

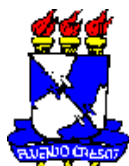


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**QUALIDADE DE AMOSTRAS DE ÁGUA EM AMBIENTE
UNIVERSITÁRIO: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA,
MICROBIOLÓGICA E CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO**

Raisa Rafaela Reis de Jesus

SÃO CRISTÓVÃO, 2026



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

QUALIDADE DE AMOSTRAS DE ÁGUA EM AMBIENTE UNIVERSITÁRIO: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO

Trabalho final de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Ambiental da
Universidade Federal de Sergipe,
como parte integrante dos requisitos
para obtenção de título de Bacharel
em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Santos Souza

Raisa Rafaela Reis de Jesus

SÃO CRISTÓVÃO, 2026

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	13
2.1.	ÁREA DE ESTUDO	13
2.2.	PROCEDIMENTO DE COLETA	15
2.3.	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	16
2.4.	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	18
2.5.	ANÁLISE VISUAL DA QUALIDADE DOS BEBEDOUROS	19
2.6.	ANÁLISE ESTÁTISTICA DA QUALIDADE GERAL DOS BEBEDOUROS	20
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1.	ANÁLISE VISUAL DA SITUAÇÃO DOS BEBEDOUROS.....	21
3.2.	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	29
3.2.1.	Cor Aparente	29
3.2.2.	Turbidez.....	31
3.2.3.	pH.....	32
3.2.4.	Cloro Residual Livre	34
3.3.	PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	37
4.	RANKING DOS BEBEDOUROS.....	42
5.	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46

QUALIDADE DE AMOSTRAS DE ÁGUA DE BEBEDOUROS EM AMBIENTE UNIVERSITÁRIO: ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO

Resumo: A água potável é essencial à saúde humana, mas ela está constantemente exposta a diversos riscos de contaminação. Em ambientes coletivos e públicos, como os de universidades, o seu consumo em bebedouros exige maior atenção para uma qualidade adequada de forma a garantir a segurança hídrica dos consumidores. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de amostras de água consumidas em bebedouros públicos, localizados em locais de maior movimentação de pessoas na Universidade Federal de Sergipe, *campus* São Cristóvão. O estudo foi realizado em 14 pontos de coleta (13 bebedouros e o reservatório principal de água da instituição), seguindo protocolos padronizados de amostragem, preservação e análise. Os parâmetros físico-químicos analisados incluíram cor aparente, turbidez, pH, cloro residual livre e temperatura, e os microbiológicos contemplaram coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas. Além disso, um *checklist* de inspeção visual personalizado para avaliar pontos de conformidade estrutural, conservação e de higiene dos bebedouros foi utilizado. A metodologia desta investigação seguiu um procedimento descritivo e exploratório realizado em agosto de 2025. Os resultados obtidos mostraram que uma parte dos bebedouros apresentava inadequações quanto a sua estrutura, como pontos de ferrugem e tampas do reservatório interno sem vedação, além da presença de biofilmes em algumas bandejas e incrustações visíveis. Os parâmetros físico-químicos, em geral, atenderam à legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/2021), embora o cloro residual livre tenha resultado, em sua maioria, valores inferiores ao limite mínimo previsto na legislação. No aspecto microbiológico, foram detectados coliformes totais e *E. coli* em 35,7% dos pontos amostrados, evidenciando potenciais riscos de contaminação fecal e de doenças de veiculação hídrica para os consumidores. A análise de bactérias heterotróficas indicou crescimento significativo em alguns bebedouros (14,3%), evidenciando condições favoráveis à proliferação microbiana. Não foi identificado nenhum padrão significativo que pudesse influenciar essa perda de qualidade. Para subsidiar um melhor entendimento sobre o estudo, elaborou-se um índice composto ponderado, que considerou maior peso aos parâmetros microbiológicos (60%), seguido dos físico-químicos (30%) e estruturais (10%). Assim foi possível ranquear os bebedouros da seguinte forma: Entrada/saída de Pedestres > Did. 4 – 1º andar > Did. 5 – Térreo = Did. 5 – 1º andar = Did. 6 – Térreo = Did. 6 – 1º andar > Resun – Térreo 1 > Resun – Térreo 2 > Did. 4 – Térreo > Did. 3 – Térreo = Bicen – 1º andar. Dessa forma, conclui-se que, embora parte das amostras tenham atendido aos padrões de potabilidade, foram encontradas inadequações que pudessem comprometer a segurança hídrica, portanto, o estudo reforça a necessidade de manutenção periódica, monitoramento contínuo e medidas preventivas para assegurar a qualidade da água consumida pela comunidade acadêmica.

PALAVRAS-CHAVE: Bebedouros; Qualidade da água; Água potável; Segurança hídrica.

DRINKING FOUNTAINS WATER SAMPLE QUALITY IN A UNIVERSITY ENVIRONMENT: PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS AND STORAGE CONDITIONS

ABSTRACT: Drinking water is essential to human health, but it is constantly exposed to various contamination risks. In collective and public environments, such as universities, its consumption from drinking fountains requires greater attention to ensure adequate quality and guarantee the water safety of consumers. Thus, the objective of this study was to evaluate the quality of water samples consumed from public drinking fountains located in areas with high pedestrian traffic at the Federal University of Sergipe, São Cristóvão campus. The study was conducted at 14 collection points (13 drinking fountains and the institution's main water reservoir), following standardized sampling, preservation, and analysis protocols. The physicochemical parameters analyzed included apparent color, turbidity, pH, free residual chlorine, and temperature, while the microbiological parameters included total coliforms, *Escherichia coli*, and heterotrophic bacteria. In addition, a customized visual inspection checklist was used to assess structural conformity, conservation, and hygiene of the drinking fountains. The methodology of this investigation followed a descriptive and exploratory procedure carried out in August 2025. The results showed that some of the drinking fountains presented inadequacies regarding their structure, such as rust spots and unsealed internal reservoir lids, as well as trays with visible biofilms and encrustations. The physicochemical parameters, in general, met the current legislation (Ordinance GM/MS No. 888/2021), although the free residual chlorine mostly showed values below the minimum limit established by law. In terms of microbiology, total coliforms and *E. coli* were detected in 35.7% of the sampled points, highlighting potential risks of fecal contamination and waterborne diseases for consumers. The analysis of heterotrophic bacteria indicated significant growth in some drinking fountains (14.3%), evidencing conditions favorable to microbial proliferation. No significant pattern was identified that could influence this loss of quality. To provide a better understanding of the study, a weighted composite index was developed, giving greater weight to microbiological parameters (60%), followed by physicochemical (30%) and structural (10%) parameters. This allowed the drinking fountains to be ranked as follows: Pedestrian Entrance/Exit > Did. 4 – 1st floor > Did. 5 – Ground floor = Did. 5 – 1st floor = Did. 6 – Ground floor = Did. 6 – 1st floor > Resun – Ground floor 1 > Resun – Ground floor 2 > Did. 4 – Ground floor > Did. 3 – Ground floor = Bicen – 1st floor. Therefore, it is concluded that, although some samples met potability standards, inadequacies were found that could compromise water safety. Thus, the study reinforces the need for periodic maintenance, continuous monitoring, and preventive measures to ensure the quality of water consumed by the academic community.

KEYWORDS: Drinking fountains; Water quality; Drinking water; Water security.

1. INTRODUÇÃO

A água doce é um recurso limitado na natureza, no entanto, ela é utilizada para diversas atividades antrópicas, incluindo os setores industrial, agrícola, alimentício e, sobretudo, o consumo direto pela população. Sabe-se que a água potável desempenha funções essenciais para o corpo humano, pois contém sais minerais e serve como transporte de nutrientes (Azevedo; Pereira; Paiva, 2016), além de atuar como regulador térmico corporal, entre outras funções.

De acordo com o relatório dos serviços de abastecimento de água, que utilizou dados de 2023, cerca de 83% da população brasileira teve acesso à rede de abastecimento de água tratada (Brasil, 2025).

Segundo a Organização das Nações Unidas (2010), o acesso à água potável é um direito de todo ser humano. Segundo a definição legal, considera-se potável a água destinada à ingestão, ao preparo de alimentos e à higiene pessoal, desde que esteja em conformidade com os parâmetros de referência estabelecidos de modo a não representar riscos à saúde humana (Brasil, 2021). Do contrário, a água pode favorecer a disseminação de doenças de veiculação hídrica, como a cólera, impactando negativamente a saúde humana.

Assim, para garantir a qualidade da água destinada aos seres humanos, utilizam-se indicadores microbiológicos que permitem avaliar o grau de potabilidade. Tortora, Funcker e Case (2016), destacam o grupo dos coliformes, os quais estão presentes no trato intestinal dos humanos e em determinados animais de sangue quente. Eles relatam que as principais bactérias avaliadas nesses indicadores, são as pertencentes do grupo dos Coliformes Totais e a *Escherichia coli*, cuja existência na amostra de água pode indicar uma possível contaminação fecal ou de matéria orgânica em decomposição.

A água é altamente suscetível à contaminação por fontes externas, como descarte inadequado de resíduos sólidos, despejos industriais, uso de agrotóxicos e lançamento de esgoto. Nesse contexto, Afonso *et al.* (2025) corroboram essa descrição ao destacar que, sem o tratamento ou a conservação adequada, a água permanece exposta a contaminantes químicos, como metais pesados, agrotóxicos e poluentes orgânicos. Onde representam riscos à saúde humana e ao equilíbrio dos ecossistemas, essa condição é agravada pela presença de microrganismos

patogênicos, que intensificam sua vulnerabilidade.

A contaminação por microrganismos patogênicos pode causar problemas sérios a saúde, e um dos fatores que influenciam essa transmissão é a falta de tratamento, monitoramento e controle adequados. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), as doenças mais recorrentes relacionadas à água incluem febre tifoide, cólera, diarreia, disenteria e hepatite A, as quais comprometem a integridade hídrica e afetam a saúde pública.

Outros indicadores também devem ser considerados ao se referir à qualidade da água, destacando-se os parâmetros físico-químicos. De acordo com Henrique *et al.* (2024), a importância de realizar análises físico-químicas, como pH, turbidez, cor, cloro residual livre, metais e compostos nitrogenados, é fundamental, pois esses indicadores também podem influenciar o tratamento da água.

