

## DIAGNÓSTICO FÍSICO-QUÍMICO DA ÁGUA DISPONÍVEL AO CONSUMO HUMANO NO BAIRRO APARECIDA, CAPANEMA-PA.

### PHYSICOCHEMICAL DIAGNOSIS OF DRINKING WATER IN THE APARECIDA NEIGHBORHOOD, CAPANEMA-PA

**Helton Ribeiro de Araújo**

Licenciatura em Ciências Biológicas, UFRA, Capanema, Pará, Brasil

[tom\\_bioquimico@hotmail.com](mailto:tom_bioquimico@hotmail.com)

**Maria de Nazaré Lopes Macedo**

Bacharel em Ciências Biológicas, UFRA, Capanema, Pará, Brasil

[maria2000naza@gmail.com](mailto:maria2000naza@gmail.com)

**Suzana Mendonça de Sales**

Bacharel em Ciências Biológicas, UFRA, Capanema, Pará, Brasil

[subiologa4@gmail.com](mailto:subiologa4@gmail.com)

**Pedro Daniel de Oliveira**

Doutor em Agronomia, UFRA, Capanema, Pará, Brasil

[daniel.oliveira@ufra.edu.br](mailto:daniel.oliveira@ufra.edu.br)

**Pedro Moreira de Sousa Junior**

Doutor em Química Analítica, UFRA, Capanema, Pará, Brasil

[pedro.junior@ufra.edu.br](mailto:pedro.junior@ufra.edu.br)

**Tatiane da Silva Oliveira**

Licenciatura em Ciências Biológicas, UFRA, Capanema, Pará, Brasil

[tatiane.oliveira@discente.ufra.edu.br](mailto:tatiane.oliveira@discente.ufra.edu.br)

**Pollyana Gomes Ribeiro**

Licenciatura em Ciências Biológicas, UFRA, Capanema, Pará, Brasil

[pollyanagomes277@gmail.com](mailto:pollyanagomes277@gmail.com)

Área Temática 05: Meio ambiente, Mudanças Climáticas e Sustentabilidade  
Modalidade: Artigo Científico

## Resumo

Este estudo avaliou a qualidade da água consumida no bairro Aparecida, em Capanema (PA), por meio da análise físico-química de 20 amostras coletadas em poços amazônicos. Foram investigados os parâmetros de pH, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Resistividade. Os resultados mostraram pH médio de 5,49 (desvio padrão de 0,88), valor inferior ao intervalo recomendado de 6,0 a 9,5, indicando acidez e possíveis contaminações por matéria orgânica. A CE apresentou média de 818,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $\pm 256,15$ ), dentro do limite máximo de 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  da OMS, porém elevada em relação a águas naturais não impactadas. Os STD tiveram média de 409,10 mg/L ( $\pm 128,16$ ), dentro do limite de 500 mg/L, mas com variações que sugerem flutuações pontuais. Já a Resistividade teve média de 1,45  $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$  ( $\pm 0,86$ ), indicando baixa salinidade e boa qualidade hidroquímica. Apesar de a maioria dos parâmetros estarem dentro dos padrões estabelecidos, o pH ácido, a variabilidade dos resultados e as condições precárias dos sistemas de captação reforçam a vulnerabilidade hídrica da comunidade. O estudo aponta a necessidade de medidas corretivas, como o monitoramento contínuo, melhorias sanitárias e educação ambiental voltadas à promoção da saúde pública.

**Palavras-Chave:** qualidade da água, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, poços amazônicos.

## Abstract

This study evaluated the quality of water consumed in the Aparecida neighborhood, in Capanema (Pará, Brazil), through the physicochemical analysis of 20 samples collected from Amazon-type wells. The parameters investigated were pH, Electrical Conductivity (EC), Total Dissolved Solids (TDS), and Resistivity. The results showed an average pH of 5.49 (standard deviation of 0.88), below the recommended range of 6.0 to 9.5, indicating acidity and possible contamination by organic matter. EC averaged 818.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $\pm 256.15$ ), within the WHO limit of 2,500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  but considered high compared to unimpacted natural waters. TDS showed a mean of 409.10 mg/L ( $\pm 128.16$ ), below the 500 mg/L limit, though variations suggest occasional peaks. Resistivity averaged 1.45  $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$  ( $\pm 0.86$ ), indicating low salinity and good hydrochemical quality. Although most parameters met regulatory standards, the acidic pH, data variability, and poor infrastructure of the water supply systems highlight the community's water vulnerability. The study emphasizes the need for corrective actions such as continuous water quality monitoring, sanitation improvements, and environmental education to safeguard public health.

