of reservoirs in the region almost tripled, reaching a percentage growth of 187%, with a predominance of small and medium-sized ones. The results highlight the evolution in the quantity of surface water resources, which come from two main issues: as a result of the performance of public policies for coexistence with the semi-arid region or related to climate variability, especially in the aspect of rainfall in the region, where the public power sought alternatives to provide access to water for the local population.

Keywords: Water Supply; Weir; Picuí's River Hydrographic Basin; Dry and Drought.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização e extensão territorial do Semiárido brasileiro.	24
Figura 2: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí.	37
Figura 3: Mapa Hipsométrico (Relevo) da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí.	38
Figura 4: Mapa Hidrográfico da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí.	39
Figura 5: Geologia e Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí.	41
Figura 6: Identificação e Mapeamento dos Corpos Hídricos pelo <i>Google Earth Pro</i>	44
Figura 7: Mapa da Espacialização dos Corpos Hídricos da BHRP em 2002.	46
Figura 8: Mapa da Espacialização dos Corpos Hídricos da BHRP em 2022.	48
Figura 9: Exemplos de tecnologias de proporcionam a existência de corpos hídricos, promovidas pelo Programa Uma Terra, Duas Águas: A) Tanque de Pedra; B) Barreiro Trincheira; C) Barraginha e D) Pequeno Açude.	50
Figura 10: Imagem de Satélite do dia 15/08/2010 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí.	51
Figura 11: Imagem de Satélite do dia 06/06/2019 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí.	52
Figura 12: Imagem de Satélite do dia 15/08/2010 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí.	53
Figura 13: Imagem de Satélite do dia 06/06/2019 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí.	53
Figura 14: Imagem de Satélite do dia 06/09/2021 da superfície do Atual Açude do Gravatá, no Médio Curso da Bacia do Rio Picuí.	55
Figura 15: Imagem de Satélite do dia 26/06/2021 da superfície do Atual Açude do Gravatá, no Médio Curso da Bacia do Rio Picuí.	55
Figura 16: Histórico do Açude Caraiibeiras conforme as Imagens de Satélites disponíveis no <i>Google Earth Pro</i> (2001-2020).	57

Figura 17: Açude Várzea Grande em Picuí, em um dos seus Menores Níveis de Armazenamento em 05/03/2019 (A) e 06/06/2019 (B).....	59
Figura 18: Histórico do Açude Várzea Grande conforme as Imagens de Satélites disponíveis no <i>Google Earth Pro</i> (2001-2020).	60
Figura 19: Mapa de Evolução do Uso e Cobertura da Terra da BHRP (2000-2020).....	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Pluviometria Mensal Média do Município de Frei Martinho.	42
Gráfico 2: Pluviometria Mensal Média do Município de Picuí.....	42
Gráfico 3: Evolução dos Volumes Registrados no Açude Caraibeiras (2005-2022).	56
Gráfico 4: Evolução dos Volumes Registrados no Açude Várzea Grande (2000-2022).	59
Gráfico 5: Pluviometria Anual do Município de Frei Martinho (1996-2021).....	62
Gráfico 6: Pluviometria Anual do Município de Picuí (1994-2021).....	63

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
ASA	Articulação do Semiárido Brasileiro
ASPTA	Agricultura Familiar e Agroecologia
BRHP	Bacia Hidrográfica do Rio Picuí
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
CONDEL	Conselho Deliberativo da SUDENE
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	<i>El Niño</i> Oscilação Sul
GEPAT	Grupo de Estudos e Pesquisa em Água e Território
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
IOCS	Inspetoria de Obras Contra a Seca
IRPAA	Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada
LEGAT	Laboratório de Estudos em Gestão de Água e Território
MCID	Ministério das Cidades
MI	Ministério da Integração Nacional

P1 + 2	Programa Uma Terra, Duas Águas
P1MC	Programa Um Milhão de Cisternas
PAT	Programa Água para Todos
PERH-PB	Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba
PROEXT	Programa de Extensão Universitária
PSIF	Programa de Integração do Rio São Francisco
SAB	Semiárido Brasileiro
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TSH	Tecnologia Social Hídrica
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. PROBLEMÁTICA.....	17
3. JUSTIFICATIVA.....	19
4. OBJETIVOS.....	21
5. REFERENCIAL TEÓRICO	22
5.1. FORMAÇÃO TERRITORIAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	22
5.2. OS ASPECTOS E A DINÂMICA NATURAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO...25	
5.3. A OCUPAÇÃO E A ATUAÇÃO DO ESTADO NAS POLÍTICAS DE ÁGUA E SECA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	29
5.4. A AÇUDAGEM E OS IMPACTOS NA DINÂMICA FLUVIAL.....	34
6. METODOLOGIA	36
6.1. ÁREA DE ESTUDO	36
6.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

A água constitui-se como um dos elementos e recursos naturais mais vitais para o planeta. A importância da água reside no fato dela garantir o fomento à vida e promover o equilíbrio ambiental e das relações ecossistêmicas. Isso se evidencia em razão de não apenas possibilitar a existência de habitats onde diversas espécies vivem, mas também por fazer parte da composição dos seres vivos.

Com relação à humanidade, a água sempre foi fundamental para as civilizações e os seus desenvolvimentos durante a história. Os humanos primitivos sempre buscaram ocupar espaços onde tivessem a oferta de água que pudesse atender as suas necessidades básicas. Isso se mantém quando há a mudança de hábito, passando do nomadismo para a fixação dos primeiros conglomerados, os quais futuramente originariam as primeiras cidades. Essa nova forma de vivência estava assentada em locais que fornecessem não apenas terras férteis para o desenvolvimento da agricultura, mas principalmente a disponibilidade de água.

Na sociedade moderna urbano-industrial, a água ganha ainda mais relevância, tendo em vista que as principais atividades econômicas (como a agricultura, a indústria e a pesca) demandam não apenas grandes quantidades e disponibilidade desse recurso natural, mas também que este se apresente em boa qualidade. Essas condicionantes têm como objetivo garantir e estimular o desenvolvimento das atividades econômicas, assim como proporcionar o bem-estar da população por meio de ações como abastecimento de água nos centros urbanos e nas comunidades rurais.

A presença e a distribuição de água no espaço mundial acontece de forma irregular em razão das características físico-naturais de cada região. No entanto, alguns fatores têm elevado a pressão acerca dos recursos hídricos. Conforme o Programa Mundial de Avaliação de Água das Nações Unidas (WWAP, 2018), a demanda e a necessidade por água têm se acentuado cada vez mais em função do crescimento demográfico e da intensificação das atividades econômicas, quadro que tem se agravado pelas alterações nos padrões de consumo.

Outro aspecto que intensifica e piora a situação é o atual contexto de mudanças climáticas do planeta. De acordo com a WWAP (2020), as alterações climáticas agravarão a escassez hídrica não apenas nas regiões em que naturalmente apresentam paisagens e características de seca, mas também até mesmo nas regiões onde há uma abundância de água em seus ambientes.

No Brasil, uma das regiões que apresenta características de seca e que pode ter essa condição agravada é o Semiárido brasileiro. Com uma área de 1.322.680 km², esse território

compreende os nove estados da região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe) e dois estados do Sudeste (norte de Minas Gerais e do Espírito Santo), onde residem mais de 31 milhões de pessoas, distribuídas por 1.427 municípios (BRASIL, 2021).

Ao longo da história, desde o início de sua ocupação, essa região sempre apresentou fenômenos climatológicos como as estiagens e as secas, de maneira intensa e recorrente e que acentuam a questão hídrica, sobretudo no que diz respeito aos aspectos da disponibilidade e qualidade. Em virtude desse quadro, o Estado brasileiro vem, historicamente, executando diversas políticas públicas que buscam garantir o acesso à água por parte da população local e proporcionar o desenvolvimento regional.

Dentre as ações com enfoque nos recursos hídricos, destaca-se a política de açudagem. Essa política vem sendo aplicada desde o início da institucionalização das políticas hídricas pelo Estado brasileiro, iniciada após a seca de 1877-79. Conforme Cirilo (2008), a acumulação de água em açudes tem sido feita sob duas formas: a primeira, por meio da construção de grandes reservatórios, com capacidade de regularização plurianual, em bacias hidrográficas de maior porte; a segunda, por meio da construção de pequenos e médios açudes espalhados ao longo da região.

Diante disso, foi realizado um estudo que proporcionasse a execução de uma análise espaço-temporal a respeito da construção de obras hídricas, em especial dos açudes, ao longo da bacia hidrográfica do rio Picuí, com o intuito de investigar os impactos desses mananciais na captação e disponibilidade dos recursos hídricos na região.

2. PROBLEMÁTICA

Conforme evidenciado anteriormente, aspectos relacionados à questão da água, como o acesso e a disponibilidade, são fatores fundamentais para a sociedade. Isso se torna mais evidente e essencial sobretudo para as regiões onde naturalmente há uma escassez hídrica em seus ambientes, despertando uma maior atenção por parte das populações locais.

As regiões que apresentam poucos recursos hídricos são conhecidas como terras secas e correspondem a mais de 40% da cobertura terrestre, onde vivem mais de 2,1 bilhões de pessoas (BLACK, 2016). Ainda de acordo com Black (*Op. cit.*), o atual processo de mudanças climáticas irá impactar diretamente essas regiões, influenciando em aspectos como a diminuição das chuvas, além da intensificação de eventos como as estiagens e as secas, o crescimento da temperatura, da evaporação e da evapotranspiração, interferindo na disponibilidade de água nessas regiões.

Um dos eventos que corresponde a esse processo de intensificação dos fenômenos climatológicos foi a seca de 2012-2016, que incidiu não apenas no Semiárido brasileiro, mas também nas regiões adjacentes. De acordo com De Nys *et al.* (2016) e Buriti e Barbosa (2018), essa última seca configura-se como uma das maiores e mais intensas registradas no país, ocasionando profundos impactos em aspectos socioeconômicos e ambientais, dentre eles a drástica redução dos níveis de água armazenada nos reservatórios regionais.

Outro fator que impacta diretamente na questão dos recursos hídricos, principalmente no aspecto da captação de água por parte dos maiores e principais açudes da região, responsáveis pelo abastecimento público de água, é a falta de fiscalização e o aumento de pequenos e médios açudes, muitas vezes construídos sem a autorização ou o conhecimento dos órgãos responsáveis.

Perante esse cenário, a gestão dos recursos hídricos tem se tornado cada vez mais importante, principalmente com a utilização das geotecnologias e da análise espacial. Essas ferramentas auxiliam na identificação dos objetos naturais e artificiais que compõem a paisagem regional, bem como as consequências das interações sociedade e natureza.

Diante disso, interrogamos o seguinte: as questões relacionadas à disponibilidade de água, em especial do açude Várzea Grande (principal reservatório da bacia hidrográfica do rio Picuí), são consequência da intensificação de fenômenos de ordem climatológica que afetam o regime de chuva a nível regional? Ou, ainda, tais questões são resultado dos processos provenientes das modificações antrópicas realizadas ao longo das áreas de captação a montante do reservatório?

Apresentamos, a seguir, a justificativa desta pesquisa.

3. JUSTIFICATIVA

O Semiárido brasileiro, principalmente a área pertencente ao Nordeste, é frequentemente retratado como uma região de baixo desenvolvimento econômico e de grandes desigualdades sociais, de modo que o quadro de escassez hídrica (oriunda de fenômenos como a estiagem e a seca, por exemplo) é apontado como uma das principais responsáveis por essa situação.

A Paraíba, sobretudo o Semiárido paraibano, onde está situado o Seridó paraibano e a bacia hidrográfica do rio Picuí, necessitam criar e fortalecer os mecanismos de gestão dos recursos hídricos, com o objetivo de proporcionar a criação de uma verdadeira “Governança das Águas”. Essa necessidade se torna ainda mais urgente após o início da operacionalização do Programa de Integração do Rio São Francisco (PSIF) (transposição), seja em função das águas transpostas por esse projeto, ou mesmo pelas águas próprias de seu território.

Apesar do Seridó paraibano e, conseqüentemente, a bacia hidrográfica do rio Picuí não estarem sob a área de influência direta da Transposição do São Francisco, existem projetos de transferência de bacias, por meio de redes de adutoras, que trarão as águas do PSIF para a região. O Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba (PERH-PB) (AESA, 2006), já apresentava diversas obras hidráulicas realizadas, em execução ou em planejamento, em consonância com o PSIF, que teriam suas funcionalidades e ampliações mediante a conclusão desse projeto.

Dentre essas está o Sistema Adutor Transparaíba, um projeto de transposição hídrica por meio de uma rede de adutoras responsáveis pela transferência, pela distribuição e pelo abastecimento de água, que tem como principal manancial de captação o açude Epitácio Pessoa, em Boqueirão, para os municípios do Cariri e, principalmente, do Seridó e Curimataú paraibano.

O fato é que a faixa central da Paraíba, que compreende as regiões do Cariri, Seridó (área de estudo) e Curimataú apresenta-se como uma das mais vulneráveis do ponto de vista dos recursos hídricos, seja por fatores climáticos ou do ambiente físico-natural. De acordo com Nimer (1979), a porção central do estado caracteriza-se como uma das mais secas do país. Essa condição ocorre em função da localização topográfica, a sotavento do Planalto da Borborema, bem como em decorrência da atuação dos sistemas atmosféricos, os quais têm essa região como ponto final de suas atuações. Do ponto de vista físico-natural, conforme a AESA (2006), a região é, em sua quase totalidade, composta pelo substrato geológico cristalino,

formado por rochas ígneas e metamórficas com pouca capacidade de formação de reservas subterrâneas.

Diante disso, esta pesquisa buscou diagnosticar, por meio das geotecnologias, os fatores relacionados à disponibilidade hídrica na região, bem como a evolução das obras hídricas, em especial os reservatórios. Além dos fatores acima destacados, as razões em defesa da realização deste estudo estão ligadas ao fato da região apresentar uma situação crônica de insegurança hídrica e de recarga insuficiente dos reservatórios regionais, o que acarreta o seguinte questionamento: Seria esse quadro resultado da falta de infraestrutura hídrica robusta e integrada, das interferências da sociedade nas áreas de captação da bacia hidrográfica ou resultado dos fenômenos climáticos?

4. OBJETIVOS

Diante do exposto, o objetivo geral deste estudo é realizar uma análise espaço-temporal a respeito da construção de obras hídricas, em especial dos açudes, ao longo da bacia hidrográfica do rio Picuí, com o intuito de investigar os impactos desses mananciais na captação e disponibilidade dos recursos hídricos na região.

- Identificar e espacializar os açudes, dos mais variados tamanhos, presentes na bacia hidrográfica do rio Picuí;
- Avaliar a evolução espaço-temporal (2000-2022) da construção dos reservatórios de captação hídrica;
- Identificar e avaliar os impactos dos eventos climatológicos, como as estiagens e secas nos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Picuí.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. FORMAÇÃO TERRITORIAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

As primeiras concepções a respeito do território que se tornaria o atual Semiárido brasileiro são provenientes da primeira metade do século XIX, fruto do povoamento e da interiorização dos sertões. Esse processo se consolida no início do século XX, em duas etapas: a primeira, com a institucionalização das ações de combate aos efeitos da seca, por meio da criação, em 1909, da Inspetoria de Obras Contra a Seca (IOCS); a segunda, com a primeira delimitação territorial daquilo que, no futuro, se tornaria o Semiárido brasileiro.

Buriti e Barbosa (2018) destacam que os primeiros estudos e levantamentos científicos na região, iniciados no século XIX, tinham como objetivo identificar as características e a dinâmica natural, buscando compreender as causas que tornavam o interior nordestino mais seco e vulnerável aos efeitos das estiagens e secas. É apenas na década de 30 do século XX, após algumas secas históricas na região, que o Estado brasileiro realiza a primeira concepção oficial daquilo que futuramente se tornaria o atual Semiárido brasileiro. A Lei nº 175, de 7 de janeiro de 1936 (BRASIL, 1936), foi a responsável pela criação e pela demarcação territorial do “Polígono das Secas”.

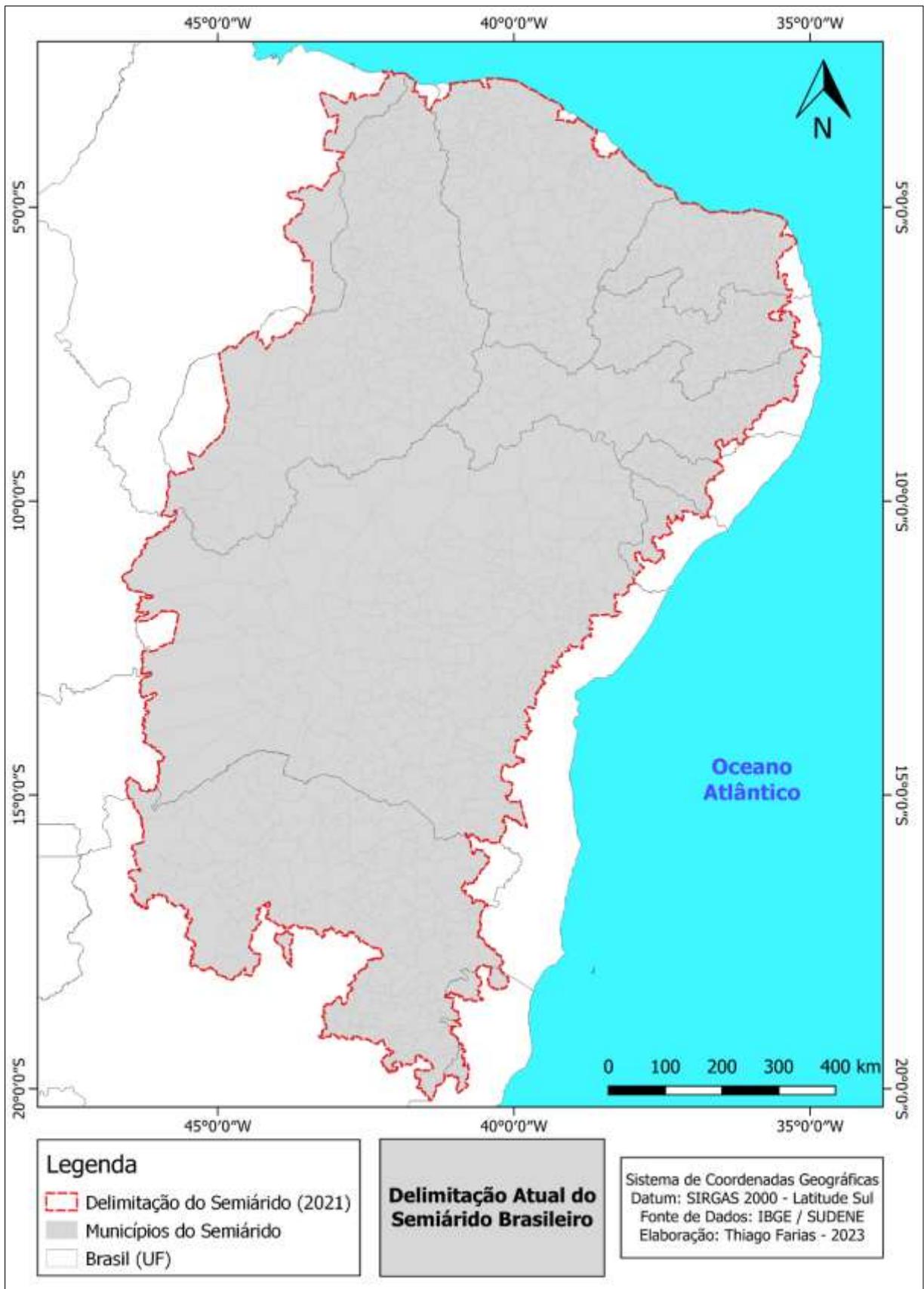
Conforme Ab’Saber (1999) e Buriti e Barbosa (2018), a criação desse perímetro, que possuía uma área total de 670.000 km², foi fruto de uma delimitação preliminar feita pelos técnicos da IOCS, que identificaram as áreas de domínio morfoclimático, hidrogeológico, fitogeográfico e geocológico da região conhecida como Nordeste seco, que equivale à zona semiárida brasileira. Buriti e Barbosa (*Op. cit.*) destacam que a criação do Polígono das Secas estava respaldada pelo artigo nº 177 da Constituição de 1934, que versava a respeito do plano permanente de defesa contra os efeitos das secas nos estados do Norte (atual Nordeste).

