

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ANÁLISE DE POÇOS ARTESIANOS NA ZONA LESTE DE TERESINA-PI

Leonardo Ferreira da Costa¹, Thaís Yumi Shinya², Giovana Mira de Espindola³

RESUMO

O presente trabalho está vinculado à linha de pesquisa Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água, e tem como objetivo avaliar a qualidade da água de poços artesianos na Zona Leste de Teresina-PI. A pesquisa investiga como fatores antrópicos, como o uso do solo, proximidade de fossas, construções e descarte de resíduos, podem afetar a potabilidade dessa água. As coletas estão sendo realizada em duas etapas, a primeira cumprida no período chuvoso (abril-maio de 2025) e a segunda agendada para o período seco (outubro-novembro de 2025). A análise microbiológica revelou a presença de coliformes totais e, em alguns poços, *Escherichia coli*, indicando risco de contaminação fecal. Além disso, alguns parâmetros físico-químicos apresentaram valores acima dos limites recomendados. A condutividade elétrica atingiu 4164 $\mu\text{S}/\text{cm}$, os sólidos dissolvidos totais chegaram a 2082 ppm e o bromo, que pode reagir com o cloro formando bromato, substância cancerígena, alcançou 2,37 ppm em um dos poços analisados. Esses resultados reforçam a necessidade de um controle mais rigoroso e de monitoramento contínuo das águas subterrâneas, extraídas de poços artesianos, garantindo a segurança da população consumidora. O trabalho está associado às seguintes ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável): 3 - Saúde e bem-estar, 6 - Água potável e saneamento, e 11 - Cidades e comunidades sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Contaminação fecal. Potabilidade. Saneamento.

ABSTRACT

This study is linked to the research line *Water Security and Multiple Uses of Water*, and aims to evaluate the quality of water from artesian wells in the East Zone of Teresina-PI. The research investigates how anthropic factors, such as land use, proximity to septic tanks, constructions, and waste disposal, can affect the potability of this water. Sampling is being carried out in two stages: the first conducted during the rainy season (April–May 2025) and the second scheduled for the dry season (October–November 2025). Microbiological analysis revealed the presence of total coliforms and, in some wells, *Escherichia coli*, indicating a risk of fecal contamination. In addition, some physicochemical parameters showed values above the recommended limits. Electrical conductivity reached 4164 $\mu\text{S}/\text{cm}$, total dissolved solids reached 2082 ppm, and bromine—which can react with chlorine to form bromate, a carcinogenic substance—reached 2.37 ppm in one of the analyzed wells. These results reinforce the need for stricter control and continuous monitoring of groundwater extracted from artesian wells, ensuring the safety of the consuming population. The study is associated with the following SDGs (Sustainable Development Goals): 3 – Good Health and Well-being, 6 – Clean Water and Sanitation, and 11 – Sustainable Cities and Communities.

KEYWORDS: Fecal contamination. Potability. Sanitation.

INTRODUÇÃO

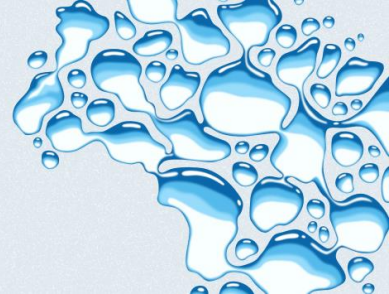
A água é essencial para a vida e, no Brasil, a região Nordeste sofre com a escassez, representando apenas 18% da média nacional devido ao clima seco (ANA, 2020). Embora 96% da água no planeta seja subterrânea (Brasil, 2007), ela pode ser contaminada por esgoto, lixo,

¹ Discente da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água. Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: leonardoferreira@aluno.uespi.br

² Docente no curso de Ciências Biológicas e no Mestrado Profissional ProfBio, na Universidade Estadual do Piauí (UESPI). Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: shinya.thais@cpm.uespi.br

³ Docente no Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Teresina, Piauí, Brasil. E-mail: giovanamira@gmail.com





combustíveis e agrotóxicos, especialmente nas áreas urbanas (De Lima; Silva, 2015). Em Teresina, muitos dependem das águas subterrâneas, acessadas por meio dos poços artesanais, mas é essencial garantir a qualidade dessa água, conforme a Portaria nº 888/2021, que define os limites para poluentes, substâncias químicas, físicas e microbiológicas em águas para consumo humano (Brasil, 2021).