**Key words:** water quality, pH, electrical conductivity, dissolved solids, Amazon wells.

## 1. Introdução

A qualidade da água potável constitui um dos principais indicadores de saúde pública, sendo reconhecida como essencial para o bem-estar da população e o desenvolvimento sustentável. Em comunidades periféricas, onde há ausência de saneamento básico, infraestrutura precária e uso predominante de fontes alternativas de abastecimento, como poços residenciais, a vulnerabilidade hídrica torna-se ainda mais acentuada (BRANCO, 2022; HINNAH, 2024). O bairro Aparecida, localizado no município de Capanema, no estado do Pará, representa um exemplo evidente dessa realidade, com moradores expostos ao consumo de água sem tratamento adequado e, por consequência, a riscos sanitários significativos (ARAÚJO, H.R. et al., 2022; DOS SANTOS et al., 2023).

Diversos fatores interferem na qualidade da água destinada ao consumo humano, entre eles o descarte inadequado de resíduos sólidos, o uso de fossas rudimentares, e a infiltração de contaminantes no solo, que alteram as características físico-químicas da água subterrânea (BELFORT et al., 2025). Parâmetros como pH, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Resistividade, embora não sejam os únicos, são indicadores fundamentais no diagnóstico inicial da potabilidade e refletem diretamente a presença de contaminantes ou alterações no equilíbrio químico da água (DIAS L.R. et al. 2025; JUNIOR, R.P. et al. 2025; COSTA, V.C. et al., 2023).

A importância da análise do pH, por exemplo, reside em seu papel na identificação da acidez ou alcalinidade da água, sendo que valores fora da faixa de 6,0 a 9,5 podem provocar corrosão de tubulações e liberar metais pesados no sistema, prejudicando a saúde da população (SANTOS, F.A. 2023; BARBOSA, L.R. et al., 2024). A Condutividade Elétrica e os STD, por sua vez, estão relacionados à concentração de íons dissolvidos e ao grau de mineralização, frequentemente associados à infiltração de fertilizantes, esgotos e outros resíduos (SILVA, J.R. 2024; NASCIMENTO, A.P. et al., 2024). A Resistividade, parâmetro inversamente proporcional à condutividade, quando baixa, reforça a presença significativa de sais dissolvidos e, portanto, contribui para a interpretação global da salinidade da água (PERNAMBUCO, M.S. et al., 2023).

A presente pesquisa tem como objetivo diagnosticar a qualidade da água disponível para consumo humano no bairro Aparecida, em Capanema-PA, por meio da análise físico-química dos parâmetros pH, Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Resistividade.

## 2. Metodologia

### *Área de estudo e fontes de amostragem*

O presente estudo foi conduzido no bairro Aparecida, situado no município de Capanema, no estado do Pará. A escolha dessa localidade justifica-se pelos desafios enfrentados pela população no tocante à qualidade da água consumida, uma vez que o bairro apresenta características típicas de áreas periféricas, como o perfil socioeconômico de baixa renda, ausência de saneamento básico, afastamento do centro urbano e presença de edificações irregulares, conforme definição de Vieira e Bampi (2023).

Para a definição do número de amostras utilizadas neste estudo, foram considerados aspectos estatísticos, técnicos e geográficos. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma população urbana de aproximadamente 70.394 habitantes. Considerando uma média de três a quatro moradores por domicílio, estima-se que o bairro Aparecida abrigue entre 500 e 1.500 residências.

Com base nesse universo populacional, adotou-se uma margem de erro de 10% a 20%, intervalo comumente utilizado em estudos de caráter exploratório, especialmente quando há limitações operacionais, como equipe reduzida, tempo e custos laboratoriais. Com essa margem de erro e um nível de confiança de 90%, o cálculo amostral sugere a necessidade de 18 a 50 unidades para representar adequadamente o bairro. Portanto, a escolha de 20 residências foi considerada adequada e viável para os fins propostos, caracterizando uma amostragem com validade preliminar e diagnóstica (SILVA, T.A.R. et al., 2024).

