

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA OBTIDA EM POÇO TUBULAR LOCALIZADO ZONA RURAL DO MUNICÍPIO DE SOLEDADE - PB

¹ Clarissa Guimarães LIMA; Aline Alves Palmeira CORDEIRO ² & Edmilson Dantas da Silva FILHO ³

Abstract: Groundwater plays a vital role in public water supply, agricultural activities, and industrial use, especially in regions with limited surface water resources. The main objective of this research was to analyze the physical and chemical quality of groundwater from the Posse site in the municipality of Soledade-Pb, which was once used for human consumption, but is currently used for bathing, animal consumption and plantations. The physical-chemical parameters were analyzed at the General Chemistry Laboratory of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba (IFPB), Campina Grande campus. The parameters analyzed were: electrical conductivity ($\mu\text{S}/\text{cm}$), percentage of ash (% Cz at 20°C) and total dissolved solids (ppm at 25°C), apparent color (uH), hydrogenionic potential (pH), chlorides (mg/L) by Mohr's method, turbidity (NTU), alkalinity (mg/L CaCO_3), carbonic acidity (mg/L CaCO_3) total hardness (mg/L), calcium hardness (mg/L) and magnesium hardness (mg/L), and nitrite (mg/L). In short, the water from the Soledade-PB tube well has unsatisfactory physical and chemical characteristics, according to the normative standards in force. It will therefore be essential to continuously monitor the quality of the water and investigate the causes of the high mineralization, which may be associated with both the natural characteristics of the aquifer and possible anthropogenic sources of contamination.

Keywords: Groundwater; Human Consumption; Water Quality

Resumo: As águas subterrâneas desempenham um papel essencial no abastecimento público, nas atividades agropecuárias e industriais, sobretudo em regiões com escassez de recursos hídricos superficiais. Dessa forma, o objetivo principal da pesquisa foi analisar a qualidade físico-química da água subterrânea do sítio Posse localizado no município de Soledade-Pb, no qual já foi utilizada para o consumo humano, entretanto, atualmente é utilizada para banho, consumo de animais e plantações. As análises dos parâmetros físico-químicos foram realizadas no Laboratório de Química Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus Campina Grande. Os parâmetros analisados foram: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), percentual de cinzas (% Cz a 20°C) e sólidos totais dissolvidos (ppm a 25°C), cor aparente (uH), potencial

¹) IFPB – CAMPUS CAMPINA GRANDE-PB: Av. Tranquilino Coelho Lemos, nº 671; clarissa.lima@academico.ifpb.edu.br

²) IFPB – CAMPUS CAMPINA GRANDE-PB: Av. Tranquilino Coelho Lemos, nº 671; cordeiro.aline@academico.ifpb.edu.br

³) IFPB – CAMPUS CAMPINA GRANDE-PB: Av. Tranquilino Coelho Lemos, nº 671; edmilson.silva@ifpb.edu.br

hidrogeniônico (pH), cloretos (mg/L) por método de Mohr, turbidez (NTU), alcalinidade (mg/L CaCO_3), acidez carbônica (mg/L CaCO_3) dureza total (mg/L), dureza de cálcio (mg/L) e dureza de magnésio (mg/L), e nitrito (mg/L). Em suma, a água do poço tubular de Soledade-PB apresenta características físico-químicas insatisfatórias, conforme os padrões normativos vigentes. Desta forma, será fundamental medidas para o monitoramento contínuo da qualidade da água e da investigação das causas da elevada mineralização, que podem estar associadas tanto a características naturais do aquífero quanto a possíveis fontes antrópicas de contaminação.

Palavras-Chave: Água Subterrânea; Consumo Humano; Qualidade de Água.

INTRODUÇÃO

Nacionalmente, dados importantes sobre os recursos hídricos no Brasil são obtidos dos Relatórios de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, elaborado anualmente pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). No trabalho da Conjuntura de 2017, é apresentado que o Brasil é um dos países que possuem a maior disponibilidade de água doce do mundo. Isso traz um aparente conforto, porém os recursos hídricos estão distribuídos de forma desigual no território, espacial e temporalmente.