Desde então, o território do Semiárido brasileiro apresentou diversas atualizações e delimitações. Apenas no século XXI, o Semiárido brasileiro teve três recentes modificações em sua área de abrangência. A primeira ocorreu em 2005, através da portaria nº 86 de março de 2005, do Ministério da Integração Nacional – MI, a qual englobava 1.135 municípios. A segunda, por sua vez, foi em 2017, por meio da resolução nº 115 de novembro de 2017, do Conselho Deliberativo da Sudene (CONDEL), a qual o Semiárido brasileiro compreendia um total de 1.262 municípios.

A terceira e última foi definida recentemente, por meio da resolução nº 150 de dezembro de 2021 do CONDEL, que altera a delimitação do Semiárido brasileiro, aumentando

a quantidade de municípios para 1.427. Esses municípios estão dispostos ao longo de 11 estados (9 do Nordeste e 2 do Sudeste), abrangendo uma área de 1.322.680 km², onde residem mais de 31 milhões de habitantes. No entanto, é importante destacar que essa nova alteração ainda não foi finalizada. A Figura 1 indica o atual território do SAB.

Figura 1: Localização e extensão territorial do Semiárido brasileiro



Fonte: Autoria própria (2022).

5.2. OS ASPECTOS E A DINÂMICA NATURAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O conhecimento mais adequado do complexo geográfico e social dos sertões secos e a delimitação de suas características, suas limitações e as capacidades dos seus espaços ecológicos, configura-se como um exercício de brasilidade, o qual tem como centro uma desesperada busca de soluções para uma das regiões socialmente mais dramáticas das Américas (Ab´Sáber, 1999). Porém, o conhecimento acerca dessas características físico-naturais não possibilita por si só a compreensão das grandes desigualdades sociais existentes na região.

Um dos principais aspectos do quadro natural, responsável pela problemática da água na região, é a questão climática, relacionado ao tipo e característica do clima. O Semiárido brasileiro destaca-se dos demais por ser um dos mais úmidos do planeta, possuindo uma significativa média de pluviosidade de 750 milímetros anuais, apresentando índices regionais que variam entre 300 a 800 mm ao longo do seu território (MALVEZZI, 2007).

No entanto, o comportamento pluviométrico nesse tipo de clima, em especial no Semiárido brasileiro, é marcado pela má distribuição espacial e temporal das chuvas incidentes na região, resultando em longos períodos de estiagem. A ocorrência de índices pluviométricos insuficientes no período chuvoso, realizando-se abaixo da média histórica, acarreta no prolongamento da estiagem, ocasionando, assim, o início do fenômeno da seca. De acordo com Buriti e Barbosa (2018), a seca constitui-se como um fenômeno climatológico que tem como principal característica a deficiência na precipitação pluviométrica, que perdura por um longo período e resulta em um quadro de escassez hídrica para o ambiente. Esse fenômeno provoca consequências negativas nas atividades econômicas, nos grupos sociais e na composição do quadro ambiental.

Os impactos das secas são classificados e definidos em função de diversos fatores relacionados à duração, à extensão espacial e à intensidade. Esses efeitos produzem inúmeras consequências negativas exemplificadas pela redução do quantitativo de água disponível nos reservatórios, comprometendo os sistemas de abastecimento de água, perdas na produção e nos sistemas agropecuários, migrações e redução da qualidade de vida, bem como o desequilíbrio nos ecossistemas por meio da redução da biomassa e da mortalidade de espécies da fauna e da flora (MOLLE, 1994; SILVA, 2006, BURITI; BARBOSA, 2018; DANTAS, 2018).

As estiagens e, principalmente, as secas no Semiárido brasileiro e, conseqüentemente, nos sertões nordestinos, têm sido ocasionadas por diversos tipos de fenômenos, sendo estes sobretudo de origem e caráter climatológico. Para Menezes *et al.* (2008) e Girão (2012), fenômenos climáticos como o Dipolo do Atlântico e o El Niño no Pacífico estão diretamente relacionados com as atuações, as recorrências e as intensidades das secas incidentes na região.

Esses fenômenos são decorrentes em razão das mudanças na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), sejam elas do Oceano Atlântico (Dipolo do Atlântico) ou do Pacífico (El Niño). Essas variações modificam a dinâmica do sistema oceano-atmosfera, os quais acarretam alterações na circulação da atmosfera e no comportamento climático do planeta como um todo, e, especificamente, no Nordeste brasileiro, ocasionando flutuações interanuais na precipitação da região (MARENGO *et al.*, 2011).

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) configura-se como um fenômeno de atuação global, de interação oceano/atmosfera, oriundas das anomalias positivas da TSM do Oceano Pacífico Tropical. Essas anomalias climáticas prolongam-se por vários meses, principalmente na atmosfera tropical, influenciando nas condições climáticas sazonais ao redor do globo, especialmente na zona intertropical do planeta (MARENGO *et al.*, 2011; WRCC, 2016; BURITI; BARBOSA, 2018).

Conforme Dantas (2018), a influência do El Niño nos eventos de seca no Nordeste brasileiro acontece em virtude do deslocamento da célula de circulação de Walker. É por meio do aumento TSM do Pacífico Tropical, que esta célula passa a ter o seu ramo ascendente no Oceano Pacífico e o seu ramo descendente incidindo sobre o Nordeste brasileiro. Esse processo resulta na inibição da formação das nuvens e, conseqüentemente, diminuindo a intensidade das chuvas na região.

No que se refere à La Niña, esta se configura como um fenômeno com atuação e funcionamento oposto ao El Niño, ou seja, trata-se de um resfriamento das águas do Pacífico. Conforme Marengo (2008), durante a sua ocorrência, o resfriamento das águas do Pacífico ocasiona uma maior pressão atmosférica no Pacífico Oriental e, em decorrência disto, há uma intensificação dos ventos alísios, acarretando no aumento anômalo nos índices e episódios de chuva em algumas regiões do globo, incluindo o Nordeste e o Semiárido brasileiro.

Dentre os fenômenos climáticos responsáveis pela intensificação e o enfraquecimento da pluviosidade está o Dipolo do Atlântico. Esse fenômeno constitui-se como um aumento ou diminuição da TSM no Oceano Atlântico, o qual funciona de maneira semelhante ao que ocorre

com o El Niño no Pacífico, produzindo anomalias no regime pluviométrico na região Norte, de forma mais intensa no Nordeste e, conseqüentemente, no Semiárido brasileiro.

Para Nóbrega e Santiago (2014), esse fenômeno, oriundo da interação oceano/atmosfera, possui dois tipos. O primeiro deles, denominado de Dipolo Positivo, acontece quando as águas do Atlântico Tropical Norte estão com as temperaturas mais elevadas do que as do Atlântico Tropical Sul, acarretando na circulação de ar seco, frio e descendente que ocorre sobre as regiões Norte e Nordeste. Essa alteração na circulação das massas de ar ocasiona um deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal sistema atmosférico provedor de chuvas na região, para o norte da linha do Equador, dificultando a formação e a incidência de nebulosidade, o que pode intensificar a escassez pluviométrica e com isso, acarretar o início dos eventos de secas na região (MENEZES *et al.*, 2008).

No segundo tipo ocorre o processo oposto, ou seja, a TSM do Atlântico Tropical Norte está mais fria em comparação com as águas do Atlântico Tropical Sul, que conseqüentemente estarão mais quentes, ocorrendo assim uma intensificação na circulação ascendente sobre a região. O resultado disto é o deslocamento da ZCIT mais para o sul da linha do Equador, o que potencializa a formação de nuvens, aumentando os índices de precipitações pluviométricas no Nordeste e em grande parte do Semiárido brasileiro. Esse fenômeno caracteriza-se como a fase negativa do Dipolo do Atlântico (NÓBREGA; SANTIAGO, 2014).

A estrutura geológica se configura como outro elemento do quadro natural de grande relevância e que contribui consideravelmente para o quadro de escassez hídrica no Semiárido brasileiro, atributo este que está relacionado ao ambiente físico natural. O estudo de Linhares (2019) traz índices mais atualizados acerca da composição litológica do Semiárido brasileiro, o qual 52,3% é formado pelo domínio cristalino, enquanto que os demais 47,7% são constituídos por rochas sedimentares. É importante ressaltar que há regiões como o Seridó paraibano, onde a Bacia Hidrográfica do Rio Picuí está situada, que apresentam o embasamento cristalino em quase toda a sua extensão, conforme destacado anteriormente neste trabalho.

De acordo com Araújo (2011), o cristalino é o responsável direto pela formação de solos rasos e com características de baixa ou quase nenhuma permeabilidade, tendo em vista que alguns tipos de solos apresentam um horizonte B textural argiloso (a exemplo dos Luvisolos Crômicos), o que não permite a presença de grandes quantidades de água no solo. Há também, ao longo do domínio cristalino, solos que possuem textura arenosa e com pouca profundidade (exemplificados pelo Neossolo Litólico, Regolítico e Quartzareno), que

possibilitam a ascensão da água por capilaridade, favorecendo a perda desse líquido por meio da evaporação.

É diante dessas características que Silva (2018) aponta que o embasamento cristalino inibe a existência de aquíferos. Quando essas reservas hídricas subterrâneas ocorrem, estas apresentam baixas profundidades com pouca disponibilidade e qualidade das águas abaixo dos padrões, seja para o consumo ou para o uso nas diversas atividades, dentre elas a irrigação.

Araújo (*Op. cit.*) ressalta que as características do domínio cristalino não favorecem a existência de rios perenes, tendo em vista que esse tipo de litologia proporciona a formação de solos rasos, destacado anteriormente. Isso dificulta a infiltração para o subsolo e a existência de um fluxo de base, o que contribui para a ocorrência predominante do escoamento superficial e favorece o quadro de escassez hídrica, sobretudo após o período chuvoso da região.

Conforme Silva (*Op. cit.*), o comportamento hidrológico do Semiárido brasileiro é inteiramente condicionado pelo ritmo climático e a dinâmica das chuvas. Os longos períodos sem chuva ou com baixa ocorrência de chuva, tanto em função de fenômenos climatológicos (como as estiagens e as secas), como em detrimento da alta concentração espacial e temporal da pluviosidade, característico da região, faz com que a presença e o fluxo das águas nos rios esteja limitada a curtos períodos no ano.

Entretanto, embora possuam um caráter intermitente e, em sua maioria, efêmeros, os rios do Semiárido apresentam uma grande importância, principalmente em escala local, para as populações ribeirinhas, principalmente nos períodos de estiagens e secas, em razão dos aquíferos aluvionais, quando as condições ambientais permitem a sua existência. Braga e Cavalcanti (2018) destacam que os aluviões (como também são conhecidos) são compostos sedimentares constituídos por areia, argila e cascalho, que são carregados por meio do escoamento superficial para os riachos, os rios e os açudes, se depositando em seus leitos ao longo da estação chuvosa da região.

No que diz respeito à questão hídrica, os aquíferos aluvionais se apresentam como uma reserva de água subterrânea ou de subsuperfície que, dependendo das características naturais do rio (como o tamanho e o tipo de leito), se tornam uma reserva hídrica pontual e importante para as populações adjacentes. Ab'Sáber (2003) destaca que, nesses períodos, as populações locais utilizam as águas existentes no leito arenoso para atividades domésticas e para a irrigação das culturas vazantes. Conforme Lopes *et al* (2013), as manchas aluvionais presentes nos ambientes fluviais não ultrapassam 35.000 km² de extensão ao longo do Semiárido brasileiro.

Há ainda dois fatores do quadro natural que interferem no regime das chuvas e na dinâmica climática do Semiárido brasileiro: 1) o relevo e 2) a proximidade ou a distância do oceano. No que se refere ao relevo, Schmidt (2014) aponta que a topografia influencia na atuação das massas de ar que geram as chuvas da região, proporcionando variações nos índices pluviométricos, principalmente nas localidades situadas a barlavento e a sotavento das áreas mais elevadas. Isso ocorre em razão das nuvens de chuvas, ao encontrarem as barreiras topográficas, ascenderem e se precipitarem, dando origem às chuvas orográficas. Diante disso, as nuvens de chuva perdem grande parte de sua umidade ao se confrontarem com essas elevações topográficas, gerando áreas mais secas a sotavento.

O outro fator está relacionado com a proximidade ou a distância com o oceano. Costa (2012) destaca que a continentalidade e a maritimidade são fenômenos relativos com a distância ou a proximidade de uma região a áreas com grande quantidade de água, o que, nesse caso está ligado ao mar, que interfere na configuração climática a nível local e regional.

A continentalidade proporciona uma maior amplitude térmica diária e, em conjunto com outros aspectos como o relevo, pode exercer maior ou menor interferência na ação das massas de ar, influenciando na umidade relativa do ar, assim como no transporte e na movimentação das nuvens de chuvas. Esse contexto geográfico cria, ao longo do Semiárido brasileiro, regiões com diferenças consideráveis nos índices de chuvas (COSTA, 2012).

5.3. A OCUPAÇÃO E A ATUAÇÃO DO ESTADO NAS POLÍTICAS DE ÁGUA E SECA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

No Semiárido brasileiro, as condições naturais impõem adversidades no desenvolvimento das populações locais, principalmente pelo histórico e pelas intensidades que os episódios cíclicos de seca acarretam e impactam na vida das populações da região. Diante do que foi abordado e destacado no tópico anterior, referente às condições de particularidade e complexidade do quadro natural da região, o processo de assentamento e de consolidação do povoamento das terras do interior nordestino e, conseqüentemente, do Semiárido brasileiro, ocorreu de maneira tardia ao se comparar com o início e o processo de colonização brasileira.

É a partir da primeira metade do século XVII que se inicia o processo de povoamento do interior do Nordeste, os quais as primeiras expedições tinham como finalidade estabelecer e fixar os primeiros núcleos populacionais dos colonos na região (MOLLE, 1994). O autor ainda aponta que a expansão para as terras do sertão estava diretamente relacionada com o sistema de produção açucareiro e a proposta de desenvolvimento da atividade pecuária na

região. Em vista disso, esse processo de interiorização foi originado e estimulado a partir da instauração de um decreto colonial que proibia o desenvolvimento da pecuária em áreas a menos de 10 léguas (cerca de 50 quilômetros) de distância do litoral, com o objetivo de preservar e destinar as terras férteis e úmidas da região costeira para o cultivo e a produção da cana-de-açúcar.

Campos (1990), por sua vez, destaca que o processo de ocupação e interiorização do Nordeste brasileiro se intensificou após a metade do século XIX, principalmente em razão de um longo período sem grandes e significativas secas (1845-1876) e foi estimulado pelo crescimento da produção algodoeira, que havia se tornando de grande relevância para a economia regional.

Dantas (Op. cit.) corrobora destacando que, ao passo que a população crescia e a densidade demográfica do interior do Nordeste se acentuava, os danos causados pelas secas também aumentavam. Isso ocorria pelo fato de que a criação de infraestruturas de armazenamento hídrico não acompanhava esse crescimento, ampliando, assim, a vulnerabilidade social na região.

Para Campos (2014), a grande seca de 1877 caracteriza-se como um marco na abordagem do Estado brasileiro acerca do fenômeno da seca, principalmente pelas catastróficas consequências que ocorreram na região. Souza e Medeiros Filho (1983) apontam que os efeitos das secas foram fortemente sentidos em todos os estados do Nordeste e estes iam desde a redução do rebanho bovino, migrações em massa para os grandes centros urbanos, saques, até a morte de milhares de pessoas.

Diante desse quadro, após o episódio climático de 1877-79 que, segundo Campos (2014) e Buriti e Barbosa (2018), as secas se tornaram uma problemática não só de caráter local ou regional, mas sim de amplitude e questão nacional. As consequências dessa mudança de abordagem do Estado brasileiro para com as estiagens e as secas resultaram na adoção de inúmeras políticas públicas que ocorreram e se sucederam ao longo da história, com enfoque principalmente nos recursos hídricos. Essas ações tinham o propósito de mitigar os efeitos das estiagens e secas, além de propiciar e estimular o desenvolvimento econômico e social na região.

Com o início do povoamento, antes da seca de 1877-79, a qual marca o início das políticas relacionadas à seca, as respostas frente a esse fenômeno climático estavam limitadas a respostas emergenciais e pontuais às populações afetadas. Dantas (2018) destaca que a baixa densidade demográfica da região, ao longo dos três primeiros séculos da colonização, não

ocasionou a existência de políticas organizadas pelo Estado para amenizar os impactos das estiagens e secas no interior nordestino.

As primeiras ações adotadas pela administração da Colônia ou pela Coroa portuguesa constituíam-se de providências assistencialistas e pontuais, de caráter emergencial, as quais ocorriam muitas vezes apenas no período de incidência dos fenômenos meteorológicos, como a distribuição de alimentos para as populações afetadas pelas estiagens e secas (SILVA, 2006; DANTAS, 2018).

É após a seca de 1877-79, e principalmente com a criação da Inspetoria de Obras contra a Seca (IOCS), atual Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), em 1909, que se inauguram as políticas públicas voltadas para a questão da seca na região. Esse período ficou conhecido como “Solução Hidráulica” e se estendeu até meados do século XX. Souza e Filho (Op. cit.) destacam que o entendimento da problemática da seca e dos seus efeitos estava pautado na irregularidade pluviométrica. Tendo em vista essa situação, a construção de reservatórios, com a finalidade de estocar as águas oriundas do período chuvoso, era vista como a solução para, desse modo, aumentar e garantir a disponibilidade hídrica para as populações nos períodos de seca.

Campos (2014) concorda afirmando que a visão tecnicista considerava que a construção de reservatórios e obras de caráter hídrico, e estruturais, relacionadas à mobilidade (como ferrovias e rodovias), ao longo da região, tinha como objetivo torná-la menos vulnerável e mais resiliente frente às secas e os seus efeitos, atenuando os impactos decorrentes deste fenômeno climatológico.

Buriti e Barbosa (2018) apontam que, com o enfoque científico, os técnicos do órgão utilizavam-se de uma visão mecanicista de que o “combate” às estiagens e secas se daria por meio do conhecimento técnico e científico, capaz de superar e corrigir os efeitos dos fenômenos climáticos e explorar os recursos naturais da região, sem maiores preocupações com as vertentes ambiental, social e humana. O fato é que, mesmo com a construção de uma rede de reservatórios ao longo da região, os negativos efeitos das secas que assolavam as populações locais (a exemplo da fome, migrações em massa para os centros urbanos, os saques e até mesmo as mortes) continuavam a impactar os “flagelados da seca”.

É a partir do final da década de 40 e início dos anos 50, com a reformulação e a consolidação da Inspetoria Federal de Obras contra a Seca — antigo IOCS, sendo transformado no DNOCS (1945) —, é que diversos órgãos são criados com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento da região. Dentre essas instituições estão a Companhia Hidrelétrica do São

Francisco (CHESF, 1945), o Banco do Nordeste (1952), a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 1959), e, por fim, já no regime militar, a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). Esses eventos se caracterizam como marcos históricos e institucionais e dão início ao período descrito pela literatura científica como “Era Desenvolvimentista”.

Ao longo desse período, a política do Estado brasileiro esteve direcionada por ações que tinham como objetivo a diminuição das desigualdades regionais, buscando proporcionar um desenvolvimento baseado no contexto local, na resolução e no avanço dos desafios e problemas, assim como no estímulo à produção e atividades relacionadas às potencialidades e virtudes características de cada região. De acordo com Dantas (Op. cit.), as atuações da SUDENE e dos demais órgãos estavam direcionadas para o estímulo ao processo de industrialização, de intensificação da agricultura irrigada por meio dos perímetros irrigados nas áreas adjacentes dos açudes e demais corpos hídricos. Além disso, as ações da SUDENE visavam a ampliação e o fortalecimento da infraestrutura regional; a promoção do acesso ao crédito para a produção; o estímulo ao acesso à terra por meio de políticas de reforma agrária e o fornecimento de ações emergenciais para auxílio à população nos tempos de crise.