Segundo Lisboa *et al.* (2021), valores elevados de turbidez e cor aparente indicam a presença de partículas em suspensão que afetam o aspecto visual da água, enquanto o pH está relacionado à acidez ou alcalinidade, podendo afetar o sabor e a ação da desinfecção do cloro. Sua aplicação permite a desinfecção e a eliminação de agentes patogênicos, pois o cloro na água atua diretamente sobre esses microrganismos, inativando-os e, após a ação, mantendo-se seu nível residual no sistema de abastecimento, garantindo a eficácia do processo (Oliveira Júnior; Silva; Prado, 2023).

Assim, diante do crescente risco relacionado à água, a partir da década de 70 do século XX, foram criadas legislações específicas voltadas à potabilidade da água no Brasil, com foco em procedimentos de controle e vigilância da qualidade, definindo parâmetros microbiológicos, físico-químicos e radiológicos, acompanhados de seus respectivos valores máximos (Formaggia; Souza, 2021). Ao longo dos anos, as regulamentações passaram por revisões e atualizações, evidenciando a relevância da proteção à saúde e da integração de aspectos ambientais e de saneamento. A legislação atualmente em vigor é a da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021.

No que se refere ao consumo de água em bebedouros públicos, a atenção e a preocupação são as mesmas, sendo necessário avaliar as particularidades de cada local e a frequência de uso. Sendo assim, verifica-se que para a promoção da saúde e segurança da sociedade, é fundamental atender às exigências dos padrões de potabilidade da água servida nos mais diversos locais, como centros comerciais,

academias, hospitais, clínicas, escolas e universidades, que utilizam, na maioria das vezes, bebedouros para oferecer acesso a água durante a permanência do ser humano no local. Em particular, no que se refere aos espaços das universidades, são ambientes com grande fluxo de estudantes, onde, a depender das atividades realizadas, podem permanecer por longos períodos do dia, recorrendo ao consumo de água por meio de bebedouros públicos. E, assim, como esses equipamentos são de uso coletivo, é necessário redobrar a atenção ao risco de disseminação de doenças por ingestão de água contaminada (Silva *et al.* 2020).

Essa preocupação é relevante, pois a qualidade da água nesses locais é afetada predominantemente pelo mau uso da própria comunidade acadêmica, seja por contaminações diretas, como o contato com o bico de saída da água ou com o reservatório interno, ou por contaminações indiretas, como o uso de recipientes não higienizados e a dispersão de partículas no ambiente. Esses fatores refletem hábitos de uso e higiene variados e muitas vezes desconhecidos, somando-se ainda à falta de limpeza e manutenção adequada do aparelho por pessoal capacitado.

Portanto, nesse contexto, torna-se relevante avaliar a qualidade da água fornecida pelos bebedouros, visto que sua inadequação é possível e pode acarretar riscos à saúde humana, sendo fundamental realizar monitoramentos que assegurem a qualidade adequada da água servida. Com isso, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a qualidade de amostras de água provenientes de bebedouros selecionados nos locais de maior movimentação de pessoas na Universidade Federal de Sergipe, *campus* São Cristóvão, além do reservatório geral do *campus*.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem adotada para essa investigação envolveu uma combinação metodológica considerando um estudo descritivo e exploratório do tipo qualitativo, além de características de um estudo de campo.

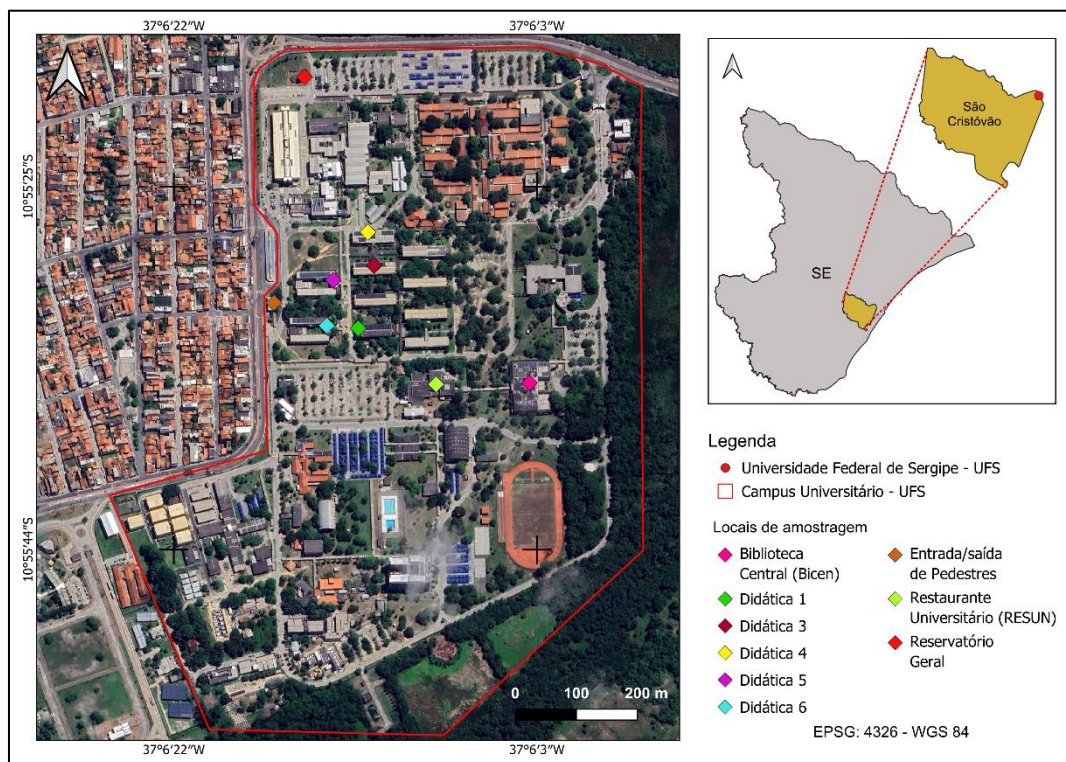
2.1. ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi conduzido na cidade universitária da Universidade Federal de Sergipe, em São Cristóvão, no estado de Sergipe. Esse *campus* conta com uma área

construída de aproximadamente 253.095 m², situado nas coordenadas geográficas centrais 10°55'29.61"S e 37° 6'2.67"O, com cerca de 30.000 estudantes, além de professores, técnicos e pessoal de empresas terceirizadas, que frequentam as mais diversas instalações acadêmicas. As suas edificações são compostas principalmente por blocos administrativos, laboratórios, centro de convivência, unidades departamentais, salas de aula, biblioteca, restaurante universitário, entre outros espaços (Universidade Federal De Sergipe, 2025).

Para o planejamento de amostragem, após vistoria preliminar a todos os bebedouros do *campus*, foram selecionados estrategicamente 09 áreas de investigação, totalizando 14 pontos de coleta: 13 bebedouros, selecionados por serem os mais representativos em termos de uso pela comunidade acadêmica: Biblioteca Central (Bicen), Didática 1 (Did.1), Didática 3 (Did.3), Didática 4 (Did.4), Didática 5 (Did.5), Didática 6 (Did.6), Portão de entrada/saída de pedestres, Restaurante universitário (RESUN) e 1 ponto no reservatório geral de água do *campus*. Todos esses pontos podem ser observados na Figura 1. O reservatório geral de água entrou na seleção por ser a origem de distribuição de água para as demais infraestruturas do *campus*, mas é importante ressaltar que essa água potável, recebida da concessionária de água pública do estado, é considerada, dessa forma, com a qualidade adequada referente aos parâmetros físico-químicos e biológicos previstos na normativa vigente de potabilidade de água. Nesse sentido, essa investigação concentra-se no que ocorre no escopo definido na área de estudo. Visando ao rigor estatístico e à reprodutibilidade dos dados, as coletas foram realizadas em duplicata analítica, com triplicata em casos de incerteza dos resultados.

Figura 1 - Mapa de localização das áreas de investigação dentro do campus da Universidade Federal de Sergipe (UFS), em São Cristóvão/SE.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

2.2. PROCEDIMENTO DE COLETA

No procedimento de coleta, para evitar qualquer interferência externa nos resultados das amostras, foram utilizados os seguintes materiais durante o manuseio: luvas de látex descartáveis, máscaras cirúrgicas, álcool 70% e gazes. Com isso, foi utilizado o seguinte protocolo: seleção da torneira para a coleta da amostra (em geral, a torneira original do bebedouro, quando havia); desinfecção da área externa da torneira, inclusive o local de saída do fluxo de água, com o uso de uma gaze embebida em álcool 70%; abertura da válvula da torneira para permitir o escoamento da água por 2 a 3 minutos; coleta de uma amostra de água em frasco plástico estéril descartável de 120 mL contendo tiosulfato (substância utilizada para neutralizar o cloro residual livre presente na água) para análise dos parâmetros microbiológicos; coleta de uma amostra de água em frasco plástico estéril descartável de 500 mL para análise dos parâmetros físico-químicos; coleta de uma amostra de água em frasco

plástico para medição *in loco* da temperatura da água (amostra não armazenada); acondicionamento das amostras em uma caixa térmica contendo placas de gelo artificial em gel para o transporte. Após a coleta, todas as amostras foram enviadas imediatamente ao laboratório responsável pelas análises, a HC Labtec, pertencente à empresa HC Construções e Projetos Ambientais.

Todos os procedimentos para a coleta e preservação das amostras de água seguiram a metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2023) e no Guia Nacional de coleta e preservação de amostras (2023). Ademais, durante a realização das coletas, foram utilizadas fichas para registrar as condições físicas e de conservação dos bebedouros (maiores detalhes no item 2.5) e, além disso, foram realizados registros fotográficos para subsidiar detalhes visuais adicionais do local e da infraestrutura.

Em relação à campanha de amostragem, o dia da coleta principal foi 29 de agosto de 2025, no entanto, após verificação de incertezas de resultados em alguns pontos amostrais, foram realizadas coletas complementares em 02 de setembro de 2025 para a validação de resultados que apresentaram incertezas analíticas.

