

USO, CAPTAÇÃO E FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM UMA ÁREA URBANA DO LITORAL NORDESTINO

Geferson Daniel Dantas da Silva¹

Filipe da Silva Peixoto²

Rafael Mota de Oliveira³

José Francisco do Nascimento Filho⁴

Lucas Matheus Garcia Tôrres⁵

INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são parte essencial do ciclo hidrológico, representando a maior parcela de água doce no planeta, com maior qualidade e proteção em comparação com as águas superficiais. Elas são o recurso natural mais extraído do subsolo brasileiro (Hirata, 2015). Além disso, as águas subterrâneas abastecem, de forma integral, 76 municípios do estado do Rio Grande do Norte (ANA, 2021). Estimam que cerca de dois milhões de poços no Brasil sejam irregulares, ou seja, não atendem aos critérios técnicos de construção e não possuem outorga (Hirata, 2015).

No Nordeste setentrional semiárido, onde a pluviometria é baixa (600 e 800 mm/ano) e a evaporação é alta (2.000 – 2500 mm/ano), os aquíferos costeiros, embora com quantidade e qualidade limitadas, desempenham um papel crucial no abastecimento de água para as atividades produtivas e, são a principal fonte de abastecimento hídrico. A região costeira semiárida no Brasil delimita-se do extremo noroeste do estado do Ceará ao nordeste do estado do Rio Grande do Norte. Neste estado, as condições de evaporação e baixa pluviosidade marcantes propiciam a produção de sal em escala industrial.

Com relevos estruturais planos e suavemente declivosos em direção ao mar, a região dificulta o armazenamento de reservas hídricas superficiais em consequência da permeabilidade das rochas sedimentares e sedimentos das dunas sobrepostas às formações da bacia potiguar (Barçante, 2016). Não obstante a boa transmissividade da

¹ Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGeo - UERN, gefersondaniel@alu.uern.br

² Prof. Dr. Em Geografia Pelo Programa de pós-Graduação PPGeo e Departamento de Geografia - UERN, felipepeixoto@uern.br

³ Dr. em Geologia pela Universidade Federal do Ceará – UFC, rafaelmotageo@gmail.com

⁴ Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais PPGCN – UERN, josenascimento116@alu.uern

⁵ Doutorando em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia PPGG – UFPB, lucastorres@alu.uern.br

água propiciada por areias selecionadas pela dinâmica eólica, no aquífero dunas, o nível freático se encontra raso (5 – 12 m) ou subaflorante, condição muito suscetível à entrada de agentes contaminantes, decorrente de atividades humanas, sendo os efluentes domésticos os que geralmente propiciam maiores riscos de contaminação (Melo *et al*, 2023)

A área urbana do município de Tibau–RN se encontra sobre estas características hidrogeográficas. Em consequência, a cidade é totalmente abastecida por água subterrânea, via Sistema de Abastecimento Convencional – SAC, por meio de um poço com cerca de 1000 m de profundidade locado no aquífero Açu. Outra via de abastecimento é por meio de vários poços públicos e privados à explorar água do aquífero costeiro, principalmente de sedimentos inconsolidados das dunas, sob as quais a cidade foi construída, esses poços compõem a Solução Alternativa Individual - SAI. No entanto, a grande maioria dessas captações são provavelmente poços irregulares, ademais, a quantidade, os tipos de captação e os usos da água são desconhecidos, dificultando o reconhecimento do problema ambiental que se perpetua em vários municípios brasileiros.

A exploração excessiva dos aquíferos associados à falta de regularização das captações e à necessidade de uma gestão mais eficiente e sustentável, destacam a importância da aplicação de técnicas em Sistema de Informação Geográfica - SIG para integrar e analisar informações cruciais para a tomada de decisões e o planejamento adequado dos aquíferos costeiros.

A gestão sustentável desses recursos é essencial para garantir a segurança hídrica e o desenvolvimento socioeconômico da região, enfrentando desafios como a contaminação e a escassez de dados essenciais para uma gestão eficaz. O estudo visa analisar as formas de captação e uso das águas subterrâneas no município de Tibau, contribuindo para a produção de dados e informações georreferenciadas sobre a utilização dessas águas. O objetivo é subsidiar estudos futuros e apoiar a implementação de medidas voltadas para a conservação do aquífero costeiro na região.

