

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PROVENIENTE DE UM POÇO LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SUMÉ-PB

*Anna Maria Santos Silva ¹; Anna Lauhanny Ramos da Silva ¹; Evellyn Ramos de Melo Alcântara ¹;
Edmilson Dantas da Silva Filho ²; Francisco de Assis da Silveira Gonzaga ³ & Cailane Barbosa
Gomes Guerra ⁴*

ABSTRACT

Groundwater corresponds to the portion of water found beneath the Earth's surface, stored in geological formations known as aquifers. Its quality is mainly influenced by the dissolution of minerals present in rocks, as well as by factors such as the composition of recharge water, contact time with the physical medium, climate conditions, and anthropogenic interference. Due to its widespread use for human consumption, irrigation, and animal watering, assessing its portability is essential. In this context, the present study aimed to analyze the physicochemical properties of groundwater from a well located in the municipality of Sumé, Paraíba, verifying its compliance with the standards established by Ordinance GM/MS No. 888 of May 4, 2021. The samples were sent to the Chemistry Laboratory (LQ) of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba – Campina Grande Campus, where physicochemical parameters were analyzed. The results allowed for the assessment of the suitability of the water for human consumption, contributing to public health promotion and the sustainable use of groundwater resources.

RESUMO

Água subterrânea corresponde à porção de água presente abaixo da superfície terrestre, armazenada em formações geológicas denominadas aquíferos. Sua qualidade é influenciada principalmente pela dissolução de minerais presentes nas rochas, bem como por fatores como composição da água de recarga, tempo de contato com o meio físico, clima e interferência antrópica. Devido à sua ampla utilização para consumo humano, irrigação e abeberamento animal, é fundamental avaliar sua potabilidade. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades físico-químicas da água subterrânea proveniente de um poço localizado no município de Sumé, Paraíba, verificando sua conformidade com os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. As amostras foram enviadas ao Laboratório de Química (LQ) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Campina Grande, onde foram submetidas à análise de parâmetros físico-químicos. Os resultados obtidos permitiram avaliar a adequação da água para consumo humano, contribuindo para a promoção da saúde pública e o uso sustentável dos recursos hídricos subterrâneos.

Palavras-Chave: água; subterrânea; análise.

¹) Discentes do Curso Técnico em Química - Instituto Federal da Paraíba, R. Cecília Nunes de Oliveira, 671 - Dinamérica, Campina Grande - PB
Telefone: +55 (83) 2102.6200 E-mail: rosaeanna2014@gmail.com

²) Docente do Curso Técnico em Química - Instituto Federal da Paraíba, R. Cecília Nunes de Oliveira, 671 - Dinamérica, Campina Grande - PB
Telefone: +55 (83) 2102.6200 E-mail: edmilson.silva@ifpb.edu.br

³) Docente do Curso Técnico em Mineração - Instituto Federal da Paraíba, R. Cecília Nunes de Oliveira, 671 - Dinamérica, Campina Grande - PB
Telefone: +55 (83) 2102.6200 E-mail: franciscoagonzaga@hotmail.com

⁴) Discente do Curso Superior em Odontologia na Universidade Estadual da Paraíba - Campus Campina Grande-PB.
Telefone: +55 (83) 3315.3300 E-mail: cailane.guerra5555@gmail.com

INTRODUÇÃO

O município de Sumé-PB está incluído na área geográfica de abrangência do semiárido brasileiro, conforme definido pelo Ministério da Integração Nacional (2005), com base em critérios como índice pluviométrico, índice de aridez e risco de seca. Essa região é caracterizada por baixa precipitação anual, alta evaporação e longos períodos de seca, o que torna as águas subterrâneas uma importante fonte para o abastecimento humano, animal e agrícola.

Em Sumé, predominam formações rochosas do embasamento cristalino, compostas principalmente por rochas ígneas e metamórficas, que influenciam diretamente na qualidade das águas subterrâneas. Isso ocorre porque a percolação da água por essas rochas leva à dissolução de minerais, alterando parâmetros físicos e químicos como dureza, condutividade elétrica e concentração de íons como cloreto, sódio e magnésio. A escassez hídrica típica da região faz com que poços sejam amplamente utilizados como alternativa para captação de água, principalmente em áreas rurais, sendo o monitoramento de sua qualidade essencial para garantir o consumo seguro.