2.3. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

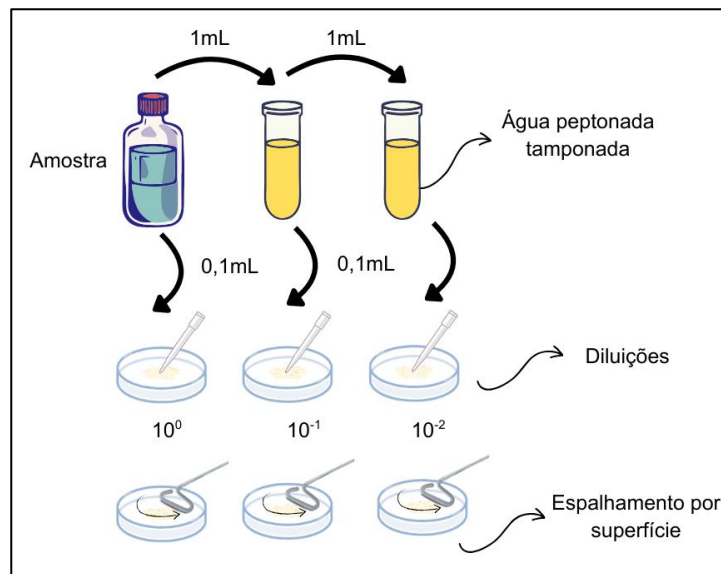
Para os bioensaios foram analisados três parâmetros microbiológicos: Coliformes totais, *Escherichia coli* e Bactérias Heterotróficas. Os ensaios realizados em laboratório seguiram a referência de análises ambientais apresentados no (SMEWW, 2023).

As análises bacteriológicas foram realizadas por meio do método cromogênico/enzimático, que emprega substratos específicos que reagem com enzimas características de determinados microrganismos, resultando em uma reação visível. Esse é um método considerado rápido para a detecção simultânea da presença (ou ausência) de coliformes totais e *Escherichia coli* em água. As bactérias classificadas como coliformes totais produzem a enzima β -galactosidase, responsável por liberar um cromógeno que altera a coloração da amostra caso haja a presença desses microrganismos (SMEWW, 2023). Por sua vez, a *Escherichia coli*, que sintetiza a enzima β -glucuronidase, permite sua identificação na amostra pela emissão de fluorescência azulada, quando exposta à luz ultravioleta (UV) no comprimento de onda longo (365–366 nm) (SMEWW, 2023).

Com base no método aplicado, cada amostra contendo 100 mL de água recebeu o substrato enzimático e foi homogeneizada para garantir a completa dissolução do reagente. Em seguida, as amostras foram incubadas em uma estufa bacteriológica a 35 °C por 24 horas. Após esse período, os resultados foram interpretados conforme as alterações visuais, sendo observadas duas possibilidades: a mudança para uma coloração amarela intensa, indicando a presença de coliformes totais, ou, caso essa coloração esteja acompanhada de fluorescência azulada (sob luz ultravioleta de $\lambda = 365$ nm em uma câmera escura), confirma-se a presença simultânea de coliformes totais e de *Escherichia coli*.

Para a análise de bactérias heterotróficas, utilizou-se o método de espalhamento por superfície em placa (*spread plate*). Essa técnica envolve a realização de diluições seriadas, nas quais 1 mL da amostra é transferido para um tubo contendo 9 mL de caldo de água peptonada tamponada, obtendo a diluição 10^{-1} , posteriormente esta etapa é repetida de modo a obter a diluição 10^{-2} , sendo necessárias para favorecer o crescimento isolado dos microrganismos. Em seguida, 0,1 mL das diluições de cada amostra são inoculadas na superfície em placas de Petri com meio *Plate Count Ágar* (PCA) previamente solidificado. O material é então distribuído uniformemente sobre o meio utilizando uma alça de Drigalski previamente esterilizada na chama de um bico de Bunsen, garantindo assepsia e evitando contaminações externas (Figura 2). Após a incubação em estufa bacteriológica a 35 °C por 48 horas, realiza-se a contagem das colônias desenvolvidas na superfície do meio, expressando os resultados em Unidades Formadoras de Colônia por mililitro (UFC/mL).

Figura 2 – Representação ilustrativa do método de análise microbiológica por espalhamento por superfície, utilizado nas amostras de água no presente estudo.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

2.4. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Foram determinados cinco parâmetros físico-químicos para auxiliar na avaliação da qualidade das amostras de água coletadas nos bebedouros da instituição. Os parâmetros, equipamentos e os métodos de medição utilizados estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Equipamentos e métodos aplicados para a determinação dos parâmetros de qualidade das amostras de água.

Parâmetro (unidade)	Equipamento/Marca/Modelo	Método de medição
Cor Aparente (uH)	Medidor de cor portátil/Cor Max/Versão 12.0	Colorimétrico Platina-cobalto - SMEWW 2023, 2120 B
Turbidez (uT)	Turbidímetro/HANNA/HI98703	Relação nefelométrica (90°), relação entre dispersão e luz transmitida; - SMEWW 2023, 2130B

pH	Medidor de bancada (pHmetro)/HANNA/HI3512	Eletrodo combinado de pH - SMEWW 2023, 4500 H ⁺ B
Cloro Residual Livre (mg/L)	Fotômetro portátil/HANNA/HI97734	Colorimétrico DPD (N,N-dietil-p-fenilenodiamina) - SMEWW 2023, 4500 Cl G
Temperatura (°C)	Termômetro de mercúrio de vidro	Imersão parcial - SMEWW 2023, 2550

Fonte: Próprio Autor, 2025.

2.5. ANÁLISE VISUAL DA QUALIDADE DOS BEBEDOUROS

Para obtenção de informações de percepção visual, foi realizado um *checklist* seguido de registros fotográficos dos dispositivos e das gases pós-limpeza, visando identificar as condições higiênico-sanitárias e de conservação dos 13 bebedouros avaliados no presente estudo. Algumas informações foram obtidas pelo setor responsável pela manutenção do equipamento da UFS. O *checklist* contemplou questões relacionadas às condições da parte externa dos bebedouros e das torneiras, vazamento, conservação, à presença de sujidades e limo, bem como à existência e atualização dos registros da equipe de manutenção (adesivos da empresa contratada pela UFS). Além disso, buscou verificar se os equipamentos apresentavam sinais de desgaste, mau uso, corrosão e incrustações significativas, contribuindo, assim, para uma avaliação mais precisa da higiene e da funcionalidade do dispositivo. O Quadro 2 apresenta os campos avaliados no *checklist*.

Quadro 2 - *Checklist* elaborado para a avaliação das condições visuais e da qualidade dos bebedouros.

PERGUNTAS	
1. A bandeja do bebedouro se encontra limpa (sem poeira, limo ou sujeira)?	2. A estrutura externa do bebedouro se encontra com ferrugem ou algum outro dano visível?
3. Há presença de algum tipo de sujeira, na parte externa do bebedouro (em cima	4. As torneiras do bebedouro estão funcionando?

do reservatório interno)?	
5. Alguma torneira encontra-se quebrada ou com vazamentos? Caso sim, quantas torneiras.	6. A mangueira que liga a fonte de água para o bebedouro se encontra com algum vazamento ou dano?
7. A tampa do reservatório do bebedouro encontra-se vedada?	8. O resfriamento está funcionando corretamente (água sai gelada)?
9. A parte externa do filtro encontra-se em bom estado?	10. O filtro contém alguma identificação do INMETRO?
11. O filtro contém alguma identificação que visualize o prazo de validade do filtro?	12. Há algum registro de limpeza no bebedouro?
13. O bebedouro tem selo do INMETRO?	14. Aspecto da água (odor, cor)?

Fonte: Próprio Autor, 2025.

2.6. ANÁLISE ESTÁTISTICA DA QUALIDADE GERAL DOS BEBEDOUROS

Para melhorar o entendimento dos resultados, foi conduzida uma análise estatística descritiva para a construção de um índice composto ponderado, em que os resultados obtidos (microbiológicos, físico-químicos e estruturais) foram convertidos em valores numéricos (notas), com pesos proporcional aos seus níveis de importância relativa para a qualidade da água, agregados em um índice final e ordenados para comparação entre unidades avaliadas.

As notas foram atribuídas em uma escala de 1 a 5, em que 5 equivale a desempenho muito bom e 1 a desempenho muito ruim. A utilização dessa escala permitiu transformar resultados qualitativos em valores numéricos, o que viabilizou a aplicação dos pesos definidos para cada grupo de parâmetros. Em relação a atribuição dos valores dos pesos, foi definido o seguinte: parâmetros microbiológicos possuíram peso 1 de 60%, físicos-químicos peso 2 de 30% e condições dos bebedouros (*checklist*) peso 3 de 10%.

Os pesos atribuídos não foram baseados em uma metodologia previamente publicada, mas definidos a partir de critérios próprios, considerando a relevância relativa de cada grupo de parâmetros para a qualidade da água e para a saúde dos usuários. Os parâmetros microbiológicos receberam maior peso por estarem diretamente relacionados a doenças de veiculação hídrica, uma vez que a presença de bactérias do grupo de coliformes totais, indicam uma possível fonte de contaminação fecal, onde a bactéria do gênero *Escherichia coli*, pode ocasionar situações adversas a saúde, como diarreia, cólicas abdominais, infecções e entre

outras (Brasil, 2014; Mahmud *et al.* 2020).

Já os parâmetros físico-químicos (cor aparente, pH, turbidez e cloro residual livre) receberam peso 2, pois não estão diretamente associados a doenças de veiculação hídrica, mas sim à eficiência do tratamento, influenciando também a aceitação do consumo humano, o comprometimento de tubulações e equipamentos, bem como a ação de desinfecção da água (Brasil, 2021; Morais *et al.*, 2016; Adam; Oliveira, 2024). E, por fim, aos resultados das condições estruturais dos bebedouros foi atribuído um peso 3, sendo determinados de acordo com a classificação comparativa da análise das condições visuais dos bebedouros.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ANÁLISE VISUAL DA SITUAÇÃO DOS BEBEDOUROS

Após a visitação a todos os bebedouros, o *checklist* elaborado serviu como referência para observação detalhada da qualidade dos dispositivos, contemplando aspectos como estrutura externa, bandeja coletora, torneiras, filtros e registros de limpeza. Assim, foi verificado que a maioria dos bebedouros encontravam-se dispostos próximos aos banheiros e/ou nos corredores (exceto os do restaurante universitário e do portão de entrada/saída de pedestres, que encontravam-se imediatamente ao lado da sua porta de acesso) e em áreas cobertas. No que concerne às estruturas externas, verificou-se que a maioria dos bebedouros (54%) não apresentavam sinais de agravamento por oxidação (ferrugem), e quando havia (em 6 unidades) eram localizados nas laterais ou na parte frontal (Did. 3 – Térreo; Resun Térreo 2; Did. 4 – Térreo; Did. 5 – 1º andar; Did. 6 – Térreo; Did. 6 – 1º andar), como ilustrado em alguns exemplos apresentados na Figura 3. Todos os equipamentos avaliados não possuíam sinais de amassados ou outros tipos de danos estruturais mecânicos, e eles possuíam o selo do INMETRO, no entanto, os selos se encontravam deteriorados em parte decorrência do tempo. A exceção foi a unidade localizada no Resun Térreo 2, que não possuía esse selo.

