

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE BEBEDOUROS EM ESCOLAS PÚBLICAS DE SÃO LUÍS-MA

Thiago O. Araújo¹; Ana B. da S. Câmara¹; Karla C. A. Pereira¹; Thiago de M. Chaves¹; Raissa A. Mendonça¹; Gustavo H. A. de Souza¹; Alamgir Khan¹; Raquel M. T. Fernandes¹

¹Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

*E-mail: thiagoaraújo012005@gmail.com

Palavras-Chave: Qualidade, Potabilidade, Abastecimento.

Introdução

A importância da água é inigualável, sendo freqüentemente chamada de “solvente universal” devido à sua capacidade de dissolver uma ampla gama de substâncias, tal característica a torna essencial para uma série de processos biológicos e químicos que ocorrem nos seres vivos (Couto *et al.*, 2024). A água desempenha papéis vitais, como o transporte de nutrientes e resíduos, além de contribuir para a regulação térmica nos organismos (Couto *et al.*, 2024).

Ademais, a água é bastante usada para a higiene pessoal, agricultura, indústria, agropecuária, navegação, comunidades aquáticas, lazer, pesca e paisagismo (Reis, Sanches e Maldonado, 2021). Assim, de acordo com Souza e colaboradores (2012) a utilização da água está diretamente ligada ao desenvolvimento econômico, qualidade de vida e saúde de uma civilização, sendo um fator importante para o avanço de qualquer país. Embora a água forneça todos esses benefícios, ainda perdura a grande poluição de corpos hídricos nas áreas de urbanização, afetando diretamente o bem-estar do meio ambiente e a qualidade da água prejudicando assim a saúde humana.

No Brasil, o Maranhão destaca-se por possuir grandes bacias hidrográficas e rios com quantidades significativas de água, como a ilha de São Luís, um local que se destaca por possuir portos que servem de rotas para atividades econômicas nas áreas de agricultura e mineração tendo relevância internacional (Porto *et al.*, 2019). Em São Luís, há uma grande contaminação de rios devido à ação antrópica próximos aos corpos hídricos, tais ações levam ao desgaste do fluxo de águas e potabilidade sendo uma grande problemática para o sistema de abastecimento de água. A qualidade da água destinada ao consumo está intrinsecamente ligada ao correto funcionamento de todas as etapas do processo de abastecimento, desde o tratamento até a distribuição (Couto *et al.*, 2024).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) incorpora o conceito de “água segura” como toda água que não ofereça risco significativo à saúde das populações, ao longo do consumo, por toda a vida, considerando os aspectos físicos, químicos e microbiológicos, distribuída em quantidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas e esteja disponível continuamente para todos, a um custo acessível e recomenda a implementação de Planos de Segurança da Água (PSA). Dados da Organização das Nações Unidas (ONU) indicam que 738

milhões de pessoas no mundo não possuem acesso à água potável e apenas 20% das águas residuais são tratadas.

A importância do tratamento da água é reconhecida, pois pode ser um veículo de contaminantes físicos, químicos e biológicos, levando a problemas de saúde, incluindo doenças gastrointestinais transmitidas por água contaminada (Somenzari *et al.*, 2025).

Monitorar a qualidade da água é crucial, principalmente em ambientes escolares, onde as crianças em fase de desenvolvimento estão mais expostas aos perigos de um sistema de abastecimento não tratado adequadamente (Somenzari *et al.*, 2025). Logo, essa pesquisa teve por finalidade avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos das águas para consumo humano nos bebedouros das escolas públicas no bairro Cidade Operária, São Luís - MA visando o bem-estar da comunidade escolar.

Material e Métodos

Coleta das amostras

As coletas das amostras ocorreram entre os dias 23 e 25 de julho de 2025, conforme a disponibilidade e autorização das gestões escolares, no turno matutino e vespertino. Foram priorizadas quatro escolas públicas do ensino médio localizadas nas redondezas do bairro da Cidade Operária, no município de São Luís, no estado do Maranhão. Ao todo foram coletadas 8 amostras, em duplicata de cada instituição de ensino, armazenadas em garrafas PET estéreis de 500 ml, a fim de realizar os testes físico-químicos e microbiológicos.

Ao fim de cada coleta, foi conversado com a gestão das escolas em prol de identificar se o sistema de abastecimento da água usada pela instituição era fornecido por uma organização privada ou por poço artesanal. As amostras foram nomeadas e etiquetadas de A, B, C e D para preservar a integridade das escolas participantes da pesquisa. Em seguida, foram encaminhadas ao Laboratório Paracelso de Análises Químicas da Universidade Estadual do Maranhão - Campus Paulo VI, para que pudessem ser analisadas.

