

Água dos Poços da Comunidade Quilombola Juçatuba - São José de Ribamar/MA: Análise físico-química e microbiológica

Giordano Bruno Nunes Fernandes

Graduando em Química Licenciatura

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço Institucional: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: giordanobnf@gmail.com

Cinthya Costa Lopes

Mestranda em Ciência e Tecnologia –Química

Instituição: Universidade Federal do ABC – UFABC

Endereço Institucional: Av. dos Estados, 5001 - Bairro Bangu, CEP: 09280-560 – Santo André - SP

E-mail: cinthya.costa@ufabc.edu.br

Raíssa Azevedo Mendonça

Graduanda em Química Licenciatura

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço Institucional: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: ra4351034@gmail.com

Thiago de Moraes Chaves

Graduando do Curso de Química Licenciatura – UEMA

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: thiagokairos99@gmail.com

Alamgir Khan

Doutor em Ciências – Instituto de Química – UNICAMP

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: alamgir@cecen.uema.br

Raquel Maria Trindade Fernandes

Doutora em Ciências – Instituto de Química – UNICAMP

Instituição: Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Endereço: Cidade Universitária Paulo VI – Avenida Lourenço Vieira da Silva 1.000 – Bairro Jardim São Cristóvão, CEP: 65055-310 – São Luís – MA

E-mail: raquelfernandes@professor.uema.br

RESUMO

O presente estudo avaliou a qualidade da água de três poços artesianos que abastecem a comunidade de Juçatuba, no Maranhão, considerando parâmetros físico-químicos e microbiológicos em diferentes períodos sazonais (chuva e

estiagem). A pesquisa foi motivada pela crescente preocupação com a contaminação dos recursos hídricos, causada principalmente por atividades antrópicas, e pelos riscos associados à saúde pública decorrentes da ingestão de água contaminada. Foram realizadas coletas nos meses de fevereiro e maio de 2025, com análises *in loco* e laboratoriais seguindo metodologias padronizadas. Os resultados indicaram que a maioria dos parâmetros analisados esteve dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente. No entanto, observou-se que o pH das amostras apresentou valores ácidos (média de 4,28), abaixo do intervalo recomendado (6,0–9,5), o que pode ocasionar corrosão em sistemas hidráulicos e impactos à saúde. Além disso, um dos poços analisados apresentou valores elevados de condutividade e sólidos totais dissolvidos, ainda que não críticos. As análises microbiológicas não detectaram a presença de coliformes totais nem de *Escherichia coli*, indicando ausência de contaminação fecal nas amostras. Conclui-se que, apesar de a água atender majoritariamente aos padrões de potabilidade, a acidez elevada requer atenção e monitoramento contínuo para garantir a segurança do consumo humano.

Palavras-chave: Qualidade da água, Poços artesianos, Parâmetros físico-químicos, Análise microbiológica, Potabilidade.

ABSTRACT

This study evaluated the water quality of three artesian wells supplying the community of Juçatuba, Maranhão, considering physicochemical and microbiological parameters across different seasonal periods (rainy and dry). The research was motivated by growing concern regarding water resource contamination primarily caused by human activities and the associated public health risks of consuming contaminated water. Samples were collected in February and May 2025, with *in situ* and laboratory analyses performed using standardized methodologies. The results indicated that most analyzed parameters fell within the limits established by current regulations. However, the samples exhibited acidic pH levels (mean of 4.28) below the recommended range (6.0–9.5) which could lead to corrosion in plumbing systems and potential health impacts. Additionally, one of the wells showed elevated levels of conductivity and total dissolved solids, although these were not at critical levels. Microbiological analyses detected neither total coliforms nor *Escherichia coli*, indicating an absence of fecal contamination in the samples. It is concluded that, while the water largely meets potability standards, the high acidity requires attention and continuous monitoring to ensure safety for human consumption.