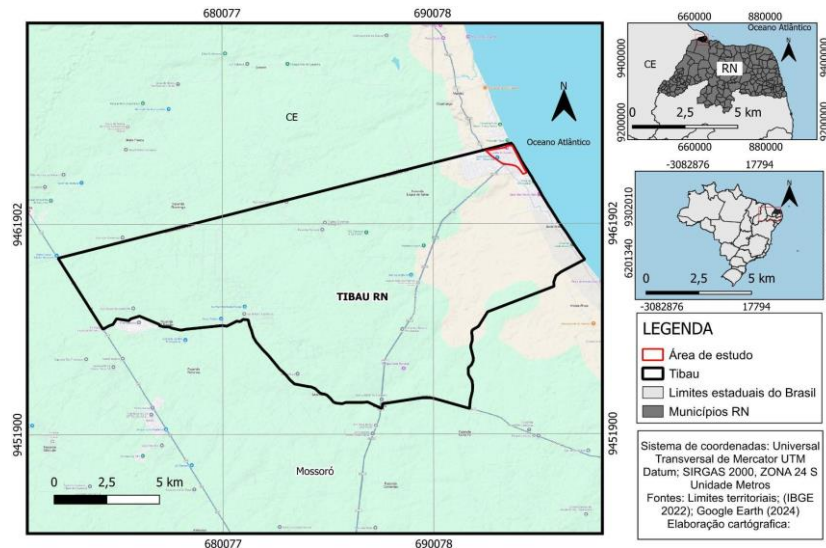
METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

Tibau está localizado tanto na região imediata quanto intermediária de Mossoró (IBGE, 2018), fazendo limite com os municípios de Grossos, Mossoró, o Oceano

Atlântico e o Estado do Ceará (Figura 1). Sua área abrange 170 km², com as coordenadas da sede sendo 04° 50' 13,2" de latitude sul e 37° 15' 10,8" de longitude oeste.

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autores, (2024).

A campanha de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em 2005 descreve que a geologia do município de Tibau é caracterizada pela presença de sedimentos da Formação Barreiras e depósitos flúvio-lagunares, litorâneos (dunas) e aluvionares. Além disso, há presença da Formação Tibau.

Segundo os estudos realizados por Peixoto e Dias (2023), a Formação Barreiras é composta por sedimentos pouco ou não litigáveis depositados entre o plioceno e pleistoceno, estruturados em sequências de areia, silte e argila, com uma base conglomerada. Essas sequências foram formadas em ambiente marinho de plataforma continental, que posteriormente foi submerso devido ao recuo da linha de costa. Esses atributos geológicos influenciam diretamente na disponibilidade e na qualidade da água subterrânea na região, sendo de grande importância para o diagnóstico do abastecimento de água no município de Tibau.

Formação Tibau é representada por arenitos de leques deltaicos (RADAM, 1981). De acordo com Silva (1966), a formação Tibau é caracterizada por apresentar clásticos grossos sobrepostos aos carbonatos Guimarães, com predominância de arenito grosso hialino, indicando um ambiente deposicional de leques costeiros.

O Município de Tibau apresenta um clima classificado conforme o sistema de

classificação climática de Köppen (1936) como clima Semiárido (BSh). Seu clima semiárido distingue-se por apresentar altas temperaturas médias anuais, frequentemente superiores a 26 °C (Terto e Diniz, 2023). A variação sazonal é marcada por verões tipicamente quentes e invernos mais amenos. A precipitação anual é relativamente baixa, oscilando geralmente entre 300 e 700 mm, com uma distribuição irregular ao longo do ano (Köppen, 1936). A precipitação concentra-se em um curto período, resultando em uma estação chuvosa bem definida e uma estação seca prolongada (Peixoto, 2019).

Em Áreas de Influência Marinha (restinga) o (RADAM, 1981) diz que a vegetação dessas áreas é constituída de halófitos-psamófitos endêmicos e de outras espécies adaptadas a essas condições ecológicas formando povoamento descontínuos arbóreos, arbustivos e herbáceos que se alternam em dominância dentro desse mesmo ambiente.