Testes microbiológicos

As análises microbiológicas de coliformes totais *Escherichia coli* foram realizadas, seguindo a metodologia do Substrato Cromogênico e Fluorogênico utilizando o meio de cultura da COLItest® (LKPdiagnosticos) e frascos PET estéreis de 150 ml com tiosulfato de sódio a 10%, para detectar simultaneamente a presença ou ausência de bactérias contaminantes, como os Coliformes Totais e a *Escherichia coli*.

Nos frascos, foram adicionados 100 ml de cada amostra e o meio de cultura cromogênico. As amostras foram homogeneizadas e incubadas em estufa bacteriológica a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Dado o tempo de incubação, os frascos foram retirados da estufa para visualizar uma possível viragem de coloração amarela confirmando a presença de Coliformes Totais nas amostras. Para a identificação de *Escherichia coli*, foram retiradas alíquotas de 12 ml de cada mistura e adicionadas duas gotas de Reativo de Kovacs. A confirmação da presença de *Escherichia coli* foi realizada sob luz ultravioleta 365 nm, observando se a fluorescência indicadora da presença da *Escherichia coli*.

Testes Físico – Químicos

Os testes físico-químicos ocorreram a partir dos procedimentos descritos no manual prático de análise de água (FUNASA, 2013). Foi utilizado a fita reativa da DrinkingWater® sendo analisado os seguintes parâmetros: dureza total, cloro livre, ferro, cobre, chumbo, nitrato, nitrito, material particulado em suspensão (MPS), cloro total, fluoreto, cloreto de amônia, bromo, alcalinidade total, carbonato e pH. Posteriormente, utilizou-se a sonda de multiparâmetros para realizar os parâmetros físico-químicos de: sólidos totais dissolvidos (TDS), pH, oxigênio dissolvido e condutividade.

Empregou-se o método de titulação para a determinação de alcalinidade total, gás carbônico livre, cloretos e dureza total, que foram realizadas em triplicata. Ao final das análises, foram feitos cálculos matemáticos usando equações definidas pela FUNASA (2013) para quantificar os resultados obtidos.

Por fim, foi conduzido em triplicata o teste de nitrito nas amostras. Para esses ensaios recorreu-se a metodologia descrita pelo ALFAKIT.

Resultados e Discussão

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, toda água para consumo humano fornecida coletivamente deverá passar por processo de desinfecção ou pela adição de desinfetante para a manutenção dos residuais mínimos estando também em conformidade com padrão microbiológico e substâncias químicas que representam risco à saúde (GM/MS, 2021). Assim, os resultados obtidos dessa pesquisa foram comparados com essa portaria vigente e com a literatura.

Análise microbiológica

A análise microbiológica de água sinaliza a presença de bactérias do grupo coliforme nas amostras, sendo isso um fator proveniente de contaminação por origem fecal na água. As bactérias desse grupo podem ser dos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* (coliformes totais) sendo também observada especificamente a presença de *Escherichia coli* como uma bactéria contaminante visto que sua presença indica uma água imprópria para o consumo (Brasil, 2013). Nos resultados indicados na (tabela 1) encontra-se os pontos amostrais das escolas, a unidade de medida e o padrão da legislação.

Tabela 1: Resultados encontrados para as amostras.

Parâmetros	AMOSTRAS				Unidade	VMP
	A	B	C	D		
Coliformes totais	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	mL	Ausência 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	mL	Ausência 100 mL

Fonte: Autores, 2025

A legislação consultada para águas de consumo indica que não é permitida a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* em águas advindas de estações de tratamento de água e poços, pois a existência dessas bactérias em instituições públicas pode afetar diretamente na saúde. A comparação dos pontos amostrais com a portaria demonstrou inconsistência para a presença de coliformes termotolerantes em todas as amostras.

Nos estudos feitos por Gonçalves (2025), analisando bebedouros de duas escolas no município de Grajaú-MA foi possível observar que o teste microbiológico não demonstrou presença de coliformes totais e *Escherichia coli*, estando todos os pontos dentro do padrão estabelecido pela portaria. Tal resultado, diferencia-se dos obtidos nos 4 pontos amostrais dessa pesquisa, visto que houve a presença de coliformes totais. Isso pode advir da forma como as escolas administram os locais de abastecimento de água e das manutenções nos bebedouros.

Da mesma forma, na pesquisa executada por Tavares (2021) com 8 amostras de bebedouros da Universidade Federal da Grande Dourados, em todos os pontos amostrais analisados houve ausência de coliformes totais, indicando que a água dessa instituição está em conformidade com a legislação utilizada no ano do estudo. Tais resultados se diferem dos obtidos por Freitas (2025), realizado com 37 amostras de instituições públicas de ensino superior, que evidenciou a presença de coliformes totais em cerca de 46% das amostras (17 amostras). Além da identificação de fungos e leveduras nas amostras, foi descrito também a presença de *Escherichia coli* em 4 amostras de águas de bebedouros, estando em não conformidade ao preconizado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.