Esses fatores, somados aos usos da água pelas diferentes atividades econômicas nas bacias hidrográficas brasileiras e os problemas de qualidade de água, geram áreas de conflito (IBGE, 2016). Estima-se que a disponibilidade de água subterrânea no Brasil seja em torno de $14.650 \text{ m}^3/\text{s}$. Da mesma forma como ocorre com as águas superficiais, sua distribuição pelo território nacional não é uniforme, e a produtividade dos aquíferos é variável, ocorrendo regiões de escassez e outras com relativa abundância, (ANA, 2017).

O território paraibano é constituído por 223 municípios e conforme os resultados de estimativa do IBGE para o ano de 2018 o Estado da Paraíba possuía uma população total de 3.996.496 habitantes, com os índices de atendimento com abastecimento de água em relação à população total de 74,27% e para a população urbana de 91,8%, segundo o SNIS.

Para que a água seja distribuída para abastecimento público, existe um conjunto de regras e operações que visam adequar as características físico-químicas e biológicas da água bruta aos padrões de água própria para consumo humano (FERNANDES, 2010). Portanto, entende-se como água boa para consumo humano aquela água que não ofereça riscos à saúde de quem a consome, que seus parâmetros básicos como cor, sabor, turbidez, pH e bacteriologia estejam dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação (BRAZIL, 2021).

Nessa perspectiva, vale enfatizar que a água contaminada e distribuída para abastecimento humano é um potencial veículo para a transmissão de doenças e, nessas condições, necessita de tratamentos adequados antes de ser dada como um recurso para consumo humano (MANUEL et al., 2018).

Distintos elementos podem alterar o grau de pureza da água que está contida nos corpos de água. Ambos, quando retratados simplificada e em termos das suas características físicas, químicas e biológicas podem ser traduzidas na forma de parâmetros de qualidade da água de acordo com suas utilizações (ALMEIDA et al., 2020).

As análises físico-químicas estudam os componentes que constituem determinadas substâncias e estabelecem parâmetros para a qualificação associando o conhecimento das propriedades físicas e químicas de átomos e moléculas, e de suas interações, o que permite responder a questões como, quais e em que níveis eles podem ser adversos aos ecossistemas e à saúde humana (PARRON et al., 2011).

Diante disso, o objetivo deste estudo foi analisar a qualidade físico-química da água do poço tubular localizado na zona rural do município de Soledade-Pb, no qual já foi utilizada para o consumo humano, entretanto, atualmente é utilizada para banho, consumo de animais e plantações.