Na capital do Piauí, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) autoriza a perfuração de poços artesanais, mas não monitora sua qualidade (SEMARH, 2015), enquanto a Fundação Municipal de Saúde (FMS) realiza um controle limitado em áreas com grande circulação de pessoas, como escolas e hospitais. Contudo, a alta demanda e o grande número de poços privados dificultam a fiscalização (Fundação Municipal de Saúde, 2019).

Com base no exposto, o consumo de água de poços artesanais em Teresina, especialmente na Zona Leste, pode representar riscos à saúde, devido à falta de monitoramento regular. Lençóis freáticos podem estar contaminados por microrganismos e substâncias químicas provenientes de ações antrópicas. Diante da escassez de dados públicos e da ausência de pesquisas recentes sobre a qualidade dessa água na capital do Piauí, este estudo se mostra essencial.

A necessidade da execução da referida pesquisa é reforçada pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos, que destaca o monitoramento quali-quantitativo da água como prioridade para a gestão sustentável (Piauí, 2010). E ainda, a pesquisa em questão segue a Lei nº 9.433/1997 (Lei das Águas), que trata a água como um bem público e essencial à vida, reforçando a importância de monitorar e regular esse recurso (Brasil, 1997).

Nesse contexto, a carência de monitoramento abrangente, negligenciando o cuidado com essas águas, que, em sua maioria, são de propriedade particular e sem monitoramento regular, espera-se que este estudo revele que alguns poços estão oferecendo água fora dos padrões legais. Caso isso seja confirmado, viabilizar ações preventivas e corretivas.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água de poços artesanais em sete bairros da Zona Leste de Teresina-PI, com base nos parâmetros da Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021). A pesquisa também analisará como fatores como o uso do solo, presença de fossas, esgoto, lixo, plantações e animais, afetam essa qualidade, além de considerar informações sobre localização, características construtivas e aspectos geológicos e hidrogeológicos dos poços. Entrevistas com os responsáveis no momento da coleta buscarão entender o uso, a percepção e os hábitos relacionados à água, estando o trabalho associado as seguintes ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável): 3 - Saúde e bem-estar (busca garantir saúde e bem-estar para todos), 6 - Água potável e saneamento (dedica assegurar acesso à água potável e saneamento de qualidade), e 11 - Cidades e comunidades sustentáveis (visa tornar as cidades e comunidades mais seguras, resilientes e sustentáveis).

