

ASSOCIAÇÕES ENTRE OS ASPECTOS GEOLÓGICOS E OS RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE-PB, NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

José Emanuel Tavares Araújo¹
Ysa Helena Diniz Moraes de Luna²

RESUMO

Compreender os aspectos geológicos de uma determinada área se torna essencial para descrever a sua disponibilidade hídrica subterrânea e superficial, visto que busca apresentar os elementos fundamentais para as relações litoestruturais com o relevo e o solo. Conforme suas características mineralógicas e estruturais, as rochas refletem diferentemente as ações dos processos exógenos, influenciando nas feições geomorfológicas, pedológicas e nos processos hidrológicos. Nesse contexto, este trabalho visa analisar o quadro geológico do município de São João do Rio do Peixe–PB e suas associações com os recursos hídricos. Para alcançar os objetivos propostos, utilizou-se procedimentos metodológicos divididos em atividades de gabinete e de campo, especificamente: revisão de literatura integrativa, levantamento de dados secundários e cartográficos e atividades de campo, in loco na área de estudo. Verificou que a bacia sedimentar do Rio do Peixe apresenta em sua composição litológica rochas sedimentares de alta permeabilidade que facilita a ocorrência de aquíferos em toda a sua área de extensão, fazendo dos poços tubulares e amazonas as principais fontes de recursos hídricos disponíveis para suprir as necessidades hídricas da população, enquanto os reservatórios superficiais do município apresentam ineficácia para atender as demandas locais.

PALAVRAS-CHAVE: Geodiversidade, demanda hídrica, água subterrânea, disponibilidade hídrica.

ASSOCIATIONS BETWEEN GEOLOGICAL ASPECTS AND WATER RESOURCES IN THE MUNICIPALITY OF SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE-PB, IN THE BRAZILIAN SEMI-ARID

ABSTRACT

Understanding a given area's geological aspects becomes essential to describe its under-ground and surface water availability, as it seeks to present the fundamental elements of lithostructural relationships with the relief and the soil. Depending on their mineralogical and structural characteristics, rocks reflect the actions of exogenous processes differently, influencing geomorphological and pedological features and hydrological processes. In this context, this work aims to analyze the geological framework of the municipality of São João do Rio do Peixe–PB and

¹ Mestre em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - UERN. E-mail: emanueltavares16@gmail.com

² Doutora em Saneamento Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB. E-mail: ysa_luna@outlook.com

its associations with water resources. To achieve the proposed objectives, methodological procedures divided into office and field activities were used, such as: integrative literature review, secondary and cartographic data collection, and on-site fieldwork conducted in the study area. It was found that Rio do Peixe sedimentary basin contains lithological compositions of sedimentary rocks with high permeability, facilitating the occurrence of aquifers throughout its extension area. This makes tubular and Amazons wells the main water resources available to meet the population's water needs, while the municipality's surface reservoirs are ineffective in meeting local demands.

KEYWORDS: Geodiversity, water demand, groundwater, water availability.

ASOCIACIONES ENTRE ASPECTOS GEOLÓGICOS Y RECURSOS HÍDRICOS EN EL MUNICIPIO DE SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE-PB, EN EL SEMIÁRIDO BRASILEÑO

RESUMEN

Comprender los aspectos geológicos de un área determinada se vuelve esencial para describir su disponibilidad hídrica subterránea y superficial, ya que se busca presentar los elementos fundamentales para las relaciones litoestructurales con el relieve y el suelo. Dependiendo de sus características mineralógicas y estructurales, las rocas reflejan de manera diferente las acciones de procesos exógenos, influyendo en las características geomorfológicas y pedológicas y en los procesos hidrológicos. En este contexto, este trabajo tiene como objetivo analizar el marco geológico del municipio de São João do Rio do Peixe – PB y sus asociaciones con los recursos hídricos. Para lograr los objetivos propuestos se utilizaron procedimientos metodológicos divididos en actividades de gabinete y de campo, específicamente: revisión integradora de literatura, recolección de datos secundarios y cartográficos y actividades de campo in situ en el área de estudio. Se encontró que la cuenca sedimentaria del Rio do Peixe tiene en su composición litológica rocas sedimentarias altamente permeables que facilitan la ocurrencia de acuíferos en toda su extensión, convirtiendo a los pozos tubulares y amazónicos en las principales fuentes de recursos hídricos disponibles para abastecer el agua de la población. necesidades, mientras que los embalses superficiales del municipio son ineficaces para satisfacer las demandas locales.

PALABRAS-CLAVE: Geodiversidad, demanda hídrica, agua subterránea, disponibilidad hídrica.

INTRODUÇÃO

O Semiárido brasileiro é uma região que possui um grande mosaico de paisagens naturais. O clima da região é caracterizado como quente e seco, com baixos índices pluviométricos (cerca de 250 a 800 mm/ano), altas taxas anuais de evaporação, evapotranspiração e insolação que fazem da região, a mais assolada por crises hídricas (CONTI; SCHROEDER, 2013).

Sua geologia é composta predominantemente por áreas do escudo cristalino (cerca de 80%) e áreas sedimentares (ALBUQUERQUE XAVIER, 2021). Tais características influenciam diretamente a disponibilidade e acesso à água potável para assegurar as necessidades da população da região (PEIXOTO; DIAS, 2023).

São João do Rio do Peixe, município localizado no Semiárido paraibano, possui importantes associações entre seus aspectos geológicos e os recursos hídricos disponíveis em sua área de extensão. O município possui uma geologia composta principalmente por rochas cristalinas do embasamento pré-cambriano, com ocorrência de quartzitos, gnaisses e granitos, além de áreas sedimentares mais recentes (FERREIRA; SILVA; SIQUEIRA, 2017).

Tais características geológicas influenciam diretamente a quantidade, qualidade e acesso aos recursos hídricos, visto que as rochas cristalinas possuem baixa capacidade de armazenamento e recarga de água subterrânea, sendo o armazenamento de água superficial a estratégia mais utilizada nas áreas cristalinas (ROSS, 2016). Já nas áreas sedimentares, a boa capacidade de armazenamento de água subterrânea faz com que a população dependa também de poços de captação de água para o abastecimento (CARVALHO, 2019).

Esta pesquisa propõe analisar as associações entre os aspectos geológicos e os recursos hídricos no município de São João do Rio do Peixe - Paraíba. A compreensão da geologia local é fundamental para o monitoramento, manejo e a gestão sustentável dos recursos hídricos. Isso inclui o acompanhamento das mudanças nos níveis das reservas hídricas e a identificação de potenciais ameaças à qualidade da água.

Nesse sentido, a pesquisa possui um enfoque de natureza básica de caráter exploratória e descritiva, com uma abordagem metodológica qualitativa.

Quanto aos objetivos, a primeira etapa do trabalho (Análises de gabinete) se constitui como uma pesquisa exploratória, utilizando a pesquisa bibliográfica de revisão integrativa como principal método, dialogando com autores da temática para dar embasamento teórico aos tópicos e subtópicos.

A segunda etapa do estudo (Atividades de campo) se constitui como uma pesquisa descritiva. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, foram feitas visitas de campo na área de estudo e utilizadas técnicas de coletas e registros de dados.