Durante muito tempo a seca foi utilizada pelos grupos políticos e econômicos dominantes na região como forma de obter ganhos políticos e econômicos. Tais ganhos resultavam em um maior controle territorial e, conseqüentemente, aumentavam as desigualdades sociais existentes na região. De acordo com Coelho (1985), esse fenômeno ficou amplamente conhecido como indústria da seca. Não obstante, essa ação também se estendia na questão do acesso à água, sendo utilizada para a criação de reservatórios e obras hídricas que propiciassem uma oferta hídrica que estivesse de acordo com as necessidades e interesses dos grupos citados.

Segundo Polleto (2001), as obras, os recursos e as soluções eram desviados de suas proposições e finalidades iniciais para beneficiar as terras e os interesses dos coronéis e das elites locais, transformando os períodos de estiagem e seca em tempos de enriquecimento e ampliação do domínio sobre as populações locais, além de intensificar as concentrações fundiárias e de renda, bem como as desigualdades sociais existentes na região. Conforme Souza e Filho (Op. cit.), esse fenômeno está presente na região desde as primeiras ações efetivas do Estado brasileiro no que se refere ao combate aos efeitos das secas, principalmente após a histórica seca de 1877-1879.

Diante desse contexto é que emerge, no final do século XX e início do século XXI, uma nova abordagem em relação à questão da seca e do Semiárido brasileiro em geral. Essa abordagem foi influenciada pelo movimento ambiental a nível mundial e, principalmente, pelo conceito do desenvolvimento sustentável, lançado na Conferência Mundial do Meio Ambiente (ECO-92), realizada no Rio de Janeiro, em 1992.

Na ocasião foi concebido o conceito de “Convivência com o Semiárido” e as suas características naturais. Por meio da “Declaração do Semiárido”, publicada pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA-Brasil), esse novo conceito foi lançado, reivindicando políticas públicas e norteadas ações voltadas à promoção da segurança alimentar e nutricional, ao incentivo à educação acessível e contextualizada, ao acesso e à democratização da água e da terra e ao combate à desertificação (FBB, 2014).

É neste contexto que as Tecnologias Sociais Hídricas (TSH's) surgem como uma alternativa, cuja finalidade é assegurar o acesso e a disponibilidade hídrica para as populações locais, de maneira pontual, auxiliando na minimização dos efeitos da seca, principalmente no que diz respeito à problemática da escassez de água.

De acordo com Segundo Neto *et al* (2015), o funcionamento dessas tecnologias consiste na captação e na estocagem das águas pluviais, com o objetivo de possibilitar uma reserva hídrica fundamental para garantir o abastecimento familiar e das populações rurais no período de estiagem. As tecnologias sociais hídricas são exemplificadas pelas cisternas de placa, cisternas calçadão, cisternas de enxurrada, barragens subterrâneas, tanques de pedras, entre outras, e que se configuram como tecnologias de baixo custo e de caráter sustentável. São tecnologias milenares, as quais estão presentes em diversas sociedades ao redor do planeta (GNADLINGER, 2000; CIRILO, 2008) e que, no início do século XXI, se tornaram políticas públicas, amparadas por programas do Governo Federal brasileiro, como o Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC, o Uma Terra Duas Águas – P1+2 e o Água para Todos. Vale destacar que os programas citados são fundamentais para impulsionar a popularização e o acesso à água no Semiárido brasileiro.

De maneira geral, as periodizações e a evolução das políticas públicas sobre as águas e as secas no Nordeste e no Semiárido brasileiro constituem-se como um reflexo das concepções e das abordagens do Estado brasileiro e da sociedade acerca não somente destas problemáticas, como também do modo que esses atores abordavam e se utilizavam dos recursos naturais da região, em cada período e conjuntura histórico-social.

A gestão das águas, especialmente nas regiões semiáridas, sempre demandou uma maior atenção e particularidade das administrações e órgãos públicos, assim como da sociedade em geral, principalmente no processo de criação e consolidação do gerenciamento hídrico nessas regiões marcadas pela escassez de água.

Ao longo desse processo observou-se a necessidade de avançar além dos estudos dos conflitos de modo a conhecer melhor as propostas de gestão, principalmente as que possibilitassem um modelo participativo. Considerando isso, buscou-se o uso do conceito de governança das águas, o qual consiste na interação de uma pluralidade de atores governantes (LECA, 2000). A governança das águas conduz a uma associação dos atores principais sobre um mesmo plano horizontal, contrariamente aos governos que colocam o Estado acima da sociedade.

Assim, a governança é um processo longo, que exige amadurecimento da população, e que deve privilegiar os atores municipais e locais, focos de poder mais próximo da população e, justamente por isso, mais importantes para a sensibilização de toda a sociedade. Os limites que ora se estabelecem como teorias são que a própria forma de distribuição de água não é só um controle social: é também um controle territorial.

5.4. A AÇUDAGEM E OS IMPACTOS NA DINÂMICA FLUVIAL

Entre as diversas políticas realizadas e que tinham o propósito de reduzir o déficit hídrico e os efeitos da seca no Nordeste e no Semiárido brasileiro estava a açudagem. Essa política foi amplamente utilizada desde o início da intervenção estatal na região, sendo conduzida inicialmente pelo DNOCS (através dos seus órgãos antecessores) e, posteriormente, também pela SUDENE. A açudagem estava baseada na criação de inúmeros reservatórios (açudes) ao longo da região, com a finalidade de promover um aumento na disponibilidade hídrica por meio do armazenamento de água durante o período chuvoso, permitindo uma estocagem hídrica de larga escala que pudesse não só abastecer as populações locais, principalmente das cidades, no período de estiagem, como também estimular e possibilitar a irrigação nas terras próximas aos açudes.

Quando acontece uma intervenção antrópica, como as construções de barragens, ocorre o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio. Coelho (2008) destaca que toda obra de barramento em um canal fluvial intervém em seu comportamento, antes caracterizado por ser um sistema lótico (de correntezas) tornando a ser um sistema com características lênticas (ou de águas semi-paradas) no reservatório. Essas mudanças podem se refletir na qualidade e na

quantidade hídrica disponível, independentemente do tipo de uso e do nível de necessidade da água, interferindo no ciclo hidrográfico (ROCHA *et al*, 2000).

A quebra do perfil longitudinal, ocasionado pela construção dos barramentos, acarreta no rompimento do comportamento natural do rio e da conectividade entre os diversos elementos que compõem a paisagem ao longo da bacia hidrográfica. Goerl *et al* (2011) concordando com Croke *et al* (2005), afirma que a conectividade, sob um olhar hidrológico, consiste na conexão entre a zona de captação e o escoamento até a sua jusante.

Apresentamos, a seguir, a metodologia deste trabalho.

6. METODOLOGIA

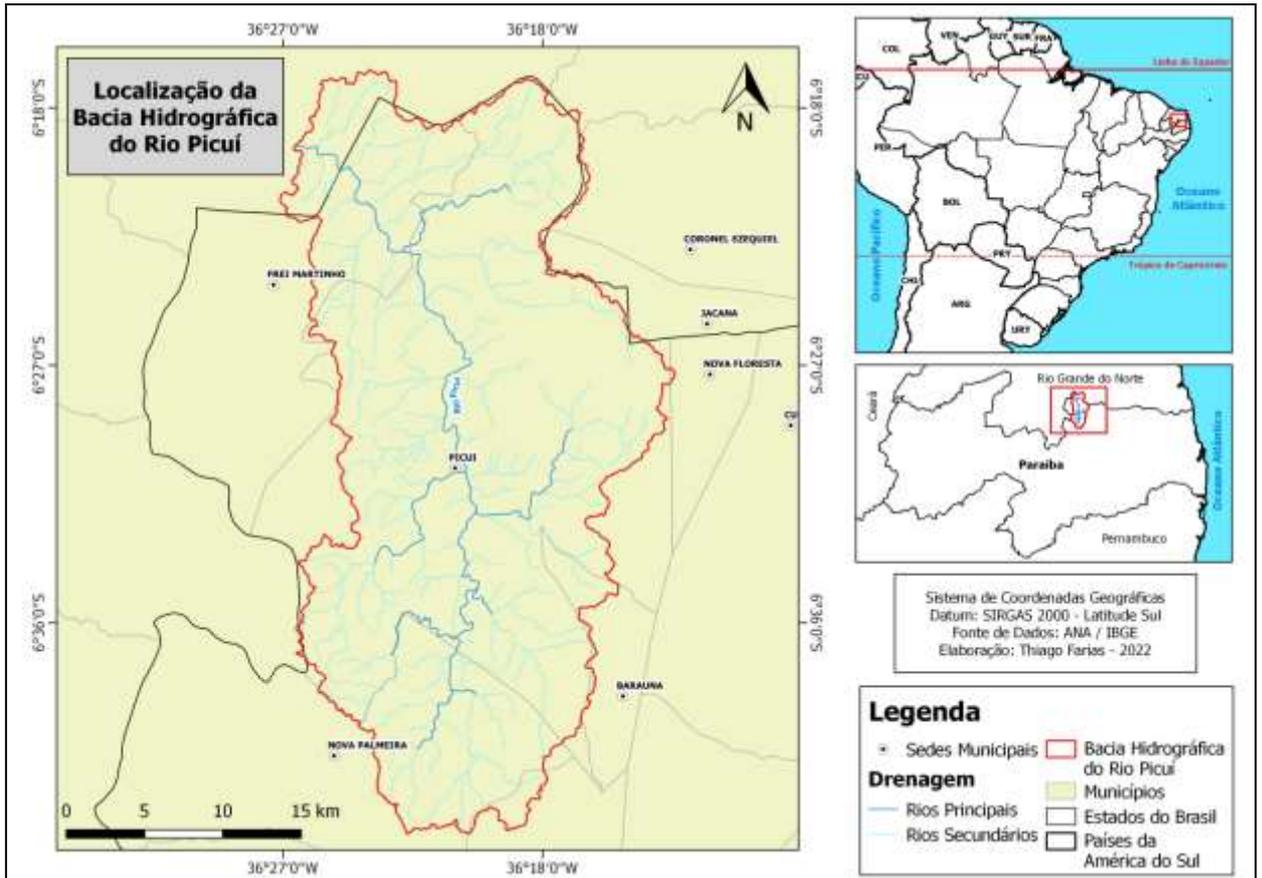
6.1. ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do Rio Picuí (BHRP) (Figura 2) possui uma área total de 801 km², ou 80.100 hectares, e está localizada, em sua quase totalidade, no estado da Paraíba, compreendendo também uma menor parte de sua extensão no Rio Grande do Norte. A bacia está inserida em duas regiões intermediárias – Campina Grande (parte paraibana) e Caicó (parte potiguar) – em duas regiões imediatas – Cuité-Nova Floresta (Paraíba) e Currais Novos (Rio Grande do Norte).

A bacia compreende, ao todo, 7 municípios, sendo 6 paraibanos (Baraúna, Frei Martinho, Nova Floresta, Nova Palmeira, Pedra Lavrada e Picuí) e um potiguar (Currais Novos), e está inserida na região do Seridó, que abrange municípios da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Grande parte da área da bacia está presente nos municípios de Frei Martinho e, principalmente, Picuí, que nomeia não só a bacia hidrográfica, como também o principal rio da bacia. De acordo com o último censo do IBGE (2010), a região da BHRP possui pouco mais de 20.000 habitantes¹.

¹ As estimativas e os dados populacionais foram feitos considerando toda a população do município, havendo apenas a distinção entre população residente na zona urbana e rural. A BHRP compreende, ao todo, 7 municípios, entretanto apenas um município tem seu território em quase sua totalidade (Picuí) pertencente a bacia, enquanto que os demais, apenas uma pequena parcela de suas áreas. Para isso, foi considerada uma estimativa que se aproximasse do total de habitantes residentes na bacia hidrográfica, sem o objetivo de apresentar uma precisão exata.

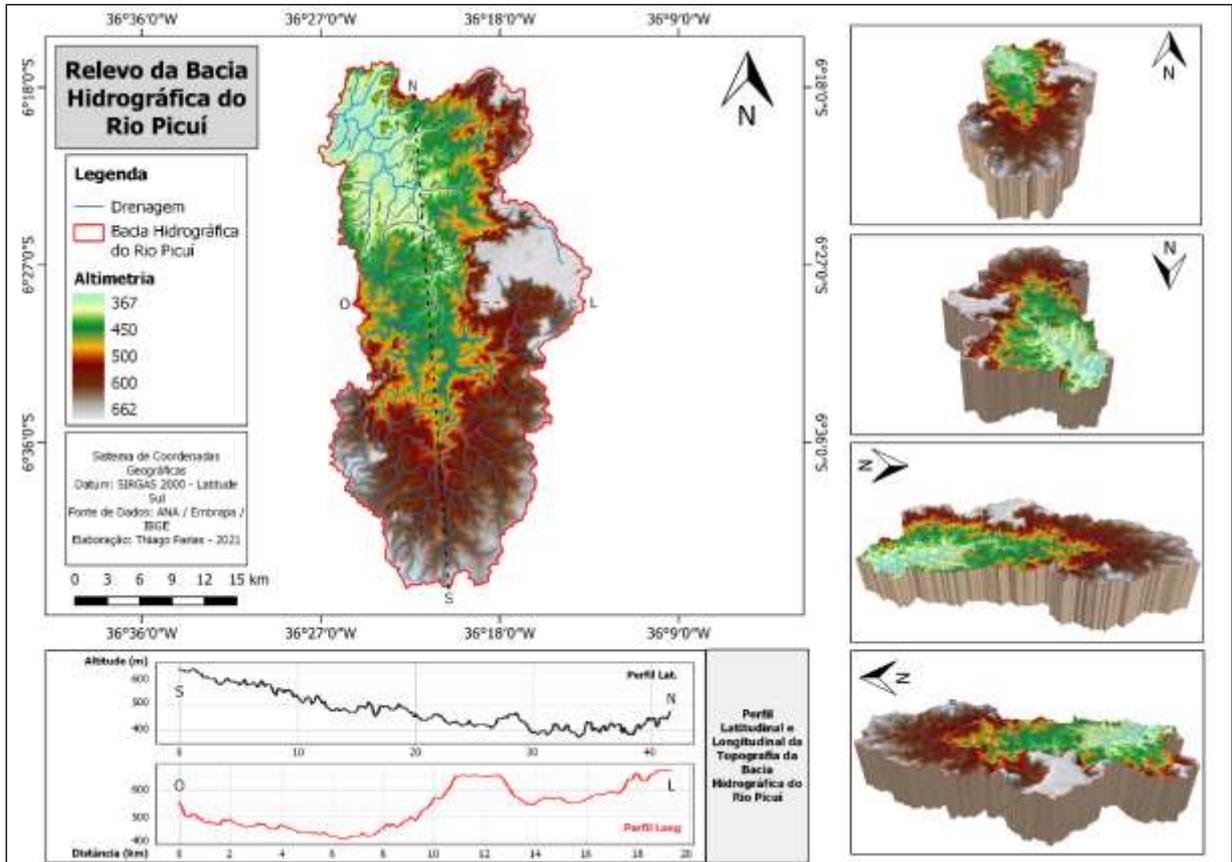
Figura 2: Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí



Fonte: Autoria própria (2022).

Com relação aos aspectos fisiográficos, a área de estudo se insere, do ponto de vista do relevo e da geomorfologia, na unidade de relevo do Planalto da Borborema (AESA, 2006), em uma posição a sotavento desta unidade, com altimetrias que variam, ao longo da bacia, entre 360 a 670m acima do nível do mar. As áreas ao sul e ao leste da bacia apresentam as maiores altimetrias, com médias acima de 550m; já a área central e ao norte da bacia apresentam as menores médias altimétricas, abaixo de 450m, conforme indica a Figura 3.

Figura 3: Mapa Hipsométrico (Relevo) da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí

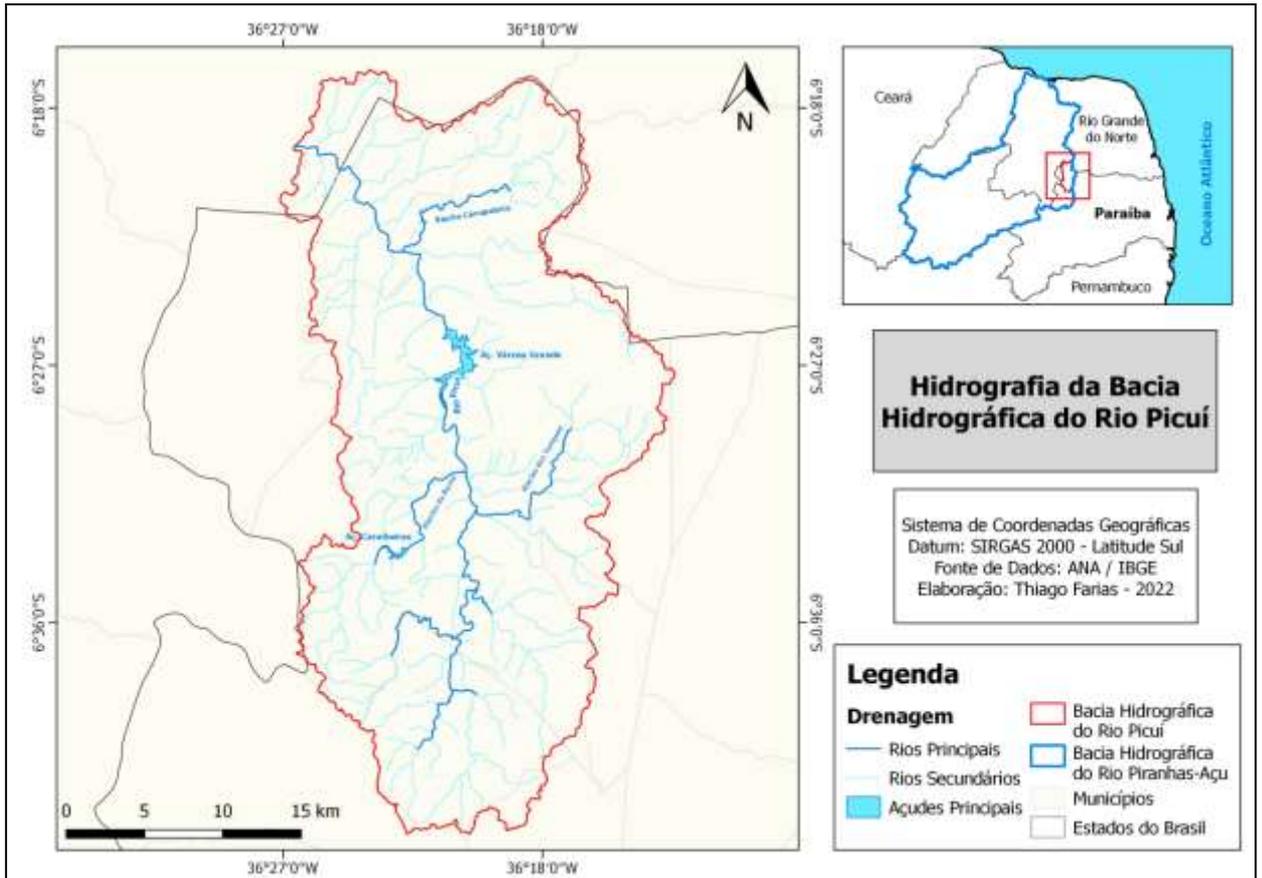


Fonte: Autoria própria (2022).

A Bacia Hidrográfica do Rio Picuí faz parte, como uma sub-bacia, da Bacia do Rio Piranhas-Açu. A respeito da BHRP, esta é composta, em sua totalidade, por rios e riachos de caráter efêmero e/ou temporário, sendo os riachos Carrapateira, da Barra, dos Tanques e o rio Picuí os principais canais de drenagem.