As 20 residências foram selecionadas com base em critérios de distribuição espacial estratégica, de modo a abranger toda a extensão do bairro Aparecida, incluindo áreas do centro, periferia, regiões norte e sul. A seleção seguiu um mapeamento de pontos geográficos, garantindo a representatividade de diferentes condições ambientais e estruturais, como tipo de solo, proximidade de fossas sépticas, profundidade dos poços e uso doméstico da água. Os pontos amostrados referem-se exclusivamente a poços do tipo amazônico, caracterizados por serem escavados manualmente, com baixa profundidade e sem revestimento, o que os torna altamente vulneráveis à contaminação por agentes químicos, físicos e microbiológicos (ALVES, J.C.F. et al., 2021; SILVA, T.A.R. et al., 2024).

Conforme destaca Alves et al. (2021), a avaliação da água de poços amazônicos é essencial em comunidades com abastecimento descentralizado, pois esses sistemas, pela sua natureza construtiva, apresentam maiores riscos sanitários. Silva et al. (2024) também reforçam que a metodologia deve considerar a localização geográfica dos pontos de coleta como critério

técnico indispensável, principalmente em áreas de urbanização desigual e infraestrutura sanitária precária, como ocorre em muitos bairros da região Norte do Brasil. Pois a definição do número e da localização das amostras foi alinhada com recomendações gerais de órgãos oficiais de saúde, como a ANVISA e o Ministério da Saúde, que orientam que estudos exploratórios de qualidade da água devem priorizar fontes vulneráveis e considerar a diversidade territorial para garantir representatividade nos diagnósticos iniciais (ALVES, J.C.F. et al., 2021; SILVA, T.A.R. et al., 2024).



**Figura 1** - O mapa apresenta a distribuição georreferenciada dos 20 pontos de coleta de amostras de água utilizadas no diagnóstico físico-químico no bairro Aparecida. A base cartográfica foi elaborada a partir de imagens de satélite obtidas no Google Earth, utilizando o sistema de coordenadas geográficas - Datum SIRGAS 2000.

### Procedimentos de coleta

As coletas das amostras foram realizadas seguindo as diretrizes descritas no *Manual de Procedimentos de Amostragem* da CETESB (2011), com o uso de frascos plásticos estéreis com capacidade de 500 mL. As amostras foram coletadas diretamente nos poços amazônicos, utilizando balde estéril, descartando-se o primeiro volume de água para evitar contaminações.

As amostras foram identificadas, armazenadas em caixas térmicas e mantidas sob temperatura controlada até o momento da análise no Laboratório de Meio Ambiente (LABEMA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Esse procedimento é validado por Marques et al. (2012) e da Cunha et al. (2020), assegurando a integridade físico-química da água até a mensuração dos parâmetros.

### Análises físico-químicas

A análise dos parâmetros físico-químicos foi realizada no Laboratório de Meio Ambiente (LABEMA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), com o auxílio da sonda Multiparâmetros da marca Hanna, modelo HI-98198, previamente calibrada com soluções-padrão Multiparâmetros, conforme as especificações do fabricante.

Foram avaliados quatro parâmetros principais: o pH, mensurado diretamente nas amostras com o objetivo de identificar o grau de acidez da água; a Condutividade Elétrica, expressa em  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , utilizada para estimar a concentração de íons dissolvidos presentes nas amostras; os Sólidos Totais Dissolvidos (STD), automaticamente calculados pelo equipamento a partir da condutividade e expressos em  $\text{mg}/\text{L}$ ; e a Resistividade, obtida como o inverso da condutividade elétrica e apresentada em  $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ . Para assegurar a confiabilidade dos resultados, todas as medições foram realizadas em triplicata, atendendo aos critérios de repetitividade e reprodutibilidade descritos por Santos et al. (2019).

#### *Análise e interpretação dos dados*

Para a análise estatística e sistematização dos resultados, foram empregadas técnicas de estatística descritiva e análise gráfica, amplamente utilizadas em estudos de diagnóstico da qualidade da água, conforme proposto por Lopes et al. (2022) e Almeida et al. (2023). A organização e o processamento dos dados foram realizados com o auxílio do software SPSS Statistics 21, visando minimizar erros sistemáticos e aumentar a confiabilidade das análises, de acordo com as boas práticas recomendadas por Costa et al. (2021).

Os valores obtidos foram comparados com os limites de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, do Ministério da Saúde, e com as diretrizes internacionais da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2017), reconhecidas como referência para padrões de qualidade da água em contextos globais.