REFERENCIAL TEÓRICO

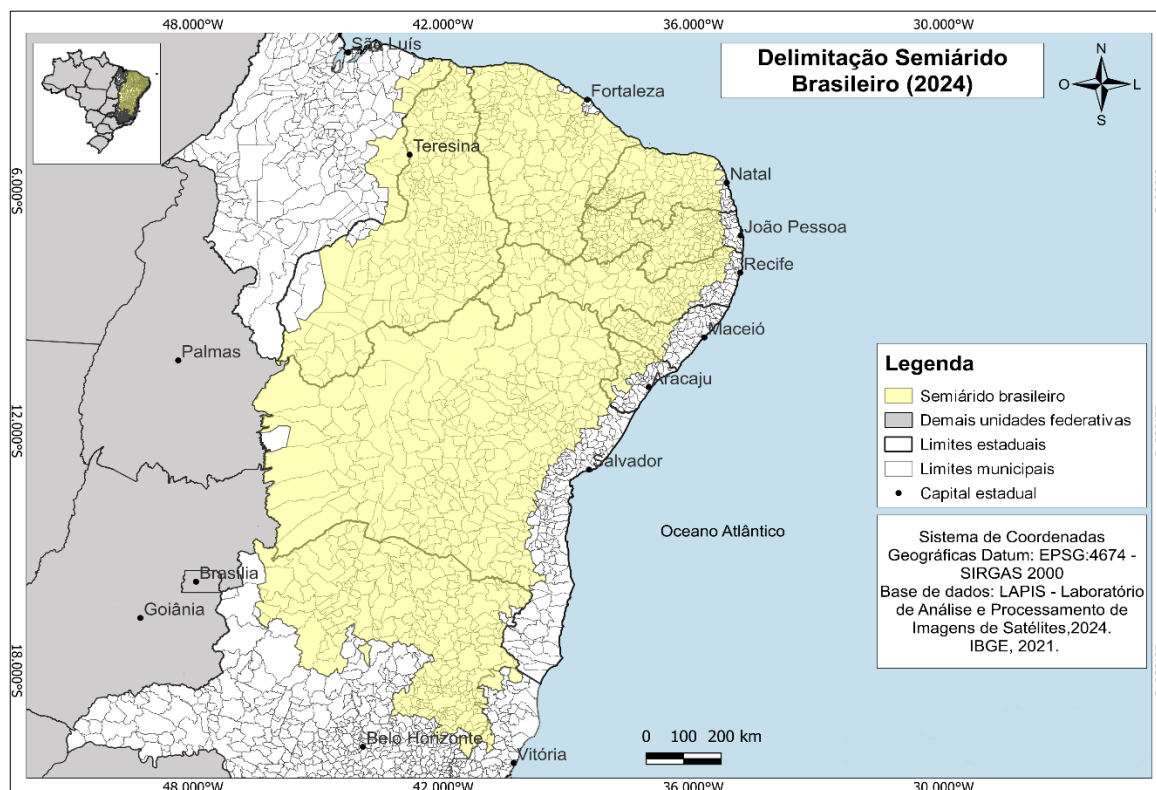
CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (SAB)

O Semiárido brasileiro é uma região que abrange os 09 (nove) estados do Nordeste, sendo eles: Rio Grande do Norte, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Alagoas, Sergipe, Maranhão, Bahia e se estende até o Norte de Minas Gerais e Oeste do Espírito Santo, no Sudeste (CONTI; SCHROEDER, 2013). Possui um contingente populacional de 28 milhões de habitantes, sendo essa a região semiárida mais densamente povoada do mundo (SUDENE, 2021).

Ao longo dos anos, essa região sofreu diversas atualizações na delimitação do seu território, na tentativa de estabelecer critérios técnicos e científicos para a inclusão ou exclusão de municípios na sua área de abrangência (BURITI; BARBOSA, 2018). Oficialmente, a primeira delimitação da região semiárida brasileira ocorreu em 1936 e foi denominada primeiramente de “Polígono das Secas”, em virtude da ocorrência de secas periódicas que assolam esta área de formato poligonal (MACEDO, 2021).

O conceito de Semiárido foi definido oficialmente para fins administrativos a partir de 1988 no Artigo 159 de uma normativa da Constituição Federal Brasileira. A Lei 7.827, de 27 de setembro de 1989, regulamenta a Constituição Federal e define como Semiárido, a região inserida na área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), com precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm (BRASIL, 1989).

As últimas duas atualizações deste, ocorreram em 2017, 2021 e 2024. Em 2017 o relatório final da SUDENE utilizou os seguintes critérios de inclusão para a delimitação: a) Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; b) índice de Aridez de *Thornthwaite* igual ou inferior a 0,50, e c) percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (SUDENE, 2021). Em 2021 uma nova redefinição da área territorial do Semiárido foi aprovada pela Resolução n.º 150 de 13 de dezembro de 2021 do Ministério do Desenvolvimento Regional e pelo Conselho Deliberativo (CONDEL) da SUDENE. A Figura 1 representa a atual delimitação do Semiárido brasileiro.

Figura 1: Delimitação do Semiárido Brasileiro, 2024

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Na delimitação de 2017, 1.262 municípios estavam inclusos na região, em uma área de 1,03 milhão de km². Em 2021, 1.427 municípios integravam o Semiárido, abrangendo uma área de 1.182.697 km², ocupando cerca de 18% do território nacional.

Em 2024, uma nova delimitação da região foi estabelecida pela Resolução n.º 176 de 3 de janeiro de 2024 do Conselho Deliberativo (CONDEL) da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). O Semiárido passou a ter 1.477 municípios inseridos em sua área de abrangência e uma extensão territorial de 1.335.298 milhão de km², 15% do território brasileiro (BRASIL, 2024).

O relatório dessa nova delimitação visa manter no prazo de 1 (um) ano os 50 (cinquenta) municípios passíveis de exclusão, mencionados pelo Relatório da Delimitação de 2021. O Relatório da delimitação de 2024 teve apoio da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) e o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que apontaram o agravamento da seca, particularmente no Semiárido e regiões vizinhas causados pelo fenômeno climático *El Niño*.

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A definição do termo Semiárido se refere ao tipo de clima predominante na região, com características marcantes de semiaridez (GOMES; ZANELLA, 2023). O Semiárido possui um clima quente e seco, com temperaturas que variam entre 23°C e 27°C, altas taxas de insolação em torno de 2.800 horas/ano e elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração (ZANELLA, 2014). Os índices pluviométricos na região variam entre 250 e 800 mm/ano que precipitam de forma irregular no espaço e no tempo, concentradas nos meses de janeiro a maio, as chamadas chuvas de verão. Já os meses de junho a dezembro são marcados por um inverno seco (TEIXEIRA, 2016).

Essa variação das precipitações nesse período são consequências de fenômenos meteorológicos, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a *La ninã* e *El niño*, que determinam os índices pluviométricos e as variações de temperaturas da região (COUTINHO, 2016; MOURA; ESPÍNOLA SOBRINHO; SILVA, 2019).

Em relação a sua geodiversidade³, o Semiárido possui uma geologia inserida no arcabouço geológico regional da Plataforma Sul-Americana, caracterizada pela existência de um embasamento da qual a origem remonta do Pré-cambriano (4600 Ga - 541Ma), expresso na forma de escudos em mais de 50% da superfície do Brasil. Coberturas sedimentares do Paleozoico e vulcânicas recobrem estes escudos (KREIS, 2021).

No Semiárido, a geologia está dividida em três compartimentos geológicos distintos: o embasamento cristalino com maior predominância em toda a região, as bacias sedimentares Paleo-Mesozóicas e as faixas de deposição Cenozóicas (ROSS, 2016). O embasamento cristalino é constituído sobretudo de rochas metamórficas e vulcânicas resistentes aos processos de intemperismo e possui baixa permeabilidade.

Tais rochas são marcadas por extensos processos erosivos que arrasaram o terreno ao longo do tempo geológico, o que proporcionou um relevo rebaixado, aplainado e/ou suave ondulado, que a certa medida, tem como papel principal de modelagem desse relevo as chuvas torrenciais, típica de climas secos.