Em relação às tampas dos reservatórios internos de água, constatou-se que, em sua maioria (85%), elas estavam vedadas com fita isolante, entretanto, dois bebedouros (Resun térreo 2 e Portão entrada/saída de pedestres) as tampas estavam desprovidas de vedação, possibilitando facilmente o acesso direto ao interior do reservatório e um risco para contaminações (Figura 3). Ademais, identificou-se a

presença de poeira (do próprio piso ou da atmosfera que decanta) sobre os reservatórios, caracterizando um nível mínimo de sujeira na maior parte dos equipamentos, condição que pode comprometer, em certo grau, a qualidade da água armazenada.

Figura 3 - Registros fotográficos de bebedouros, evidenciando aqueles em condições satisfatórias e insatisfatórias na estrutura externa.



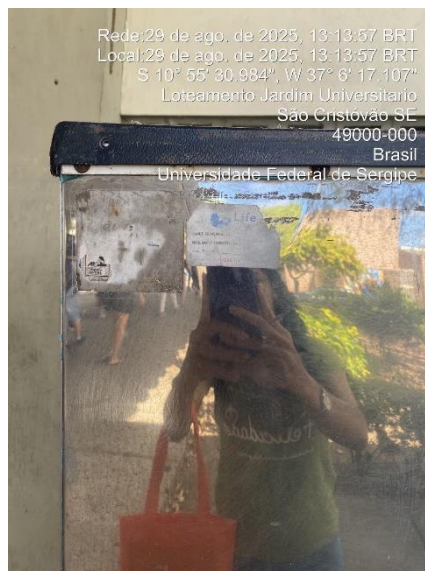
a) Parte externa sem ferrugens, Did. 1 - Térreo.



b) Parte frontal e lateral com ferrugens, Did. 6 – 1º andar.



c) Tampa do reservatório vedada, Did. 5 – 1º andar.



d) Tampa do reservatório sem vedação e aberta, Portão entrada/saída de pedrestes.

Silva *et al.* (2020) apresentaram resultados semelhantes ao analisar 26 bebedouros do *Campus* Universitário Paulo VI da Universidade Estadual do Maranhão, dos quais 5% apresentaram algum tipo de avaria estrutural, incluindo ferrugem, vazamentos e falhas no sistema de refrigeração.

No *campus* da UFS, em relação à bandeja coletora, verificou-se que todos os bebedouros apresentavam algum nível de sujeira, provavelmente devido ao grande uso por parte das pessoas e à falta de manutenção e de limpeza diária. Ressalta-se que essa bandeja corresponde ao compartimento por onde a água proveniente da torneira escoar até a rede coletora de esgoto. Em contato com o pessoal da empresa terceirizada responsável pela limpeza interna dessas edificações, foi informado que eles não têm responsabilidade formal de prestar a limpeza ou a manutenção técnica dos bebedouros, mas realizam, por iniciativa própria, algumas medidas de higiene e zelo, conforme a necessidade, para deixar o ambiente mais agradável e arrumado.

No que se refere ao registro de limpeza, constatou-se que nenhum dos bebedouros avaliados apresentava anotação das datas de higienização por pessoal treinado. De acordo com o Departamento de Manutenção Patrimonial (DIMP) da UFS, os registros de limpeza são realizados periodicamente. No entanto, essas informações não ficam disponíveis nos bebedouros, e sim armazenadas exclusivamente no sistema de Gerenciamento Livre de Parque de Informática (GLPI). Nos bebedouros havia apenas etiquetas informando a data da última manutenção preventiva realizada, que de acordo com o edital do pregão eletrônico n.º 025/2021, publicado no site da Universidade Federal de Sergipe, as manutenções preventivas devem ocorrer trimestralmente, contemplando procedimentos de limpeza e higienização geral do equipamento, substituição dos filtros internos e externos, reaperto das conexões e verificação do funcionamento eletroeletrônico.

Em relação à empresa privada contratada para realizar o serviço de limpeza nos bebedouros, ela informou que a manutenção é realizada trimestralmente. Contudo, visitas mensais também ocorrem conforme a necessidade e em função da qualidade da água da instituição. Quanto aos produtos utilizados para a limpeza, no reservatório, são aplicados esponja e detergente neutro; para as partes externas de alumínio, utiliza-se produto multiuso; e, para as conexões (parafusos), utiliza-se desengripante.

No entanto, em relação às bandejas, as observações deste estudo identificaram a presença de limo (biofilme) em seu interior (na maioria, em suas laterais) e, em determinados casos, o entupimento do ralo de drenagem, o que ocasionava acúmulo momentâneo de água, dificultando o escoamento adequado. Adicionalmente, foram identificados pontos de ferrugem, incrustações e sinais de pequenos reparos (massa adesiva), indicando processo de deterioração e ações corretivas nessa parte do equipamento (Figura 4).

Figura 4 – Registros fotográficos dos bebedouros, evidenciando aqueles em condições inadequadas na bandeja coletora.



a) Bandeja com incrustações e ferrugens, Did.3 – 1º andar. e b) Bandeja com limo, Did. 6 – 1º andar.

Fonte: Próprio Autor, 2025.

Quanto à situação das torneiras, elas não se encontravam quebradas sendo consideradas em bom estado de funcionamento, porém, verificou-se que em 10 dos 13 bebedouros, ou seja em 77%, houve a substituição de ao menos uma das torneiras originais (cromada) por uma de plástico (do tipo jardim preta), o que sugere que esse item está sujeito a uma elevada frequência de defeitos, seja por mau uso ou grande demanda de manuseio que fadiga a peça. Em dois locais, Did. 4 – térreo e Did. 5 – 1º andar, foi identificada a presença de biofilmes bem visíveis ao redor das torneiras,

indicativos de possíveis pontos de vazamento na peça (Figura 5a). Além disso, observou-se que a parte interna das torneiras apresentavam acúmulo de sujidade, condição que pode comprometer a qualidade da água consumida (Figura 5b). Ressalta-se que os aspectos relacionados à cor e ao odor da água não apresentaram mudanças perceptíveis aos olhos nus, sendo considerados, em princípio, satisfatórios.

Figura 5 - Registros fotográficos dos bebedouros, evidenciando aqueles em condições inadequadas para as torneiras e em seu interior.



a) Torneira com limo ao redor (Did.4–
térreo).



b) Gaze com limo retirado de uma
das torneiras (Did.5 – 1º andar).

Fonte: Próprio Autor, 2025.

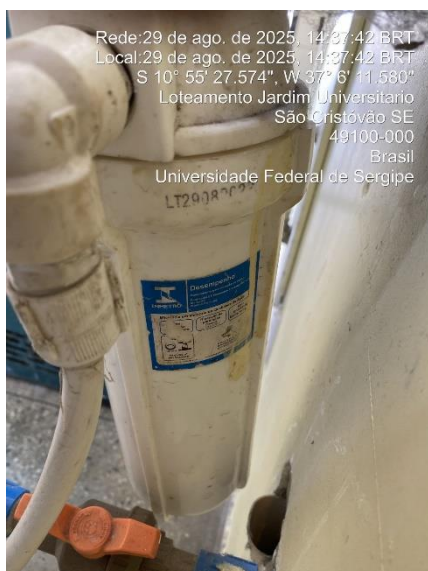
Em relação à temperatura da água nos bebedouros, ela é influenciada pelas condições do ambiente externo, do ciclo de reposição da água no reservatório e do funcionamento do sistema de refrigeração. Segundo Heller e Pádua (2010), recomenda-se que, para o consumo, que a água esteja entre 5 e 15°C, onde abaixo do limite inferior dessa temperatura pode irritar a parede interna do estômago, e acima de 15°C torna-se menos agradável ao paladar. Esses autores também relataram que temperaturas acima dessa recomendação, entre 25 e 50°C, não são desejáveis, pois favorecem a multiplicação de microrganismos.

Nas medições das amostras de água dos bebedouros, as temperaturas variaram entre 9 e 28 °C. Com destaque para aqueles com as temperaturas entre 15

e 25°C: Did. 1 – térreo (16 °C); Did. 4 – térreo (20 °C); Did. 5 – térreo (16 °C); Did. 5 – 1º andar (16 °C); Did. 6 – 1º andar (17 °C); Resun – térreo 1 (16 °C); Resun – térreo 2 (20 °C), ou seja, em 54% das amostras. Contudo, por serem valores próximos da recomendação pela literatura, não foram considerados com elevados riscos para à saúde. Em apenas dois locais, Did. 6 – térreo e Entrada/saída de pedestres, foram registradas temperaturas de 27 e 28 °C, respectivamente, ou seja, em 15% das amostras. Ressalta-se que o bebedouro da entrada/saída de pedestres, que apresentou a maior temperatura, ele não estava conectado à tomada de energia no momento da medição, pois o equipamento, segundo relato dos seguranças do local, apresentou problemas de eletricidade, com risco de choque elétrico. Já no caso da Did. 6 – térreo, o resultado pode indicar uma falha no sistema de resfriamento da água.

Em relação aos filtros, são elementos essenciais para a qualidade da água dos bebedouros, pois são responsáveis pela retenção de partículas sólidas e de algumas bactérias, dependendo do modelo. Na análise realizada, constatou-se que todos os bebedouros possuíam filtros acoplados à sua parte externa, conectando o ponto de água da edificação ao reservatório do bebedouro. Sendo considerados pela inspeção visual externa, íntegros e em boas condições de uso, sem danos, vazamentos ou qualquer indicação de inadequação. Observou-se ainda que a grande parte dos equipamentos possuía o selo do INMETRO, porém, dois locais, o Resun – Térreo 1 e a Entrada/saída de pedestres, não apresentavam tal certificação no filtro (Figura 6). Ressalta-se, contudo, a ausência de registros visíveis que indicassem a validade dos filtros e o tipo de meio filtrante utilizado, aspectos relevantes para o controle da qualidade e da segurança do consumo da água.