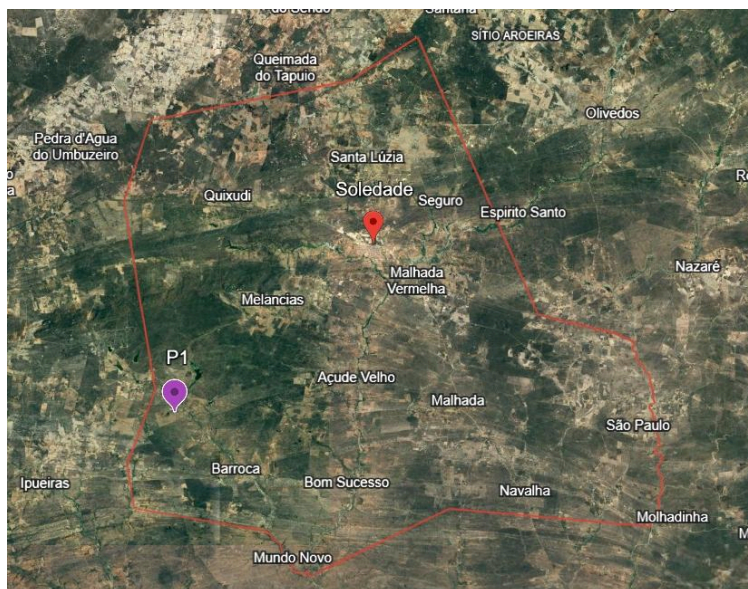
METODOLOGIA

O estudo analítico dos parâmetros físico-químicos da água subterrânea foi desenvolvido no Laboratório de Química Geral do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus Campina Grande. A pesquisa foi iniciada através de estudos bibliográficos sobre a região, logo após por uma visita técnica para identificação do ponto de coleta escolhido que fica localizado no sítio “Posse” do município de Soledade-PB. A avaliação físico-química dos dados foi realizada com os procedimentos adequados para as dosagens com os reagentes específicos quanto aos seguintes parâmetros, respectivamente: condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), percentual de cinzas (% Cz a 20°C) e sólidos totais dissolvidos (ppm a 25°C), cor aparente (uH), potencial hidrogeniônico (pH), cloretos (mg/L) por método de Mohr, turbidez (NTU), alcalinidade (mg/L CaCO_3), acidez carbônica (mg/L CaCO_3), dureza total (mg/L), dureza de cálcio (mg/L) e dureza de magnésio (mg/L), e nitrito (mg/L). Na sequência, com os resultados obtidos, foram comparados com os valores estabelecidos pela portaria GM/MS de nº 888 de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021), e pela resolução de nº 396, de 3 de abril de 2008 (CONAMA, 2008). As análises foram determinadas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Todas as análises foram feitas em triplicatas.

Figura 1 - pHmetro de bancada da marca Tecnopon – modelo MPA 210 (Autoria Própria, 2025)



Figura 2 - Imagem referente à localização do poço analisado na zona rural de Soledade- PB



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 1. Valores médios das análises físico-químicas de água de poço tubular localizado na zona rural do município de Soledade-PB.

Parâmetros	Unidades de medida	Valores da amostra	V.M.P
Temperatura	°C	25	*
Sabor	-	Insípida	Insípida
Odor	-	Inodora	Inodora
Cor	uH	0	15
pH	-	7,33	6,0 - 9,0
Condutividade elétrica	µS/cm	528	*
Turbidez	NTU	0,04	5
Cinzas	%	18.537	-
Dureza total	mg/L	1.240	300
Dureza de cálcio	mg/L	155	*
Dureza de magnésio	mg/L	1.085	*
Cloreto	mg/L	1.262	250
Alcalinidade	mg/L	92,5	*
Nitrito	mg/L	0,076	1
Sólidos totais dissolvidos	ppm	2.648	500

Legenda: VMP - Valor Máximo Permitido. (PR nº 888, 04 de maio de 2021 do Ministério da saúde); pH - potencial hidrogeniônico.

Tabela 2. Resultados vs. VMP (Conama nº 396/2008)

Parâmetros	Unidades de medida	Valores da amostra	V.M.P
Temperatura	°C	25	-
Sabor	-	Insípida	Insípida
Odor	-	Inodora	Inodora
Cor	uH	0	-
pH	-	7,33	6,0 - 9,0
Condutividade elétrica	µS/cm	5,28	-
Turbidez	NTU	0,04	-
Cinzas	%	18.537	-
Dureza total	mg/L	1.240	-
Dureza de cálcio	mg/L	155	-
Dureza de magnésio	mg/L	1.085	-
Cloreto	mg/L	1.262	250
Alcalinidade	mg/L	92,5	-
Nitrito	mg/L	0,076	1
Sólidos totais dissolvidos	ppm	2.648	1.000

Legenda: VMP - Valor Máximo Permitido. (**Resolução nº 396, 03 de abril de 2008** do Ministério da saúde); pH - potencial hidrogeniônico.

A análise da água subterrânea revelou parâmetros físico-químicos significativamente acima dos limites estabelecidos para potabilidade. O valor de sólidos totais dissolvidos atingiu 2.648 mg/L, superando não apenas o limite de 500 mg/L previsto pela Portaria GM/MS nº 888/2021, como também o valor de 1.000 mg/L estipulado pela Resolução CONAMA nº 396/2008 para águas de Classe 3, destinadas ao consumo humano após tratamento convencional. Tal resultado indica elevada mineralização, comprometendo o uso direto da água sem tratamento avançado.

A dureza total foi expressivamente elevada (1.240 mg/L), impulsionada principalmente pela alta concentração de magnésio (1.085 mg/L). Esses níveis excedem em muito os limites habitualmente encontrados em águas subterrâneas e tornam a água imprópria para consumo humano, concentrações tão elevadas podem provocar incrustações em tubulações e comprometer o sabor da água, além de estar associadas a problemas renais em exposições prolongadas. A OMS (2017) sugere que águas com dureza superior a 500 mg/L podem ser consideradas não potáveis.