Já com relação aos recursos hídricos superficiais, a bacia possui dois principais reservatórios, monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs): o açude Carabeiras, com capacidade de captação de 2.709.260 m³; e o açude Várzea Grande, o maior da região, com capacidade de 21.532.659 m³ de armazenamento. Ambos os reservatórios integram sistemas de abastecimento urbano de municípios da região. O Várzea Grande é responsável por atender Frei Martinho, Nova Palmeira e Picuí; o Carabeiras, apenas os dois últimos, quando o Várzea Grande não é capaz de atendê-los. A hidrografia da BHRP está representada na Figura 4.

Figura 4: Mapa Hidrográfico da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí



Fonte: Autoria própria (2022).

Do ponto de vista vegetal, o bioma da região é a Caatinga, que tem como principal característica o xeromorfismo. Esse bioma possui capacidade de adaptações frente às configurações ambientais regionais, tais como os solos rasos, a geologia predominantemente Cristalina e, principalmente, os longos períodos de estiagem (CEPED, 2012). Dentre essas adaptações estão a pouca folhagem e a sua perda nos períodos sem ocorrência de chuvas, a presença de espinhos e a retenção de água, especialmente nos indivíduos de espécies cactáceas.

Prado (2003) aponta que, por suas características, em especial a capacidade de perda de suas folhagens, a terminologia Caatinga significa “Mata Branca” no tupi-guarani. Conforme o Instituto Nacional do Semiárido (INSA) (2013), a região do Seridó, onde está inserida a BHRP, configura-se como uma das áreas em que processos como a desertificação e a erosão têm avançado consideravelmente, o que a caracteriza como uma área de intensa degradação ambiental.

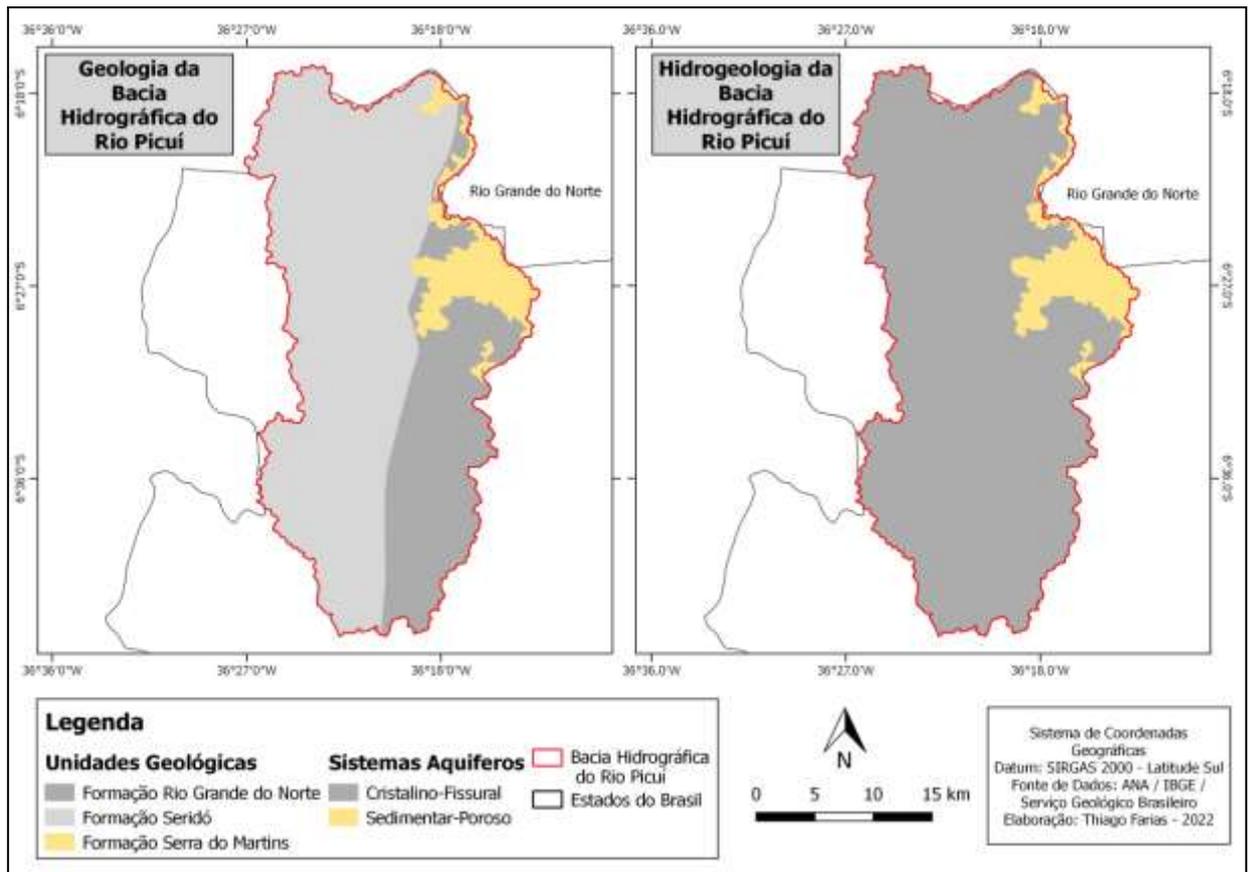
No que se refere à geologia da região, a mesma integra a Província Borborema, que engloba o conjunto de unidades geológicas consolidadas no final da orogênese brasileira

(Nascimento; Ferreira, 2012). De acordo com a AESA (2006), as unidades geológicas que compõem a Província Borborema são formadas por rochas provenientes do período Pré-Cambriano, originadas ao longo do período Proterozóico (2,2 bilhões até 510 milhões de anos). Há ainda, de maneira bastante restrita, coberturas sedimentares, provenientes da era Cenozóica (65 milhões de anos).

As unidades geológicas que formam a BHRP são de dois tipos: o Embasamento Cristalino e as Bacias Sedimentares. O primeiro é composto pelas formações Rio Grande do Norte e Seridó, as quais apresentam rochas como xistos, metaxistos, migmatitos, granitos, metagranitos, quartzitos, muscovita quartzitos, leucogranitos, granada-biotita, gnaisses, metagnaisse, ortognaisse, metaconglomerados e rochas calciossilicáticas. O segundo é representado pela formação Serra dos Martins, composta predominantemente por arenitos e argilitos (CPRM, 2005; AESA, 2006; NASCIMENTO; FERREIRA, 2012).

Diante disso, em função da estrutura geológica predominantemente ígnea e metamórfica, a hidrogeologia da região não possibilita a existência de grandes reservas subterrâneas de água, a qual está presente apenas nas fraturas entre as rochas, onde em quase sua totalidade a água se apresenta sem condições de potabilidade, sendo salobra ou salina. Como já mencionado anteriormente, há pequenas áreas onde existem formações sedimentares, como o grupo Serra dos Martins, que possibilitam a presença de reservas subterrâneas de água, conforme indica a Figura 5.

Figura 5: Geologia e Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí

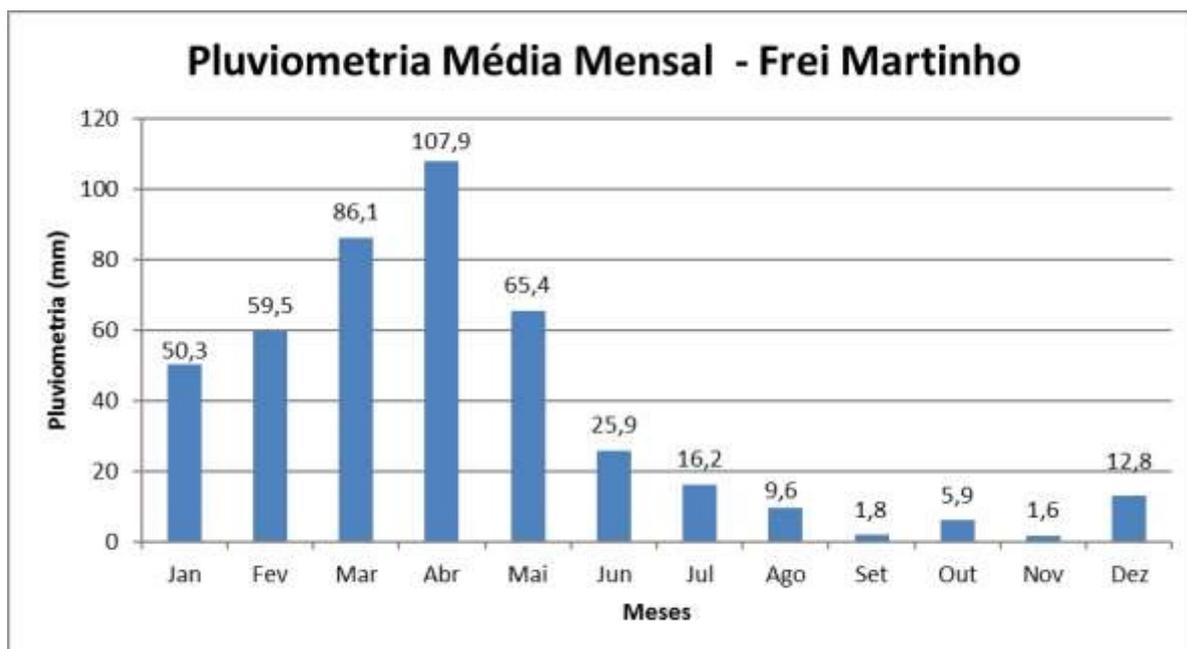


Fonte: Autoria própria (2022).

No que se refere à questão climática, a Bacia Hidrográfica do Rio Picuí está inserida no contexto do Semiárido brasileiro, onde os eventos climatológicos (como as estiagens e as secas) são recorrentes. Conforme a classificação climática de Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a região se situa na faixa de transição dos climas Tropical Equatorial – 2d, com 9 a 11 meses de estiagem, e Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental – 3b, com 3 a 5 meses de estiagem.

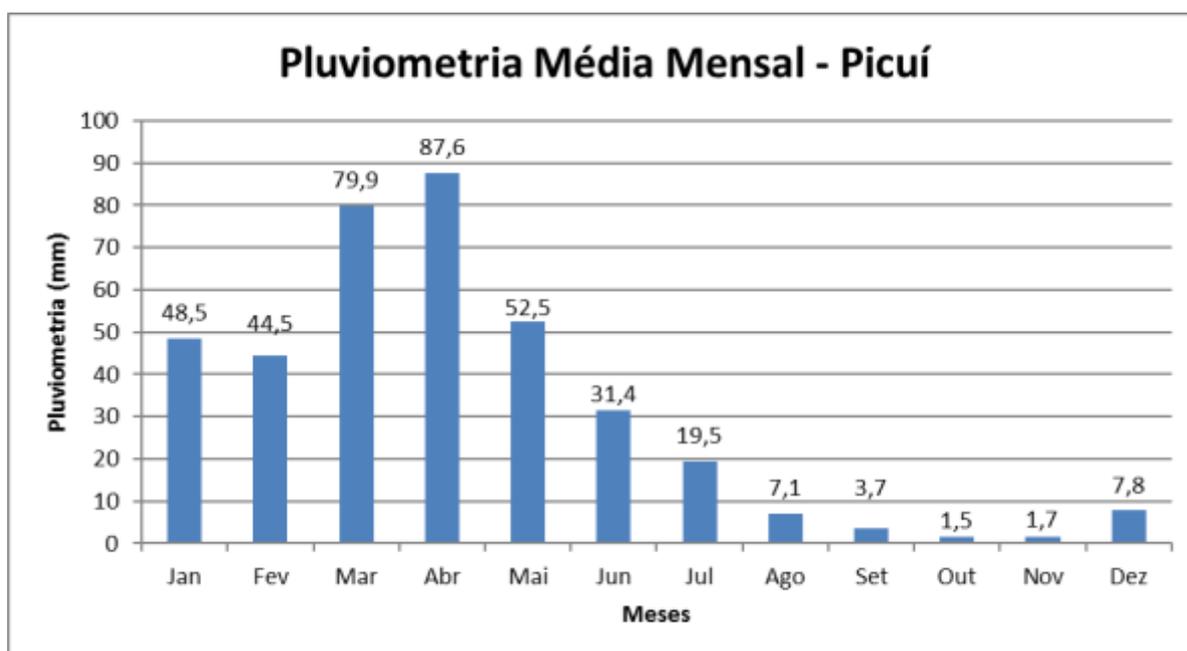
Segundo Becker *et al* (2011), a BRHP pertence à região pluviométrica do Cariri/Curimataú, que possui os meses de fevereiro a maio como a principal quadra chuvosa no ano. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) (também conhecido como Vórtices Ciclônicos de Ar Superior – VCAS) são os principais sistemas atmosféricos que proporcionam a ocorrência de chuvas para a região. Os Gráficos 1 e 2 mostram que os meses de janeiro a maio são os mais chuvosos da região ao longo do ano.

Gráfico 1: Pluviometria Mensal Média do Município de Frei Martinho



Fonte: AESA².

Gráfico 2: Pluviometria Mensal Média do Município de Picuí



Fonte: AESA³

² Os dados referentes às médias mensais para o município de Frei Martinho foram obtidos no portal Meteorologia da AESA (<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>). A escala temporal para os dados de chuva de Frei Martinho são provenientes de 1996 a 2021.

³ Os dados referentes às médias mensais para o município de Picuí foram obtidos no portal Meteorologia da AESA (<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>). A escala temporal para os dados de chuva de Picuí são provenientes de 1994 a 2021.

6.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, a metodologia adotada foi a Análise Espacial Geográfica, tendo como escala temporal de investigação os anos de 2000 a 2022, e a abordagem foi pautada na Interdisciplinaridade e na construção histórica das alterações e formação da sociedade atual. Buriti e Barbosa (2018) destacam que a interdisciplinaridade constitui-se como uma prática fundamental para integrar múltiplas perspectivas, epistemologias e métodos com o objetivo de compreender e resolver questões complexas.

Para a realização deste trabalho, a Análise Espacial auxiliou no tratamento e na espacialização dos dados, a partir de produtos cartográficos que fundamentaram e permitiram uma discussão e uma reflexão dos resultados obtidos. Isso somente foi possível por meio dos *softwares* que comportam os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's). Segundo Druck *et al* (2004), a ênfase da Análise Espacial é mensurar as propriedades dos fenômenos, bem como os seus relacionamentos, levando em conta a localização espacial destes. Os procedimentos desta análise incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados geográficos, o que geralmente é feito por meio de produtos cartográficos como os mapas.

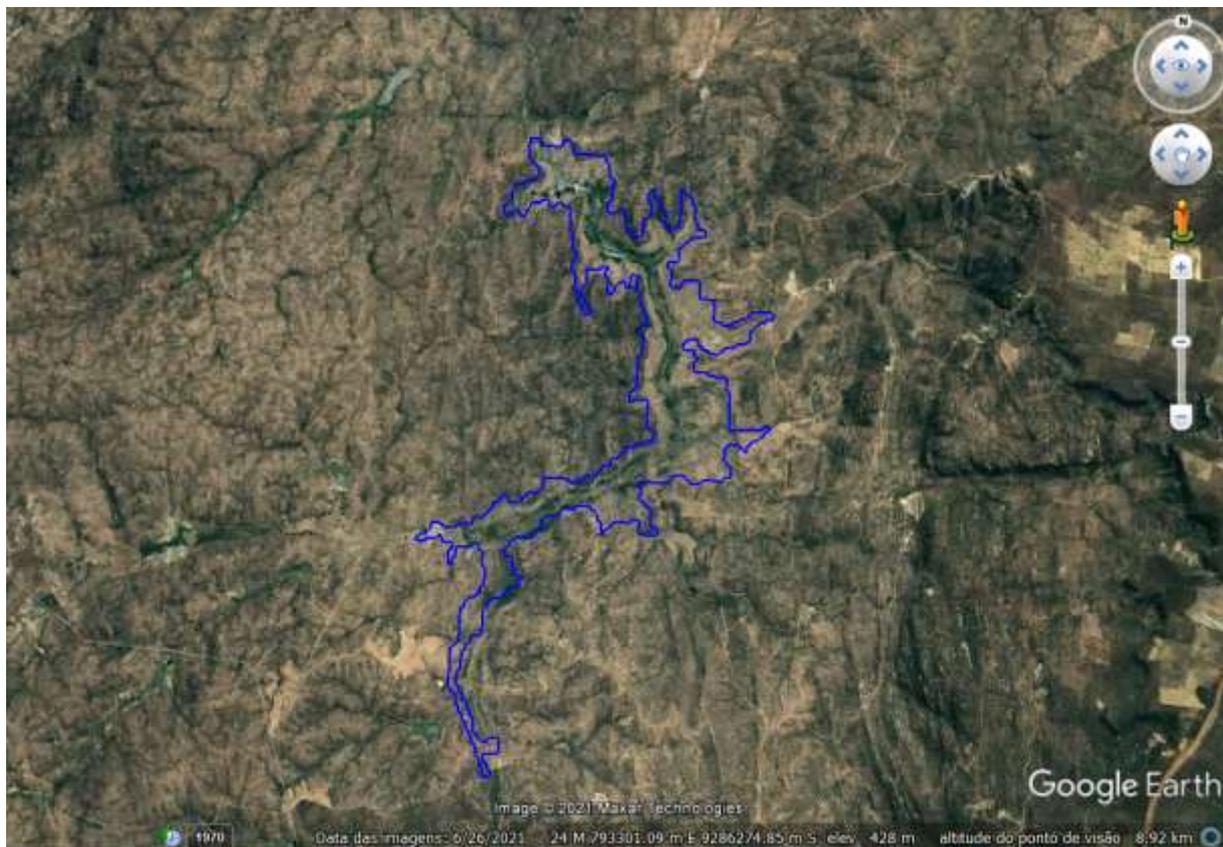
As informações que fundamentaram este estudo constituem-se de fontes secundárias, oriundas da Agência Executiva de Gestão de Águas (AESAs), referente aos aspectos que compõem o quadro natural e dos recursos hídricos, como a rede hidrográfica, os reservatórios monitorados e presentes na área de estudo, bem como a estrutura geológica e os dados climáticos. As informações a respeito dos níveis dos açudes monitorados pela AESA tinham como base a escala temporal da pesquisa (2000 a 2022). No entanto, é importante destacar que nem todos os açudes apresentavam todos os dados disponíveis para esse intervalo. No que se refere às informações climáticas, a base de dados da AESA dispunha de materiais de 1994 a 2021 para os municípios pertencentes à BRHP, sendo utilizados anos anteriores a escala temporal de análise do trabalho, com o objetivo de garantir maior robustez e confiabilidade quanto aos informações sobre o clima.

Os dados referentes aos reservatórios de pequeno e médio porte foram identificados por meio das imagens de satélites disponibilizadas gratuitamente pelo *software Google Earth Pro*, segundo a metodologia desenvolvida pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Água e Território (GEPAT)⁴, conforme indica a Figura 6. A escala temporal definida para a pesquisa

⁴ O Grupo de Estudos e Pesquisa em Água e Território (GEPAT) finalizou no ano de 2015, por meio do Laboratório de Estudos em Gestão de Água e Território (LEGAT), o projeto realizado no âmbito do Programa de Extensão

foi tomada como base; contudo, somente a partir de 2002 que as imagens de satélites do *Google Earth Pro* apresentaram maior cobertura para a região.

Figura 6: Identificação e Mapeamento dos Corpos hídricos pelo *Google Earth Pro*



Fonte: *Google Earth Pro* (2021).

O tratamento das informações sobre os açudes ocorreu por meio da transposição de arquivos de dados geográficos, no formato *Keyhole Markup Language* (kml). Eles foram transformados e convertidos para o formato *shapefile* (shp), característicos do SIG's, por meio do programa *QGIS 2.18 Las Palmas*, de modo que foi criado um banco de dados geográficos. Esse banco de dados foi responsável por reunir as informações, as quais posteriormente originaram produtos cartográficos como os mapas, que subsidiaram a Análise Espacial Geográfica a respeito dos recursos hídricos na bacia do rio Picuí.

Universitária (PROEXT), em parceria com o Ministério das Cidades (MCID). O objetivo do projeto era mapear todos os objetos de interesse hídrico no Semiárido paraibano, desde as TSH's e os corpos hídricos, identificados pelas imagens do Google Earth Pro, como também os poços cadastrados pelo Serviço Geológico Brasileiro, por meio da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). O resultado desse projeto foi o Atlas das Tecnologias Sociais Hídricas, disponível nos seguintes endereços eletrônicos: <https://www.ufpb.br/legat> e <http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/atlas/>.