A água é vital para a vida em todas as suas formas. Ela desempenha um papel fundamental em processos biológicos, como a fotossíntese nas plantas e a regulação térmica dos organismos. Além disso, a água é necessária para o funcionamento adequado dos sistemas corporais humanos, como a digestão, a absorção de nutrientes e a eliminação de resíduos (ABREU, 2023). Tornando-se o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, integrando aproximadamente dois terços do corpo humano e atingindo até 98% para certos animais aquáticos, legumes, frutas e verduras. Constitui-se também no solvente universal da maioria das substâncias, modificando-as e modificando-se em função destas (LIBÂNIO, 2010).

Historicamente, o desenvolvimento das civilizações ocorreu nas proximidades de corpos d'água disponíveis para consumo humano. A presença ou ausência da água foi e ainda é um dos elementos responsáveis por escrever a história do mundo, criar culturas e hábitos, determinar a ocupação de territórios, extinguir e dar vida às espécies (Bozelli et al., 2018). Ao considerar as mudanças climáticas, a degradação e escassez dos recursos hídricos, constata-se que a sobrevivência da humanidade depende da construção de um novo pacto com a água, o que certamente inclui os aquíferos. Se a sociedade não os conhecer, não haverá pressão política para implementar ações necessárias para geri-los adequadamente e cobrar a resolução de conflitos de uso da água (ANA, 2022a).

Dada a importância vital da água, é essencial conservar, proteger e gerir este recurso de forma sustentável, garantindo o acesso equitativo para as gerações presentes e futuras. No entanto, a distribuição de água potável é desigual em escala global, e milhões de pessoas ainda carecem deste recurso essencial. No Brasil, aproximadamente 35 milhões de pessoas não têm acesso a água tratada e própria para consumo. A escassez de água potável leva muitas populações a recorrer a fontes alternativas, muitas vezes contaminadas, o que aumenta o risco de disseminação de doenças de veiculação hídrica, como cólera, febre tifóide e diversas outras enfermidades que comprometem seriamente a saúde pública.

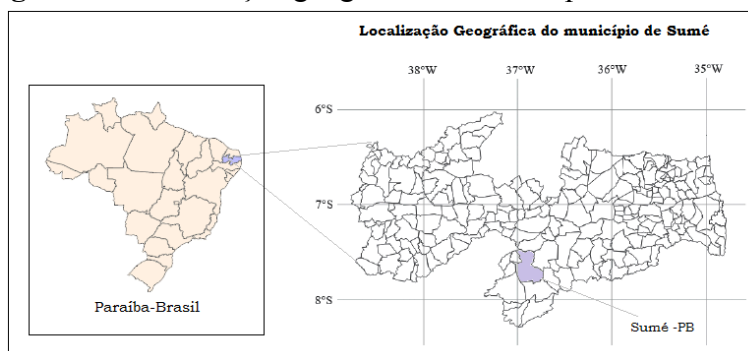
A demanda por recursos hídricos tem se expandido com o aumento das atividades humanas em diversas regiões, resultando em preocupações ecológicas e ambientais. Em geral, a qualidade da água subterrânea pode ser influenciada por vários processos, dentre os quais destacam-se: processos

naturais, como velocidade da água no aquífero, qualidade da recarga, interação com solos e rochas, interação com outros tipos de aquíferos etc (HUNTINGTON, 2006).

Os impactos do uso da terra sobre a qualidade da água subterrânea incluem: aumento das concentrações de íons, mudanças nas condições de óxido-redução e aumento das concentrações de elementos secundários nas regiões em desenvolvimento em comparação com regiões não desenvolvidas (TROJAN et al., 2003).

O objetivo principal deste estudo foi analisar os parâmetros físico-químicos da água subterrânea de um poço localizado na zona rural do município de Sumé, Paraíba, a fim de verificar sua conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. A pesquisa buscou avaliar a aptidão da água para o consumo humano, considerando fatores geoquímicos e possíveis interferências antrópicas que podem comprometer a qualidade deste recurso essencial.