Na avaliação microbiológica de bebedouros realizada por Amorim e colaboradores (2021) com 16 amostras coletadas em escolas de feira de Santana-BA, foram observados coliformes totais em 6 escolas, apresentando-se fora do padrão da legislação vigente no ano de publicação do estudo Portaria nº 5 de 28 de setembro de 2017.

Vale ressaltar que, a análise microbiológica se torna um meio essencial para demonstrar a potabilidade da água frente aos patógenos presentes, servindo de base para torná-la uma água agradável para o consumo. Além disso, pode ser um meio de empregar a educação ambiental em escolas públicas, posto que avaliar os parâmetros de potabilidade juntamente com o ensino de fatores que afetam a qualidade da água pode trazer a reflexão aos alunos sobre práticas de sustentabilidade (Gonçalves, 2025).

Análise Físico-Químicas

Os parâmetros físico-químicos constituem-se de substâncias químicas presentes na água alterando a cor e atribuindo sabor. A ocorrência dessas substâncias quando estão em grandes quantidades podem ser facilmente detectadas aos sentidos do homem afetando diretamente na saúde (Oliveira; Cunha, 2014).

As determinações feitas através da fita de multiparâmetros estão indicadas na tabela 2 e as outras análises físico-químicas na tabela 3, juntamente com os valores permitidos pela legislação.

Tabela 2: Parâmetros da fita DrinkingWater®.

Parâmetro	AMOSTRAS				Unidade	VMP
	A	B	C	D		
Dureza total	0	25	25	0	mg/L	300
Cloro livre	0	0	0	0	mg/L	5
Ferro	0	0	5	0	mg/L	0,3
Cobre	0	0	0	0	mg/L	2
Chumbo	50	50	50	50	mg/L	0,01
Nitrato	0	0	0	0	mg/L	10
Nitrito	0	0	0	0	mg/L	1
MPS	0	0	0	0	ppm	-
Cloro total	0	0	0	0	mg/L	-
Fluoreto	0	0	0	0	mg/L	1,5
Cloreto de Amônia	150	100	0	100	mg/L	-
Bromato	0	0	0	0	mg/L	0,01
Alcalinidade total	40	40	40	0	mg/L	0-500
Carbonato	0	0	0	0	mg/L	-
pH	6,0	6,0	6,0	6,0	-	6-9

Fonte: Autores, 2025.

Tabela 3: Análises físico-químicas.

Parâmetro	AMOSTRAS				Unidade	VMP
	A	B	C	D		
Alcalinidade total	6,6	6,0	2,6	2,6	mg/L	500
Dureza total	61,4	5,0	244,8	180,6	mg/L	300
Cloreto	20,0	11,0	12,0	9,5	mg/L	250
TDS	69,4	107	88,6	84,6	ppm	-
Salinidade	0,07	0,11	0,09	0,08	ppt	-
Condutividade	138,9	214	177	168,7	µS/cm	-
Turbidez	1,02	0	0,46	0	uT	5
pH	5,32	4,05	4,18	4,66	-	6-9
Temperatura	24,7	23,4	24,7	24,5	-	-

Fonte: Autores, 2025.

Observou-se que os parâmetros de alcalinidade total e dureza total determinados nas análises estão dentro do padrão estabelecido pela legislação indicando valores devidamente próximos e abaixo do permitido para alcalinidade. Foi constatado valores maiores de dureza nos pontos C e D sendo isso um fator que advém dos sais de carbonatos presentes na água afetando tubulações e reservatórios (Brasil,2013).

Dentre os metais dissolvidos na água encontram-se fora dos padrões estabelecidos pela portaria as análises de ferro para o ponto D e chumbo em todos os pontos. Vale ressaltar que a presença desses íons e dos valores de cloreto evidenciados nos pontos amostrais pode afetar diretamente em outros parâmetros como a condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos na água sendo isso observado nas determinações de todos os pontos.

A condutividade elétrica está diretamente ligada aos sólidos dissolvidos na água sendo crucial para determinar se uma água tem capacidade de conduzir corrente elétrica. A portaria não estabelece um valor para este parâmetro. Foi observado que as amostras demonstram valores acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ isso se explica quando com os valores de sólidos dissolvidos na água e valores de cloretos. Nas análises de Oliveira e colaboradores (2024) observaram valores de cloretos acima de 20 mg/ L e condutividade acima de 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esses valores podem vir de outros sólidos presentes não analisados, diferenciando-se das determinações de outros parâmetros que justificam a condutividade dos resultados obtidos nesta pesquisa.