Sua variação de altitude oscila entre 40 a 0 metros, com áreas de dunas móveis, edafizadas e ou fixadas por construções. Segundo a Embrapa (2018), os solos predominantes são o Latossolo Vermelho Amarelo, ele apresenta uma coloração avermelhada a amarelada devido à presença de óxidos de ferro e alumínio em sua composição. E as Areias Quartzas marinha, sedimento formado por grãos de quartzo depositados em ambientes costeiros e marinhos (Nunes, Lattai e Asmus, 2016).

O município é atravessado por cursos d'água secundários e intermitentes, com destaque para o Córrego Gangorra e a Lagoa Redonda (ANA, 2016). A captação de águas subterrâneas é a principal fonte hídrica, Peixoto e Dias (2023) afirmam que os sistemas a principais aquíferos na região esportiva são representados pelo Sistema Aquífero Apodi, composto pelo aquífero Açú, aquífero Jandaíra e aquífero Aluvionar, e pelo Sistema Aquífero Costeiro, composto pela Formação Barreiras e pelo aquífero dunas, relevante para o consumo doméstico, mas o uso descontrolado pode gerar impactos no sistema subterrâneo.

Peixoto e Dias (2023) afirmam que os principais aquíferos na região são representados pelo Sistema Aquífero Apodi, composto pelo aquífero Açú, aquífero Jandaíra e aquífero Aluvionar, e pelo Sistema Aquífero Costeiro, composto pela Formação Barreiras e pelo aquífero dunas.

Procedimentos metodológicos

A primeira etapa do trabalho envolveu a busca e análise de material bibliográfico

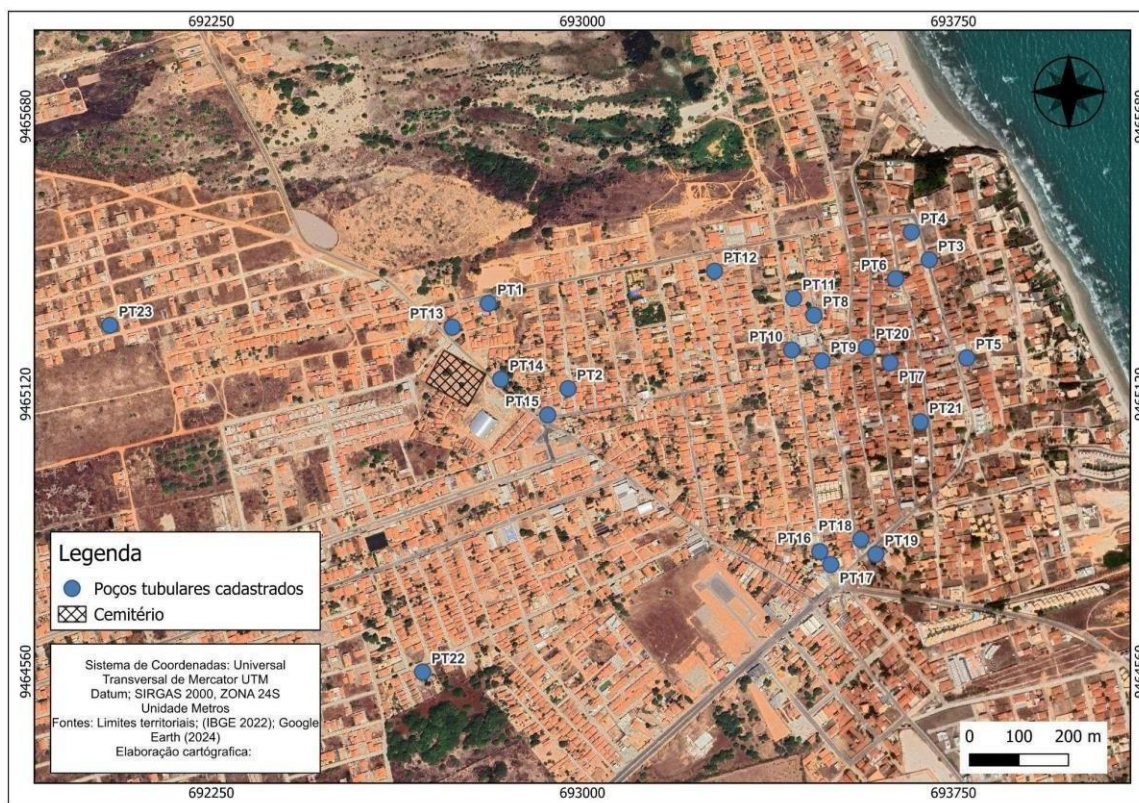
e bases cartográficas. Após isso, foi realizada uma etapa de campo para a produção do cadastro de poços. Para isso, utilizou-se um GPS de navegação Garmin para coleta de coordenadas em Universal Transversa de Mercator - UTM;