Figura 1 – Localização geográfica do município de Sumé/PB



METODOLOGIA

As análises da amostra de água foram realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Campina Grande, no Laboratório de Química (LQ), utilizando os procedimentos descritos nos métodos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da APHA.

A alcalinidade foi determinada por titulação com ácido clorídrico (HCl) até o ponto de neutralização, sendo a quantidade de ácido consumida utilizada para o cálculo da alcalinidade total, a qual expressa a capacidade da água de neutralizar ácidos. A acidez carbônica foi quantificada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH), permitindo a estimativa da concentração de dióxido de carbono (CO₂) dissolvido, que pode afetar o pH e a corrosividade da água.

A dureza total foi determinada por titulação complexométrica com EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético), que se complexa com íons metálicos como cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺). Para identificar a contribuição individual desses íons, foram realizadas titulações específicas para as durezas de cálcio e magnésio. A turbidez foi medida em unidades nefelométricas de turbidez (NTU), por meio de um turbidímetro, que quantifica a luz dispersa pelas partículas em suspensão.

A determinação do pH foi feita por medição direta com pHmetro, com triplicata de leitura para maior precisão. A condutividade elétrica foi obtida com um condutivímetro, refletindo a presença

de íons dissolvidos, como cloretos, sulfatos, sódio e cálcio. A porcentagem de cinzas e os sólidos totais dissolvidos (STD) foram quantificados por método gravimétrico, permitindo avaliar o teor de resíduos inorgânicos presentes na amostra.

A concentração de cloretos foi determinada pelo método de Mohr, utilizando titulação com nitrato de prata (AgNO_3), com identificação visual do ponto final por meio da formação de um complexo de prata. A cor aparente foi mensurada por fotometria, baseada na absorbância da luz em uma amostra previamente filtrada, com os valores expressos em unidades Hazen (uH), representando a coloração causada por substâncias dissolvidas e partículas finas.

Após as análises, os resultados foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que regula a qualidade da água para consumo humano, a fim de verificar sua conformidade com os critérios de potabilidade e, se necessário, orientar intervenções corretivas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1, são apresentados os valores alcalinidade (mg/L); cloreto - método de Mohr (mg/L); condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$); cor aparente (uH); dureza total (mg/L); dureza de cálcio (mg/L); dureza de magnésio (mg/L); pH; cinzas (%); sólidos totais dissolvidos (mg/L); e turbidez (NTU) da amostra de água proveniente da coleta realizada.

Tabela 1 - Caracterização da qualidade físico-química da água subterrânea do poço, localizado na cidade de Sumé-PB

Parâmetros Químicos	P1	VMP / PR nº 888, 04 de maio de 2021	Unidade de Medida
Alcalinidade	95,33	-	mg/L CaCO_3
Cloreto - método de Mohr	999,97	250	mg/L Cl^-
Condutividade elétrica	4.716	-	$\mu\text{S}/\text{cm}$
Cor aparente	1	15	uH
Dureza total	1.308	300	mg/L
Dureza de Cálcio	700	-	mg/L
Dureza de Magnésio	608	-	mg/L
pH	6,65	6,0 - 9,5	-
Porcentagem de Cinzas	13,557	-	%
Sólidos totais dissolvidos	238,9	500	mg/L
Turbidez	0,83	5	NTU

A alcalinidade, que expressa a capacidade da água de neutralizar ácidos e resistir a variações de pH, foi de 95,33 mg/L. Apesar da ausência de um limite regulatório específico, esse valor sugere uma capacidade tampão moderada, tornando a água relativamente suscetível a variações de pH.

A concentração de cloretos, parâmetro importante para avaliação da mineralização e de possíveis fontes de contaminação, foi de 999,97 mg/L — valor significativamente acima do limite permitido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que é de 250 mg/L. Essa alta concentração pode estar associada à infiltração de esgoto ou à presença de outros contaminantes, como nitratos ou metais pesados. Portanto, o resultado indica que a água não atende aos padrões de potabilidade para consumo humano.

A condutividade elétrica da amostra foi de 4.716 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valor considerado alto, indicando alta concentração de sais dissolvidos. Embora não haja limite estabelecido pelas normas brasileiras, esse dado corrobora a alta mineralização da água. A análise de cor aparente resultou em 1 uH, dentro dos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, o que sugere baixa concentração de matéria orgânica ou contaminantes visuais.