Foram utilizados também os dados de uso e cobertura da terra, provenientes do projeto Mapbiomas⁵, da coleção 7 (PROJETO MAPBIOMAS, 2022), para os anos de 2000, 2010 e 2020. Os dados utilizados, classificados em 5 diferentes tipos de classes e 4 níveis distintos, consistiam em arquivos no formato *Geotiff, que foram tratados para a escala espacial de análise, permitindo identificar as diferentes classes e os diferentes níveis de usos e cobertura da região, conforme os códigos⁶ e tipos de legendas⁷ indicados e definidos pelo Mapbiomas (SOUZA *et al*, 2020). Além disso, foram utilizados os dados estatísticos do projeto, os quais permitiram indicar a evolução no uso e na cobertura da terra na BHRP, corroborando com as informações apresentadas, bem como aprofundando a análise e a discussão dos resultados.

Por fim, para o desenvolvimento deste trabalho, também foi realizada visita *in loco* e campo exploratório, com o intuito de obter registros fotográficos dos aspectos e objetos hídricos existentes na região, e de entender as consequências e os impactos dos fenômenos climatológicos sobre tais objetos. A finalidade dessa etapa de pesquisa consiste em auxiliar, complementar, exemplificar e corroborar com a análise feita neste estudo e os resultados alcançados por meio dela.

⁵ O Projeto MapBiomas é uma iniciativa brasileira, de caráter multi-institucional, de análise e monitoramento do uso e cobertura da terra a partir de processos de classificação automática aplicada a imagens de satélite, gerando mapas anuais sobre o uso e cobertura da terra para o país. A descrição completa do projeto encontra-se em <http://mapbiomas.org>.

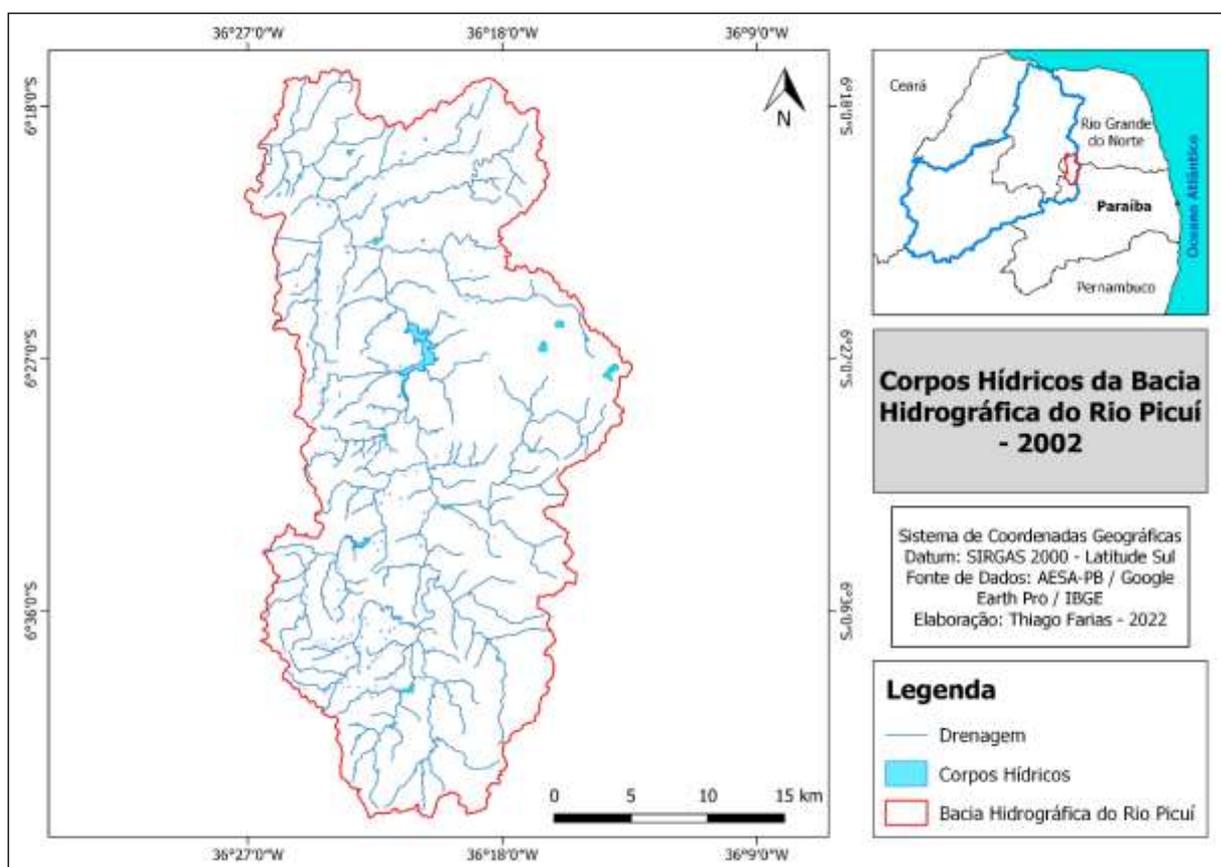
⁶ Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Legenda/C%C3%B3digos_Classes_Legenda_Cole%C3%A7%C3%A3o_7_-_PT_.docx__1__1_.pdf.

⁷ Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/downloads/Legenda%20Colec%C3%A7%C3%A3o%207%20-%20Descric%C3%A7%C3%A3o%20Detalhada.pdf>.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos pela pesquisa, por meio das imagens disponíveis na *Google Earth Pro*, foram identificados e vetorizados um total de 331 corpos hídricos ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí para o ano de 2002, conforme indica a Figura 7. Praticamente em sua totalidade, esses corpos hídricos eram compostos por açudes de pequeno e médio porte, sendo apenas os açudes Caraibeiras e Várzea Grande os reservatórios de maior porte e os únicos monitorados pela Agência Estadual de Gestão de Águas da Paraíba – AESA/PB.

Figura 7: Mapa da Espacialização dos Corpos Hídricos da BHRP em 2002



Fonte: Autoria própria (2022).

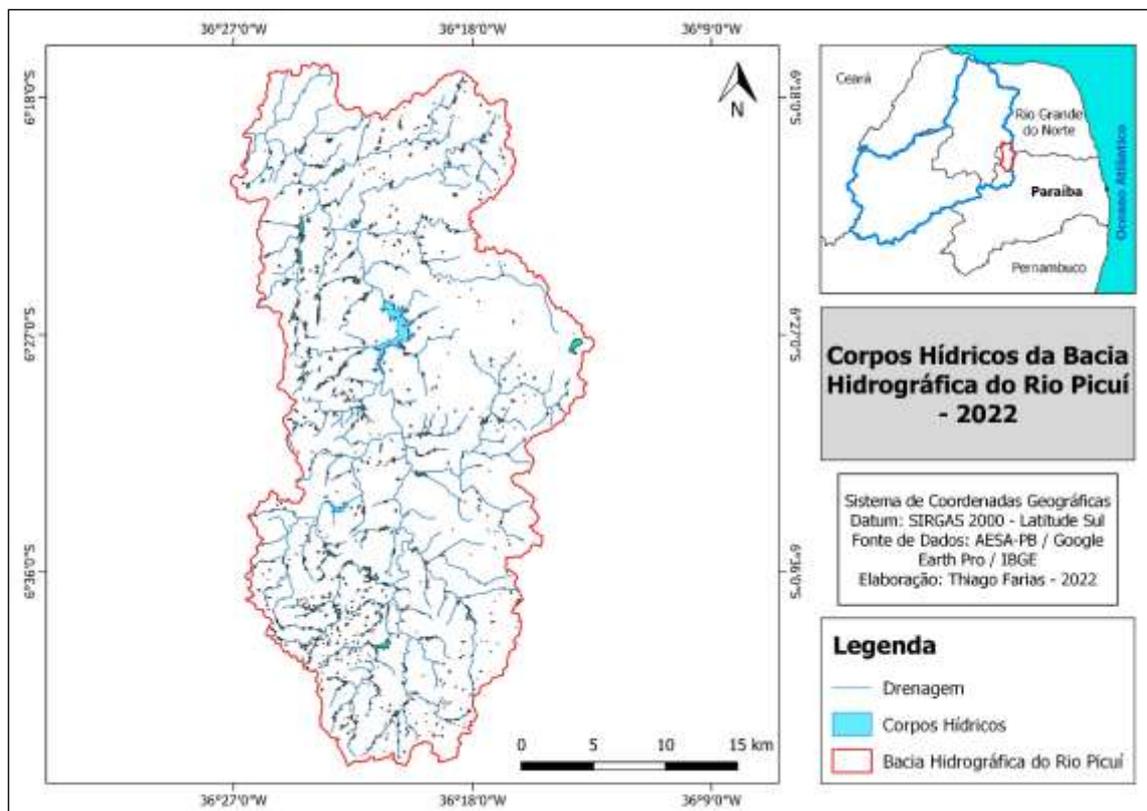
Grande parte desses 331 corpos hídricos (178) estavam situados na alto curso da bacia, sobretudo na porção sudoeste, em uma região com altitude entre 500 a 600m. Esses índices altimétricos apontam que a região está inserida à montante da bacia, nas áreas de captação. Com relação à questão topográfica, ela pertence à unidade do relevo do Planalto da Borborema (MOREIRA, 2000; AESA, 2006), presente ao longo da bacia.

A existência dos açudes nos leitos dos rios da região indica que essa altimetria elevada contribui para a criação e a presença destes pequenos reservatórios nessa porção da bacia hidrográfica. Além disso, a presença destes corpos hídricos, compostos em quase sua totalidade por reservatórios artificiais, é fruto das ações de políticas públicas, a exemplo da açudagem e do desenvolvimentismo, assim como, de maneira reduzida, da ação de entes privados.

Com relação a algumas áreas da bacia, sobretudo na porção norte e sudeste, as imagens disponíveis no programa *Google Earth Pro* apresentaram baixa resolução que ou dificultaram, ou impossibilitaram a identificação dos corpos hídricos nessas áreas da bacia. Diante dessa circunstância, não se descarta que possa haver uma quantidade maior de corpos hídricos, principalmente no que se refere aos pequenos açudes na região para o ano de 2002. No entanto, para a metodologia escolhida para esta pesquisa, não foi possível identificá-los em razão da ausência de imagens com resolução adequada para realizar o reconhecimento e o mapeamento desses açudes.

Ao analisar as imagens mais recentes do *Google Earth Pro*, para o ano de 2022, foram identificados e vetorizados um total de 950 corpos hídricos ao longo de todo o território da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí, conforme indica a Figura 8. No intervalo de 20 anos, a quantidade de reservatórios na região quase triplicou, alcançando um crescimento percentual de 187%. Mais uma vez, praticamente a totalidade desses corpos hídricos correspondia a pequenos e médios açudes.

Figura 8: Mapa da Espacialização dos Corpos Hídricos da BHRP em 2022



Fonte: Autoria própria (2022).

Diferentemente do identificado na região para o ano de 2002, que havia uma maior concentração de corpos hídricos na porção à montante da bacia, em 2022 há uma maior distribuição desses reservatórios ao longo de toda a extensão da bacia hidrográfica do rio Picuí. Foram identificados aproximadamente 510 corpos hídricos ao longo do Alto curso da bacia. Para o Médio curso, foram mapeados 260 corpos hídricos e, para o Baixo curso, os demais 180, que formam o total de 950 corpos hídricos que foram identificados ao longo dessa região da bacia.

A maior concentração desses corpos hídricos nessas regiões explica-se por dois principais fatores. No que se refere ao Alto curso, por apresentar maiores valores altimétricos, as variações existentes nessa região da bacia, sobretudo ao longo dos leitos dos canais de drenagem, proporcionam condições favoráveis para a criação dos pequenos reservatórios. Além disso, por ser justamente a região de cabeceira e de captação, a presença de reservatórios desses portes permitem que eles acumulem mais rapidamente as águas provenientes da pluviosidade, especialmente das que ocorrem por meio da orografia.

Já com relação ao médio curso, a maior quantidade de corpos hídricos ocorre pelo fato desta região situar a zona urbana do município de Picuí, o que faz com que as áreas adjacentes à cidade sejam mais densamente povoadas. Além do mais, a porção central da bacia está rodeada, principalmente pela zona à leste, de altas elevações, o que permite a existência de diferenças de variações acentuadas de altimetria, sendo propício para a construção de reservatórios nessa zona da bacia.

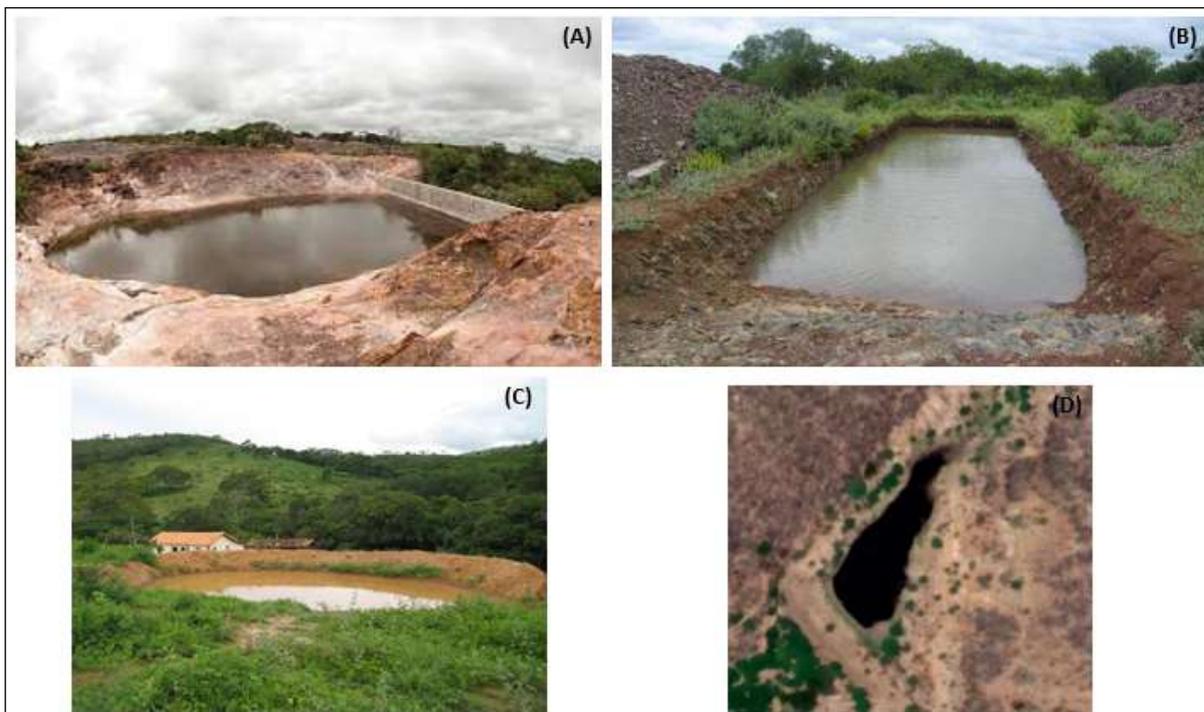
É importante destacar que as imagens disponíveis pelo *Google Earth Pro* para o ano de 2022 apresentam uma qualidade muito superior, tanto no que se refere à resolução como também em cobertura de abrangência ao longo da bacia. A partir do início da segunda década do século XXI é que ocorre uma melhoria significativa nesses fatores destacados anteriormente para a região. É inegável que esses fatores auxiliaram no alcance dos resultados para o ano de 2022, entretanto é importante ressaltar que há outros fatores (e até mesmo um movimento que proporcionaram) a implementação de mais reservatórios na região.

De fato, o que explica esse grande crescimento na presença de corpos hídricos na região, notadamente concentrado em pequenos e médios açudes, é a atuação das diversas políticas públicas de convivência com o semiárido. É a partir de 2003, com a criação do Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), que as ações pautadas na convivência com o Semiárido tornam-se questão de Estado e se efetivam como política pública.

Contudo, é apenas em 2007, com a criação do Programa Uma Terra, Duas Águas (P1+2), que a questão dos pequenos e médios reservatórios começam a ser impulsionadas no Semiárido. Foi a partir dessa política pública que, diferentemente da primeira (a qual priorizou a criação de cisternas), houve o enfoque para a construção de tecnologias e reservatórios que possibilitassem a captação e o armazenamento de água para ser utilizada para a produção agrícola, sobretudo de alimentos para as populações rurais do Semiárido brasileiro.

Tecnologias como os tanques de pedra, as barraginhas, o barreiro trincheira (ou para irrigação) e os pequenos açudes (Figura 9) são exemplos de ações implementadas na região com o objetivo de ampliar a quantidade de água armazenada. Essas construções têm como finalidade proporcionar o uso da água estocada para a dessedentação animal e o desenvolvimento de atividades agrícolas, aumentando a produção de alimentos e objetivando diminuir a fome e a insegurança alimentar na região.

Figura 9: Exemplos de tecnologias de proporcionam a existência de corpos hídricos, promovidas pelo Programa Uma Terra, Duas Águas: A) Tanque de Pedra; B) Barreiro Trincheira; C) Barraginha e D) Pequeno Açude



Fonte: ASPTA (A); IRPAA (B); EMBRAPA (C) e Google Earth Pro (D).

Além do programa Uma Terra, Duas Águas, outra política pública que ajudou a impulsionar a presença não apenas das tecnologias sociais hídricas (a exemplo das cisternas), mas também os corpos hídricos superficiais, foi o Programa Água para Todos (PAT). Criado em 2011, por meio do decreto n° 7.535 de julho de 2011 (BRASIL, 2011), essa política pública buscou reforçar e ampliar as ações que vinham sendo constituídas pelo P1MC e P1+2. Dessa forma, o programa teve como enfoque o fortalecimento das cisternas para consumo (de placa e de polietileno), distribuição de kits de irrigação e construção de sistemas coletivos de abastecimento e de barreiros (pequenos açudes e barragens).

Diante disso, a atuação dessas políticas públicas, em conjunto com a açudagem (que não deixou de existir e ainda está presente nas ações das diversas esferas governamentais), ajudam a explicar o crescimento acentuado de reservatórios na região, principalmente os de pequeno e médio porte. As Figuras 10 a 15 indicam justamente as mudanças na cobertura da terra, ocorridas ao longo da bacia, que mostram o crescimento de pequenos açudes na região.

A Figura 10 corresponde a um local na região do Alto curso que, na imagem do dia 15/08/2010, apresentava apenas um pequeno reservatório ao longo do leito de um dos canais

de drenagem da bacia. Ao analisar a mesma área com as imagens de satélite mais recentes, do dia 06/06/2019, foi possível identificar um total de 7 reservatórios, conforme indica a Figura 11.

