QUALIDADE HIDROQUÍMICA E INFLUÊNCIA ANTRÓPICA EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS URBANAS EM BELO JARDIM (PE)

Vythória Costa Silva dos Santos
Leonardo Rodrigues Guedes
Arthur Nóbrega de Sousa
Juliana Chagas Rodrigues
Ana Maria Gonçalves Duarte
Lara Pereira Tavares Mendes

1 INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas são recursos relevantes para o abastecimento em municípios do Agreste pernambucano, sobretudo durante períodos de escassez hídrica. Belo Jardim (PE) está inserido em uma região com predomínio de rochas do embasamento cristalino, onde a circulação subterrânea ocorre principalmente em fraturas. A interação água–rocha, as características do aquífero e a ocupação urbana podem influenciar a composição físico-química das águas captadas (Beltrão *et al*., 2005; Feitosa; Manoel Filho, 2008).

Em áreas urbanas, o uso dos poços para atividades comerciais, institucionais ou residenciais demanda avaliação da qualidade da água. A proximidade entre captações e fontes potenciais de aporte de matéria orgânica e nutrientes constitui hipótese relevante, mas a atribuição de origens antrópicas exige evidências adicionais, incluindo dados de saneamento, condições construtivas dos poços e monitoramento temporal.

Este trabalho objetivou avaliar a qualidade hidroquímica de águas subterrâneas de poços urbanos em Belo Jardim (PE), confrontar os resultados disponíveis com referências pertinentes à água para consumo humano e discutir possíveis relações com os contextos locais de uso e ocupação do solo, considerando as limitações do conjunto amostral.

Palavras-chave: Águas subterrâneas, Hidroquímica, Contaminação hídrica, Aquíferos fissurais, Qualidade da água.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área estudada situa-se em Belo Jardim, no Agreste de Pernambuco, sobre terrenos predominantemente cristalinos da Província Borborema. O levantamento preliminar registrado

no relatório de origem apresenta cinco localizações; contudo, os resultados físico-químicos e de cloretos sistematizados são referentes a quatro poços (P1–P4),

Os pontos contemplam diferentes contextos urbanos: P1, em um açougue; P2, nas proximidades de um mercado; P3, em uma instituição de longa permanência para idosos; e P4, em área residencial. As coordenadas informadas no levantamento são, respectivamente, P1 (−8,331111; −36,434444), P2 (−8,336389; −36,427222), P3 (−8,334166; −36,426388) e P4 (−8,333888; −36,430833), em latitude e longitude, graus decimais. A análise espacial é descritiva, baseada na localização de cada captação e no contexto de ocupação de seu entorno.

Foram avaliados parâmetros físicos e físico-químicos, incluindo pH, turbidez, condutividade elétrica, temperatura e salinidade. Os sólidos totais dissolvidos (TDS) foram estimados indiretamente a partir dos valores de condutividade elétrica (CE), mediante a aplicação do fator empírico de conversão de 0,65, conforme a relação TDS (mg/L) = 0,65 × CE (µS/cm). Para cloretos, o relatório apresenta titulação argentométrica pelo método de Mohr (APHA 4500-Cl^- B). Para ferro, descreve o método espectrofotométrico com 1,10-fenantrolina (APHA 3500-Fe B).

Foram apresentados, ainda, resultados de fósforo, oxigênio dissolvido (OD) e demanda química de oxigênio (DQO). O fósforo total foi determinado pelo método colorimétrico do ácido ascórbico, após digestão oxidativa das amostras e leitura espectrofotométrica. O oxigênio dissolvido (OD) foi determinado pelo método titulométrico de Winkler modificado pela azida, enquanto a demanda química de oxigênio (DQO) foi avaliada pelo método de refluxo fechado, mediante digestão com dicromato de potássio em meio ácido.

A DQO foi usada como indicador de matéria quimicamente oxidável porque houve limitações na análise de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), conforme o resumo submetido ao CONEDU. Os dois ensaios não são equivalentes. As comparações de parâmetros com os padrões pertinentes à água para consumo humano foram referenciadas na Portaria GM/MS nº 888/2021; DQO, OD e fósforo foram examinados como indicadores de investigação, sem lhes atribuir valores máximos de potabilidade não estabelecidos para a situação analisada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 sintetiza os resultados físicos das amostras analisadas em laboratório referente aos quatro poços em estudo.

Tabela 1 – Resultados físico-químicos disponíveis para os quatro poços.

Poço	Turbidez (NTU)	CE (mS/cm)	pH	Temperatura (°C)	TDS estimado (g/l)
P1	0,86	2,24	5,63	23,4	1,456
P2	0,09	2,37	5,95	23,1	1,541
P3	4,38	1,81	6,27	22,6	1,177
P4	0,06	1,86	6,43	22,7	1,209

Fonte: Autores (2026)

Os sólidos totais dissolvidos (TDS) foram estimados indiretamente a partir dos valores de condutividade elétrica (CE), mediante a aplicação do fator empírico de conversão de 0,65, conforme a relação TDS (mg/L) = 0,65 × CE (µS/cm). As concentrações estimadas variaram de 1.176,5 mg/L (P3) a 1.540,5 mg/L (P2), indicando elevada mineralização das águas subterrâneas analisadas. Ressalta-se que esses valores representam estimativas dependentes da composição iônica das amostras, não substituindo a determinação experimental dos sólidos totais dissolvidos.