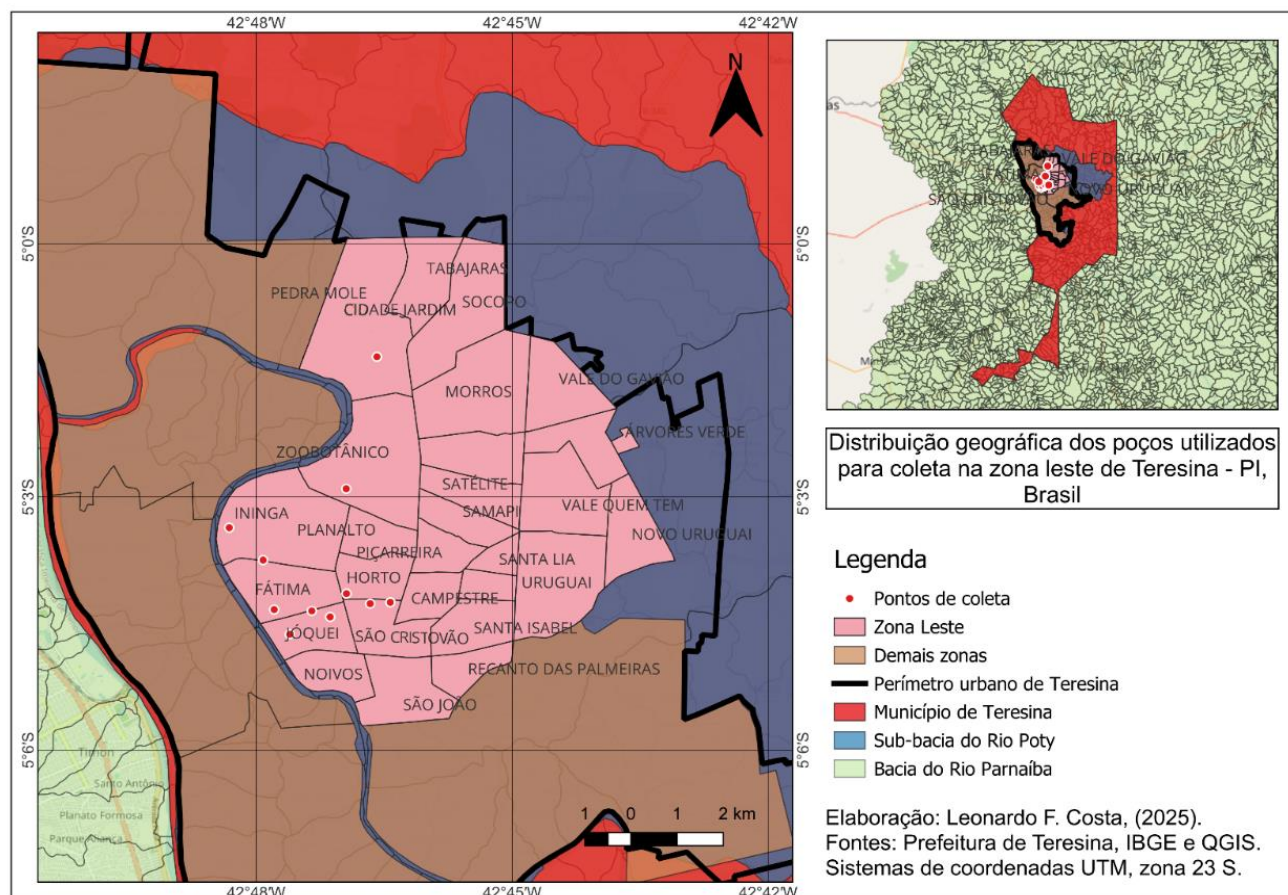
MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo está sendo conduzido em Teresina-PI, cidade mais populosa do estado, com clima semiárido, localizada na bacia do rio Parnaíba (IBGE, 2022). A identificação dos poços artesanais foi feita através do portal Serviço Geológico do Brasil (SGB) e mapeada com o auxílio do software QGIS. Nas visitas de campo, o entorno de cada poço está sendo analisado em relação ao uso do solo, presença de fossas, esgoto, lixo, plantações e animais, que podem impactar a qualidade da água subterrânea.

Dos 40 poços visitados, obteve-se autorização para a coleta em 11 deles, distribuídos em sete bairros da Zona Leste: Pedra Mole, Zoobotânico, Ininga, Fátima, Horto, Jóquei e São Cristóvão

(Figura 1). O estudo será ampliado com nova coleta, apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI) no segundo semestre.

Figura 1 – Pontos de localização dos poços utilizados para coleta na zona leste de Teresina -PI



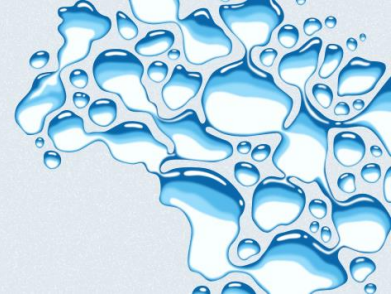
Fonte: Elaborado pelo autor com uso do software QGIS, (2025).

As coletas ocorrem em duas etapas: a primeira foi em abril e maio de 2025 (período chuvoso) e a segunda será em outubro e novembro (período seco), para avaliar possíveis diferenças sazonais pluviométricas. Seguindo normas do Ministério da Saúde, as amostras estão sendo coletadas e armazenadas em caixas térmicas e analisadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Campo Maior-PI.

Estão sendo analisados presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, pelo método Colilert® (AOAC 991.15), com base na tabela de Número Mais Provável (NMP) para estimar a quantidade de microrganismos presentes (SILVA et al., 2010), bem como parâmetros físico-químicos (temperatura, pH, alcalinidade, dureza, ferro, oxigênio dissolvido, turbidez, cobre, cloro livre e total, potencial de oxirredução, bromo, sólidos dissolvidos e condutividade elétrica). Na segunda etapa de análise também serão incluídos os parâmetros amônia e a cor, cujos equipamentos foram adquiridos no segundo semestre, para ampliar a avaliação da qualidade.