### **3. Resultados e Discussões**

As análises físico-químicas realizadas em 20 amostras de água coletadas no bairro Aparecida, em Capanema (PA), revelaram informações relevantes sobre a condição da água destinada ao consumo humano. Embora a caracterização completa da qualidade da água envolva uma variedade de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, os indicadores avaliados neste estudo como: pH, Condutividade Elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e Resistividade, que são amplamente reconhecidos como fundamentais para fornecer uma análise preliminar da potabilidade da água (BRASIL, 2021). A Tabela 1

apresenta as médias obtidas para cada parâmetro, bem como os limites de referência estabelecidos pela legislação nacional e internacional vigente.

**Tabela 1** – Médias dos parâmetros físico-químicos das amostras analisadas no bairro Aparecida, Capanema – PA.

Parâmetro	Média	Desvio Padrão	Faixa Permitida	Fonte	Interpretação
pH	5,4	0,88	6,0 – 9,5	Portaria GM/MS nº 888/2021	Abaixo do recomendado
Cond. Elétrica (µS/cm)	818	256,15	Até 2.500	WHO, 2017	Dentro do limite
STD (mg/L)	409	128,1	Até 500	WHO, 2017	Dentro do limite
Resistividade (MΩ·cm)	1,4	0,86	> 0,1 MΩ·cm	Interpretação técnica (Elis et al., 2004)	Dentro do limite

**Fonte:** Os limites adotados para os parâmetros seguem a Portaria GM/MS nº 888/2021, que regula os padrões de potabilidade da água para consumo humano no Brasil; as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2017) para condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos; e os critérios propostos por Elis et al. (2004), conforme o artigo “Qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano na região do Aquífero Bauru, SP”, publicado na Revista Brasileira de Geociências, que consideram resistividade superior a 0,1 MΩ·cm como indicativo de boa qualidade da água.

O valor médio de pH foi de 5,49, indicando acidez significativa e incompatível com o intervalo recomendado de 6,0 a 9,5 para a potabilidade da água, conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021 (BRASIL, 2021). A acidez observada pode estar associada à infiltração de matéria orgânica, ausência de tratamento e presença de resíduos nas proximidades dos poços, aspectos comuns em áreas com infraestrutura deficiente (FERNANDES, R.L. et al., 2016; ALVES, S.A. 2018). Durante a pesquisa, verificou-se que os sistemas de captação utilizados eram exclusivamente poços amazônicos escavações rasas, com profundidade média inferior a 10 metros, geralmente construídas de forma artesanal e desprovidas de revestimento e proteção sanitária adequados. Esse tipo de captação é particularmente suscetível à infiltração de águas superficiais contaminadas por matéria orgânica em decomposição, resíduos domésticos e escoamento superficial não controlado. Sendo que nos poços amazônicos, comuns em áreas periféricas como o bairro Aparecida, favorecem o transporte de ácidos húmicos e fúlvicos oriundos do solo, os quais contribuem significativamente para a acidificação da água coletada (SOUZA, T.L et al., 2022).

A condutividade elétrica (CE) apresentou média de 818 µS/cm, valor que se encontra dentro do limite máximo de 2.500 µS/cm estabelecido pela Organização Mundial da Saúde para água potável (WHO, 2017). No entanto, este valor é considerado elevado quando comparado a águas naturais não impactadas, que geralmente apresentam condutividade elétrica inferior a 100 µS/cm (SILVA, H.T et al., 2023). A elevação da condutividade é um indicativo da presença

significativa de íons dissolvidos, incluindo sais minerais, contaminantes ou esgoto doméstico infiltrado, fatores que comprometem a qualidade da água (COSTA, M.E. et al., 2022).

Estudos recentes realizados em comunidades ribeirinhas da Amazônia também identificaram valores elevados de condutividade elétrica, associando essa condição à ausência de saneamento básico e à consequente contaminação por esgoto doméstico (MOURA, R.A. et al., 2023). Embora a condutividade elétrica, observada esteja dentro do limite internacional de potabilidade, ela indica uma qualidade da água potencialmente comprometida, sendo necessária a adoção de medidas preventivas, como tratamento adequado e monitoramento contínuo para assegurar a segurança do consumo humano.

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) apresentaram uma média de 409,10 mg/L com desvio padrão de 128,16 mg/L, indicando uma variação significativa entre as amostras analisadas. Essa variabilidade é fundamental para a interpretação dos resultados, pois, embora a média esteja abaixo do limite máximo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2017) de 500 mg/L, o desvio padrão evidencia que algumas amostras podem alcançar ou até ultrapassar esse limite.