Figura 10: Imagem de Satélite do dia 15/08/2010 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí



Fonte: *Google Earth Pro.*

Figura 11: Imagem de Satélite do dia 06/06/2019 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí



Fonte: *Google Earth Pro.*

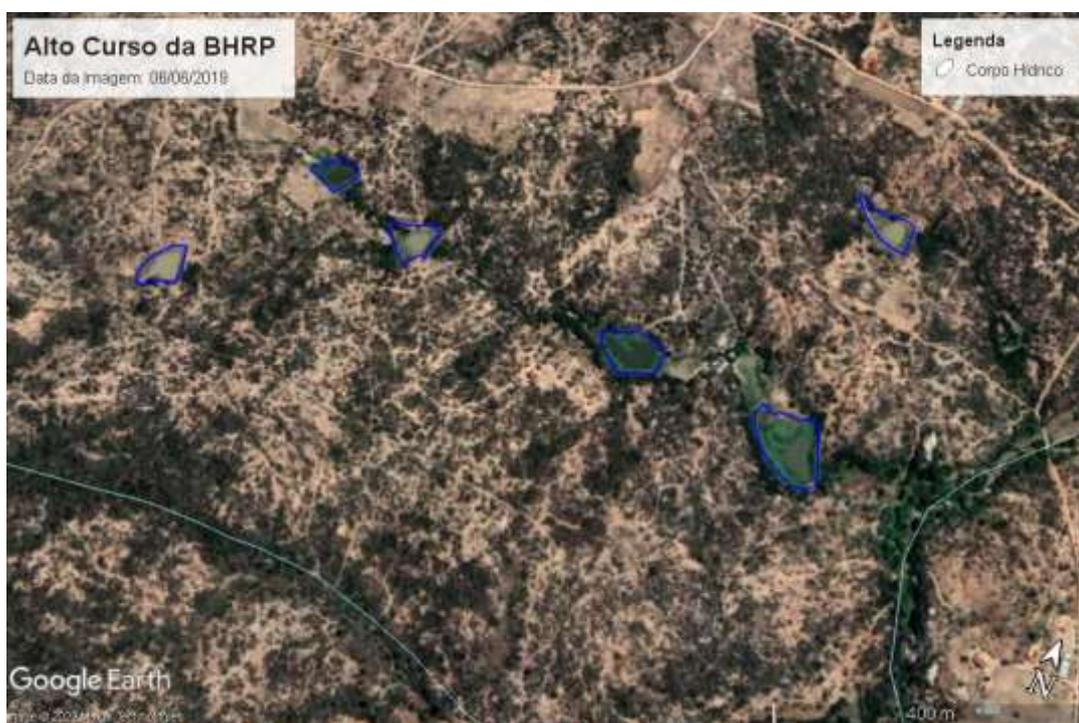
Em outra região do Alto curso da BHRP é possível verificar o crescimento dos corpos hídricos artificiais na região. A Figura 12, também do dia 15/08/2010, aponta uma área de um pequeno afluente da bacia, onde não havia a presença de nenhum açude. No entanto, em um intervalo de aproximadamente 9 anos, houve o crescimento expressivo de pequenos reservatórios na mesma área, sendo identificado um total de 6 açudes, conforme indica a Figura 13.

Figura 12: Imagem de Satélite do dia 15/08/2010 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí



Fonte: *Google Earth Pro.*

Figura 13: Imagem de Satélite do dia 06/06/2019 da superfície em uma região do Alto Curso da Bacia do Rio Picuí



Fonte: *Google Earth Pro.*

É importante destacar que, por mais que o foco nas ações quanto aos recursos hídricos tenha sido majoritariamente em pequenos reservatórios, houve também a construção de açudes de maior capacidade de captação e acumulação de água na região. É o caso do açude público do Gravatá, localizado na região do médio curso da bacia, na comunidade de mesmo nome e mais próximo da zona urbana do município de Picuí.

Com obra inicializada no começo da segunda década do século XXI (2010), o açude público do Gravatá foi construído em uma cooperação entre entes federativos e realizado pela Prefeitura de Picuí em parceria com o Governo Federal, conforme os dados provenientes da Controladoria Geral da União (BRASIL, 2013) e do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (PARAÍBA, 2016). O levantamento documental não encontrou fontes e informações oficiais que indicassem a sua capacidade, principalmente pelo fato do açude de Gravatá não ser monitorado pela AESA. Entretanto, fontes indiretas e não oficiais apontam que o referido açude apresenta uma capacidade de 500 mil a 1 milhão de metros cúbicos⁸.

As figuras 14 e 15 indicam as mudanças na cobertura e uso do solo na área do açude público do Gravatá. A figura 14, do dia 06/09/2001 aponta o local onde viria a ser construído o açude. Já a figura 15, do dia 26/06/2021, destaca o mesmo local com um intervalo de quase 20 anos, com o açude apresentando uma quantidade considerável de água.

⁸ Disponível em: <https://www.portalpicuihoje.com.br/2020/03/em-picui-acude-gravata-esta-prestes.html>.

Figura 14: Imagem de Satélite do dia 06/09/2021 da superfície do Atual Açude do Gravatá, no Médio Curso da Bacia do Rio Picuí



Fonte: Google Earth Pro.

Figura 15: Imagem de Satélite do dia 26/06/2021 da superfície do Atual Açude do Gravatá, no Médio Curso da Bacia do Rio Picuí



Fonte: Google Earth Pro.

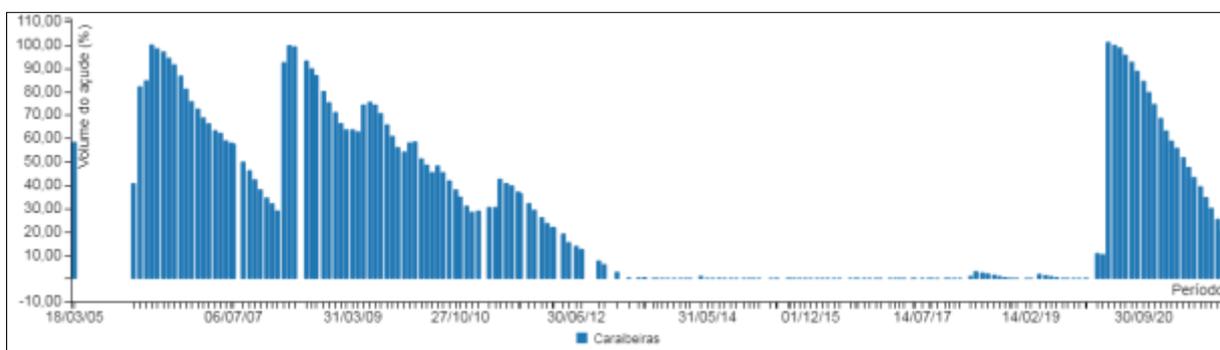
Como destacado anteriormente, a maior quantidade de corpos hídricos artificiais, especialmente os pequenos e médios açudes, trouxeram impactos para a questão hídrica na região. Também há outro fator que fortemente influencia na disponibilidade e/ou ausência de água na BHRP: a questão climática.

Os dois maiores e principais reservatórios da região, o açude Várzea Grande e o Caraibeiras, monitorados pela AESA, refletem diretamente, a partir dos volumes registrados, os impactos dos diversos fenômenos climatológicos que ocorreram na região, seja os que provocaram maior quantidade de chuva, seja aqueles que proporcionaram a incidência de estiagens e secas prolongadas e intensas.

Ao longo da escala temporal analisada, o açude Caraibeiras começou a ser monitorado periodicamente a partir do ano de 2005, apresentando apenas pequenos períodos nos quais houve ausência na cobertura do monitoramento (2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011 e 2012). No entanto, esses períodos não resultaram na impossibilidade de análise, tendo em vista que os meses seguintes a essas falhas de cobertura do monitoramento confirmavam a curva de descendência ou ascendência no que se refere ao volume armazenado.

O Gráfico 3 destaca que entre 2005 a 2021, o açude Caraibeiras apresentou 4 períodos em que dispunha de mais de 80% de sua capacidade total (2.709.260 m³), sendo os primeiros semestres dos anos de 2006, 2008, 2010 e 2020. Desses 4 períodos citados, em 3 ocasiões (os primeiros meses de 2006, 2008 e 2020), o referido açude “sangrou”, ou seja, apresentou mais de 100% de sua capacidade total.

Gráfico 3: Evolução dos Volumes Registrados no Açude Caraibeiras (2005-2022)

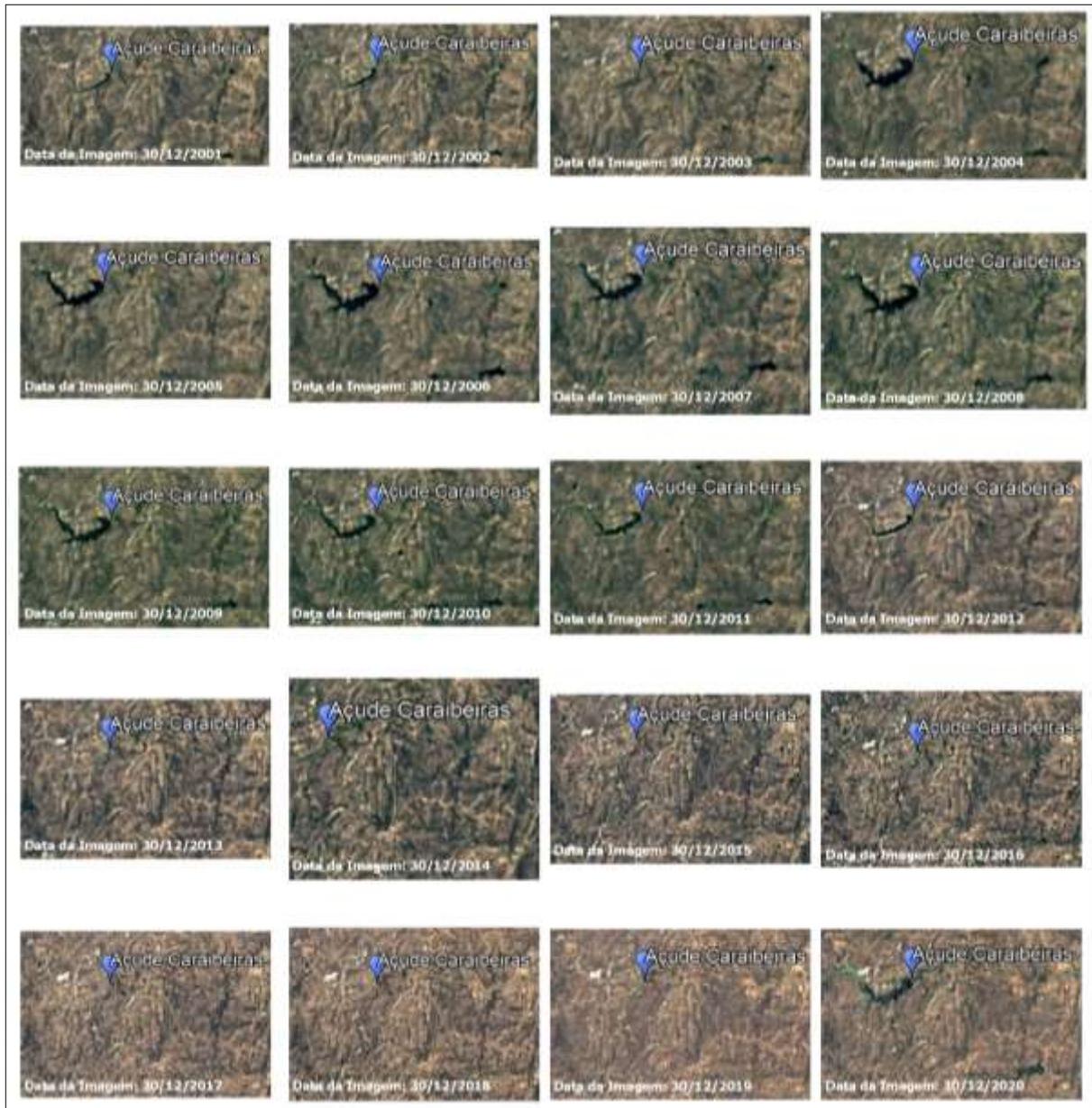


Fonte: AESA.

Se por um lado houve períodos em que o açude apresentou maiores volumes, do outro, ao longo da escala temporal de análise, o açude Caraibeiras registrou períodos em que estava com níveis críticos ou completamente seco. A partir do segundo semestre de 2012 até o início de 2020, o reservatório esteve sempre com níveis críticos, abaixo de 10% e, em grande parte,

completamente seco. A Figura 16 mostra o histórico de armazenamento de água do açude Caraiibeiras, por meio das imagens de satélite, para o período analisado.

Figura 16: Histórico do Açude Caraiibeiras conforme as Imagens de Satélites disponíveis no *Google Earth Pro* (2001-2020)



Fonte: *Google Earth Pro*⁹. Organizado e Elaborado pelo Autor.

⁹ O conjunto de imagens utilizadas para formar a imagem em questão são provenientes do Landsat/Copernicus, disponíveis no *Google Earth Pro*, a uma altitude do ponto de visão de 18 km. A partir dessas configurações foi possível identificar a presença de imagens no catálogo histórico do programa (30/12 de cada ano retratado), sendo possível representar a evolução do espelho d'água do reservatório.

Ao analisar o açude Várzea Grande, o maior reservatório da região com 21.532.659 m³ de capacidade e responsável pelo abastecimento dos municípios de Picuí e Frei Martinho, o comportamento dos ritmos de cheias e secas apresenta similitudes quando comparado com o açude Caraibeiras. No entanto, em razão da diferença de capacidade e aspectos como a concentração espacial das chuvas e a localização do açude Várzea Grande, há também grandes divergências no histórico dos níveis de monitoramento.

Ao longo da escala temporal do estudo, o açude Várzea Grande dispôs de monitoramento durante os anos analisados. Contudo, assim como identificado no açude Caraibeiras, o monitoramento do Várzea Grande também apresentou falhas de cobertura temporal. Foram identificadas falhas de cobertura no monitoramento entre os anos de 2000 (fora do período analisado, mas utilizado gráfico para auxiliar no entendimento do histórico nos níveis do reservatório) a 2013, sendo os anos de 2003 a 2005 o período que apresentou maior falta de cobertura no monitoramento. Após 2013, a cobertura do monitoramento do reservatório foi mais constante, sem exibir longos períodos com falhas notórias no acompanhamento do nível do açude.

O Gráfico 4 aponta que, entre 2000 a 2021, o açude Várzea Grande apresentou, conforme o monitoramento da AESA, apenas um período em que dispunha de mais de 80% de sua capacidade total (21.532.659 m³). Esse nível foi alcançado no primeiro semestre de 2011. Entretanto, é importante destacar que há documentos e registros que apontam que no primeiro semestre (fevereiro) de 2004, período este que justamente compreende a maior falha de cobertura do monitoramento, o açude alcançou a sua capacidade máxima, conforme indicam os requerimentos da Câmara de Vereadores de Picuí (2010¹⁰; 2015a¹¹ & 2015b¹²).

Assim como identificado no açude Caraibeiras, o Várzea Grande apresentou um período em que viu o seu nível de armazenamento cair vertiginosamente. A partir do segundo semestre de 2011, após alcançar 90% de sua capacidade, a quantidade de água disponível no açude foi diminuindo. Esse processo foi intensificado nos anos de 2012 a 2015, nos quais o reservatório entrou em um estágio crítico, com menos de 10% de sua capacidade, alcançando suas mínimas históricas no que diz respeito aos níveis registrados (Figura 17). Desde então, o açude não tem apresentado volume relevante, não passando dos 5%, conforme indica o gráfico

¹⁰ Disponível em: <https://pt.slideshare.net/Olivanio/requerimento-0152010olivnio-vrzea-grande>.

¹¹ Disponível em: <http://www.submit.10envolve.com.br/uploads/37ac5bf2d9d8c030ef7108f38390cc6121436549/6a594db12155d225184c23b2020d278f.pdf>.

¹² Disponível em: <https://pt.slideshare.net/Olivanio/requerimento-632015-olivno-acionamento>.

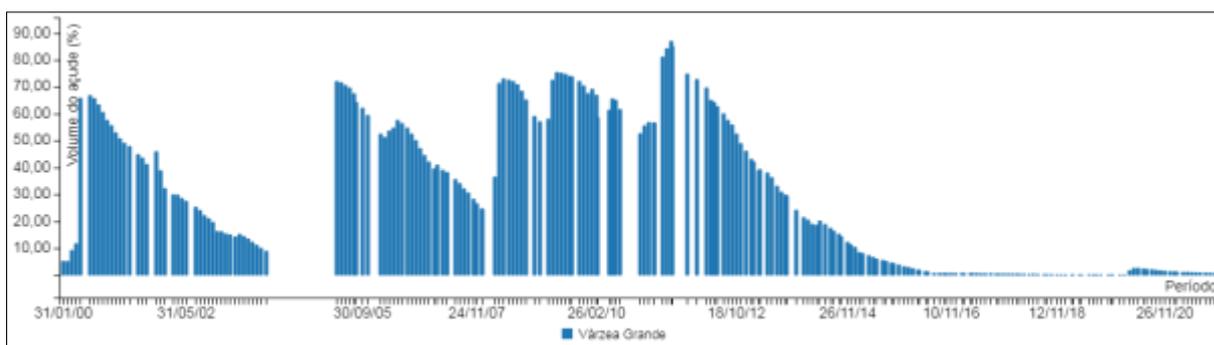
4. A Figura 18 mostra o histórico de armazenamento de água do açude Várzea Grande, por meio das imagens de satélite, para o período analisado.

Figura 17: Açude Várzea Grande em Picuí, em um dos seus Menores Níveis de Armazenamento em 05/03/2019 (A) e 06/06/2019 (B)



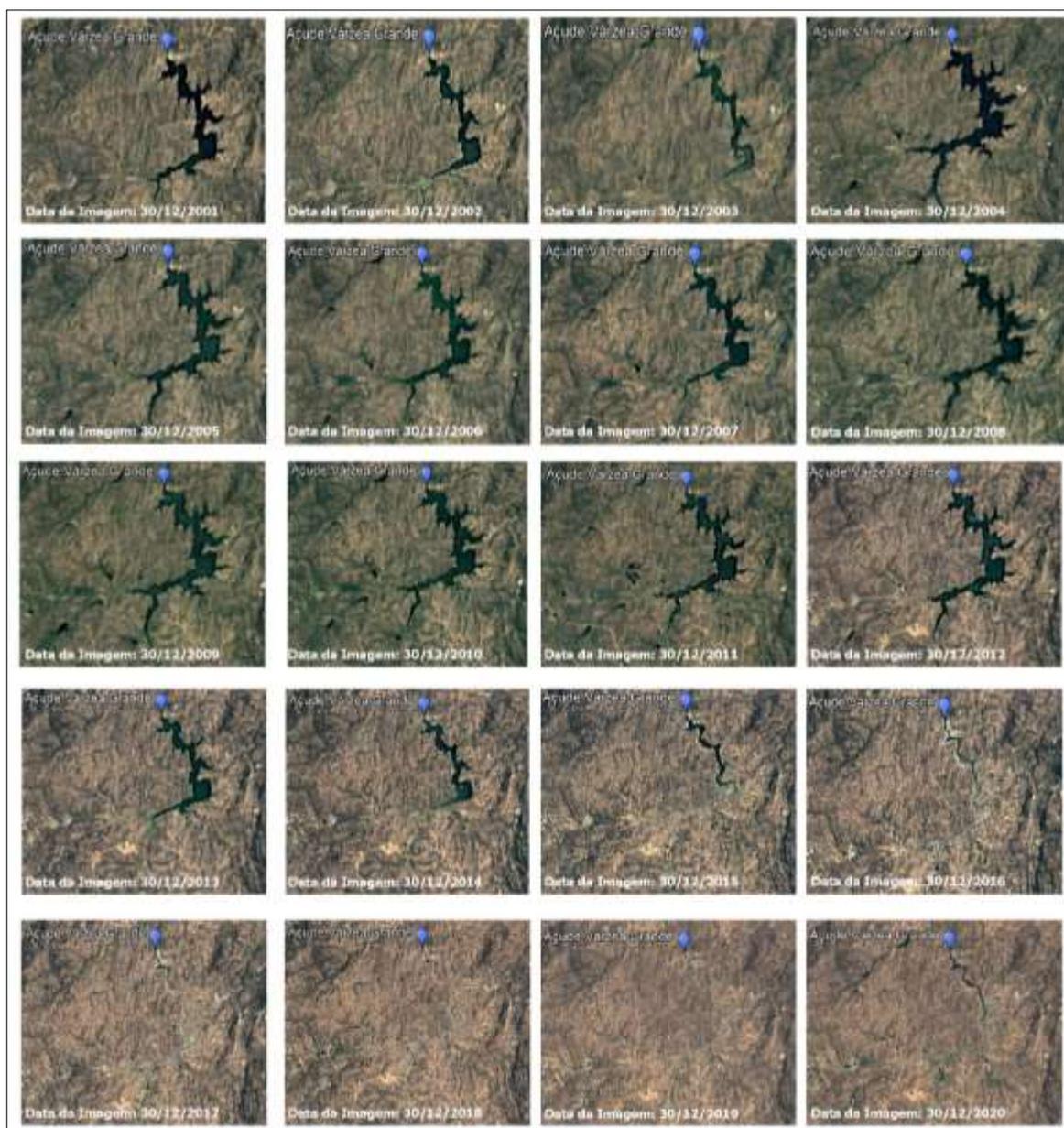
Fonte: Autor (A) e *Google Earth Pro* (B).