³ A geodiversidade é considerada como a diversidade natural dos componentes geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas terrestres, topografia, processos físicos), pedológicos (classes de solos) e hidrológicos (águas superficiais e subterrâneas), incluindo suas relações, propriedades, interpretações e sistemas (GRAY, 2014, APUD CLAUDINO-SALES, 2020, p. 20).

Sobre esses compartimentos geológicos desenvolveu-se uma geomorfologia com formas de relevo variados, resultando em um mosaico de paisagens. Em relação as suas características geomorfológicas, de acordo com Ab'Saber (2003), o Semiárido está inserido no domínio morfoclimático⁴ das depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste Brasileiro (Domínio da Caatinga). Nesse domínio as feições predominantes possuem elevações de 400 a 500 metros nas áreas da Depressão Sertaneja, com exceção dos planaltos e maciços residuais que podem chegar aos 1.000 metros de altitude (MAIA; BEZERRA, 2014).

Tendo em vista a associação e interação dos fatores antes descritos (clima, geologia e geomorfologia), desenvolveu-se no Semiárido diferentes classes de solos que refletem a ação dos processos de degradação da rocha matriz.

A cobertura pedológica dessa região está intimamente relacionada com o clima, material de origem, vegetação e o relevo. Os solos de maior ocorrência são os das classes dos Latossolos e Argissolos, além da ocorrência de Neossolos Quartzarênicos, Planossolos, Cambissolos, Vertissolos, Luvisolos e, nas áreas mais movimentadas, principalmente, Neossolos Litossolos. Os Luvisolos e os Neossolos Litólicos são pouco profundos e muito suscetíveis à erosão; os Neossolos Quartzarênicos e os Neossolos Regolíticos apresentam textura muito grosseira, refletindo-se em altas taxas de infiltração, baixa retenção de umidade e baixa fertilidade; os Planossolos contêm altos teores de sódio (CORREIA ET AL., 2011, P. 30).

Dentre essas classes de solos, os Latossolos, Argissolos e os Neossolos são os mais aproveitados para o cultivo de grãos em todo o país (EMBRAPA, 2022).

As características geoambientais do Semiárido influenciam diretamente a rede hidrográfica dessa região. A maioria dos rios possuem características intermitentes (secos a maior parte do ano) tendo em vista os baixos índices pluviômetros e má distribuição das chuvas associados aos solos rasos que dificultam a percolação da água para o subsolo, deixando esses corpos hídricos superficiais expostos as altas taxas de evaporação (CARVALHO, 2019). Os rios são modeladores da paisagem que agem de forma conjunta a outros fatores geográficos, desempenhando papel ativo para a evolução do relevo.

O resultado desse conjunto de fatores ambientais é expresso na vegetação nativa do Semiárido, a Caatinga. O bioma da Caatinga abrange cerca de 844.453 km², 11% do território,

⁴ “[...] entendemos por domínio morfoclimático e fitogeográfico um conjunto espacial de certa ordem de grandeza territorial de centenas de milhares a milhões de quilômetros quadrados de área onde haja um esquema coerente de feições de relevo, tipos de solo, formas de vegetação e condições climático-hidrológicas. Tais domínios espaciais, de feições paisagísticas e ecológicas integradas, ocorrem em uma espécie de área principal, de certa dimensão e arranjo, em que as condições fisiográficas e biogeográficas formam um complexo relativamente homogêneo e extensivo” (AB’SABER, 2003, p. 11).

abrangendo os Estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Sergipe, Piauí, Paraíba, Maranhão, Alagoas e o Norte de Minas Gerais (POLETTTO, 2017).

Em virtude da semiaridez, relevo, solos, baixa pluviosidade e as irregularidades no regime pluviométrico, com chuvas concentradas em um único período do ano e mal distribuídas nesse ambiente, a vegetação desenvolveu uma série de adaptações que permitiram sua sobrevivência, possuindo diferentes padrões fisionômicos específicos.

O relevo possui características e formas decorrentes dos processos erosivos determinados pelo clima da região (ALBUQUERQUE XAVIER, 2021). Tal associação resulta em um mosaico de solos com diferentes características, que se desenvolvem sobre os mesmos, uma diversidade de caatingas (ARAÚJO FILHO *ET AL.*, 2022). As espécies de Caatinga de baixo porte (arbustiva) se desenvolvem em solos da Depressão Sertaneja. São solos rasos, pedregosos que dificultam a infiltração da água no subsolo e impactam o desenvolvimento de uma vegetação de maior porte (COELHO JUNIOR, 2020). Nos planaltos e áreas mais elevadas do Semiárido, onde o clima é mais ameno e possui maior umidade devido as chuvas torrenciais, se desenvolvem uma vegetação de Caatinga de maior porte (arbórea) (COELHO JUNIOR, 2020).

Como forma de adaptação, as espécies vegetais desse bioma possuem folhas pequenas e nos períodos de estiagens, as plantas perdem suas folhagens para evitar a perda de água pela evapotranspiração (ALVES, 2007).

ÁGUA E RECURSOS HÍDRICOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A água é um elemento essencial para a manutenção da biodiversidade no planeta. Está presente em todos os aspectos das civilizações humanas, desde as atividades industriais, agrícolas e aos valores culturais e religiosos.

Apesar de estarmos falando do mesmo elemento, os conceitos de água e recurso hídrico possuem conotações diferentes de acordo com o uso. Pois,

O termo “água” refere-se, em geral, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo “recurso hídrico” é a consideração da água como bem econômico, passível de utilização com tal fim. Entretanto, deve-se ressaltar que toda a água da Terra não é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica (REBOUÇAS, 1997; TUNDISI, 2020).

As maiores reservas de águas do planeta se encontram nos mares e nos oceanos, representando cerca de 97,5%, sendo essas, reservas de águas salgadas (HIRATA *ET AL.*, 2019). Os 2,5% são de reservas de águas doces disponíveis no planeta, 68,9% estão armazenadas nas calotas polares e 29,9% em reservas subterrâneas (CASTRO, 2022). Do 1% remanescente, 0,3% estão nos rios e lagos e 0,9 em outros reservatórios (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2020). O Brasil detém aproximadamente 16% desse total de águas doces (ANA, 2019), no entanto, a disponibilidade e distribuição desses recursos hídricos no território brasileiro varia de acordo com as condições climáticas, geológicas, geomorfológicas, hidrológicas e influências antrópicas a que estão expostos, podendo uma região ter anualmente mais disponibilidade hídrica do que outra. Desses 16% de água doce, o Nordeste possui cerca de 3% das reservas. Portanto,

No Nordeste, a disponibilidade é ainda mais baixa: 1270 m³/habitante/ano. Essas disponibilidades regionais tornam-se também complexas devido às diferenças em usos múltiplos e na distribuição de atividades humanas no território brasileiro. Muitas áreas urbanas demandam inúmeras ações para proteção, conservação e recuperação dos recursos hídricos (TUNDISI; MATSUMURA -TUNDISI, 2020, p. 31).

Apesar de possuir esses atributos, as áreas do embasamento cristalino no Semiárido foram as mais propícias para a construção de reservatórios superficiais, deixando o território do Semiárido como o mais açudado do mundo e garantindo reservas hídricas para o enfrentamento de crises hídricas as quais a região enfrenta em virtude do seu contexto geoambiental.