Weykords: Water quality, Artesian wells, Physicochemical parameters, Microbiological analysis, Potability.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável para a sustentação da vida e para o desenvolvimento da sociedade. Mais de 97% da água no planeta é composta por água salina dos mares e oceanos, e da pequena quantidade de água doce, cerca de

69% estão nas geleiras, 29% nas reservas hídricas e o restante em rios e lagos (Almeida, 2010), no entanto, sua disponibilidade para consumo é um desafio crescente. Da pequena parcela de água doce, a maior parte está inacessível em geleiras, e a fração restante, disponível para consumo, é frequentemente ameaçada pela poluição. A crescente demanda por água, impulsionada pelo aumento populacional, torna o monitoramento e a preservação de sua qualidade uma prioridade global.

A contaminação das fontes hídricas é um problema sério, causado por uma variedade de ações humanas. O lançamento de efluentes líquidos e sólidos de origem urbana e industrial nos rios tem grande influência na qualidade da água, afetando a disponibilidade desse recurso natural e gerando graves problemas de desequilíbrio ambiental (Lima; Medeiros, 2008). A poluição por resíduos de garimpo, como o mercúrio, também representa uma ameaça significativa, impactando a qualidade da água em córregos e rios trazendo problemas difíceis de serem solucionados (Bettega *et al.*, 2006). Essas fontes de contaminação não só geram desequilíbrio ambiental, mas também comprometem a saúde humana, já que a água pode servir como um importante veículo para a transmissão de doenças. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que milhões de mortes anuais no mundo estejam diretamente relacionadas a enfermidades transmitidas pela água. As doenças de veiculação hídrica, causadas por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, são transmitidas principalmente pela rota fecal-oral, através da ingestão de água ou alimentos contaminados por fezes. Isso torna a avaliação microbiológica da água uma etapa crucial para garantir sua potabilidade e segurança para o consumo humano, especialmente em locais de grande circulação ou com população mais sensível.

A comunidade de Juçatuba, de coordenadas Sul 02° 35' 57" e Oeste 44° 06' 14", é um município de São José de Ribamar, 20 Km de distância da capital São Luís do Maranhão, dispõe de três poços artesianos para abastecimento de água, um próximo a escola Municipal Germano Garcêz, outro próximo ao posto de saúde e o último próximo ao campo de esporte. A escola Germano Garcêz possui como etapa de ensino o ensino infantil e fundamental, crianças possuem menor imunidade, e os alunos passam pelo menos metade do dia no colégio, e o posto de saúde é

frequentado por pessoas em estado mais vulnerável de saúde, necessitando de uma atenção maior na qualidade da água que abastecem os estabelecimentos.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade da água dos três poços artesianos que abastecem a comunidade de Juçatuba - MA, realizando análises físico-químicas e microbiológicas para verificar a presença de agentes contaminantes. A pesquisa foi conduzida em diferentes períodos (chuva e estiagem) para analisar possíveis variações sazonais na qualidade do recurso hídrico, buscando assim fornecer uma visão mais detalhada sobre a potabilidade da água consumida pela comunidade.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma caracterização da área para a coleta das amostras. Os três poços onde foram coletadas as amostras foram denominados de Poço 1, Poço 2 e Poço 3. O Poço 1 fica próximo à escola Germano Garcêz, o Poço 2 é próximo ao posto de saúde e o Poço 3 é próximo ao campo de esporte. Foram coletadas, em fevereiro e maio de 2025, três amostras em cada ponto, em frascos estéreis de 500 mL a água diretamente do encanamento e depois levadas ao Laboratório Paracelso, situado na Vila dos Contêineres, localizado na Universidade Estadual do Maranhão para análises.