O pH variou de 5,63 a 6,43, com valores mais baixos em P1 e P2. A turbidez oscilou entre 0,06 e 4,38 NTU, sendo maior no poço da instituição de idosos (P3). A condutividade elétrica apresentou valores de 1,81 a 2,37 mS/cm, com maiores leituras em P2 e P1, sugerindo mineralização relevante das águas. Tais diferenças podem decorrer de fatores hidrogeológicos e de condições locais, mas os resultados não permitem identificar isoladamente mecanismos de origem natural ou antrópica.

Tabela 2 – Concentrações de cloretos e contexto de uso dos poços.

Poço	Contexto urbano	Cloretos (mg/L)	Ferro (mg/L)
P1	Açougue	58,26	0,18
P2	Mercado	52,80	0,17
P3	Instituição de idosos	47,34	0,47
P4	Residencial	36,41	0,29

Fonte: Autores (2026)

As concentrações de cloretos (36,41–58,26 mg/L) permaneceram abaixo do valor de 250 mg/L indicado no relatório para o padrão organoléptico. Para ferro, os valores variaram de 0,17 a 0,47 mg/L. Apenas P3 (0,47 mg/L) excedeu o valor de referência de 0,30 mg/L, e P4 (0,29 mg/L) apresentou resultado próximo desse limite. O excesso de ferro é uma não conformidade relacionada principalmente à aceitação sensorial e operacional da água; não constitui, isoladamente, prova da presença de patógenos ou de fontes de esgoto.

Tabela 3 – Fósforo, oxigênio dissolvido (OD) e demanda química de oxigênio (DQO).

Poço	Fósforo (mg/L)	OD (mg/L)	DQO (mg/L)
P1	0,7	4	68
P2	0,9	4	228
P3	2,8	7	68
P4	0,6	5	160

Fonte: Autores (2026)

A DQO variou de 68 mg/L (P1 e P3) a 228 mg/L (P2), enquanto o fósforo variou de 0,6 mg/L (P4) a 2,8 mg/L (P3). Os maiores resultados não ocorreram no mesmo poço: P2 apresentou maior DQO e P3, maior fósforo e ferro. O OD variou de 4 a 7 mg/L. Esses dados apontam heterogeneidade hidroquímica e justificam investigação de possíveis entradas de matéria oxidável e nutrientes, mas não permitem demonstrar sua origem. Além disso, substâncias inorgânicas redutoras e interferências analíticas podem influenciar a DQO; é importante confirmar o controle de qualidade laboratorial, inclusive o tratamento de interferências por cloreto.

A associação entre resultados e uso e ocupação do solo deve permanecer em nível exploratório. Em P2, o maior resultado de DQO pode motivar uma avaliação das condições sanitárias e construtivas da captação próxima ao mercado; em P3, o ferro, o fósforo e a turbidez mais elevados justificam atenção específica à fonte utilizada na instituição de idosos. No entanto, a proximidade de estabelecimentos comerciais, residências ou fontes potenciais de poluição não confirma contaminação causada por essas atividades. São necessários registros sobre proteção dos poços, fontes de saneamento, direção de fluxo, sazonalidade e novos parâmetros, inclusive microbiológicos.

Quanto à potabilidade, a comparação pontual com valores de referência não equivale à avaliação completa de segurança para consumo humano. A amostra de P3 apresentou ferro acima do valor de referência considerado; em todos os poços há resultados que justificam avaliação adicional. Sem análises microbiológicas e o conjunto de parâmetros aplicável, não é possível certificar a adequação integral de qualquer uma das águas para consumo direto. Recomenda-se avaliação sanitária e medidas preventivas proporcionais ao uso de cada captação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas de Belo Jardim (PE) evidenciou diferenças na qualidade físico-química entre os poços avaliados, com alterações em parâmetros

relevantes para o consumo humano. A análise espacial pontual permitiu relacionar essas variações aos diferentes contextos de uso e ocupação do solo, sugerindo possíveis influências antrópicas sobre a qualidade das águas. Entretanto, as informações disponíveis não permitem distinguir de forma conclusiva a contribuição das atividades urbanas daquela associada às características naturais dos aquíferos fissurais.

As alterações identificadas evidenciam a necessidade de maior atenção à qualidade das fontes alternativas de abastecimento, especialmente em áreas urbanas. Nesse contexto, o monitoramento sazonal, a avaliação microbiológica e a investigação das condições sanitárias e hidrogeológicas dos poços são fundamentais para compreender a origem das alterações observadas e subsidiar medidas de proteção das águas subterrâneas e de gestão dos recursos hídricos no município.

REFERÊNCIAS

BELTRÃO, B. A. et al. Diagnóstico do município de Belo Jardim, Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5/2017. Brasília, 2021.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3. ed. Recife: CPRM/LABHID, 2008.

FOSTER, S. et al. Groundwater quality protection: a guide for water utilities, municipal authorities, and environment agencies. Washington, DC: World Bank, 2006.