A perfuração de poços no embasamento cristalino ainda se torna uma opção para o acesso de água no Semiárido, no entanto, em suas zonas fraturadas, apresenta baixas vazões de 1 m³/h, profundidade em torno dos 50 m em virtude de sua capacidade impermeabilizante e com águas com alta concentração de sais devido a composição mineralógica das rochas, o que torna o consumo dessas reservas em muitos casos, inviável (CIRILO, 2008).

As bacias sedimentares abrangem cerca de 48,5% do território nacional e são responsáveis pelo acúmulo de grandes reservas subterrâneas de águas doces responsáveis pelo abastecimento de grandes centros urbanos brasileiros, principalmente através da perfuração de poços (HIRATA *ET AL.*, 2019).

A ocorrência das bacias sedimentares com predominância nos Estados do Maranhão, Piauí, além de Rio Grande do Norte e Bahia. Essas formações possuem um elevado potencial hidrogeológico, responsáveis pelo acúmulo de água subterrânea devido a sua grande capacidade

de infiltração e percolação de água no solo, originando grandes aquíferos que são propícios para a perfuração de poços com grandes vazões. O uso da água subterrânea provenientes da perfuração de poços em áreas de bacias sedimentares compreende 53% do território do Semiárido (LUNA, 2012).

METODOLOGIA

O presente estudo é de caráter descritivo e possui uma abordagem qualitativa. Na pesquisa descritiva Gil (2010, p. 42) salienta que “as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis”.

A pesquisa está dividida em duas etapas, as atividades de gabinete e campo como mostra o quadro abaixo.

Quadro 01: Divisão em etapas dos procedimentos metodológicos

Atividades de gabinete	Atividades de campo
Pesquisa bibliográfica	Coleta de informações <i>in loco</i>
Levantamento de dados cartográficos	Registros fotográficos
Elaboração cartográfica	Anotações em cadernos
Análise e interpretação dos dados	Anotações em fichas de campo
Elaboração do artigo científico	Mapeamento

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

A primeira etapa utiliza o método de pesquisa bibliográfica do tipo revisão integrativa. Para tanto, foram utilizados os seguintes descritores: Recursos hídricos, Semiárido brasileiro, geologia, disponibilidade hídrica. A pesquisa bibliográfica é feita com base em material publicado, embasada sobretudo de livros e artigos científicos (SEVERINO, 2017).

A revisão integrativa é um método de pesquisa que tem como objetivo resumir resultados obtidos em estudos sobre uma temática ou questão, de maneira sistemática, organizada e ampla. É intitulada integrativa porque proporciona informações mais abrangentes sobre um assunto/problema, constituindo, assim, um corpo de conhecimento (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

A segunda etapa do estudo constitui-se de atividades de campo na área de estudo (Figura 02). Nas atividades de campo, o pesquisador realiza a maior parte do trabalho pessoalmente,

pois é enfatizada a importância de o pesquisador ter tido ele mesmo uma experiência direta com a situação de estudo (GIL, 2010).

A pesquisa exploratória foi utilizada no campo para o levantamento de informações e dados e posteriormente foram feitas as análises e interpretações. Para tanto, foram feitos levantamentos fotográficos e cartográficos com o uso de equipamentos eletrônicos.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com o IBGE (2017), o município de São João do Rio do Peixe está localizado no Semiárido brasileiro na Região Geográfica Imediata de Cajazeiras, mais precisamente no extremo Oeste do Estado da Paraíba. Ocupa uma área territorial de 468,1 km² (Figura 2). O referido município limita-se a Norte com Uiraúna, a Sul com Cajazeiras e Nazarezinho, a Leste com Sousa, Marizópolis e Vieirópolis, e a Oeste com os municípios de Poço José de Moura, Santa Helena e Triunfo.

Apresenta uma diversidade de unidades geológicas com características litológicas variadas. A bacia sedimentar do Rio do Peixe é a maior unidade geológica a qual o município está inserido. Possui 1300 km², distribuída pelos municípios de Pombal, Aparecida, Sousa, São João do Rio do Peixe, Poço José de Moura, Triunfo, Uiraúna, Santa Helena e Umarí-CE.

Com uma distância de 492 km da capital João Pessoa, o principal acesso ao município é através das rodovias BR-230, sendo possível também pelas rodovias BR-405 e a PB-393. De acordo com o Censo Demográfico (IBGE, 2022), a população calculada do município é de 17.964 habitantes, com uma taxa de crescimento de 0,1% em relação ao censo de 2010.

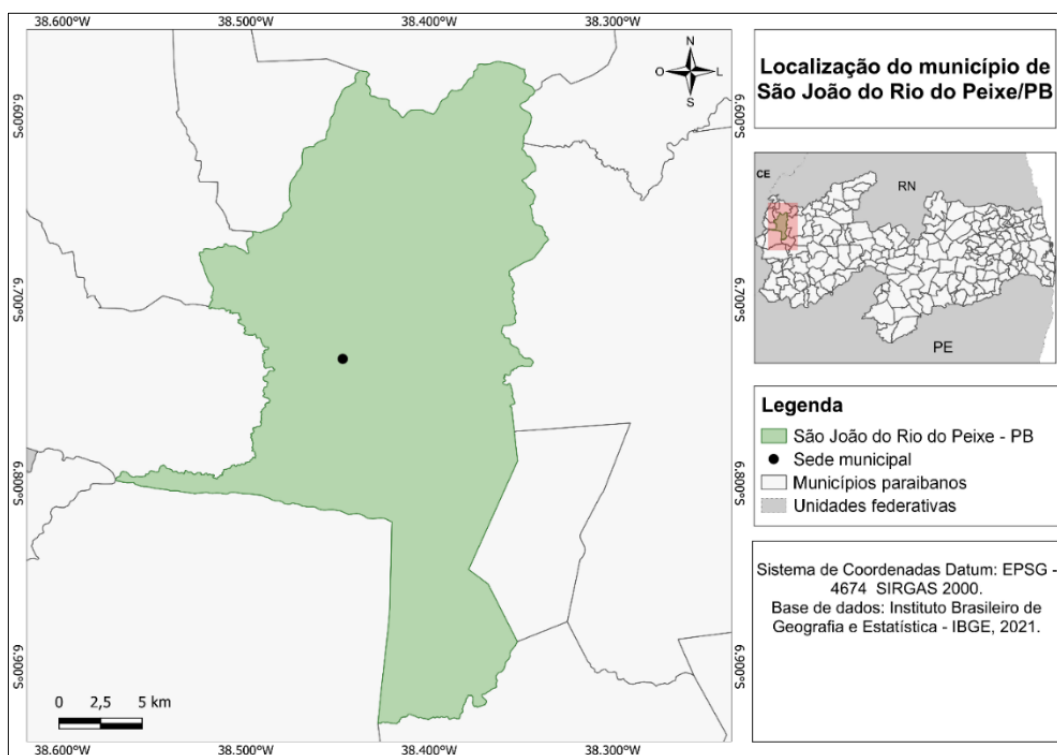
Os aspectos geológicos desse município desempenham um papel crucial na determinação da disponibilidade, acesso e qualidade de reservas hídricas, que são importantes fontes de água potável em muitas regiões do Semiárido brasileiro.

O clima de uma região exerce um papel essencial na determinação da disponibilidade hídrica em termos quantitativos. Isso acontece, pois a atuação do clima influencia diretamente as taxas de precipitação, evaporação e evapotranspiração, que são os principais processos que afetam a quantidade de água disponível em uma área.

O município de São João do Rio do Peixe de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (KÖEPPEN; GEIGER, 1936), possui clima tropical semiárido, do tipo BSh, com temperatura média anual de 27° C, baixos índices pluviométricos, chegando uma média anual de 800 mm, concentrados entre janeiro e abril.