A análise estatística que inclui o desvio padrão permite uma avaliação mais rigorosa da qualidade da água, pois mostra a dispersão dos dados e evidencia a possibilidade de episódios pontuais de concentração elevada de sólidos dissolvidos, o que pode representar riscos à saúde pública e à integridade do sistema de abastecimento (WANG, Y. et al., 2022). Segundo Kumar e Singh (2021), considerar o desvio padrão é essencial para detectar flutuações que podem impactar o sabor, odor e até mesmo a potabilidade da água.

O desvio padrão elevado sugere a influência de fontes variadas e eventos locais, como infiltração de águas residuais, variações no uso do solo e práticas agrícolas, que podem introduzir cargas orgânicas e inorgânicas de maneira irregular no sistema hídrico (GOMES, J.P. et al., 2023). Essa variabilidade pode favorecer a proliferação de microrganismos oportunistas, afetando também a qualidade microbiológica da água (FERREIRA, D.A. et al., 2022).

Então a inclusão do desvio padrão na análise dos STD é crucial para a interpretação adequada dos dados e para a implementação de estratégias eficazes de monitoramento e controle, assegurando que eventuais picos de concentração sejam rapidamente identificados e tratados para garantir a segurança do consumo humano (SILVA. R.T. et al., 2021).

A análise da resistividade elétrica das amostras de água coletadas nos poços amazônicos revelou uma média de 1,45 M $\Omega$ ·cm, com desvio padrão de 0,86 M $\Omega$ ·cm, evidenciando heterogeneidade entre os pontos amostrados. A resistividade é um parâmetro hidroquímico

fundamental, inversamente proporcional à condutividade elétrica, e está diretamente relacionada à concentração de íons dissolvidos na água. Valores elevados de resistividade indicam baixa mineralização e, conseqüentemente, menor salinidade. Conforme os critérios estabelecidos por Elis et al. (2004), resistividades superiores a  $0,1 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$  são consideradas indicativas de boa qualidade da água subterrânea, especialmente em aquíferos pouco impactados por atividades antrópicas. Os resultados obtidos, portanto, apontam para uma condição favorável de qualidade da água nos poços amazônicos analisados.

Os poços amazônicos, comuns na região Norte do Brasil, caracterizam-se por sua construção simplificada, com menor profundidade e ausência de proteção sanitária adequada, o que os torna particularmente vulneráveis à contaminação superficial (SANTOS, G.; ALMEIDA, R.C. 2022). A análise da resistividade elétrica das amostras coletadas exclusivamente nesses poços indicou uma média de  $1,45 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ , com desvio padrão de  $0,86 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ , demonstrando variações significativas entre os pontos amostrados. A resistividade é inversamente proporcional à condutividade elétrica e expressa a concentração de íons dissolvidos na água. Valores reduzidos de resistividade indicam maior mineralização e salinidade, podendo refletir tanto a ação de processos naturais, como a lixiviação mineral das formações geológicas, quanto o impacto de atividades antrópicas.

Embora a variabilidade entre as amostras seja relevante, os resultados obtidos estão dentro do intervalo considerado seguro, conforme os critérios estabelecidos por Elis et al. (2004), que apontam valores superiores a  $0,1 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$  como indicativos de boa qualidade da água subterrânea. Além disso, os parâmetros de condutividade elétrica ( $818,00 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) e sólidos totais dissolvidos – STD ( $409,10 \text{ mg}/\text{L}$ ) também permaneceram dentro dos limites máximos recomendados pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 2017), que são  $2.500 \mu\text{S}/\text{cm}$  e  $500 \text{ mg}/\text{L}$ , respectivamente. Tais resultados demonstram que, apesar das vulnerabilidades estruturais dos poços amazônicos, a água ainda mantém características físico-químicas compatíveis com o consumo humano em relação à salinidade e carga iônica.

Entretanto, o pH médio da água (5,49) ficou abaixo do intervalo estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que recomenda valores entre 6,0 e 9,5 para águas destinadas ao consumo humano. O pH ácido, quando associado a valores elevados de condutividade elétrica e STD, como observado em algumas amostras isoladas, configura um cenário de potencial vulnerabilidade hídrica, frequentemente relacionado à ausência de infraestrutura sanitária (SANTOS, M.C. et al., 2019; RODRIGUES, T.F.; PEREIRA, A.F. 2017).