Figura 6 - Registros fotográficos dos bebedouros, evidenciando aqueles em condições satisfatórias e inadequações em relação ao filtro.



- a) Filtro com o selo do INMETRO (Did.4 – Térreo).
b) Filtro sem o selo do INMETRO (Resun – Térreo 1).

Fonte: Próprio Autor, 2025.

Ao final destas avaliações, foi realizado o cálculo de um indicador percentual de desempenho utilizando 14 questões estruturadas (Quadro 2), com respostas possíveis de “sim” ou “não” e das avaliações observadas anteriormente. Cada questão foi previamente definida como de caráter positivo ou negativo, de modo que a interpretação das respostas se ajustasse ao sentido da pergunta. Nas questões de caráter positivo, a resposta “sim” foi considerada como indicativo de condição adequada, classificada como “bom”, enquanto a resposta “não” foi interpretada como “ruim”. Já nas questões de caráter negativo, a lógica foi invertida: a resposta “sim” foi considerada “ruim” e a resposta “não” foi interpretada como “bom”.

Com base nos percentuais obtidos, estabeleceu-se uma escala de classificação qualitativa própria, destinada a facilitar a interpretação dos resultados (Quadro 3). A aplicação desses critérios possibilitou enquadrar cada equipamento em sua respectiva classificação, permitindo não apenas a avaliação individual de cada item segundo os aspectos técnicos observados, mas também, a síntese do estado geral dos

bebedouros, o que favoreceu a identificação objetiva de suas condições de conservação.

Quadro 3 - Critérios de classificação baseado nas condições estruturais dos bebedouros através do *checklist*.

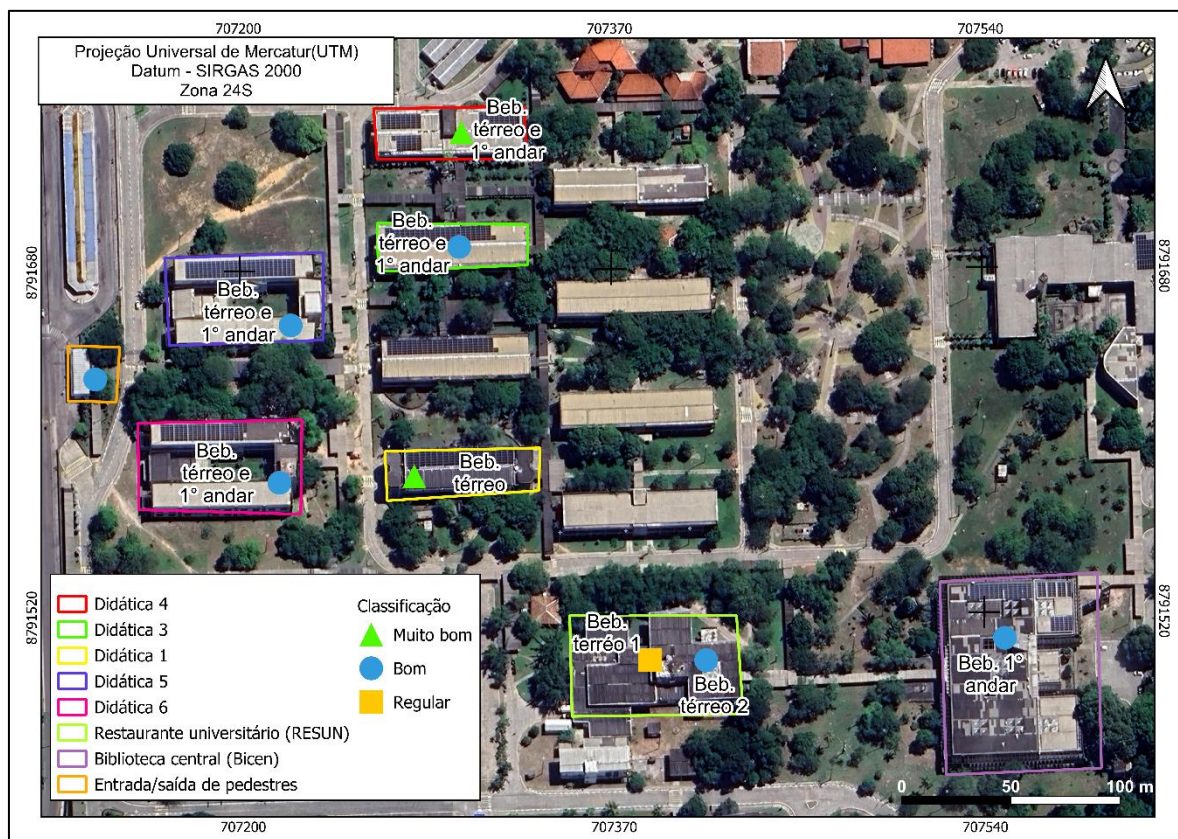
Percentual	Classificação
< 25%	Ruim
25 a 50%	Regular
> 50 a 75%	Bom
≥ 75%	Muito bom

Fonte: Próprio Autor, 2025.

Assim, com base nessa classificação adotada, foi possível combiná-la com geolocalização dos bebedouros e gerar uma imagem que pudesse ilustrar tal análise (

Figura 7) destacando os resultados segundo os critérios definidos.

Figura 7 - Mapa da classificação das condições dos bebedouros do *campus* de São Cristóvão segundo o *checklist* aplicado.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

Observa-se que apenas os bebedouros localizados nas unidades Didática 1 e Didática 4 foram classificados como “Muito bom” indicando uma margem reduzida de excelência entre os pontos avaliados, por outro lado, nenhum foi classificado como “Ruim”.

Na faixa de classificação, dos 13 bebedouros analisados, seis (46%) foram considerados em “Bom” estado. Entre eles, destacam-se os bebedouros das unidades Didática 3, Didática 5, Didática 6, Entrada/saída de pedestres e da BICEN, todos apresentando boas condições de uso. No Restaurante Universitário (Resun), que possui dois bebedouros, um ao lado do outro, os resultados foram mistos: o bebedouro identificado como "Resun térreo 2" foi classificado como "Bom", enquanto o "Resun térreo 1" apresentou condição "Regular", indicando necessidade de atenção para melhoria.

Após a avaliação do *checklist*, específicos para os bebedouros, as discussões a seguir, referentes às análises físico-químicas e microbiológicas, incluem também o ponto de amostragem referente ao reservatório geral de água da UFS, e portanto, apresentam mais um ponto de análise, totalizando 14 locais (13 bebedouros e 1

reservatório geral da UFS).

3.2. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

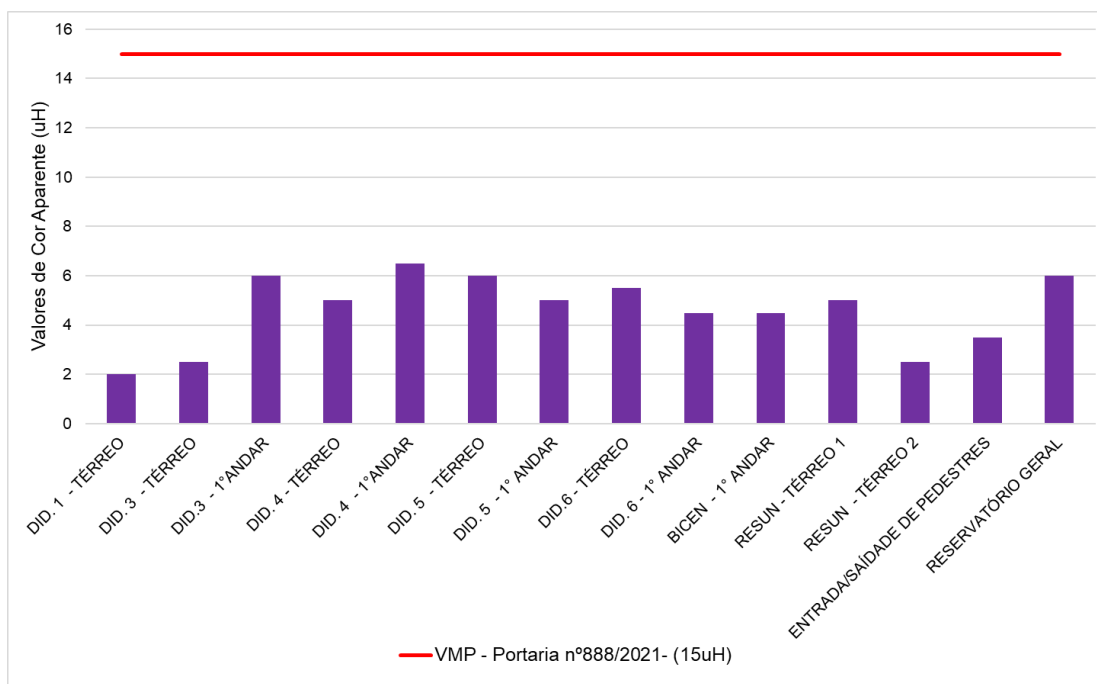
3.2.1. Cor Aparente

A variação da cor na água pode ser afetada pela existência de material orgânico, podendo ser também devido à presença de metais dissolvidos, como o ferro e manganês, seja por despejos de efluentes industriais ou devido às condições da rede de distribuição (Heller; Pádua, 2010). A análise da cor da água pode ser classificada em cor aparente, resultante das partículas em suspensão, e cor verdadeira, obtida após a remoção desse material por centrifugação ou filtração (Feltman, 2022).

Sabe-se que o aspecto visual da água está entre as percepções relevantes para o ser humano, em que, ao perceber uma alteração na coloração, ele pode rejeitar a ingestão da água e classificá-la como indesejável. A cor aparente compõe o conjunto de parâmetros organolépticos, que se caracteriza por provocar estímulos sensoriais que influenciam diretamente a aprovação para consumo humano, mas não implica, necessariamente, riscos à saúde (Brasil, 2021). No entanto, a rejeição humana, pode recorrer a fontes alternativas menos seguras, bem como, compromete a adequada hidratação, essencial para processos fisiológicos como a regulação térmica do organismo (Heller; Pádua, 2010). Além disso, outro ponto importante relacionado à substâncias que provocam cor à água, é a reação do cloro com a matéria orgânica dissolvida, que pode resultar na formação de subprodutos potencialmente cancerígenos, como os trihalometanos (Brasil, 2014).