Em relação as suas condições climáticas, a circulação atmosférica é afetada pela Massa Equatorial Continental (MEC), que atua no verão, e a Massa Equatorial do Atlântico Sul (MEAS), com maior predominância do outono à primavera (ZANATTA; DOMINGOS; GARCIA; JESUS, 2016).

Figura 2: Localização do município de São João do Rio do Peixe - PB



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

ANÁLISES EM GABINETE

Inicialmente foram efetuadas pesquisas bibliográficas sobre os aspectos de interesse no Semiárido e do município de São João do Rio do Peixe, com o objetivo de extrair da literatura, resultados e discussões de diferentes autores para a compreensão da temática em questão. Para essa pesquisa foi feito um levantamento bibliográfico em periódicos institucionais disponíveis na *internet* e bibliotecas físicas ou digitais. Para a análise dos resultados das obras a partir do levantamento bibliográfico, foram elaboradas fichas para organizar as obras que colaboraram para a construção da pesquisa.

Foram produzidos mapas sobre os aspectos geológicos e litológicos, elaborados a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Serviço Geológico do Brasil,

SGB/CPRM, Banco de Dados de Informações Ambientais – BDIA. Os produtos cartográficos foram feitos utilizando o *software* QGIS 3.28.5 LTR.

Em relação ao mapeamento dos poços artesianos escavados no município, foram coletados dados da plataforma SIAGAS, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, para a elaboração cartográfica.

ATIVIDADES DE CAMPO

Foram realizadas diversas expedições de campo no município de São João do Rio do Peixe - PB entre dezembro de 2023 e setembro de 2024, com o propósito de coletar informações *in loco*, fazer a checagem do mapeamento e de realizar registros fotográficos. Foram utilizadas técnicas de coletas e registros de dados com a utilização de equipamentos fotográficos, eletrônicos, cadernos e fichas de campo para anotações das informações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA DE ESTUDO

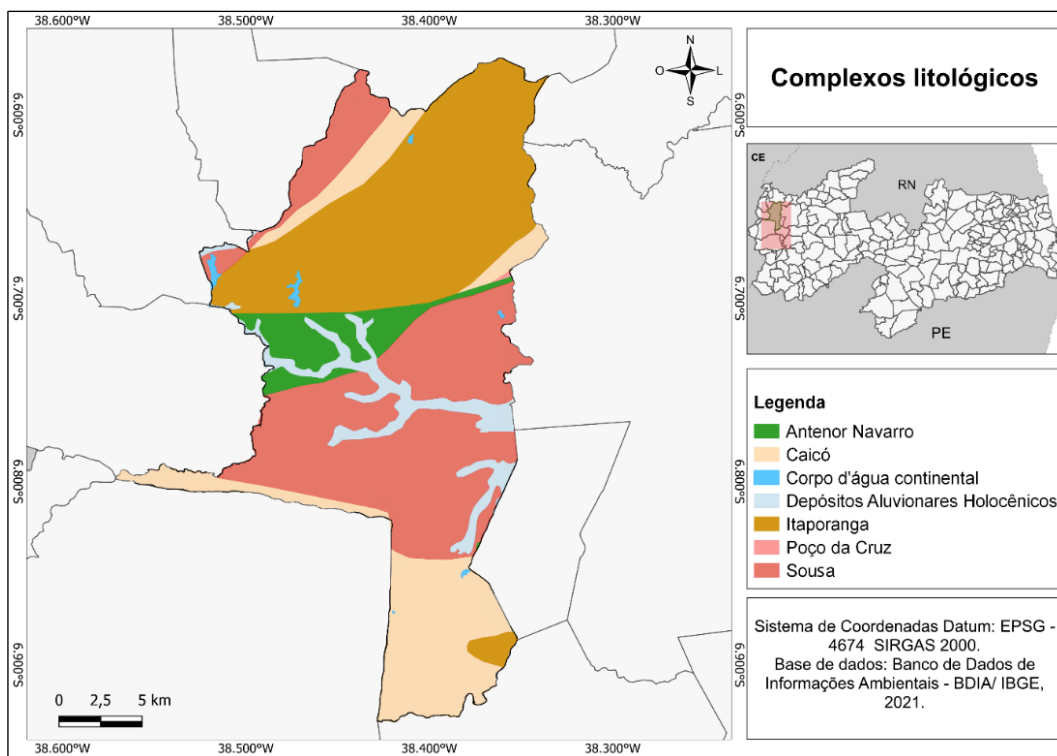
Os aspectos geológicos de uma determinada região desempenha um papel essencial na oferta e disposição das águas subterrâneas e superficiais. A litologia das rochas e a estrutura geológica influenciam na quantidade e qualidade dessas fontes de água. Dentre as características litológicas, a permeabilidade das rochas é um fator determinante para que a água possa percolar através delas, o que contribui diretamente para a taxa de recarga e a capacidade de armazenamento dos aquíferos subterrâneos e os reservatórios superficiais.

O arcabouço geológico do Estado da Paraíba é composto predominantemente por rochas do embasamento cristalino (metamórficas e ígneas) do período Pré-cambriano, sendo que 80% destas ocupam o território do referido Estado (FERREIRA; SILVA; SIQUEIRA, 2017). Existem as ocorrências de bacias sedimentares geradas no período Cretáceo, coberturas plataformais paleógenas, neógenas e formações de rochas superficiais neógenas. Diversas unidades geológicas com diferentes características litológicas compõem o arcabouço da Paraíba, sendo denominados de Subprovíncias ou Superterrenos. Dentre as quais, os Domínios Cearense, Rio Grande do Norte e Transversal são os que mais se destacam (TORRES; SILVA, 2016).

Em relação ao município de São João do Rio do Peixe, que está situado no Domínio do Rio Grande do Norte, são observadas unidades geológicas e litológicas distintas (Figura 3).

Sendo elas: Antenor Navarro e Sousa, datadas do período Cretáceo, Complexo Caicó, datado do Paleoproterozóico, Suíte Magmática Poço da Cruz do Paleoproterozóico e Itaporanga do Neoproterozóico (FERREIRA; SILVA; SIQUEIRA, 2017).

Figura 3: Unidades litológicas presentes no município de São João do Rio do Peixe - PB



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Esses complexos representam diferentes períodos geológicos e processos que moldaram a região ao longo de milhões de anos. Além disso, essa rica geologia influencia a sua topografia, a hidrologia e até mesmo o acesso à água e recursos hídricos de comunidades que habitam a região. Segue a descrição mais detalhada sobre as unidades litológicas da região:

A Formação Antenor Navarro é formada no seu centro por conglomerados e arenitos imaturos, sendo que passam gradativamente em direção ao seu extremo a arenitos finos e abundantes em micas, intercalados com argilitos. Tais sedimentos foram depositados sobre o escudo cristalino (FERREIRA; SILVA; SIQUEIRA, 2017).

A Formação Sousa é composta por argilitos intercaladas com arenitos finos e finos níveis carbonáticos, incluindo vários níveis fossilíferos, por siltitos e folhelhos vermelhos e amarelados ou cinza-esverdeados, laminados evidenciando gretas de contração, marcas de ondas,

intercalados com arenitos finos a médios, calcíferos, e por margas e calcários (TORRES; SILVA, 2016).

O Complexo Caicó é constituído por ortognaisses, evidenciando bandamentos com tons distintos, resultando em diferenciadas composições félsico-máficas, existindo maciços, outros que foram parcialmente fundidos com intercalações de rochas escuras e rochas metassedimentares demasiadamente metamorfizadas (SILVA, 2009).