Para as análises físico-químicas foram utilizada uma sonda multiparâmetro para as análises *in loco* de potencial hidrogeniônico (pH), salinidade, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos e condutividade. E realizados testes titulométricos para análise de alcalinidade total, dióxido de carbono livre, dureza e cloretos nas amostras, de acordo com a metodologia estabelecida por FUNASA, 2013. Para o ensaio bacteriológico, usou-se o teste cromogênico e fluorogênico COLItest®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As águas doces podem ser classificadas em classes de acordo com a legislação vigente que define os parâmetros e as especificações para cada classe, essas especificações irão condicionar uma água para a classe em que ela se enquadra, com isto, os poços de água da comunidade Juçatuba foram considerados

como classe II para comparar os resultados deste estudo com os valores máximos permitidos pela legislação (CONAMA, 2005).

Para fins de compreensão dos resultados, nas Tabelas 1 e 2 abaixo são apresentados os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos in loco de todos os três pontos (Poço 1, Poço 2 e Poço 3) nos meses de fevereiro e maio de 2025, respectivamente e os valores permitidos pela legislação.

Tabela 1 - Análises *in loco* no mês de fevereiro (2025), seus valores permitidos e unidade de medida.

PARÂMETROS	Poço 1			Poço 2			Poço 3			UNIDADE DE MEDIDA	VMP
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3		
pH	4,65	4,52	4,50	4,60	4,57	4,60	5,19	5,20	5,21	---	6-9,5
Condutividade	134	133	132	124	124	125	123	123	122	µS/cm	NE
Salinidade	67	66	66	62	62	62	61	62	61	ppm	NE

NE - não estabelece

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Tabela 2 – Análises *in loco* no mês de maio (2025), seus valores permitidos e unidade de medida.

PARÂMETROS	Poço 1			Poço 2			Poço 3			UNIDADE DE MEDIDA	VMP
	A1	A2	A3	A1	A2	A3	A1	A2	A3		
pH	4,37	4,52	4,48	4,16	4,20	4,18	4,20	4,27	4,24	---	6-9,5
Condutividade	89,8	90,4	90,2	114,0	143,1	143,5	80,4	79,0	79,8	µS/cm	NE
Salinidade	40	30	30	60	60	70	40	40	40	ppm	NE
TDS	49,5	50,3	49,8	70,5	71,2	71,8	41,4	41,3	41,3	ppm	500

NE - não estabelece

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Com os resultados obtidos pode-se perceber que os valores de pH das amostras estão em uma média de 4,28, apresentando uma água com teor ácido, abaixo do padrão estimado pela resolução CONAMA nº 20/1986, dito que o valor ideal de pH deveria estar entre 6 a 9,5. Os demais resultados apresentaram-se abaixo ou no valor máximo permitido pela resolução CONAMA nº 396 de 03/04/2008 para águas subterrâneas. O teor ácido elevado está relacionado a outros parâmetros como alcalinidade, CO₂ dissolvido e também oxidação de matéria orgânica no subsolo, e pode causar a corrosão dos equipamentos como encanamentos, bombas e filtros, e no corpo humano pode dificultar a ação antioxidante do nosso corpo.

A condutividade das amostras do poço 2 apresentou uma média de 143,5 µS/cm, e estão acima do valor máximo permitido, podendo ser relacionadas ao parâmetro Sólidos Totais Dissolvidos (TDS), que também foi medido o maior valor entre

os três poços (média de 71,2 ppm). Valores altos de TDS podem causar problemas digestivos em crianças e fazem com que a água apresente um sabor desagradável (Beltrão, 2005). As demais amostras estão de acordo com os valores estabelecidos.

Os resultados dos testes titulométricos realizados de acordo com a metodologia FUNASA (2013) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Análises titulométricas, seus valores permitidos e unidade de medida.