Para a análise deste parâmetro, seguiu-se o que está descrito na Portaria GM/MS nº888/2021 cujo limite máximo permitido é de 15 uH (unidades Hazen), o que significa que a água distribuída para consumo humano deve apresentar valores abaixo deste limite. Como evidenciado no Gráfico 1, todas as amostras atenderam ao requisito legal, obtendo resultados que variaram entre 2 a 6,5 uH.

Gráfico 1 - Resultados de cor aparente de 14 amostras de água em diferentes pontos de coleta em comparação com o limite estabelecido pela Portaria nº888/2021.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

Portanto, os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que a água fornecida pelos bebedouros está em conformidade com a legislação vigente e sem a presença de materiais que alterem de forma significativa a coloração da água, o que não afeta a sua aceitabilidade nem causa riscos à saúde humana.

Esses resultados estão de acordo com os estudos realizados por Silva *et al.* (2019), onde todas as amostras de água coletadas em bebedouros resultaram em valores inferiores a 15 uH. No entanto, em outro estudo, realizado por Brito, Norat e Ribeiro (2019), destacam que das amostras de água analisadas em bebedouros, mais da metade dos valores obtidos foram superiores ao limite máximo estabelecido pela legislação, este fato foi relacionado com a quantidade de ferro presente na água e com a remoção da coloração no sistema de tratamento.

3.2.2. Turbidez

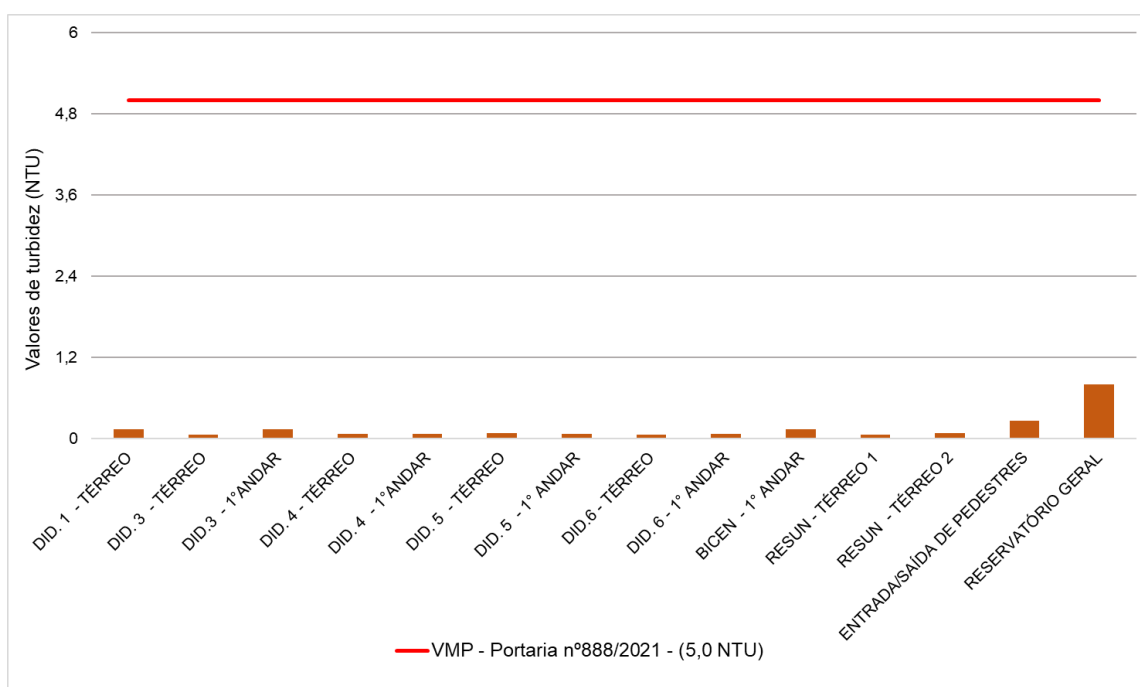
A turbidez é definida como a diminuição da intensidade da luz ao transpassar pela água, a qual é causada pela presença de partículas em suspensão, como areia, silte, algas e bactérias, que acabam absorvendo e espalhando o feixe luminoso. Logo, a turbidez, indica a presença tanto de materiais orgânicos e inorgânicos em suspensão, fazendo com que a água fique com uma aparência turva (CETESB, 2020).

Valores inferiores a 5 unidade nefelométrica de turbidez (NTU) indicam

qualidade satisfatória para consumo humano conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, sendo que a OMS (WHO, 2017) reforça que valores inferiores a 1 NTU são os mais recomendáveis para garantir a segurança da água potável para os consumidores. Além disso, nas estações de tratamento de água (ETAs), a água deve estar com turbidez igual e/ou inferior a 0,5 NTU a fim de garantir a eficácia da etapa de desinfecção, pois a presença de partículas suspensas e matéria orgânica podem proteger microrganismos patogênicos, dificultando o contato do desinfetante com estes, como também aumenta o consumo de cloro, reduzindo o residual livre disponível para manter a qualidade da água até a distribuição (WHO, 2017).

No Gráfico 2 são apresentados os resultados da medição do parâmetro turbidez, sendo evidenciando que os valores obtidos ficaram bem abaixo do limite estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, registrando valores inferiores a 1 NTU.

Gráfico 2 - Resultados de turbidez de amostras de água em diferentes pontos de coleta em comparação com o limite estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

Em análises realizadas por Herbs *et al.* (2023) em amostras de água de bebedouros, em diferentes instituições de ensino, foram constatados valores de turbidez que variaram entre 0,06 e 1,64 NTU, ou seja, também em conformidade com a legislação vigente. Esses valores mostraram-se similares aos observados no presente estudo, em que a turbidez da água dos bebedouros esteve entre 0,05 e 0,26 NTU.

Apesar da conformidade obtida em ambos os estudos, é evidente a necessidade de monitoramento periódico deste parâmetro supracitado, uma vez que é um indicador essencial para avaliar a qualidade da água, pois pode comprometer a desinfecção e, conseqüentemente, afetar a população microbiana presente na água. De modo semelhante à presença da cor, intensifica esse efeito.

3.2.3. pH

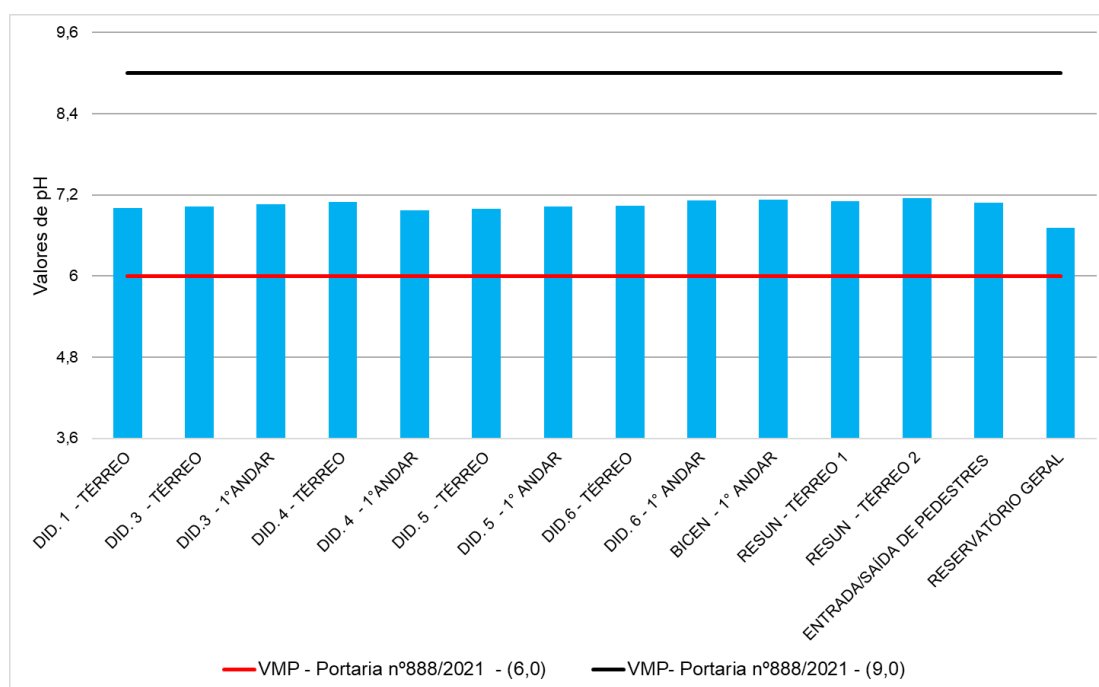
O pH, ou potencial hidrogeniônico, é uma medida química que indica se a água apresenta caráter ácido ou básico de acordo com a concentração de íons hidrogênio presentes (Maciel; Reis; Ramalho, 2022). Ainda segundo os autores, dentro da escala, valores inferiores a 7,0 indicam acidez, e superiores indicam basicidade, sendo considerada neutra quando o valor é igual à 7,0.

Conforme Morais *et al.* (2016), um valor de pH muito baixo ou muito elevado pode comprometer tubulações e equipamentos devido ao risco de corrosão ou incrustações, além disso, representa potencial prejuízo à saúde dos consumidores, pois o contato com a pele e os olhos pode provocar leves irritações. Índices de pH próximos a 7,0 indicam condições ideais para o consumo humano, sendo que a Portaria GM/MS nº888/2021 recomenda uma faixa adequada para consumo entre 6 e 9.

Os resultados das análises de pH obtidos no presente trabalho permaneceram próximos da neutralidade, variando entre 6,7 e 7,1, demonstrando que todos os pontos avaliados estavam dentro dos limites superiores e inferiores estabelecidos pela legislação vigente, como pode ser observado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Resultados de pH das amostras de água em diferentes pontos de coleta em comparação com os limites estabelecidos pela Portaria GM/MS

nº888/2021.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira *et al.* (2019), em que todas as amostras de água de bebedouros apresentaram valores dentro da faixa estabelecida pela legislação vigente. Em contrapartida, Herbs *et al.* (2023) identificaram, em duas amostras provenientes de bebedouros de instituições denominadas A e D, valores de pH inferiores ao limite mínimo permitido, correspondendo a 5,95 e 5,13, respectivamente.