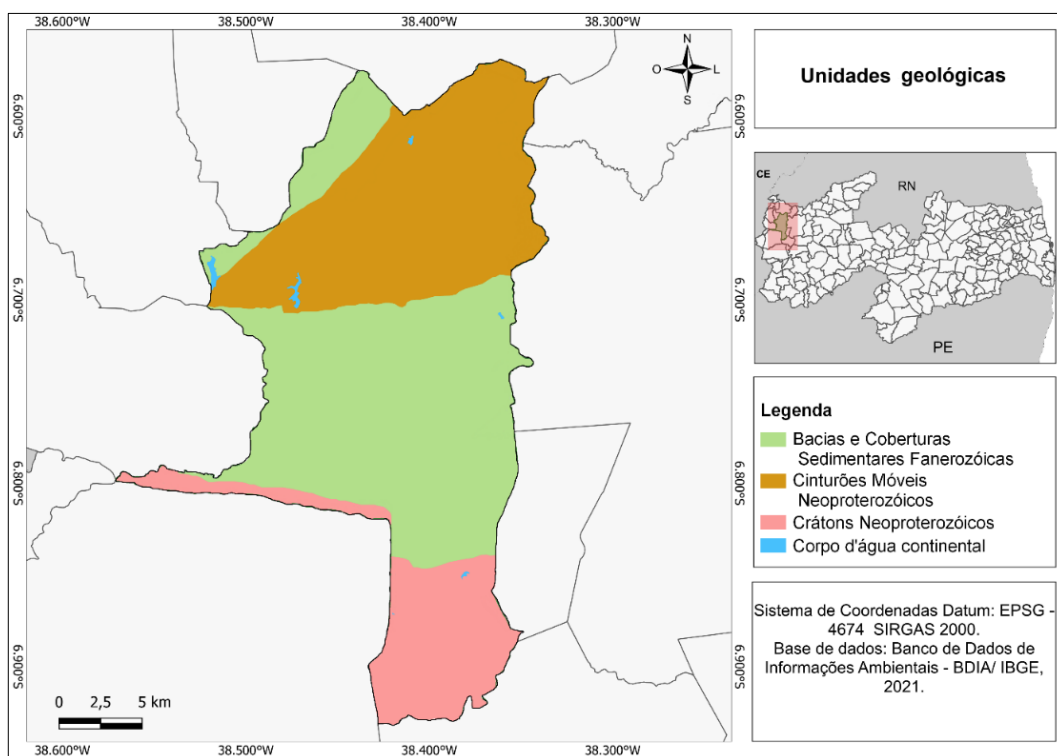
A Formação Suíte Itaporanga geralmente é formada por batólitos complexos/compostos, por muitas diferentes fácies litológicas. Possuem composição granítica, granodiorítica, quartzo monzonítica, quartzo-monzodioríticas, geralmente são rochas porfiríticas (cristais de feldspato potássico), com biotita e hornblenda como máficos principais. São rochas de traço cálcio-alcálico de alto potássio, metaluminosas predominantemente, e peraluminosas (SILVA, 2009).

A Suíte Magmática Poço da Cruz engloba granitos metamorfizados, normalmente de textura augen, de constituição granítica a quartzo-monzonítica. Verifica-se depósitos aluviais que são caracterizados como detritos e/ou sedimentos de qualquer natureza transportados e depositados pelos rios. Esse material é retirado das margens e encostas e é carregado em suspensão pelas águas dos rios, que o acumulam nas margens e formaram os depósitos aluviais (GUERRA; GUERRA, 2008).

A geologia do município de São João do Rio do Peixe se torna relevante pela sua diversidade de complexos litológicos que compõem seu território. Portanto, o entendimento dos complexos litológicos se torna fundamental. Com relação a sua geologia, o município está inserido em três (03) domínios morfoestruturais (Figura 4): o Domínio Morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos, Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóica e os Crátons Neoproterozóicos (TORRES; SILVA, 2016).

Esses elementos tornam o município de São João do Rio do Peixe um importante campo de estudo para compreender a evolução geodinâmica do Nordeste brasileiro, unindo aspectos de tectonismo, sedimentação e estabilidade crustal.

Figura 4: Unidades geológicas presentes no município de São João do Rio do Peixe - PB



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A bacia sedimentar do Rio do Peixe se constitui como a principal unidade geológica da área, e se divide em três sub-bacias: sub-bacia Rio do Peixe, sub-bacia Pombal e sub-bacia Brejo das Freiras de idade cretácea (NOGUEIRA; OLIVEIRA; CASTRO, 2004). Estas são constituídas de rochas sedimentares do Grupo Rio do Peixe, que modelam pedimentos, em fase de dissecação, com interflúvios tabulares suavemente inclinados para norte.

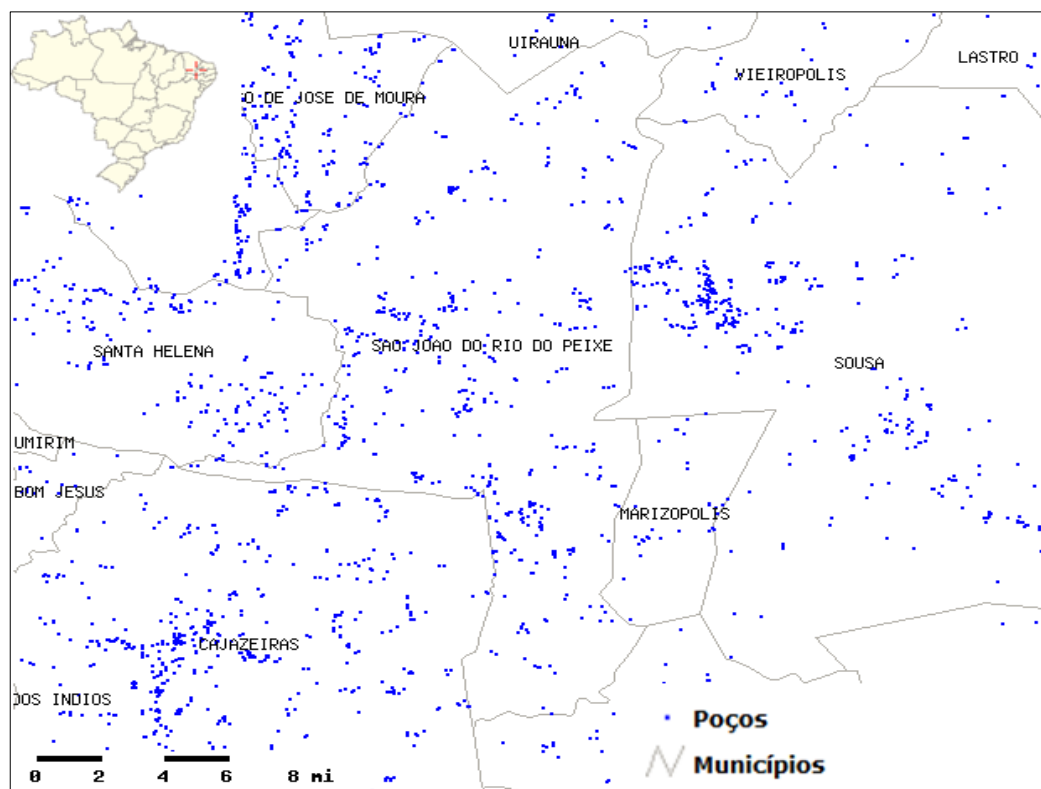
RECURSOS HÍDRICOS NA ÁREA DE ESTUDO

Em relação a água, a composição litológica dos sedimentos acumulados na bacia pode ser porosa e, portanto, capazes de armazenar grandes quantidades de água subterrânea em aquíferos. Esses aquíferos podem ser explorados para fins de abastecimento, mas é importante gerenciar essa exploração de forma sustentável para evitar a exaustão dos recursos hídricos subterrâneos.