RESULTADOS E DISCUSÕES

Na coleta feita em abril e maio de 2025, período chuvoso em Teresina, todos os poços apresentaram coliformes totais e quatro deles (P1 a P4) também tinham *Escherichia coli*, indicando



risco de contaminação fecal (Tabela 1). Isso mostra que as águas das fontes analisadas estão expostas a microrganismos, influenciadas pelo entorno: fossas sépticas (P6), atividades agrícolas e pecuárias (P10) e até em poços próximos à rede de esgoto, como em alguns pontos avaliados, ainda se observam sinais de vulnerabilidade, possivelmente por falhas no sistema ou infiltrações no solo.

Nos parâmetros físico-químicos (Tabela 2), o poço P1 apresentou condutividade (4164 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e sólidos dissolvidos (2082 ppm) muito acima dos limites de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 500 ppm, indicando excesso de sais. Nos poços P8 e P11, o bromo variou de 1,03 a 2,37 ppm, quando o recomendado é apenas 0,01 ppm. O bromo quando reage com o cloro forma bromato, substância cancerígena. O potencial de oxirredução também ficou abaixo do ideal, mostrando que a água não consegue se autodesinfetar.

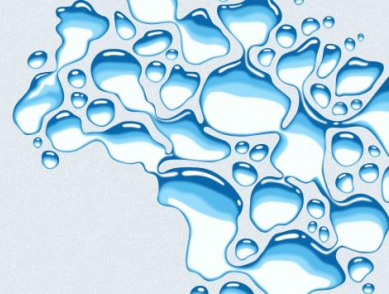
Tabela 1 - Resultados das análises microbiológicas das águas subterrâneas na Zona Leste de Teresina-PI (primeira etapa de coleta, abril/maio de 2025)

Ponto	Coliformes Totais (Tubos positivos) / NMP/100 mL	<i>Escherichia coli</i> (Tubos positivos) / NMP/100 mL
Limite	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL
P1	10 (NMP > 23)	10 (NMP > 23)
P2	10 (NMP > 23)	1 (NMP 1,1)
P3	3 (NMP > 3,6)	2 (NMP 2,2)
P4	10 (NMP > 23)	6 (NMP 9,2)
P5	5 (NMP > 6,9)	0 (NMP < 1,1)
P6	10 (NMP > 23)	0 (NMP < 1,1)
P7	10 (NMP > 23)	0 (NMP < 1,1)
P8	10 (NMP > 23)	0 (NMP < 1,1)
P9	10 (NMP > 23)	0 (NMP < 1,1)
P10	10 (NMP > 23)	0 (NMP < 1,1)
P11	10 (NMP > 23)	0 (NMP < 1,1)

Fonte: Autores, com base na Portaria GM/MS nº 888/2021 (2025).

Tabela 2 - Resultados das análises físico-químicas das águas subterrâneas na Zona Leste de Teresina-PI (primeira etapa de coleta, abril/maio de 2025). Indicadores analisados: Temperatura (T), Dureza Total (DT), Ferro Total (FT), Alcalinidade (AL), Condutividade Elétrica (CE), Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez (Tu), Cobre (Cu), Cloro Livre (CL), Cloro Total (CT), Potencial de Oxirredução (ORP), Sólidos Dissolvidos Totais (TDS) e Bromo (Br). As análises foram realizadas conforme os limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, do Ministério da Saúde.

Ponto	T (°C)	DT (ppm)	Fe (ppm)	AL (ppm)	CE $\mu\text{S}/\text{cm}$	pH	OD (%)	TU (NTU)	Cu (ppm)	CL (ppm)	CT (ppm)	ORP (mV)	TDS (ppm)	Br (ppm)
Limite	-	300	0,3	-	1000	6 - 9,5	-	5	2	0,2 - 5	-	> 650	500	0,01
P1	19,0	65	0,07	155	4164	7,0	70	0	0	0,65	0,68	535,8	2082	-
P2	13,2	195	0	167	676	7,1	35	0,45	0	0,75	0,79	222,5	338	-
P3	12,9	141	0	170	540	7,3	47,8	0,84	0	0,95	0,98	222,6	270	-
P4	14,7	262	0,12	372	707	7,3	48	2,45	0	0,65	0,67	227,9	354	-
P5	19,8	146	0,64	168	640	7,2	40,2	0	0	0,74	0,81	229,7	320	-
P6	20,6	56	0,18	<10	173	6,8	44,5	0	0	3,53	3,92	240,8	87	-
P7	20,2	77	0,19	>200	509	7,5	43,9	0	0	0,67	0,68	219,1	255	-
P8	20,3	<30	0,09	121	537	6,3	46,7	0	0	-	-	205,6	268	1,24
P9	21,2	317	0	>200	488	7,9	43,3	0	0	3,57	3,92	175,1	244	2,19
P10	21,7	75	0,04	>200	509	8,1	40,6	0	0	-	-	170,1	255	2,37