Durante as coletas de campo, foram constatadas condições ambientais desfavoráveis no entorno dos poços, como a presença de fossas rudimentares, esgoto a céu aberto e depósitos de

resíduos sólidos nas proximidades das estruturas de captação. Esses fatores favorecem a infiltração de contaminantes no lençol freático raso, o que pode comprometer a qualidade da água, sobretudo em poços não protegidos, como os amazônicos. Além do risco ambiental, a exposição à água com pH ácido pode acarretar problemas de corrosividade, danificando tubulações e aumentando os custos de manutenção dos sistemas hidráulicos (MARTINS, A.M. et al., 2023), além de representar riscos à saúde, como irritações cutâneas, distúrbios gastrointestinais e exposição a metais tóxicos (DA SILVA, E.G. et al., 2022), conforme ilustrado nas imagens registradas (Figuras 2 e 3).

**Figura 2** - Pia instalada em ambiente com estrutura precária e ausência de revestimento.



*Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2025)*

**Figura 3** - Poço amazônico utilizada como principal fonte de abastecimento.



*Fonte: Acervo fotográfico dos autores (2025)*

Entre os dados analíticos e as observações em campo reforça a necessidade urgente de ações corretivas. Entre as medidas prioritárias estão o monitoramento contínuo da qualidade da água dos poços amazônicos, a implementação de sistemas de tratamento doméstico adequados e investimentos estruturantes em saneamento básico no bairro Aparecida. Tais ações são indispensáveis para assegurar a segurança hídrica e prevenir doenças de veiculação hídrica, contribuindo diretamente para a melhoria das condições de saúde e qualidade de vida da população local.

#### 4. Considerações Finais

O presente estudo demonstrou que a água consumida pelos moradores do bairro Aparecida, em Capanema-PA, apresenta características físico-químicas que, embora em sua maioria estejam dentro dos limites legais de potabilidade, revelam indícios de vulnerabilidade hídrica e potenciais riscos à saúde pública. O valor médio de pH inferior ao recomendado pela legislação vigente evidencia acidez acentuada, possivelmente associada à ausência de tratamento e à contaminação por matéria orgânica oriunda do entorno dos poços amazônicos.

A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos, ainda que dentro dos padrões estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde, mostraram variações significativas entre as amostras, indicando uma possível influência de fatores locais como o uso do solo, proximidade de fossas e descarte inadequado de resíduos. A resistividade, por sua vez, apresentou-se em níveis compatíveis com boa qualidade da água, sugerindo baixa salinidade, o que é positivo do ponto de vista hidroquímico.

As evidências fotográficas apresentadas no estudo, como as condições precárias de infraestrutura (Figuras 2 e 3), reforçam a carência de saneamento básico e a necessidade de melhorias estruturais nos sistemas de captação e armazenamento de água. Nesse contexto, torna-se imprescindível o desenvolvimento de políticas públicas voltadas à implementação de sistemas de tratamento domiciliar, ampliação da cobertura de saneamento e realização de monitoramentos contínuos, a fim de garantir a segurança do consumo e preservar a saúde da população local.

Então podemos concluir que este diagnóstico inicial cumpre o papel de destacar as principais fragilidades da qualidade da água na área estudada, servindo como base para futuras intervenções, estudos complementares e ações educativas voltadas ao uso consciente e seguro dos recursos hídricos.

## 5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, F. G.; LOPES, J. P.; SOUZA, M. R. Análise gráfica aplicada à qualidade da água: métodos e tendências. *Revista Brasileira de Engenharia Ambiental*, v. 27, n. 4, p. 511-523, 2023.

ALVES, J. C. F.; BARROS, L. S.; OLIVEIRA, E. S.; MELO, L. L.; SANTOS, F. L.; LIMA, F. E. L. Monitoramento da água de poços como estratégia de avaliação sanitária em Comunidade Rural na Cidade de São Luís, MA, Brasil. *Revista Ambiente & Água, Taubaté*, v. 16, n. 6, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1962>

ALVES, S. A. Acidez em águas subterrâneas na região Norte do Brasil. *Revista de Geociências da Amazônia*, 2018.

ARAÚJO, H. R.; SILVA, M. P.; COSTA, A. L.; LIMA, R. S.; FERNANDES, T. O. Diagnóstico ambiental em comunidades periféricas: um estudo de caso no bairro Aparecida. *Cadernos de Geografia e Saúde Pública*, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2022.