Gráfico 4: Evolução dos Volumes Registrados no Açude Várzea Grande (2000-2022).



Fonte: AESA.

Figura 18: Histórico do Açude Várzea Grande conforme as Imagens de Satélites disponíveis no *Google Earth Pro* (2001-2020)



Fonte: Google Earth Pro. Organizado e Elaborado pelo Autor.

O principal fator que influencia diretamente no aspecto dos níveis dos reservatórios da região é a questão climática. Diante disso, foram analisados os dados climatológicos existentes e disponibilizados pela Agência Estadual de Gestão de Águas da Paraíba (AESAPB) para os dois principais municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí: Frei Martinho e Picuí.

No caso de Frei Martinho, a escala temporal de dados climatológicos disponíveis pela AESA é a partir de 1996, sendo 2021, último ano da análise deste estudo, o ano limite na

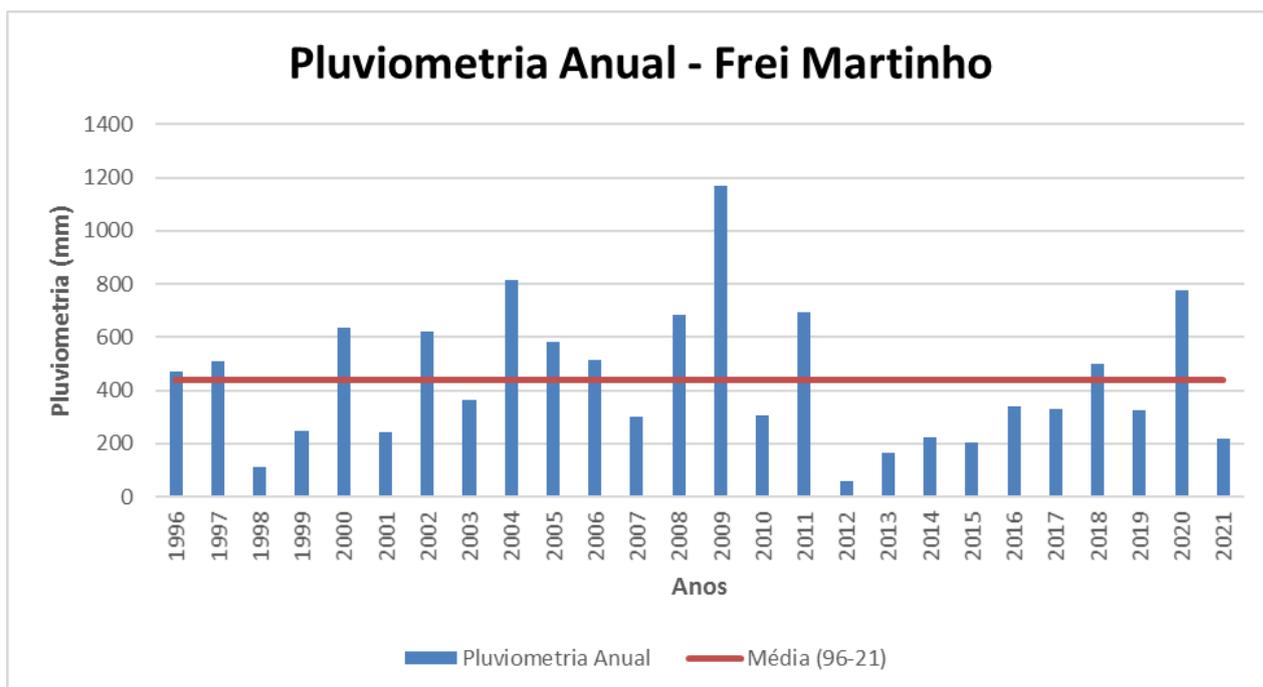
utilização desses dados climáticos, totalizando um intervalo de 26 anos. É importante destacar que não se excluem erros ou falhas de cobertura no monitoramento climatológico do município, assim como foi identificado nos reservatórios da região, monitorados pelo órgão. No entanto, por ser justamente a fonte oficial com melhor cobertura para a região, os dados são os mais fidedignos possíveis.

Entre 1996 e 2021, foram identificados 14 anos em que a pluviometria anual esteve abaixo da média histórica do município ao longo desse período (438,5 mm), sendo o ano de 2012 o que apresentou o menor índice dentro dessa série histórica, com 58,6 mm/anuais. Quando se analisa os anos chuvosos, que ocorreram acima da média, esses totalizam 12, sendo o ano de 2009 o que se apresentou como o mais chuvoso, com um total de 1169,8 mm no ano.

Ao analisar os anos compreendidos por esse estudo (2001–2021), identifica-se 9 anos em que as chuvas anuais estiveram acima de média histórica do município e os demais 12 anos apresentaram chuvas abaixo da média. Como já destacado anteriormente, o ano de 2009 foi o mais chuvoso, apresentando um desvio padrão positivo de 167,12%. Já 2012 foi o ano mais seco, apresentando um desvio padrão negativo de 86,52%.

Ainda analisando o intervalo de 2001 a 2021, observa-se que há claramente duas décadas com a predominância de características distintas. A primeira entre 2001 a 2010, período em que prevalece uma maior quantidade de anos chuvosos (2002, 2004, 2005, 2006, 2008 e 2009); a segunda, entre 2011 a 2021, período em que há uma predominância de anos secos (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2019 e 2021). Os dados climatológicos do município de Frei Martinho podem ser analisados no Gráfico 5.

Gráfico 5: Pluviometria Anual do Município de Frei Martinho (1996-2021)



Fonte: AESA.

Já no que se refere a Picuí, a escala temporal de dados climatológicos disponíveis pela AESA é a partir de 1994, sendo 2021, último ano da análise deste estudo, o ano limite na utilização desses dados climáticos, totalizando um intervalo de 28 anos. Assim como exposto anteriormente, é importante ressaltar que não se excluem erros ou falhas de cobertura no monitoramento climatológico do município, assim como foi identificado nos reservatórios da região monitorados pelo órgão. No entanto, por ser justamente a fonte oficial com melhor cobertura para a região, os dados são os mais fidedignos possíveis.

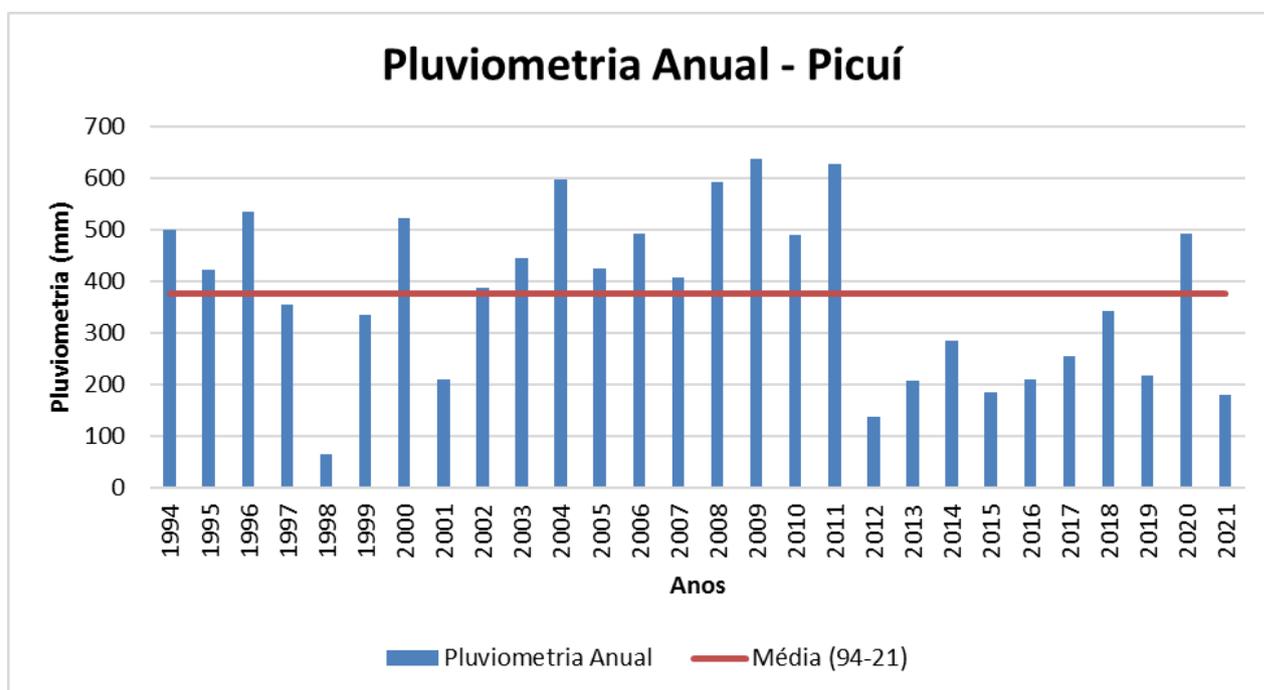
Entre 1994 a 2021, foram identificados 13 anos em que a pluviometria anual esteve abaixo da média histórica do município ao longo desse período (376,18 mm), sendo o ano de 1998 o que apresentou o menor índice dentro dessa série histórica, com 63,8 mm/anos. Já quando se analisa os anos chuvosos, que ocorreram acima da média, esses totalizam 15, no qual o ano de 2009 se apresentou como o mais chuvoso, com um total de 635,5 mm no ano.

Ao analisar os anos compreendidos por esse estudo (2001–2021), identifica-se 11 anos em que as chuvas anuais estiveram acima de média histórica do município e os demais 10 anos apresentaram chuvas abaixo da média. Conforme destacado anteriormente, o ano de 2009 foi o mais chuvoso, apresentando um desvio padrão positivo de 68,88%. Já 2012 foi o ano mais seco dentro do intervalo temporal de análise deste estudo, apresentando um total de 137 mm no ano e um desvio padrão negativo de 63,56%.

Observando o comportamento climático entre os dois municípios, embora eles estejam próximos espacialmente, ambos mostram diferenças consideráveis nos índices de pluviosidade registrados ao longo da escala temporal analisada. Apesar de apresentar uma maior quantidade de anos chuvosos, o município de Picuí não exibiu um desvio positivo tão acentuado como os que foram identificados em Frei Martinho, que registrou, nos três principais anos chuvosos, índices anuais acima de 750 mm.

Ainda analisando o intervalo de 2001 a 2021, observa-se que, assim como identificado em Frei Martinho, há claramente duas décadas com a predominância de características distintas: a primeira entre 2001 a 2011, período em que prevalece uma maior quantidade de anos chuvosos (2002 a 2011); a segunda, entre 2012 a 2021, período em que há uma predominância de anos secos (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2021). Os dados climatológicos do município de Picuí podem ser analisados no Gráfico 6.

Gráfico 6: Pluviometria Anual do Município de Picuí (1994-2021)



Fonte: AESA.

É importante destacar que as variações positivas e negativas no que se refere aos quantitativos de chuvas identificados na região, ao longo do período analisado, estão relacionados com fenômenos climatológicos de escala regional e global, que influenciam diretamente não apenas na formação de chuvas, mas também na atuação dos diversos sistemas atmosféricos que contribuem para intensidade da pluviosidade na região.

Dentre os fenômenos citados estão aqueles que são oriundos das variações, positivas ou negativas, da Temperatura da Superfície do Mar, seja no oceano Pacífico (El Niño/La Niña) e/ou no Atlântico (Dipolo Positivo/Negativo). Ao analisar os dados climáticos tanto de Frei Martinho como de Picuí, para o primeiro decênio dos anos 2000, se estendendo até 2011, observa-se que este período apresentou uma umidade relevante, com maioria de anos chuvosos, destacando-se 2004, 2008, 2009 e 2011.

No caso de 2004, Marengo *et al* (2011) apontam que as informações do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), destacam que a forte intensidade do período chuvoso do referido ano teve como causa um fenômeno incomum, mas não improvável: o transporte de umidade proveniente do Atlântico tropical e da bacia Amazônica.

Com relação aos anos de 2008, 2009 e 2011, o principal fenômeno climatológico que ocasionou as anomalias positivas de chuvas na região foi a La Niña (INPE, 2008; RODRIGUES ET AL, 2017; BURITI & BARBOSA, 2018; DANTAS, 2018). Foi por meio desse fenômeno que os sistemas atmosféricos atuantes na região apresentaram maior quantidade de umidade, ocasionando as chuvas acima da média histórica ocorrida nos anos acima relatados.

O impacto disso nos recursos hídricos da BHRP podem ser visualizados nos Gráficos 3 e 4, e nas Figuras 16 e 18. Nessas ilustrações pode-se observar não apenas o aumento dos níveis dos açudes Caraibeiras e Várzea Grande, mas também a maior presença de biomassa verde da vegetação do entorno.

Por conseguinte, ao observar a segunda década dos dados climáticos de Frei Martinho como de Picuí, percebe-se a predominância de um longo período seco ao longo destes anos. Iniciada a partir de 2012, perdurando até 2019, a seca na região foi intensa, com destaque maior para os anos de 2012, 2013 e 2015, que apresentaram os menores índices de umidade no acumulado anual de chuvas.

Diversos pesquisadores apontam que a grande seca ocorrida nesse período teve como causa principal a atuação do fenômeno El Niño (DE NYS *et al.*, 2016; BURITI; BARBOSA, 2018; DANTAS, 2018), que proporcionou anomalias negativas de pluviosidade. Com isso, a formação e a atuação dos sistemas atmosféricos provedores de chuva foram inibidas, resultando nos totais acumulados bem abaixo da média.

O prolongamento da estiagem, resultando no fenômeno da seca, ocasionou em diversos impactos negativos no que se refere aos recursos hídricos da BHRP, que podem ser

visualizados nos Gráficos 3 e 4, e nas Figuras 16 e 18. É a partir de 2012 que os reservatórios de Caraibeiras e Várzea Grande tiveram os seus níveis de água reduzidos drasticamente, ao ponto de colapsarem diversas vezes no período analisado (Gráficos 3 e 4). Além disso, observando as Figuras 16, 17 e 18, é possível não apenas constatar e visualizar esse fato, como também verificar a acentuada queda da biomassa da vegetação ao longo da paisagem.

Diante de tais circunstâncias, o abastecimento público de água nos municípios de Frei Martinho, Nova Palmeira e Picuí, dependentes dos reservatórios situados na bacia, foi suspenso em decorrência do esgotamento destes açudes. Desse modo, o acesso à água por parte da população local foi fortemente impactado, sendo feito de maneira emergencial por meio de carros-pipa, tanto para as populações situadas na zona urbana, como também na zona rural, conforme destacado no estudo de Farias (2021).

Os dados apontam que tanto a questão climática como o crescimento dos açudes na BHRP podem estar diretamente relacionados como a diminuição do armazenamento, principalmente dos maiores reservatórios, os quais são responsáveis pelo abastecimento de água da região. O primeiro aspecto é notadamente e inegavelmente o mais influente, tendo em vista que a baixa pluviosidade acumulada na última década, graças à seca iniciada em 2012. Dessa forma, desde então não houve anos consecutivos de chuvas acima da média histórica que pudessem ocasionar uma recarga satisfatória dos maiores reservatórios.

O segundo aspecto está relacionado com a maior presença de pequenos e médios açudes nos tributários, à montante dos principais reservatórios, impactando na captação e no armazenamento de água destes. Como indicado no Gráfico 3 e na Figura 16, que tratam sobre o açude Caraibeiras, as chuvas que ocorreram em 2020 possibilitaram o transbordamento deste reservatório. Contudo, ao analisar o Gráfico 4 e a Figura 18, referentes ao açude Várzea Grande, de maior capacidade de armazenamento, os impactos desse ano chuvoso foram bem menores.

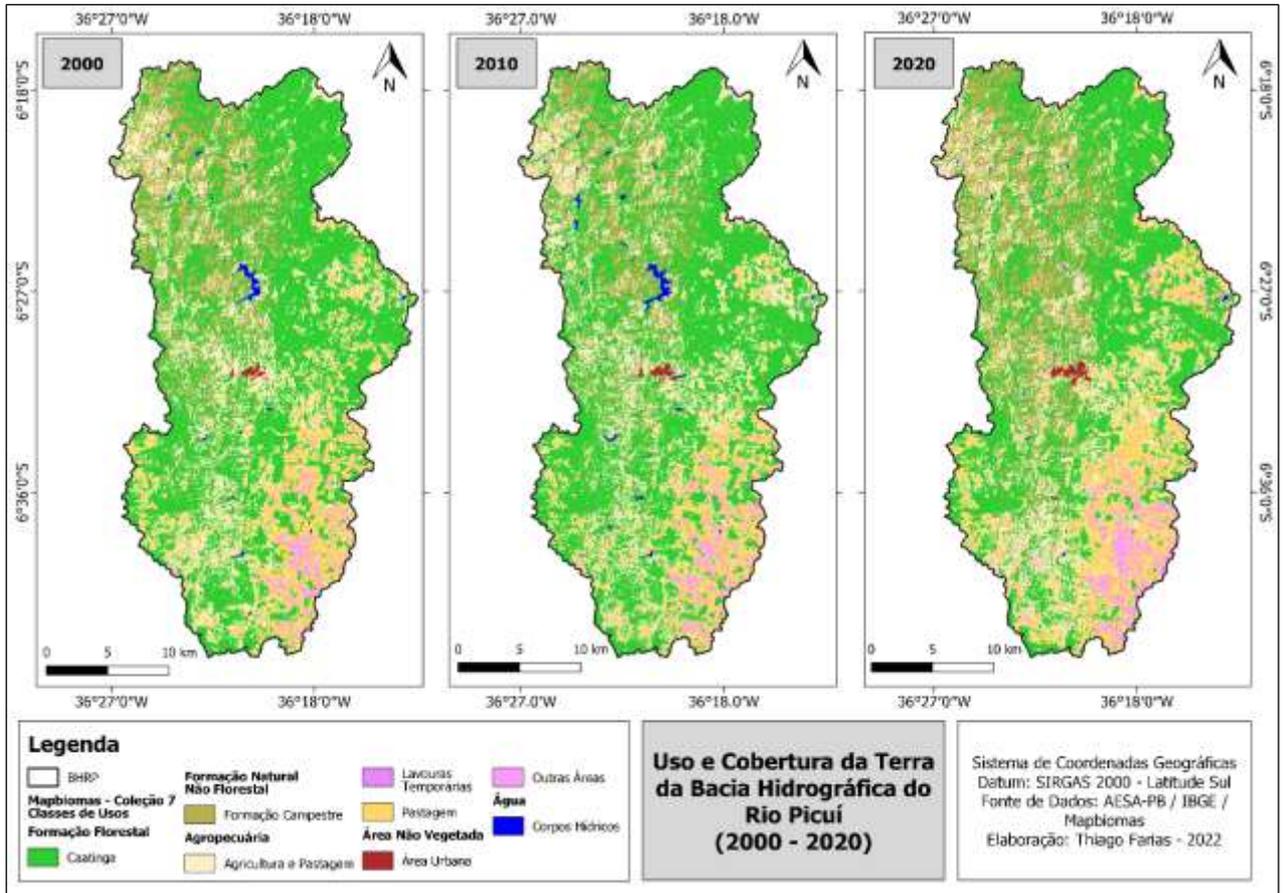
Por fim, os dados a respeito do uso e cobertura da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí corroboram com os resultados apresentados, sobretudo no que se refere ao menor quantitativo de água e de redução de biomassa na região. Esses aspectos estão relacionados não apenas à questão climática, mas também às intervenções feitas pelo ser humano na região.