Os dados levantados em campo foram analisados estatisticamente e integrados em um SIG utilizado para analisar os dados geográficos coletados e gerar informação de usos, tipos de captação e fontes potencialmente contaminantes das águas subterrâneas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição dos poços insere-se na zona urbana, onde muitos estão próximos a possíveis fontes de contaminação, como fossas, cemitérios, tanques de combustível e entulhos, que podem representar um risco para a qualidade da água do aquífero costeiro (Pacheco e Mendes, 1990). Observando a distribuição dos poços na (Figura 2) é possível verificar que a distribuição espacial dos poços, exemplifica a falta de critérios e planejamento. De acordo com Rebouças (2002), a falta de medidas relacionadas a adequada alocação e gerenciamento de aquíferos, aumenta sobremaneira o risco de contaminação das águas subterrâneas, expondo todo o sistema a vulnerabilidade.

Figura 2 – Localização dos poços com cadastrados



Fonte: Autores, (2024).

É importante ressaltar que a localização dos poços deve ser cuidadosamente planejada, levando em consideração a presença de possíveis contaminantes e seguindo as normas técnicas estabelecidas para garantir a qualidade e segurança da água disponibilizada para consumo (Rebouças, 2002).

Para o desenvolvimento de um projeto de captação de água subterrânea, NBR 12212/2017 recomenda uma série de elementos essenciais. Entre eles, destaca-se a necessidade de conhecer o volume a ser explorado ao longo de um período específico, bem como realizar um levantamento planialtimétrico da área em questão, que inclua a localização dos poços já existentes.

É fundamental também compreender o potencial hidrogeológico da região, o que envolve várias etapas, como a coleta de dados geológicos, o levantamento de informações sobre poços existentes, incluindo suas vazões e níveis d'água, além da caracterização dos aquíferos (Silva et al., 2014). Caso haja surgências, é crucial definir soluções técnicas adequadas. Consequentemente, é importante elaborar mapas hidrogeológicos, identificar e determinar os locais mais apropriados para a perfuração dos poços, indicar a provável composição físico-química da água e caracterizar as áreas de risco de contaminação, poluição e o grau de vulnerabilidade dos aquíferos (Pacheco e Mendes, 1990).

Além disso, a conscientização da população local sobre a importância da preservação dos recursos hídricos é fundamental para garantir a sustentabilidade do uso da água subterrânea. No (Quadro 1) são apresentadas as informações sobre a situação dos poços cadastrados.

Quadro 1: Situação dos poços cadastrados

Natureza dos poços	Em operação	Desativado	Serviços	Doméstico
Público	2	1	2	2
Particular	21	0	0	21
Total	23	1	2	23

Fonte: Autores, (2024).

Dos 22 poços, 2 são considerados públicos, sendo que ambos estão em operação. 20 poços particulares estão em operação, totalizando assim, 22 poços em operação. Ademais, tem-se 1 poço desativado. É importante ressaltar que nenhum dos poços

estavam no cadastro oficial de informações, o Sistema de Águas Subterrâneas - SIAGAS/CPRM.

Há um descompasso enorme entre o número de poços reais, o cadastrado no SIAGAS/CPRM e aquele dos efetivamente outorgados. No Relatório Conjuntura 2017, a (ANA, 2016) estimou a existência de 1,2 milhão de poços, o SIAGAS tem o registro de 305.415, enquanto no ano de 2015 existiam apenas 36.308 poços registrados com outorgas válidas (ANA, 2016). (Hirata, 2015, p.11).

O uso dos poços foi dividido em duas categorias: o Doméstico e serviços gerais (comércio). Dos 21 poços listados, 21 são utilizados de forma comunitária, 2 são públicos e todos são utilizados para uso doméstico. Vale salientar que o uso de água com qualidade inadequada em atividades domésticas pode representar diversos riscos para a saúde das pessoas.