PARÂMETROS	POÇO 1	POÇO 2	POÇO 3	UNIDADE DE MEDIDA	VMP
Cloretos	10,0	143,3	8,7	mL/L Cl	250
CO ₂ Livre	18,4	12,3	23,7	mg/L	NE
Alcalinidade	7,3	8,0	8,0	mg/L	NE
Dureza	14,4	16,0	14,4	mg/L	1000

NE - não estabelece

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Valores altos de cloretos indicariam contaminação por aterros sanitários ou água do mar, e podem causar efeitos laxativos e alteração no sabor da água, porém, segundo a Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 de maio de 2021 da CONAMA, o valor máximo permitido de cloretos em água de poço é de 250 mL/L, estando dentro do aceitável para consumo humano.

Uma água que possui uma alta alcalinidade possui acima de 2000 mg/L, uma água com um baixo teor de alcalinidade possui abaixo de 20 mg/L. As amostras avaliadas, apresentaram teores baixos de alcalinidade, indicando pequenos valores de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

A dureza elevada da água pode fazer com que haja encrustamento nos encanamentos e também dificulta a reação da água com sabão, dificultando a limpeza, mas segundo a Portaria Nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, o valor máximo permitido é de 500 mg/L de CaCO₃, percebendo-se que os valores de dureza estão no padrão de consumo para água doce.

Os resultados das análises microbiológicas estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Resultados das análises microbiológicas.

PARÂMETRO	PONTOS DE COLETA								
	P1A1	P1A2	P1A3	P2A1	P2A2	P2A3	P3A1	P3A2	P3A3
Coliformes totais	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
<i>Escherichia coli</i>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Autoria Própria, 2025.

Após 24 horas na estufa, as amostras apresentaram uma coloração marrom bem escura, indicando ausência de coliformes totais. No teste com o reativo de Kovacs, não foi detectado a presença das aureolas avermelhadas nas amostras que seriam formadas devido à produção de indol pelo microrganismo (LKP Diagnósticos). E no teste da luz UV nenhuma das amostras apresentaram fluorescência aparente, indicando a ausência de enterobactéria.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que as análises determinaram que os parâmetros avaliados da água dos poços artesianos da comunidade de Juçatuba- MA estão dentro da regulamentação da CONAMA, com exceção da condutividade do poço 2 e do pH de todas as amostras de água, que se encontra abaixo do esperado, revelando uma média de teor ácido considerável (4,28).

Quando comparados as amostras de fevereiro e maio, pode-se perceber uma diminuição dos valores de pH e salinidade e aumento dos valores de dureza conforme o índice pluviométrico foi sendo reduzido. O nível de salinidade pode ser influenciado pelas características mineralógicas do local, então o baixo nível de salinidade se dá graças as características regionais de Juçatuba. As amostras do poço 2 apresentaram um valor um pouco acima dos outros poços de condutividade e sólidos totais dissolvidos, mas não o suficiente para ser alarmante, o teor de alcalinidade está bem baixo e as análises microbiológicas revelaram a ausência de coliformes totais e termotolerantes.

Segundo Macêdo (2001), a água precisa estar sem sabor, incolor, transparente e inodoro para ser adequada ao consumo humano, e os parâmetros químicos são importantes para caracterizar a qualidade da água e seu grau de contaminação. Por fim, é necessário todo o cuidado com as reservas naturais de água, deve-se continuar o monitoramento e análise, pois é um recurso finito e um dos mais valiosos que existe.

REFERÊNCIAS

Almeida, M. **Geografia Global 2**. São Paulo: Escala Educacional, 2010.

Beltrão, B. A., *et al.* **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Paraíba: diagnóstico do município de Condado**. CPRM, 2005.

Bettega J.M.P.R., *et al.* Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciênc. Agrotec.** 2006;30 (5): 950954.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, 17 de março de 2005.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 396**, de 3 de abril de 2008.

Fundação Nacional de Saúde (Funasa). **Manual Prático de Análise de Água**. 4^a Edição. Brasília: Funasa, 2013.

Lima C.V., Medeiros G.A. Diagnóstico da qualidade da água do rio Jaguari-Mirim no município de São João da Boa Vista – SP. **Engenharia Ambiental**. 2008; 5 (2): 125-138.