A dureza total foi de 1.308 mg/L, superando significativamente o limite máximo de 300 mg/L estabelecido pela Portaria. Essa condição indica a elevada presença de íons cálcio e magnésio, caracterizando a água como "muito dura". Água com essa característica pode afetar o sabor, causar incrustações em tubulações e equipamentos e, em alguns casos, estar associada a distúrbios gastrointestinais, o que reforça a necessidade de monitoramento contínuo.

O pH da amostra foi de 6,65, valor considerado dentro dos limites aceitáveis (6,0 a 9,5) pela legislação vigente. No entanto, esse valor levemente ácido indica uma tendência à acidez, que pode ser influenciada pela presença de CO_2 dissolvido ou outros compostos químicos, e requer atenção à estabilidade química da água.

O teor de cinzas, representando os resíduos inorgânicos remanescentes após a evaporação da água, foi de 13,557%. Embora a legislação não estabeleça um limite para este parâmetro, o valor pode indicar a presença de sólidos inorgânicos significativos, possivelmente compatível com a alta condutividade observada.

O teor de sólidos dissolvidos totais (SDT) foi de 238,9 mg/L, valor bem abaixo do limite de 500 mg/L estipulado pela Portaria GM/MS nº 888/2021, indicando uma carga de sais mineral dentro dos padrões aceitáveis para consumo humano.

Por fim, a turbidez — um dos principais indicadores visuais da qualidade da água — foi de 0,83 uT, valor inferior ao limite de 5,0 uT estabelecido pela legislação. Esse resultado demonstra baixa presença de partículas em suspensão, o que favorece os processos de desinfecção e reduz o risco de contaminação microbiológica.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a água subterrânea encontrada não é própria para consumo humano, visto que os parâmetros cloreto e dureza total excedem significativamente os limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021. A ocorrência desses valores elevados está diretamente relacionada às características geológicas da região de Sumé-PB, localizada no semiárido nordestino e caracterizada por formações rochosas que sofrem processos de intemperismo e sedimentação. Com o tempo,

essas rochas liberam íons como cálcio, magnésio e cloreto para a água subterrânea, influenciando diretamente sua composição física e química. Portanto, os resultados obtidos não apenas confirmam a inadequação da água para consumo, como também reforçam o entendimento de que a geologia local tem forte influência na qualidade das águas subterrâneas. Por isso, é fundamental a adoção de medidas corretivas, como o tratamento da água ou o uso de tecnologias de dessalinização, além do monitoramento contínuo, para garantir o cumprimento dos padrões de potabilidade e a preservação da saúde da população local.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB) pelo apoio técnico e financeiro, que foi essencial para a conclusão deste trabalho. Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao Professor Edmilson Dantas da Silva Filho, pelo apoio constante, dedicação ao ensino com paciência e comprometimento, e por contribuir significativamente para minha formação técnica. Se hoje sou um profissional com mais conhecimento e paixão pela área de Química, devo em grande parte à sua orientação incansável, independentemente da situação. Gostaria de agradecer também ao Docente Francisco Gonzaga e à Discente do Curso de Odontologia Cailane Guerra pela colaboração na coleta e análise de dados, cuja contribuição foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Josiana. *A água: o recurso vital para a vida no planeta Terra*. [S.l.]: [s.n.], [20--]. Acesso em: 22 nov. 2024.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). *Governança das águas subterrâneas: desafios e caminhos*. Brasília: ANA, 2022a. 202 p.

BOZELLI, R. L. et al. Pequenas áreas úmidas: importância para conservação e gestão da biodiversidade brasileira. *Diversidade e Gestão*, v. 2, n. 2, p. 122–138, 2018.

HUNTINGTON, T. G. Evidence for intensification of the global water cycle: review and synthesis. *Journal of Hydrology*, v. 15, p. 1–4, 2006.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3. ed. Campinas: Editora Átomo, 2010. 494 p.

TROJAN, M. D. et al. Effects of land use on ground water quality in the Anoka Sand Plain Aquifer of Minnesota. *Ground Water*, v. 41, n. 4, p. 482–492, 2003.