BARBOSA, L. R.; OLIVEIRA, G. F.; SANTOS, P. D.; MARTINS, V. C.; RIBEIRO, K. N. Parâmetros de potabilidade da água e efeitos à saúde. *Revista Científica de Engenharia Ambiental*, v. 12, e12034, 2024.

BELFORT, C. M.; ANDRADE, L. V.; TEIXEIRA, R. B.; NUNES, F. Q.; DIAS, S. P. Qualidade da água em áreas urbanas e rurais: indicadores e desafios. *Revista Ambiente & Sociedade*, v. 28, n. 1, p. 112-130, 2025.

BRANCO, A. F. Saneamento básico e saúde pública: conexões em territórios vulneráveis. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União, Brasília*, 2021.

COSTA, J. P.; SILVA, A. B.; OLIVEIRA, R. M.; SANTOS, L. T.; ALMEIDA, F. G. Indicadores hidroquímicos na avaliação da qualidade da água subterrânea. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 26, e45, 2021.

COSTA, M. E.; PEREIRA, D. F.; LIMA, C. H.; RIBEIRO, S. M.; NOGUEIRA, V. P. Condutividade elétrica e contaminantes em áreas de saneamento deficiente. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 27, n. 3, p. 501-515, 2022.

COSTA, V. C.; SOUZA, E. J.; MENDES, W. A.; TORRES, K. L.; BARBOSA, H. N. Análise comparativa da água em poços urbanos e rurais na região Norte. *Revista Geoambiente On-line*, 2023.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Manual de procedimentos para coleta e preservação de amostras de água. São Paulo: CETESB, 2011.

DA CUNHA, L. L.; OLIVEIRA, R. S.; SANTOS, M. A.; FERNANDES, P. C. Avaliação físico-química de água subterrânea em comunidades amazônicas. *Revista de Química Ambiental*, v. 15, n. 3, p. 45-58, 2020.

DA SILVA, E. G.; COSTA, A. B.; LIMA, J. R.; ALMEIDA, V. C. Exposição a metais tóxicos em comunidades com águas ácidas. *Revista Brasileira de Saúde Ambiental*, v. 17, n. 2, p. 112-125, 2022.

DIAS, L. R.; MARTINS, C. D.; RIBEIRO, F. L.; SOUZA, A. P. Parâmetros físico-químicos da água e sua relação com doenças hídricas. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 19, n. 1, p. 78-92, 2025.

ELIS, V. R.; SILVA, J. M.; LIMA, A. M. M. Qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano na região do Aquífero Bauru, SP. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 2, p. 235-244, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2004000200001>

FERNANDES, R. L.; SILVA, A. B.; COSTA, M. F.; ALVES, P. R. Impacto de águas contaminadas na saúde pública em comunidades periféricas. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1843-1852, jun. 2016.

FERREIRA, D. A.; MARTINS, R. C.; SOUZA, L. M.; OLIVEIRA, J. P. Contaminação microbiológica em águas subterrâneas da região Norte. *Revista de Saúde Ambiental*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 34-48, jan./mar. 2022.

GOMES, J. P.; RIBEIRO, F. L.; CARVALHO, E. S.; DIAS, M. A. Práticas agrícolas e influência na potabilidade da água em áreas urbanas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 112-125, abr./jun. 2023.

FERNANDES, R. L.; SILVA, A. B.; COSTA, M. F.; ALVES, P. R. Impacto de águas contaminadas na saúde pública em comunidades periféricas. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n. 6, p. 1843-1852, 2016.

FERREIRA, D. A.; MARTINS, R. C.; SOUZA, L. M.; OLIVEIRA, J. P. Contaminação microbiológica em águas subterrâneas da região Norte. *Revista de Saúde Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 45-58, 2022.

GOMES, J. P.; RIBEIRO, F. L.; CARVALHO, E. S.; DIAS, M. A. Práticas agrícolas e influência na potabilidade da água em áreas urbanas. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 18, n. 2, p. 112-128, 2023.

HINNAH, R. A escassez hídrica e os desafios da potabilidade em áreas urbanas. *Revista Planejamento e Sustentabilidade*, 2024.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JUNIOR, R. P.; SANTOS, M. A.; OLIVEIRA, L. C.; FERNANDES, A. B. Caracterização físico-química da água em comunidades ribeirinhas. *Revista Amazônica de Ciências Ambientais*, v. 7, n. 2, p. 34-48, 2025.