Reforça-se que valores de pH em níveis adequados e seguros para o consumo, próximos a neutralidade química e em conformidade com os padrões de potabilidade, contribuem para a redução de problemas nas tubulações e asseguram a qualidade da água sem impactos negativos à saúde humana, sendo fundamental seu monitoramento frequente.

3.2.4. Cloro Residual Livre

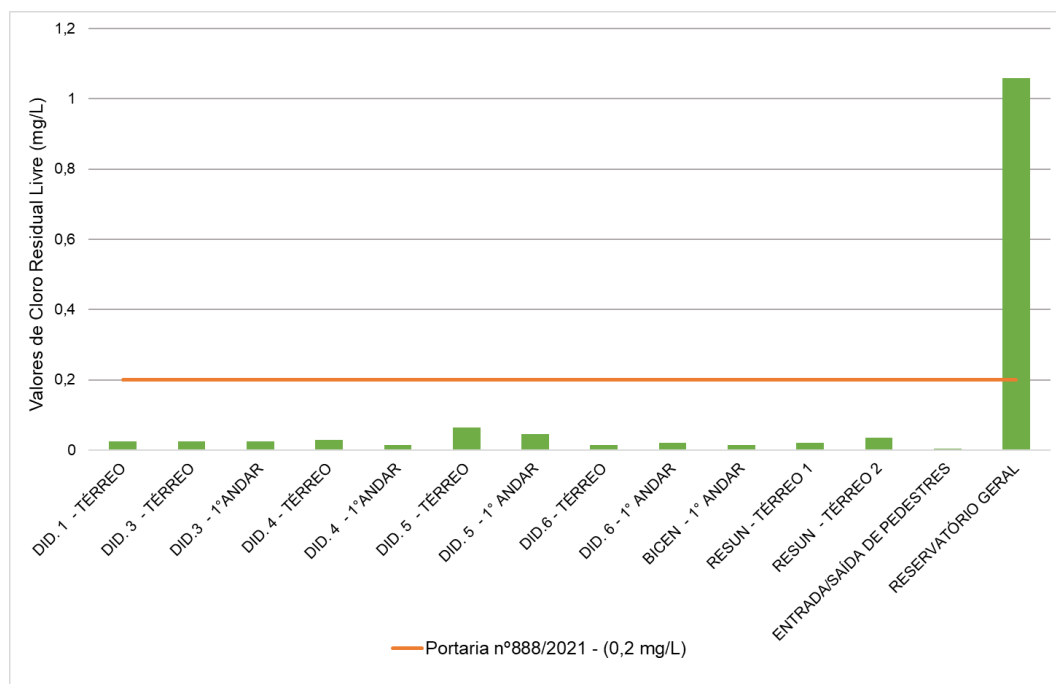
A desinfecção é a última etapa de tratamento em uma ETA, este processo pode ocorrer por diversas maneiras, como a ozonização, lâmpadas germicidas ou tradicionalmente por meio da aplicação de desinfetantes à base de cloro, tais como gás cloro, hipoclorito de sódio ou de cálcio, cuja finalidade é eliminar microrganismos potencialmente patogênicos presentes na água. Os compostos à base de cloro são

agentes químicos capazes de inativa-los em curto período de tempo e mantêm um efeito de ação residual na água que chega aos consumidores e, assim, garantem a qualidade microbiológica em toda rede de distribuição (Adam; Oliveira, 2024; Brasil, 2004).

Segundo Sanabria e De Julio (2014), o cloro em contato com a água sofre hidrólise, formando íon hipoclorito e ácido hipocloroso, substâncias conhecidas como cloro livre, que representam a fração disponível para reagir com os microrganismos permanecendo uma quantidade de cloro residual livre, fundamental para a continuidade da proteção ao longo do sistema de abastecimento.

O artigo 32 da Portaria GM/MS nº888/2021, descreve que o teor mínimo de cloro residual livre é de 0,2 mg/L no reservatório, na rede, bem como nos pontos de consumo, tendo um valor máximo permitido de 5,0 mg/L conforme o anexo 9 dessa mesma portaria (Brasil, 2021). Deste modo, pode-se observar pelo Gráfico 4, que todas as amostras de água dos bebedouros obtiveram valores abaixo do valor mínimo, sendo que somente o Reservatório Geral resultou dentro da faixa estabelecida pela portaria GM/MS nº888/2021, sugerindo que no trajeto entre o reservatório central e as edificações, o cloro residual livre foi exaurido pela demanda química e biológica da rede ou nos reservatórios internos dos prédios (locais não avaliados).

Gráfico 4 - Resultados de cloro residual livre das amostras de água em diferentes pontos de coleta em comparação com os limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº888/2021.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

Ressalta-se que concentrações inferiores a 0,2 mg/L, como observados nos bebedouros, podem representar risco de contaminação microbiológica. Segundo Lemos *et al.* (2018), valores abaixo desse limite podem indicar falhas no processo de desinfecção, necessidade de pontos adicionais de cloração ou ainda consumo excessivo do cloro residual pelo sistema, tornando-os potenciais fontes de contaminação e risco aos seres humanos. Por outro lado, os autores afirmam que, níveis superiores a 2,0 mg/L tendem a ser rejeitados pelos consumidores, uma vez que podem provocar alterações perceptíveis de gosto e odor na água.

Valores superiores ao limite máximo de 5,0 mg/L podem ocasionar efeitos adversos à saúde, como irritações na pele, nariz, olhos e dores de garganta, como também, tais concentrações podem favorecer a formação de subprodutos possivelmente cancerígenos (Oliveira; Araújo; Duarte, 2020).

A ação do cloro residual livre, ao percorrer as tubulações até os consumidores, pode decair em razão das reações com diferentes substâncias presentes na água, nas paredes das canalizações, nos reservatórios ou mesmo em pontos de vazamento (Santos, 2017).

Observou-se que o reservatório geral da UFS foi o único ponto que apresentou conformidade com a legislação aplicável. E a explicação para que os valores de cloro residual livre dos bebedouros estejam abaixo dos valores da portaria, pode estar no

trajeto do reservatório geral de água até os bebedouros e nos filtros utilizados nos bebedouros. Ao longo do sistema de tubulação da rede da UFS, parte do cloro residual pode ter sido consumido devido às condições do trajeto, ou seja, em função de ações de desinfecção de percurso. Por outro lado, segundo a empresa contratante responsável pela manutenção dos bebedouros, foi informado que o tipo de filtro utilizado é de carvão ativado, um mineral filtrante capaz de reduzir concentrações de metais, cor, odor e cloro. Esse material filtrante é bastante utilizado, tanto em escala doméstica quanto em escala industrial, por apresentar elevada área superficial e alta afinidade por diversas substâncias e compostos químicos presentes na água (Silva, 2009). Embora essa remoção melhore as propriedades organolépticas da água (sabor e odor), ela elimina a barreira sanitária residual no interior do reservatório do bebedouro, tornando a água vulnerável à recontaminação microbiológica, caso o equipamento não sofra higienização rigorosa e periódica. Além disso, uma avaliação integrada desde o reservatório até os bebedouros é essencial para uma conclusão mais precisa quanto à redução dos níveis de cloro residual, parâmetro fundamental para a eliminação de microrganismos.

Em estudo apresentado por Mota *et al.* (2025) foi demonstrado que os valores de cloro residual livre também ficaram abaixo do limite mínimo, fato atribuído ao uso de filtros de carvão ativado nos bebedouros, já que esse tipo de material reduz a concentração de cloro em função de seus compostos. Em contrapartida, na análise da caixa d'água, os resultados foram adequados, permanecendo dentro do intervalo estabelecido. Em outro estudo, de Almeida, Moreira e Oliveira (2019), que analisaram amostras de água de bebedouros em cinco escolas distintas, constataram que todas as amostras apresentaram déficit nos níveis de cloro residual livre e que, em 80% das instituições avaliadas, foi identificada a presença de coliformes totais, resultado que pode estar associado à ausência de cloro na água. Esses resultados evidenciam a importância de manter o cloro residual livre dentro dos parâmetros estabelecidos, garantindo a desinfecção adequada da água e contribuindo para a redução de doenças de origem hídrica.

3.3. PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Os coliformes totais (CT) é um grupo amplo de bactérias, englobando gêneros como *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Escherichia coli*, sua presença pode indicar vários

tipos de bactérias, mas não representa de fato contaminação fecal (Brasil, 2014). Ao avaliá-lo, é possível identificar falhas que podem comprometer o sistema de distribuição, uma vez que sua presença está associada a problemas como vazamentos, acúmulo de matéria orgânica e ausência de cloro residual livre (Brasil, 2006). Esses fatores favorecem o crescimento microbiano e, portanto, constituem um importante indicador da integridade do tratamento.

Em relação à *Escherichia coli* (*E.coli*), reconhecida como indicador de contaminação fecal quando presente na água, trata-se de uma espécie que apresenta diversas variantes, sendo a maioria delas não prejudiciais ao ser humano (Mahmud *et al.*, 2020). Porém, os autores relatam que existem cepas virulentas cujas características as tornam patogênicas, capazes de provocar infecções entéricas, manifestadas por diarreia, cólicas abdominais e vômitos, podendo evoluir para quadros mais graves em pessoas mais debilitadas. As cepas da *E.coli* podem ser comensais/probióticas, patogênicas intestinais e extraintestinais-patogênicas, que podem causar situações adversas à saúde humana, principalmente aos mais vulneráveis (Silva; Macêdo, 2025). Podem ocasionar infecções no trato urinário, no trato digestivo, na glândula prostática, entre outras (Merengue; Oliveira; Gonçalves, 2022).

Por sua vez, as bactérias heterotróficas são um parâmetro utilizado como medida de acompanhamento e controle no sistema de distribuição de água. Sua presença reflete diretamente nas condições higiênicas, as quais podem apontar para aumento do crescimento microbiano, formação de biofilmes, tempos de retenção prolongados e estagnação (WHO, 2017). Segundo Silva *et al.* (2019), para sua multiplicação, utilizam compostos orgânicos como fonte de carbono e energia. A maioria é composta por bactérias inofensivas; no entanto, algumas espécies podem apresentar caráter patogênico, como as pertencentes ao grupo dos coliformes, a exemplo da *Escherichia coli* (Silva *et al.* 2019).