Dentre os parâmetros físico-químicos químicos analisados na fita de parâmetros como os materiais particulados em suspensão (MPS) podem ser associados com as baixas determinações de turbidez, visto que a presença desses materiais interfere na turbidez da água. Nas amostras investigadas os valores de turbidez encontram-se abaixo do permitido, confirmado que as amostras estão de acordo com a portaria para esse parâmetro.

As observações para o potencial hidrogeniônico determinados pela fita de parâmetros estão dentro do permitido (6-9). Foram determinados valores mais baixos na sonda de multiparâmetros indicando que as amostras possuem um caráter ácido, estando majoritariamente entre (4 – 5). De acordo com Oliveira e colaboradores (2024), pH com valores entre 6-8 são considerados ideais para as atividades do organismo.

A salinidade da água indica os sais dissolvidos, estando devidamente ligada às detecções de cloretos e carbonatos obtidas nesta pesquisa. Vale ressaltar que a portaria não estabelece um valor permitido para esse parâmetro. Altos valores de salinidade atribuídos a presença de cloretos na água revelam um sabor de caráter ocasionando um caráter laxante.

Conclusões

Ao longo dessa pesquisa foi perceptível que os pontos amostrais possuem parâmetros fora do padrão permitido pela legislação vigente, demonstrando assim que as águas dos bebedouros das escolas analisadas podem afetar a saúde dos consumidores. Tais resultados podem ser um meio de auxiliar os gestores das mesmas a buscarem alternativas para a melhoria da água distribuída nessas instituições.

Os parâmetros físico-químicos quando determinados fora do permitido podem propiciar uma visão sobre a melhoria na qualidade de distribuição e reservatório de água das entidades públicas. Nas análises obtidas, apenas o pH demonstrou incoerência nas determinações, indicando uma água de caráter ácido. Para uma melhoria na qualidade dos bebedouros foi relatado aos gestores todos os resultados obtidos buscando meios e indicando formas para que auxiliem na qualidade da água distribuída.

Agradecimentos

Sou grato a Deus, dono de toda ciência e sabedoria, à UEMA, à minha orientadora Raquel Maria Trindade Fernandes, a minha família e aos amigos que auxiliaram neste trabalho.

Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano de segurança da Água. Vigilância em Saúde Ambiental–Vigiagua.**

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, n. 85, pág. 127, 2021.

BRASIL. FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 4. ed. Funasa, 2013.

COUTO, E. dos S.; ROCON, R. V.; OLIVEIRA, M. A. de; CARDOSO, K. A. K.; BATISTA, J. S. J. L.; OLIVEIRA, M. do V.; GRADELLA, D. B. T. Análise microbiológica e físico-química da água potável dos bebedouros de uma instituição de ensino do Espírito Santo. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Portugal, v. 16, n. 13, p. 1-22, 2024. DOI: 10.55905/cuadv16n13-024

FREITAS, R. de J. **Caracterização microbiológica e físico-química da água de consumo e de bebedouros de uma instituição de ensino superior no vale do Araguaia-MT.** Universidade Federal do Mato Grosso. Trabalho de conclusão de curso. Barra do Garças-MT.(2025).

GONÇALVES, M. A. de F. **Análise de água em bebedouros de escolas em grajaú-MA e sua abordagem na educação ambiental.** Universidade Federal do Maranhão. Trabalho de conclusão de curso. Grajaú- MA. 2025.

OLIVEIRA, E. F.; SOUZA, G. A. D, et al. **Análise da qualidade da água para consumo em escolas do município de Piracicaba.** Trabalho de Projeto de Pesquisa (Curso Técnico em Meio Ambiente) – Centro Paula Souza, ETEC Cel. Fernando Febeliano da Costa, Piracicaba, 2024.

ONU. Assembleia Geral das Nações Unidas. **Convenção das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável.** 2015.

PORTO, L.L; MOTTA, É.J.O., et al. **Plano Nascente Itapecuru: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Itapecuru.** Brasília: Codevasf, 2019

REIS, R. A. dos; SANCHES, M. C.; MALDONADO, A. C. D. Água, fonte da vida. **BrazilianJournal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 28287-28296, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n3-512

SOMENZARI, N.; OLIVEIRA, W. K. de Aet al. Análises microbiológicas da água de bebedouros e da torneira em uma escola pública de Ji-Paraná, RO: um relato de experiência. **Revista Amazônica de Ciências Médicas e Saúde (RACMS)**, Ji-Paraná, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2025. ISSN 3085-7244.

TAVARES, K. R. S. **Análise de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros da Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.** Faculdade de ciências biológicas e ambientais. Trabalho de conclusão de curso.Dourados- MS. 2021.