KUMAR, N.; SINGH, R. Statistical analysis of water quality parameters and their public health relevance. Environmental Research, 2021.

LOPES, A. M.; SILVA, R. T.; COSTA, F. G.; ALMEIDA, J. P. Diagnóstico físico-químico em sistemas de abastecimento rural. Revista de Engenharia Ambiental, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2022.

MARTINS, A. D.; FERREIRA, L. M.; RIBEIRO, C. P.; SANTOS, E. F. Corrosividade da água potável: desafios em áreas sem tratamento. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 28, n. 4, p. 112-125, 2023.

MARQUES, L. R.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, P. D.; GONÇALVES, S. M. Técnicas de amostragem e conservação de águas subterrâneas. Manual Técnico da UFRA, Belém, 2012. 120 p.

MOURA, R. A.; DIAS, F. R.; ALENCAR, V. P.; NUNES, H. M. Qualidade da água em comunidades ribeirinhas amazônicas. Revista Brasileira de Recursos Naturais, v. 18, n. 2, p. 78-92, 2023.

NASCIMENTO, A. P.; LIMA, J. R.; FERNANDES, C. D.; ROCHA, M. P. Fertilizantes e contaminação da água em zonas agrícolas. Revista de Ciências Agrárias, v. 19, n. 1, p. 34-47, 2024.

PERNAMBUCO, M. S.; ANDRADE, L. C.; VIEIRA, P. R.; COSTA, A. B. Resistividade e salinidade em águas subterrâneas da Amazônia. Revista Brasileira de Geofísica, v. 41, n. 3, p. 156-170, 2023.

RODRIGUES, T. F.; PEREIRA, A. F. Vulnerabilidade hídrica em ambientes urbanos precários. Revista Sociedade & Natureza, 2017.

SANTOS, F. A.; LIMA, R. C.; OLIVEIRA, M. P.; COSTA, J. E. Avaliação do pH da água em poços urbanos: implicações para a saúde. Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente, v. 24, n. 3, p. 67-82, 2023.

SANTOS, G.; ALMEIDA, R. C. Condições sanitárias de poços amazônicos e implicações para saúde pública. Revista de Saúde Coletiva, 2022.

SANTOS, M. C.; ALMEIDA, P. R.; FERNANDES, L. M.; GONÇALVES, R. S. Procedimentos analíticos na mensuração de parâmetros hidroquímicos. Revista BioCiências, v. 15, n. 2, p. 34-48, 2019.

SILVA, H. T.; MARTINS, C. D.; RIBEIRO, A. L.; COSTA, F. J. Indicadores físico-químicos em poços artesianos. Revista Brasileira de Hidrologia, v. 28, n. 3, p. 112-125, 2023.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, M. P.; CARVALHO, E. S.; DIAS, L. R. Avaliação de águas subterrâneas em comunidades urbanas do Pará. Revista Engenharia e Meio Ambiente, v. 19, n. 1, p. 56-72, 2024.

SILVA, T. A. R.; NASCIMENTO, A. P.; LIMA, J. C.; FERREIRA, R. M. Análise físico-química e microbiológica de poços artesianos para abastecimento humano. Revista Foco

Transdisciplinar, v. 10, n. 2, p. 121-133, 2024.  
<https://doi.org/10.69849/revistaft/ra10202412111330>

SILVA, R. T.; ANDRADE, L. M.; PEREIRA, C. A.; SOUZA, M. P. Saneamento, poluição difusa e qualidade da água em áreas urbanas. *Revista Geoambiental*, v. 13, n. 4, p. 89-104, 2021.

SOUZA, T. L.; COSTA, M. F.; ALVES, P. R.; RIBEIRO, F. L. Matéria orgânica e acidificação de águas em poços amazônicos. *Revista de Ciências Ambientais da Amazônia*, v. 17, n. 2, p. 45-60, 2022.

VIEIRA, E. A.; BAMPI, F. L. Vulnerabilidade ambiental em áreas urbanas periféricas. *Revista Brasileira de Planejamento Urbano*, 2023.

WANG, Y. et al. Understanding the variability of total dissolved solids in domestic water sources. *Journal of Environmental Monitoring*, 2022.

WHO – World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. 4th ed. Geneva: WHO, 2017.