Diante disso, há possíveis irregularidades com grande potencial para ser fonte de contaminação, como poços próximos a cemitérios, fossas, poços sem proteção e fora das normas estabelecidas, como também localizados ao lado de lava jato. A falta de saneamento em cidades é uma das principais causas de contaminação de aquíferos, como atestam as extensas plumas de nitrato sob as áreas urbanas (Hirata, 2015; Peixoto, 2019; Tôrres, 2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de regulação das captações, aliada à exploração excessiva, representa um desafio que precisa ser superado por meio de medidas que visem a conservação do aquífero costeiro. Com base nos resultados obtidos, foi possível identificar possíveis irregularidades como poços próximo de cemitério (poço 14) ao lado de fossas rudimentares (poços 1, 2, 9, 10, 11, 13) e sem as devidas proteções.

Diante disso, é essencial a implementação de políticas públicas e ações efetivas para regulamentar o uso e a proteção das águas subterrâneas na região de Tibau, visando garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e o bem-estar da população.

Palavras-chave: Águas subterrâneas; Aquífero, Qualidade da água, Gestão sustentável e, Tibau.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Brasília: ANA, 2015.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano** (2021). Brasília (Brasil). Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br>. Acesso em: 05 out. 2023.

BARÇANTE, Joziana Muniz de Paiva; BARÇANTE, Thales Augusto; NARCISO, Thiago Pasqua; BRAZ, Mirian Silvia; SILVA, Emerson Cícero. Ocorrência de doenças veiculadas por água contaminada: um problema sanitário e ambiental. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 6–17, 2016. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/3764>. Acesso em: 06 jul. 2024.

KÖPPEN, W. **Das geographische System der Klimate**. In: Köppen, W. & Geiger, R. (Eds.), *Handbuch der Klimatologie* (Vol. 1, pp. 1-44). Gebrüder Borntraeger (1936).

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto **RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro, 1981.

NUNES, L. H.; LATTAI, E. F.; ASMUS, H. E. **Evolução dos sistemas de falhas de borda do Rifte Potiguar com base em curvas de crescimento de falhas**. (2016) Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327590678_Evolucao_dos_sistemas_de_falhas_de_borda_do_Rifte_Potiguar_com_base_em_curvas_de_crescimento_de_falhas. Acesso em: [6 jul. 2024].

PACHECO, A.; MENDES, J. M. B. Cemitérios podem contaminar as águas subterrâneas. **Revista Saneamento Ambiental**, v. 1, n. 6, p. 31-33, 1990.

PEIXOTO, F. S. **Por uma Geografia das águas: ensaio sobre o território e recurso hídrico no Nordeste Setentrional**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2020. v. 1, 142 p.

PEIXOTO, F. S.; BEZERRA, J. P.; ALBUQUERQUE, P. I. M. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e a Problemática das Inundações Urbanas. **Geografia (Londrina)**, v. 28, n. 1, p. 187-206, fev. 2019. DOI: 10.5433/2447-1747.2019v28n1p187.

PEIXOTO, F. S. **Conservação e qualidade das águas dos aquíferos urbanos no município de Fortaleza – Ceará**. 2019. 142 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

REBOUÇAS, A. C. A Inserção da Água Subterrânea no Sistema Nacional de Gerenciamento. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 4, p. 39-50, out./dez. 2002.

SILVA, A. C. **Considerações sobre o quaternário do Rio Grande do Norte**. Arquivos do Instituto de Antropologia, Natal: UFRN, v. 2, n. 1 e 2, p. 275-301, 1966.

SILVA, D. D. et al. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero

freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 43-52, 2014.

TERTO, M. L. de O.; DINIZ, M. T. M. Caracterização e evolução da história natural da zona costeira de Tibau, Grossos e Areia Branca/RN. **REBRAPE - Revista Brasileira de Análise e Planejamento Espacial**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 4–28, 2023. DOI: 10.51361/rebrape.v1i1.210. Disponível em: <https://revistas.ifpi.edu.br/index.php/rebrape/article/view/159>. Acesso em: 26 jun. 2024.

TÔRRES, L. M. G. **Escassez e contaminação: desafios para conservação das águas subterrâneas em pequenas cidades no semiárido brasileiro**. Dissertação de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais – PPGCN. Mossoró, 2023.