Segundo Rebouças (1997), as áreas sedimentares do Nordeste retêm aproximadamente 4.000 m³ de água doce subterrânea protegidos dos efeitos das altas taxas de evaporação da região. Os poços perfurados podem ter vazões de 500 m³/h, podendo ser extraídos 20 bilhões

m³ por ano. De acordo com Araújo (2012), os aquíferos dos terrenos sedimentares se tornam as principais fontes de recursos hídricos em localidades do Semiárido (Figura 5).

Figura 5: Poços cadastrados no município de São João do Rio do Peixe - PB



Fonte: Serviço Geológico do Brasil – CPRM, 2023

De acordo com dados obtidos na plataforma SIAGAS, do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, no município de São João do Rio do Peixe, estão cadastrados 452 poços. Vale salientar que esse número pode ser maior, pois muitos poços não possuem cadastro. A maioria dos poços cadastrados são do tipo tubular (artesianos) e se encontram localizados na zona rural do município e em sua maioria, inseridos na área da bacia sedimentar do Rio do Peixe com uma profundidade útil de cerca de 50 metros. Os principais usos atribuídos às águas dos poços são para o abastecimento urbano, abastecimento doméstico, irrigação, dessedentação animal, abastecimento múltiplo e pecuária.

Tais fontes hídricas foram essenciais para o abastecimento público, pois no período de seca que durou de 2012-2017, o reservatório superficial responsável pelo abastecimento urbano se encontrava em um nível bastante crítico, restando os poços artesianos suprir as necessidades hídricas da população (Figura 06).

Figura 6: Área de poços perfurados para o abastecimento urbano de São João do Rio do Peixe - PB



Fonte: ARAÚJO, 2023.

Já o armazenamento e aproveitamento de águas superficiais na bacia hidrográfica do Rio do Peixe se dá através da açudagem, tornando-se indispensável para a utilização dos volumes escoados, já que, o regime pluviométrico a que esta bacia é submetida, é caracterizada por rios intermitentes, com longos períodos de estiagem, com vazão zero, sucedendo períodos de escoamento significativo em um ambiente de alta evaporação e evapotranspiração.

O regime fluvial sofre ainda intervenções humanas com a construção de açudes e poços. Destacam-se, sem contar com os inúmeros pequenos reservatórios existentes [...], os açudes de São Gonçalo (capacidade de 44.600.000 m³) e Pilões (13.000.000 m³) já construídos; e os de Capivara (37.650.000 m³), Boi Morto (39.000.000 m³) e Cacimba Nova (15.009.997 m³). À exceção de Pilões, que se situa dentro da própria bacia sedimentar, os demais citados localizam-se próximo às bordas desta bacia (GALVÃO ET AL. 2005, p. 8).

O açude público de Pilões encontra-se no Distrito de Pilões, localizado na divisa territorial dos municípios de São João do Rio do Peixe-PB a 8 km da sede municipal e a 23 km da sede municipal de Triunfo-PB. Situa-se a margem esquerda da PB-395 sentido São João do Rio do Peixe e a margem direita, sentido Triunfo. O reservatório faz parte da bacia sedimentar do Rio do Peixe que faz parte da bacia hidrográfica de mesmo nome integrando assim, a bacia interestadual do Rio Piranhas-Açu.

O açude de Pilões por estar inserido na bacia sedimentar do Rio do Peixe, com litologia que favorece a infiltração de água para o subsolo e com ocorrências de pediplanos, enfrenta sérios problemas de assoreamento. Os processos de erosão, transporte e deposição acabam trazendo sedimentos das áreas mais altas para as mais baixas, e por causa desses processos, a capacidade de acúmulo hídrico inicial do açude foi de 13.000.000 m³ de água para 7.888.854 m³, isto é uma perda significativa de 5.111.146 m³ de água (ARAÚJO, 2021).

De acordo com Araújo (2021), o reservatório de Pilões possui múltiplos usos da água, sendo usada principalmente para a irrigação e dessedentação animal, piscicultura extensiva, turismo, lazer e recreação, mas não é utilizado para o abastecimento urbano.

O reservatório responsável pelo abastecimento urbano do município de São João do Rio do Peixe era o Chupadouro I, com capacidade para 2.764.100 m³ de água, localizado a cerca de 5 km da sede municipal. Em virtude da seca de 2012 – 2017, a capacidade hídrica do reservatório ficou abaixo do nível, restando a busca de novas fontes hídricas.

Por meio do Decreto Presidencial nº 8.267/2014 de 18 de junho de 2014, foi inserido no PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) os recursos referentes à construção da adutora que liga o açude de Lagoa do Arroz, localizado no município de Cajazeiras a São João do Rio do Peixe, sendo esse atualmente o principal reservatório que abastece o município.

Observa-se assim a intersecção complexa entre clima, recursos hídricos e a influência dos aspectos geológicos no âmbito do município de São João do Rio do Peixe -PB, e a escassez hídrica, evidenciada pelo esgotamento de reservatórios superficiais, que desencadeou a busca por novas fontes de água, como a construção de adutoras, enquanto que a utilização de poços artesianos e a exploração racional desses recursos emergiram como alternativas vitais para suprir as necessidades humanas, tanto urbanas quanto rurais no município.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As associações entre as características geológicas e os recursos hídricos no município de São João do Rio do Peixe, na Paraíba, evidenciam os obstáculos e as complexidades do manejo desse valioso recurso para as populações do Semiárido brasileiro.

O estudo mostrou que a geologia da região é caracterizada predominantemente por rochas do embasamento cristalino, apresentando baixa capacidade de recarga e armazenamento de água nos aquíferos subterrâneos. Tais características do embasamento cristalino, resulta em

uma disponibilidade limitada de água subterrânea, fazendo com que os moradores se tornem dependentes de água de poços artesianos das áreas sedimentares.

Diante desse contexto, constata-se a importância de adotar métodos de gestão de recursos hídricos que levem em consideração as potencialidades e limitações naturais do Semiárido, visando o melhor aproveitamento e à utilização responsável dos recursos hídricos disponíveis.

O planejamento e uso dos recursos hídricos no município, envolvendo seus aspectos geológicos, requerem análises mais aprofundadas de modo a integrar estratégias de armazenagem e uso consciente da água.

O uso de tecnologias sociais para captação e armazenagem de água como cisternas e barragens subterrâneas, ações de conscientização da população sobre o uso racional dos recursos hídricos e políticas públicas eficazes são fundamentais para a mitigação dos efeitos das estiagens e a garantia de reservas hídricas satisfatórias para a população local, promovendo assim, uma melhor convivência do homem com o Semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA. 2019. 75 p.

ALVES, J. J. GEOECOLOGIA DA CAATINGA NO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2007.

ALBUQUERQUE XAVIER, R. PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS E EVOLUÇÃO DA PAISAGEM NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 59–69, 2021.

ARAÚJO, José Emanuel Tavares. **OS MÚLTIPLOS USOS DAS ÁGUAS DO AÇUDE PÚBLICO DE PILÕES**. 2021. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Unidade Acadêmica de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Cajazeiras/PB, 2021.

ARAÚJO, José Carlos de. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, Hans Raj; PAZ, Vital Pedro da Silva; MEDEIROS, Salomão de Sousa; Galvão, Carlos de Oliveiras. (Ed.). **Recursos hídricos em regiões semiáridas: estudos e aplicações**. Campina Grande, PB: Insa: UFRB, cap. 2. p. 30-39, 2012.