P11 21,7 135 0,03 149 544 7,8 42,5 0 0 0,76 0,81 172,6 272 1,03

Fonte: Autores, com base na Portaria GM/MS nº 888/2021 (2025).

Como essa coleta ocorreu no período chuvoso, quando há maior infiltração e risco de contaminação, uma nova rodada será feita no período seco (outubro e novembro de 2025), permitindo comparar os dois cenários e entender melhor a qualidade das águas subterrâneas da Zona Leste de Teresina.

O estudo está em andamento. As próximas etapas incluem análises construtivas e hidrogeológicas dos poços, entrevistas com usuários sobre o uso e hábitos de consumo, e a produção dos seguintes produtos: parecer técnico individual com os resultados das análises de cada fonte, três mapas cartográficos (um sobre uso do solo, drenagem da água, e outro sobre dados socioeconômicos da população consumidora) e um manual sobre o uso e cuidados com a água dos poços. Esses produtos poderão fornecer subsídios para os órgãos fiscalizadores municipais e estaduais afim de melhorar a gestão da água e a proteção da saúde pública na área urbana de Teresina.

CONCLUSÃO

As análises iniciais mostraram que a água dos poços da Zona Leste de Teresina apresenta riscos à saúde, com presença de *Escherichia coli* em quatro deles, e substâncias acima do permitido, como o bromo. Isso reforça a importância de ampliar o saneamento e manter o monitoramento contínuo desse recurso natural. O estudo segue em andamento e deverá apoiar ações dos órgãos públicos para proteger a população e os recursos hídricos.

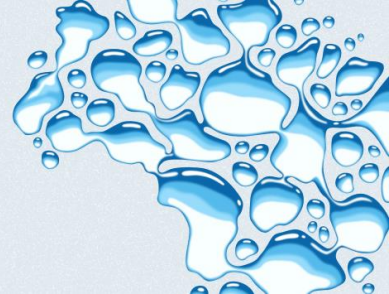
AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), pela concessão recente da bolsa de mestrado, que será fundamental para o desenvolvimento das próximas etapas deste estudo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - Informe 2020**. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: https://www.ana.gov.br/documents/10183/6375319/informe_conjuntura_2020.pdf/fc31e14c-0b2d4a8e-bb51-31c6c94a8405. Acesso em: 27 abr. 2024.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União: seção 1**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em:



https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=470365. Acesso em: 18 ago. 2025.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 888, de 04 de maio de 2021**. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Águas subterrâneas. Um recurso a ser conhecido e protegido. Brasília: MMA/SRH, 2007.

DE LIMA, Rafael Barbalho; SILVA, Francisco Uberlano. **Análise físico-química da água de três poços subterrâneos no município de Mossoró-RN**. 2015.

FMS. Fundação Municipal de Saúde. **FMS inspeciona qualidade da água para consumo humano em Teresina**. Teresina, 22 mar. 2019. Disponível em: <https://site.fms.pmt.pi.gov.br/noticia/2488/fms-inspeciona-qualidade-da-agua-para-consumo-humano-em-teresina>. Acesso em: 23 dez. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pi/campo-maior.html>. Acesso em: 26 ago. 2025.

PIAUÍ. Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH-PI. Teresina: Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMARH, 2010. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/semarh-disponibiliza-links-para-acessar-plano-de-conservacao-de-nascentes-e-atualizacao-de-plano-estadual-dos-recursos-hidricos/>. Acesso em: 30 ago. 2025.

SEMAR. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Portaria SEMAR nº 101, de 4 de novembro de 2015**. Dispõe sobre a autorização para perfuração e recuperação de poços tubulares no Estado do Piauí e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Piauí, Teresina, 13 nov. 2015. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=306382>. Acesso em: 23 dez. 2024.

SILVA, Neusely da et al. Contagem do Número Mais Provável (NMP). *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água*. 4. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2010.