Ao analisar o ano de 2000, as informações sobre o uso e cobertura na região apontavam que a classe predominante era a Florestal, da Caatinga, com 40.874 hectares (ha), seguido pela Agropecuária (27.267 ha) e pela Formação Natural não Florestal, representada pela Formação Campestre (9.337 ha). Com relação aos recursos hídricos, a água ocupava uma área de 325 ha

na região. Já para 2010, há um aumento na área de Caatinga (Floresta), classe que ocupava um total de 42.223 hectares. A segunda classe com maior abrangência espacial foi a Agropecuária, com 27.019 ha, o que representou uma diminuição de 0,9% com relação a 2000. A terceira maior classe de uso e cobertura foi a Formação Natural não Florestal (Formação Campestre), com 8.242 ha, apresentando uma diminuição de 11,7% em comparação com o ano 2000. No que se refere à água, essa classe apresentou um total de 505 ha, representando um expressivo crescimento de 55,3% ao ser apresentado por essa classe no ano 2000.

Por fim, com relação a 2020, a Formação Florestal (Caatinga) continuou sendo a maior classe com abrangência espacial na região, com 33.519 ha, no entanto, apresentou uma diminuição de 20,61% em comparação com 2010. A segunda maior classe no que se refere ao uso e cobertura da terra foi a Agropecuária, com 29.554 hectares, o que representa um crescimento de 9,38% com relação a 2010. Seguindo a ordem das maiores classes, está a Formação Natural não Florestal, representada pela Formação Campestre, apresentando um total de 12.782 ha, um crescimento acentuado de 55,08% para o ano anterior de análise (2010). Com relação aos recursos hídricos, as áreas cobertas por água na região totalizavam 125 hectares, uma significativa diminuição de 75,24% em comparação com 2010. Essas informações estão disponibilizadas na figura 19.

Figura 19: Mapa de Evolução do Uso e Cobertura da Terra da BHRP (2000-2020)



Fonte: Mapbiomas. Elaborado pelo Autor.

Os dados de uso e cobertura corroboram com as informações apresentadas nesse estudo, principalmente ao analisar os anos de 2010 e 2020. O primeiro aponta justamente os efeitos de quase uma década de chuvas acima da média na região, possibilitando um notável aumento não apenas na quantidade de recursos hídricos disponíveis, mas também da biomassa, sobretudo da cobertura florestal na região.

Já com relação ao ano de 2020, os dados a respeito do uso e cobertura apontam os efeitos do longo período de seca que incidiu na região, ocasionando uma drástica redução dos recursos hídricos superficiais, assim como uma redução da cobertura florestal na Bacia Hidrográfica do Rio Picuí. Além disso, o crescimento de alguns usos, como agropecuária, demonstra uma maior intervenção antrópica na região. Atividades como a agricultura e a pecuária demandam uma maior utilização de água, pressionando os recursos hídricos superficiais. O crescimento dessas atividades pode ter influenciado o expressivo crescimento dos pequenos e médios reservatórios na região, como evidenciado anteriormente neste estudo.

Apresentamos, a seguir, as considerações finais deste trabalho.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo destacam a evolução no quantitativo dos recursos hídricos superficiais, representados pelos açudes, durante o intervalo de análise de pouco mais de 20 anos (2000-2022). Esse crescimento ocorreu de maneira intensa, sendo os pequenos e médios açudes os principais reservatórios construídos ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Picuí.

É importante destacar que esses açudes proporcionam uma maior capacidade de disponibilizar água para as comunidades locais, possibilitando um maior acesso à água para a população, bem como estimulando as diversas atividades econômicas provenientes da presença de água, dentre elas a agricultura e a pecuária, atividades com grande atuação e impacto na região.

O crescimento dos reservatórios, identificado por este estudo, pode ser consequência de dois principais fenômenos. O primeiro está relacionado à atuação das diversas políticas públicas implementadas no Semiárido brasileiro como um todo, principalmente aquelas que dizem respeito à questão da convivência com o semiárido, dentre eles o P1+2 e o Programa Água Para Todos, que têm como principal enfoque a construção e a consolidação de tecnologias sociais hídricas voltadas para a produção.

O segundo fenômeno pode estar relacionado com a variabilidade climática, sobretudo no aspecto da pluviosidade na região. Ao longo da escala temporal analisada, o primeiro decênio apresentou uma maior intensidade nos acumulados de chuva anuais. Dessa forma, os reservatórios construídos nesse período buscaram armazenar uma maior quantidade de água que o período proporcionou. Já a segunda década analisada apresentou um longo e intenso período seco, de modo que os açudes construídos neste período poderiam corresponder às ações emergenciais e de resposta à seca, buscando aumentar a capacidade de armazenamento de água da região para, durante o período chuvoso, acumular mais água e, conseqüentemente, atender às demandas emergenciais das populações locais.

Outra questão a ser destacada é a atuação do poder público, especialmente no que diz respeito aos órgãos de fiscalização, com relação ao controle do uso do solo na bacia, o que, no enfoque desta pesquisa, diz respeito à construção de novos açudes. Se, por um lado, o crescimento acentuado de reservatórios é tido como positivo, pois pode proporcionar maior armazenamento e disponibilização de água para as comunidades rurais, do outro há uma preocupação acerca dos impactos desses empreendimentos à montante dos principais reservatórios da região, responsáveis pelo abastecimento público não apenas da zona urbana dos municípios, mas da região como um todo.

É importante evidenciar que a questão acima citada não é uma crítica à construção de novos açudes, porém é necessário que se possa haver não apenas o real conhecimento sobre os recursos hídricos superficiais da bacia, como também a adoção de ações e tecnologias que proporcionem “soluções baseadas na natureza”, entre elas as barragens subterrâneas. Dessa forma, busca-se impulsionar e preservar a presença de água por mais tempo nos ambientes fluviais da região, sem barrar a conectividade hídrica e sedimentológica.

Salienta-se também a necessidade do fortalecimento da gestão dos recursos hídricos, bem como a consolidação e a diversificação das ações e tecnologias que promovam uma maior disponibilidade de água, baseadas na convivência com o semiárido. Essas ações se fazem indispensáveis tendo em vista o atual contexto de mudanças climáticas a nível global, que podem aumentar a intensidade e a frequência de eventos extremos na região, entre eles as estiagens e as secas.

Por fim, é importante destacar a necessidade de novos estudos, pesquisas e levantamentos sobre os fatores naturais, sociais e geográficos da região, com o objetivo de não apenas aprofundar questões já retratadas, mas também ampliar o conhecimento sobre os diversos aspectos que envolvem a temática, principalmente no que se refere aos recursos hídricos e ao clima. Desse modo, os resultados alcançados por esses trabalhos podem auxiliar o poder público na melhoria da gestão com a água e com os recursos naturais da região.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. In: **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 13, n. 36, p. 7-59, Aug. 1999. ISSN 1806-9592. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9474>>.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA - AESA. PERH-PB: **Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo & Atlas**. Brasília, DF, 2006. 112p.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. (Org.). Volume dos açudes. Disponível em: <http://site2.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 18 set. 2022.

ARAÚJO, S. M. S. de. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos. **Rios Eletrônica - Revista Científica da FASETE**. Ano 5, n. 5, 2011.

BECKER, C.; MELO, M.; COSTA, M.; RIBEIRO, R. Caracterização Climática das Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado da Paraíba (Climatic Characterization Rainfall Homogeneous Regions of the State of Paraíba). **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.4, n.2, p. 286-299, 2011.

BLACK, M. **The atlas of water: mapping the world's most critical resource**. Terceira Edição, University of California Press, Oakland, CA, U.S.A, 2016.

BRAGA, R. A. P. ; CAVALCANTI, E. R. . **Aluviões em rios intermitentes: manancial hídrico e uso histórico**. In: Ana Paula Silva dos Santos; Durval Muniz de Albuquerque Júnior; Ricardo Augusto Pessoa Braga, et al. (Org.). O encolhimento das águas: o que se vê e o que se diz sobre crise hídrica e convivência com o semiárido. 21ed. Campina Grande: INSA, 2018, v. , p. 238-260.

BRASIL. **Lei nº 175, de 7 de janeiro de 1936**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/1930-1949/L175.htm>. Acesso em: Ago. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 7.535, de 26 de julho de 2011.** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7535.htm>. Acesso em: Dez. 2021.

BRASIL. CONTROLADORIA GERAL DA UNIÃO. **RELATÓRIO DE FISCALIZAÇÃO Nº 38033.** Brasília, DF. p. 186. 2013. Disponível em: <https://auditoria.cgu.gov.br/download/3016.pdf>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. **Resolução nº 150 de 13 de Dezembro de 2021.** Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE. Recife. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/hierarquia/resolucoes-condel/resolucao-condel-sudene-no-150-de-13-de-dezembro-de-2021#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONDEL%2FSUDENE%20N%C2%BA%20150%2C%20DE%2013%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202021,-Aprova%20a%20Proposi%C3%A7%C3%A3o&text=151%2F2021%2C%20que%20trata%20do,de%20transi%C3%A7%C3%A3o%20para%20munic%C3%ADpios%20exclu%C3%A>Ddos. Acesso em: Dez. 2022.

BURITI, Catarina de Oliveira; BARBOSA, Humberto Alves. **Um século de secas: por que as políticas hídricas não transformaram o Semiárido brasileiro?**. 1. ed. Portugal: Chiado Editora, 2018. v. 1. 432p .

CÂMARA MUNICIPAL DE PICUÍ. **Requerimento Nº 015/2010.** Ementa: Solicita ao Governo do Estado da Paraíba, a conclusão do sangradouro da Barragem Várzea Grande, bem como a retirada da vegetação que toma conta saída d'água do respectivo reservatório. Vereador Olivânio Remígio. 08 Fevereiro de 2010. p.1. 2010. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/Olivanio/requerimento-0152010olivnio-vrzea-grande>

CÂMARA MUNICIPAL DE PICUÍ. **Requerimento Nº 022/2015.** Ementa: Solicita ao Governo do Estado da Paraíba, a adoção de planos/medidas/ações para o abastecimento de água na zona urbana dos municípios do Seridó Oriental e do Curimataú Ocidental Paraibano. Vereador Olivânio Remígio. 09 Março de 2015. p.8. 2015a. Disponível em: <http://www.submit.10envolve.com.br/uploads/37ac5bf2d9d8c030ef7108f38390cc6121436549/6a594db12155d225184c23b2020d278f.pdf>

CÂMARA MUNICIPAL DE PICUÍ. **Requerimento N° 063/2015**. Ementa: Solicita da CAGEPA, a implantação do racionamento de água no município de Picuí. Vereador Olivânio Remígio. 18 Maio de 2015. p.1. 2015b. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/Olivanio/requerimento-632015-olivno-acionamento>

CAMPOS, N. **A água e a vida** – textos e contextos – Fortaleza: ABC Fortaleza, 1990, 142 p.

CAMPOS, José Nilson B.. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. In: **Estud. av.**, São Paulo , v. 28, n. 82, p. 65-88, Dec. 2014 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-0142014000300005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 Jun 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142014000300005>

CEPED/UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010: Volume Paraíba**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012.

CIRILO, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. *Estud. av.*, São Paulo , v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200005&lng=pt&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200005>.

COELHO, A. L. N. Geomorfologia Fluvial de Rios Impactados por Barragens. **Caminhos de Geografia (UFU)**, v. 9, p. 16/2-32, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15721>>

COELHO, Jorge. **As secas do Nordeste e a indústria das secas**. Petrópolis - RJ: Vozes, 1985. 88 p.

COSTA, J. A. O fenômeno El Niño e as secas no nordeste do Brasil. In: **Revista Científica do IFAL**, v. 1, n. 4, jan./jul. 2012.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do Município de Picuí**. Estado da Paraíba/ Organizado [por] Mascarenhas, J. C.; Beltrão, B. A.; Junior, L. C. S.; Morais, F.; Mendes, V. A.; Miranda, J. L. F.. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CROKE, J.; MOCKLER, S.; FORGARTY, P.; TAKKEN, I. Sediment concentration changes in runoff pathways from a forest road network and the resultant spatial pattern of catchment connectivity. **Geomorphology**. 2005 n. 68, v.3-4, p. 257-268.

DANTAS, J. C. Gestão da água, Gestão da seca: A Centralidade do Açude no Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Semiárido. 2018. 135 f. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB.

DE NYS, E. *et al.* **Secas no Brasil: Políticas e gestão proativas**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p. Disponível em <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/seca_brasil-web.pdf>.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.V.M. (eds) "**Análise Espacial de Dados Geográficos**". Brasília, EMBRAPA, 2004.

FARIAS, Thiago da Silva. DO MACRO AO MICRO: UMA ANÁLISE ESPACIAL MULTIESCALAR DOS IMPACTOS DA SECA, AS POLÍTICAS HÍDRICAS E OS FIXOS E FLUXOS DA OPERAÇÃO PIPA NO SERIDÓ PARAIBANO. 205 p. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2021.

FBB – Fundação Banco do Brasil. **Cisterna de Placas: Tecnologia Social como Política Pública para o Semiárido Brasileiro** / Organizado por Jeter Gomes. 1 ed. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2014.

GIRAO, O. Reconstrução do clima no Nordeste Brasileiro: Secas e enchentes do século XIX. **Finisterra**, Lisboa, n. 93, p. 29-47, jun. 2012. Disponível em:<http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0430-50272012000100002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 08 Junho 2022.

GNADLINGER, J. **Colheita de água da chuva em áreas rurais**. In: FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2., 2000, Haia. Anais do Fórum Mundial da Água. Haia, 2000.

GOERL, R. F.; SIEFERT, C. A. C.; SCHULTZ, G. B.; SANTOS, C. S.; SANTOS, I. Elaboração e Aplicação de Índices de Fragmentação e Conectividade da Paisagem para Análise de Bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 2011. 05. 1000-1012 p.

IBGE. 2010. Censo Demográfico - 2010. Rio de Janeiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Chuvas Intensas no Nordeste e Escassas no Sul do Brasil Refletem a Atuação do Fenômeno La Niña no Oceano Pacífico. **Infoclima: Boletim de Informações Climáticas**. Ano 15. No 4. p. 3. 28 Abr. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO – INSA. **O Semiárido brasileiro: Riquezas, Saberes e Diversidade**. PEREZ-MARIN, A. M.; SANTOS, A. P. S. dos. (Coordenadores). Campina Grande: INSA/MCTI, 2013.

LECA, J., «Sur La gouvernance démocratique: entre théorie et méthode de recherche empirique». **Politique européenne**(1), 2000, pp.108-129.

LINHARES, Franklin Mendonça. As Ilhas “Hidro-Pedo-Geológicas” no Contexto da Região Semiárida do Nordeste Brasileiro. 154p. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2019.

LOPES, H. L.; CABRAL, J. J. S. P.; ARAÚJO FILHO, J. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Mapeamento de áreas aluvionares no semiárido brasileiro por meio de dados colaterais e imagens orbitais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 763-769, 2013.

MALVEZZI, R. **Semi-árido – Uma visão holística**. Brasília: CONFEA-CREA, 2007.

MARENCO, J. A Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil em Mudança do Clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação. In: **Parcerias Estratégicas**, Brasília, DF, n.27, p.149-76, dez 2008.

MARENCO J. A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: Salomão de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz. (Org.). **Recursos Hídricos e Regiões Áridas e Semiáridas**. Campina Grande, PB: INSA, 2011, v. , p. 383-416.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, p.206 2007.

MENEZES, Hudson Ellen Alencar et al . A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. **Rev. bras. meteorol.**, São Paulo , v. 23, n. 2, p. 152-161, June 2008 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862008000200004&lng=en&nrm=iso>.

MOLLE, F. **Marcos Históricos e Reflexões sobre a Açudagem e seu aproveitamento**. Recife, SUDENE, 1994.

MOREIRA, E. R. F. **O Espaço Natural Paraibano**. João Pessoa, UFPB, Departamento de Geociências, 2000.

NASCIMENTO, M. A. L. ; FERREIRA, R. V. . **Geoparque Seridó (RN): proposta**. In: Carlos Schobbenhaus: Cassio Roberto da Silva. (Org.). Geoparques do Brasil: propostas. 1ed. Rio de Janeiro: CPRM, 2012, v. 1, p. 361-416.

NIMER, E. **Pluviometria e recursos hídricos de Pernambuco e Paraíba**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1979, 177 p.

NOBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. Ayane C. F. Tendência de Temperatura na Superfície do Mar nos Oceanos Atlântico e Pacífico e Variabilidade de Precipitação em Pernambuco. In: **Mercator (Fortaleza)**, Fortaleza , v. 13, n. 1, p. 107-118, Apr. 2014 . Available from: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-80](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-8022012014000100107&lng=en&nrm=iso)

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-8022012014000100107&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 Mai 2022. <http://dx.doi.org/10.4215/RM2014.1301.0008>.

PARAÍBA. TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO. **ACÓRDÃO AC1-TC 00961/16**. João Pessoa – PB. p. 4. 2016. Disponível em: <https://publicacao.tce.pb.gov.br/3a14febf672866c7b557ee04e28b963d>

POLLETO, I. - Da Indústria da Seca para a Convivência com o Semiárido Brasileiro. In: **Água da Chuva: o segredo da convivência com o Semi-árido Brasileiro**/Cáritas Brasileira. Comissão Pastoral da Terra, Fian/Brasil - São Paulo. Editora: Paulinas, 2001.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 12 dez. 2022, através do link: <https://brasil.mapbiomas.org/>

ROCHA, O. Pires, J. S. R. e Santos, J. E. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. In: Espindola, E. L. G., Silva, J. S. V. e Abbdon, M. M. (org.). A bacia hidrográfica do Rio Monjolinho: Uma abordagem Ecosistêmica e a Visão Interdisciplinar. São Carlos: **RIMA**, 2000.

RODRIGUES, Luana de Oliveira et al. Influência dos eventos de El Niño e La Niña no regime de precipitação do Agreste de Pernambuco (Influence of El Niño and La Niña events on rainfall of Agreste Pernambuco). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 10, n. 6, p. 1995-2009, abr. 2018. ISSN 1984-2295. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbge/article/view/235912/28840>>. Acesso em: 17 out. 2022. doi:<https://doi.org/10.26848/rbge.v10.6.p1995-2009>.

SCHMIDT, D. M. Dinâmica das configurações de formação e inibição das chuvas no Rio Grande do Norte: caracterização hidroclimática do estado. 2014. 132f. **Tese (Doutorado em Ciências Climáticas)** - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SEGUNDO NETO, Francisco Vilar de Araújo; VIANNA, Pedro Costa Guedes; SOUZA, Maria Cecília Silva; RUFFO; Camila Leite de Melo. Das grandes obras às pequenas obras hídricas: análise preliminar das formas de convivência com a seca na região da bacia do rio paraíba. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, n. 2, p. 168 -177, July 2015. ISSN 2178-0463. Disponível em: <<http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/421>>.

SILVA, R. M. A. da. Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. 2006. 298 f., il. **Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável)** - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SILVA, R. M. A.. **As políticas das águas no Semiárido brasileiro**. IN: O encolhimento das águas: o que se vê e o que se diz sobre crise hídrica e convivência com o Semiárido. 1ed. Campina Grande/PB: INSA - Instituto Nacional do Semiárido, 2018, v. 1, p. 74-94.

SOUZA, Itamar e MEDEIROS FILHO, João. **Os degredados filhos da seca - uma análise sócio-política das secas no Nordeste**. Petrópolis - RJ, Vozes. 1983.

SOUZA et. al. **Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine**. Remote Sensing, Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735. 2020.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME – WWAP. **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water**. UN-Water. 2018. Paris, UNESCO.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME – WWAP. **The United Nations world water development report 2020: Water and climate change**. UN-Water. 2020. Paris, UNESCO.

WRCC. Western Regional Climate Center. **El Niño/Southern Oscillation**. 2016.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Picuí - Código INEP: 25283928
	PB 151, S/N, Cenequista, CEP 58187-000, Picuí (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0009-22 - Telefone: (83) 3142-7308

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Monografia (TCC)

Assunto:	Monografia (TCC)
Assinado por:	Thiago Farias
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Thiago da Silva Farias, ALUNO (202013300029) DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS DO SEMIÁRIDO - CAMPUS PICUÍ, em 27/07/2023 21:00:48.

Este documento foi armazenado no SUAP em 27/07/2023. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 889456

Código de Autenticação: 93b4845959