ARAÚJO FILHO, José Coelho de *et al.* Solos do Semiárido: características e estoque de carbono. In: GIONGO, Vanderlise; ANGELOTTI, Francislene. **Agricultura de baixa emissão de**

carbono em regiões semiáridas: experiência brasileira. Brasília, Df: Embrapa, 2022. Cap. 6. p. 93-112

BURITI, Catarina de Oliveira; BARBOSA, Humberto Alves. **Um Século De Secas:** por que as políticas públicas não transformaram o semiárido brasileiro? São Paulo, Sp: Chiado Books, 2018. 431 p.

BRASIL. **Lei n.º 7.827, 27 de setembro de 1989.** Regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste - FCO, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, 28 setembro de 1989.

BRASIL. **Resolução CONDEL/SUDENE nº 176, 3 de janeiro de 2024.** Publicado em 23 de janeiro de 2024.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. Sistemas Fluviais e o uso de indicadores de sustentabilidade: discussão sobre a utilização do instrumento para gestão de cursos d'água no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 41, v. 1, p. 86-99, 2019.

CASTRO, César Nunes de. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica.** Rio de Janeiro: Ipea, 2022. 288 p.

CIRILO, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10293>. Acesso em: 19 mar. 2023.

COELHO JUNIOR, L. M. et al. Avaliação do uso do solo e dos recursos florestais no semiárido do estado da Paraíba. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 72–88, jan. 2020.

COUTINHO, Leopoldo Magno. **Biomass brasileiros.** São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

CONTI, Irio Luís; SCHROEDER, Edni Oscar. (Org.) **Convivência com o semiárido brasileiro:** autonomia e protagonismo social. Brasília: Editora IABS, 2013. (p. 21-58).

CORREIA, Rebert Coelho *et al.* A região semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, Tadeu Vinhas *et al.* (ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido.** Petrolina, Pe: Embrapa Semiárido, 2011. Cap. 1. p. 21-48.

CLAUDINO-SALES, Vanda de (org.). **GEODIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO.** Sobral, Ce: Sertão Cult, 2020. 202 p.

EMBRAPA TERRITORIAL. **Sistema de Inteligência Territorial Estratégica do Bioma Caatinga.** Campinas/SP, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/bioma-caatinga>. Acesso em: 29 jun. de 2023.

FERREIRA, Rogério Valença; SILVA, Rafael Costa da; SIQUEIRA, Luis Manoel Paes. **Projeto Geoparques: GEOPARQUE RIO DO PEIXE – PB Proposta**. Recife: CPRM, 2017. 50f.

GALVÃO, Manoel Júlio da Trindade Gomes *et al.* **Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro: Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe**. Recife: CPRM/UFCG/FINEP, 2005. 117 p.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOMES, Flávia Ingrid Bezerra Paiva; ZANELLA, Maria Elisa. Histórico, causas e características da semiaridez do Nordeste do Brasil. **Geografares**, Vitória, ES, v. 3, n. 37, p. 209-233, 2023.

GUERRA, Antonio Teixeira; GUERRA, Antonio José Teixeira. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 6. ed. [Rio de Janeiro]: Bertrand Brasil, 2008. 648 p.

HIRATA, Ricardo; SUHOGUSOFF, Alexandra; MARCELLINI, Silvana Susko; VILLAR, Pilar Carolina; MARCELLINI, Laura. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. São Paulo: Universidade de São Paulo / Instituto de Geociências, 2019.

IBGE. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro. IBGE, 2017. 82 p.

KÖPPEN, Wladimir Peter; GEIGER, Rudolf. Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie. – Gebraucher Bornträger, v.1, 1–44, part C. Berlin, 1936.

KREIS, Marjorie Beate. **Origem e dinâmica da salinidade dos aquíferos cristalinos fraturados da região Semiárida Cearense (Brasil)**. 2021. 443 f. Tese (Doutorado) - Curso do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

LUNA, Nayara Rochelli de Sousa. **Investigação de mudanças na qualidade das águas subterrâneas do Baixo Acaraú em decorrência do manejo da irrigação**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – Ce, 2012.

MAIA, Rubson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro. **Mercator**, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MACEDO, Luiz Rogério de Lima. DESENVOLVIMENTO E AMBIENTE NO SEMIÁRIDO: notas sobre as bases epistemológicas de estudos da desertificação no Brasil. **Revista Ayika**, Serrinha, Ba, v. 1, n. 01, p. 1-28, dez. 2021. Semestral.

MENDES, Karina, Dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enferm**. 2008 out-dez; 17(4):758-64.

- MOURA, Magna Soelma Beserra; ESPÍNOLA SOBRINHO, José; SILVA, Thieres George Freire. Aspectos meteorológicos do Semiárido Brasileiro. *In*: XIMENES, Luciano Feijão; SILVA, Maria Sônia Lopes da; BRITO, Luiza Teixeira de Lima (ed.). **Tecnologias de convivência com o Semiárido brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2019. p. 85- 105.
- NOGUEIRA, Francisco Cesar Costa; OLIVEIRA, Maurício Santos; CASTRO, David Lopes de. 2004. Estudo Magnético e Gravimétrico do Arcabouço Estrutural da Bacia do Rio do Peixe – PB. **Revista de Geologia, UFC**. Fortaleza. Vol. 17, nº 1, 74-87.
- PEIXOTO, Felipe da Silva; DIAS, Gutemberg Henrique. Hidrogeologia da porção oeste da Bacia Potiguar: aspectos quantitativos e problemáticas para gestão da água subterrânea. *In*: PEIXOTO, Filipe da Silva *et al* (org.). **Hidrogeografia e Gestão das Águas no Semiárido**. Mossoró, Rn: Edições UERN, 2023. Cap. 6. p. 89-112.
- POLETTTO, Ivo. **Biomass do Brasil**: da exploração à convivência. Brasília: Brasil, 2017.
- REBOUÇAS, Aldo da Cunha. **Água na Região Nordeste**: desperdício e escassez. Universidade de São Paulo, São Paulo. Vol. 11(29). 1997, 127-154.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O RELEVO BRASILEIRO NO CONTEXTO DA AMÉRICA DO SUL. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro - RJ, v. 61, n. 1, p. 21-58, jun. 2016.
- SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2017. 306 p.
- SILVA, Ajosênildo Nunes. Arquitetura, Litofácies e Evolução Tectono-estratigráfica da Bacia do Rio do Peixe, Nordeste do Brasil. 2009. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica). Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, UFRN, Natal, RN.
- SUDENE, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Delimitação do Semiárido 2021**. Relatório Final. Recife 2021.
- TEIXEIRA, Mylene Nogueira. O sertão semiárido: uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. **Revista Sociedade e Estado**, Brasília-Df, v. 31, n. 3, p. 769-797, dez. 2016. Quadrimestral.
- TORRES, Fernanda Soares de Miranda; SILVA, Edlene Pereira da (Org.). **Geodiversidade do Estado da Paraíba**. Recife: CPRM, 2016. 1 DVD. Programa Geologia do Brasil - PGB. Levantamento da Geodiversidade.
- TUNDISI, José Galizia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. **A água**. São Carlos, 2020. 130 p.
- ZANATTA, Igor Fernando Santini; DOMINGOS, Thiago Augusto; GARCIA, Valquíria Pires; JESUS, LÍlian Gavioli de. **Climatologia**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2016. 224 p.

ZANELLA, Maria Elisa. CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA E OS RECURSOS HÍDRICOS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, Sp, v. , n. 36, p. 126-142, 2014.