O teor de cloretos, de 1.262 mg/L, também ultrapassa o padrão estabelecido pela portaria do Ministério da Saúde, sendo ainda considerado elevado para a maioria das classes de uso definidas pela CONAMA 396/2008. Altas concentrações de cloretos conferem à água sabor salino e podem intensificar a corrosividade, afetando sistemas de distribuição e aumentando o custo de manutenção da infraestrutura hídrica.

A presença de cinzas fixas (18,537%), embora não seja regulada por nenhum dos marcos normativos analisados, reforça a constatação de que a água possui alta carga de sais inorgânicos não voláteis, compatível com os elevados valores de TDS e dureza. Essa característica reforça a necessidade de tratamento para qualquer uso que exija padrão de qualidade mais restritivo.

Outrossim, parâmetros como pH (7,33), turbidez (0,04 NTU) e nitrito (0,076 mg/L) apresentaram-se dentro dos limites aceitáveis para potabilidade, conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, indicando que a amostra não apresenta características ácidas ou excesso de matéria particulada. Entretanto, a condutividade elétrica registrada (528 $\mu\text{S}/\text{cm}$) parece incompatível com a elevada salinidade da água, sugerindo possível erro de medição já que valores de TDS superiores a 2.000 mg/L costumam estar associados a condutividades elétricas superiores a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Em águas naturais, a relação empírica entre TDS e condutividade elétrica pode ser estimada por $\text{TDS} \approx 0,65 \times \text{CE}$ o que implicaria uma condutividade esperada superior a 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (APHA, 2017).

Os valores elevados dos parâmetros – STD, dureza e cloretos – revelam que há uma grande quantidade de sólidos dissolvidos, que pode ter sido originada pelo baixo nível de água que se encontra nos poços que abastecem a população de Soledade-PB, devido à falta de recarga ocasionada pelo longo período de estiagem.

Segundo os critérios da Resolução de 2008 da CONAMA, a água em questão se enquadra na Classe 4, a qual contempla apenas usos menos restritivos, como irrigação de culturas rústicas, navegação ou processos industriais sem exigência de controle da qualidade da água. Para que essa água pudesse ser utilizada para abastecimento público ou dessedentação de animais, seria necessário submetê-la a processos de tratamento avançado, como osmose reversa, o que implica em elevado custo operacional e energético.

Em suma, a água do poço tubular de Soledade-PB apresenta características físico-químicas insatisfatórias, conforme os padrões normativos vigentes.

CONCLUSÃO

A qualidade da água pode ser representada com base em diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Por meio dos dados obtidos na pesquisa, infere-se, portanto, que os resultados demonstram a inadequação da água subterrânea analisada para o consumo humano direto e que deve ser reclassificada para fins de uso restrito, conforme os parâmetros da Resolução CONAMA nº 396/2008. Além disso, destaca-se a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água e da investigação das causas da elevada mineralização, que podem estar associadas tanto a características naturais do aquífero quanto a possíveis fontes antrópicas de contaminação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Raphael Lucas Jacinto et al. Análise físico-química e microbiológica de reservatórios de água para abastecimento industrial. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 4, p. 4. 2020.

Agência Nacional de Águas (ANA). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno / Agência Nacional de Águas. Brasília, 2017.

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23rd ed. Washington, D.C, 2017.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE– CONAMA (2008). Resolução nº 396- 3 de abril de 2008.

BRASIL. Portaria GM/MS nº 888 de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

FERNANDES, K. D. A. N. Uso de carvão ativado de endocarpo de coco no tratamento de água. *Revista da Graduação*, n. 2, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. Base de dados, IBGE.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Base de dados, IBGE.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4ª ed. São Paulo: Versão eletrônica, 2008, 1020 p

MANUEL, P. A.; LEITÃO, A. A. R.; BOAVENTURA, R. Qualidade da Água para Consumo Humano na Cidade do Uíge (Angola): Água Tratada do Sistema de Abastecimento Público e Água não Tratada de Fontes Alternativas. *Revista Internacional em Língua Portuguesa*, v. 33, p. 75–93, 2018.

PARRON, M.L.; MUNIZ, D. H. F; PEREIRA, C.M.; **Manual de procedimentos de amostragem e análises físico-química de água**, EMBRAPA, agosto, 2011.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, 2018. Base de dados, SNIS.