Desta forma, foram analisados os parâmetros coliformes totais e *E. coli*, que conforme a Portaria GM/MS nº888/2021 é exigido a ausência em 100 mL de amostra de água, no entanto, o parâmetro Bactérias Heterotróficas não consta valor máximo permitido na legislação supracitada. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos das amostras de água coletadas.

Tabela 1 - Resultados das análises dos parâmetros microbiológicos dos locais de amostragem.

Locais de amostragem	Coliformes Totais	<i>Escherichia coli</i>	Bactérias heterotróficas
Did. 1 – Térreo	Presença	Presença	40 UFC/mL
Did. 3 – Térreo	Presença	Ausência	90 UFC/mL
Did. 3 – 1º andar	Presença	Presença	655 UFC/mL
Did. 4 – Térreo	Presença	Ausência	70 UFC/mL
Did. 4 – 1º andar	Ausência	Ausência	100 UFC/mL
Did. 5 – Térreo	Ausência	Ausência	40 UFC/mL
Did. 5 – 1º andar	Ausência	Ausência	40 UFC/mL
Did. 6 – Térreo	Ausência	Ausência	65 UFC/mL
Did. 6 – 1º andar	Ausência	Ausência	120 UFC/mL
Bicen – 1º andar	Presença	Ausência	75 UFC/mL
Resun – Térreo 1	Ausência	Ausência	90 UFC/mL
Resun – Térreo 2	Ausência	Ausência	575 UFC/mL
Entrada/saída de Pedestres	Ausência	Ausência	10 UFC/mL
Reservatório Geral	Ausência	Ausência	<10 UFC/mL

Fonte: Próprio Autor, 2025.

Tais resultados podem estar associados a fatores, como: eficiência de filtração dos bebedouros, processo de cloração da água ou alguma contaminação, direta ou indireta, ou mesmo à falta de manutenção, limpeza e ao uso inadequado dos bebedouros pela comunidade acadêmica (como tocar o bico da torneira com garrafas ou mãos sem a higiene adequada). Nesse sentido, vale destacar, uma vez mais, que alguns bebedouros estão localizados próximos aos banheiros, o que pode representar um risco de contaminação para consumidores sem cuidado higiênico-sanitário. Em estudo realizado por Freitas *et al.* (2013), eles evidenciaram que os bebedouros próximos a banheiros obtiveram uma maior contaminação por coliformes totais, atribuída à má higienização por parte dos usuários, ao uso inadequado das torneiras, e à dispersão de gotículas pelo ar.

Conforme a NBR 13.972:1997, que estabelece requisitos de qualidade,

desempenho e instalação de bebedouros, é proibida a instalação desses equipamentos nas proximidades de banheiros ou em locais expostos a fontes de contaminação. Em razão disso, chama-se a atenção para a Didática 3 (térreo e 1º andar) e a Didática 4 (térreo), que possuem os seus bebedouros próximos a banheiros. Em contrapartida, nas demais didáticas, os bebedouros estavam localizados próximos a saídas ou em corredores.

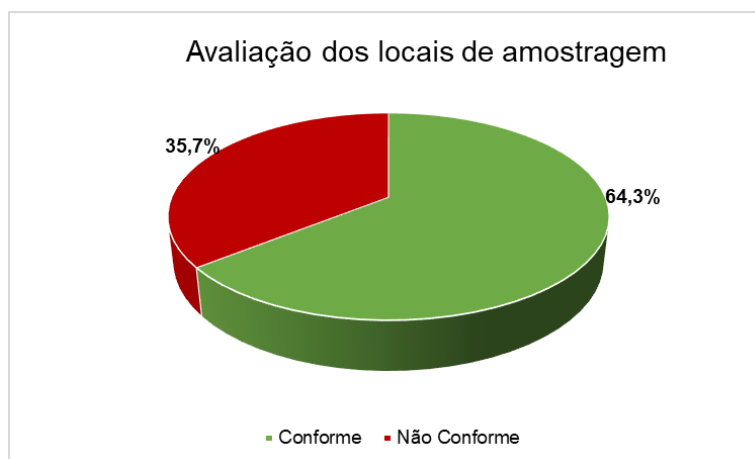
Sobre outro aspecto particular, foi possível observar uma recorrência significativa, por parte da comunidade acadêmica, no consumo de água de forma adaptada, realizada com a ingestão direta da água pela torneira do bebedouro próximo à boca, ou seja, sem utilizar copos e/ou garrafas, o que proporciona outro meio de contaminação microbiológica.

Nota-se que, no total, cinco bebedouros apresentaram pelo menos um parâmetro microbiológico, ou seja, em discordância com o que estabelece a portaria de potabilidade. Em dois pontos de amostragem, Didática 1 – Térreo e Didática 3 – 1º andar, foram detectados simultaneamente coliformes totais e *Escherichia coli*, e, em três pontos, Didática 3 – Térreo, Didática 4 – Térreo e Bicen – 1º andar, verificou-se apenas a presença de coliformes totais.

Com base no Gráfico 5, observa-se que 64,3% das análises microbiológicas realizadas nos pontos de amostragem foram classificadas como “Conforme”, enquanto 35,7% apresentaram resultados “Não Conformes” para os parâmetros de coliformes totais e *Escherichia coli*, segundo a portaria GM/MS nº888/2021. Esses dados evidenciam que, embora a maioria dos locais esteja em conformidade com os padrões microbiológicos, uma parcela significativa ainda representa risco à qualidade da água consumida.

Gráfico 5 - Resultados das análises microbiológicas para coliformes totais e

Escherichia coli: Conforme (ausência) e não conforme (presença).



Fonte: Próprio Autor, 2025.

Ressalta-se que o resultado da amostra de água proveniente do reservatório geral da UFS não identificou a presença dos microrganismos analisados, o que indica que a contaminação identificada nos bebedouros teve origem nos próprios locais analisados e/ou em outros pontos da rede de distribuição interna do *campus.*, ao longo do trajeto da água até chegar aos bebedouros. Ou seja, esses resultados permitem inferir que a fonte de contaminação não está no reservatório geral.

Em relação aos possíveis pontos de contaminação associados às caixas d'água das edificações, infelizmente, este estudo não conseguiu obter amostras desses locais, devido ao difícil acesso a esses reservatórios localizados nas plantas superiores (telhados) dos prédios e a condições de segurança. De acordo com a Resolução nº 216/2004 e o Guia de Conservação de Água em Domicílios (2013), destaca-se a importância da limpeza e desinfecção periódicas das caixas d'água, recomendadas a cada seis meses, para prevenir a formação da camada microbiana e o acúmulo de material orgânico, fatores que favorecem seu crescimento e, conseqüentemente, comprometem a qualidade da água. Este estudo também não conseguiu informações sobre a periodicidade da limpeza das caixas de água das edificações da UFS e como ocorreria o procedimento.

A contaminação da água pode ser afetada pela frequência irregular da higienização do reservatório interno e das torneiras, o que favorece a proliferação de microrganismos (Valiatti, 2021). O tipo de bebedouro avaliado neste estudo é industrial, portanto, possui um reservatório interno que deve ser limpo. Segundo os manuais dos fabricantes, a higienização deve ser realizada com frequência, utilizando

produtos apropriados para assegurar a limpeza adequada. É importante destacar que a recomendação de limpeza varia conforme cada fabricante, portanto, torna-se essencial realizar a manutenção seguindo rigorosamente os procedimentos indicados pelo manual do fabricante ou pelo técnico responsável.

Outro fator relevante que pode ter contribuído para a presença de CT e *E. coli* foi o baixo teor de cloro residual livre observado nesta investigação. Em estudo realizado por Campos *et al.* (2017), verificou-se que cerca de 28,6% das amostras de água de bebedouros apresentaram coliformes totais, resultado associado à baixa concentração de cloro residual livre. Ou seja, abaixo do valor mínimo recomendado, o que pode ter favorecido o surgimento desse grupo de bactérias. De forma semelhante, foram analisadas amostras de água em bebedouros de escolas públicas e foi constatada deficiência na concentração de cloro residual livre, identificando-se a presença de coliformes totais em parte das unidades avaliadas (Almeida; Moreira; Oliveira, 2019).

O parâmetro Bactérias Heterotróficas, apesar de não constar na Portaria GM/MS nº 888/2021, estava presente no Anexo XX da versão anterior a essa portaria, a Portaria de Consolidação nº 5/2017, cujo limite máximo permitido era de 500 UFC/mL no sistema de distribuição (Brasil, 2017). Apesar da ausência na legislação vigente, estes microrganismos são fundamentais para medir a eficácia do tratamento (desinfecção) e da distribuição da água, permitindo identificar variações na concentração bacteriana (SMEWW, 2023).

Como apresentado na Tabela 1, umas minorias nas amostras apresentaram valores consideravelmente altos de Bactérias Heterotróficas: Didática 3 – 1º andar (655 UFC/mL) e Resun – térreo 2 (575 UFC/mL). Assim, considerando como referência o limite de 500 UFC/mL do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, observa-se que essas amostras ultrapassaram esse limite. No entanto, nos demais pontos de amostragem, os resultados indicaram concentrações relativamente baixas de bactérias heterotróficas. Embora a Portaria GM/MS nº 888/2021 tenha suprimido a contagem de bactérias heterotróficas como padrão compulsório de potabilidade, sua análise permanece como um indicador técnico essencial de integridade do sistema. A manutenção desse parâmetro no presente estudo justificava-se como ferramenta de controle operacional, permitindo identificar falhas na desinfecção e a potencial formação de biofilmes nos reservatórios internos dos

bebedouros, especialmente nos pontos em que o cloro residual livre se apresentou abaixo de 0,2 mg/L. Portanto, é essencial que todos os locais sejam submetidos a ações de desinfecção, a fim de evitar que esse parâmetro comprometa a qualidade da água e prejudique seu consumo, uma vez que níveis elevados podem aumentar o risco de presença de coliformes.

A presença de microrganismos patogênicos, mesmo em pequena proporção, pode representar um impacto direto na saúde pública, exigindo ações preventivas e corretivas.

A realização periódica de análises microbiológicas é um exemplo de ação preventiva. Uma vez que, não existe nenhum laudo ou registro de avaliação da qualidade da água dos bebedouros no *campus*. Portanto, quando há detecção de *E. Coli*, recomenda-se a imediata interrupção do consumo e adoção de medidas corretivas eficazes, como um reforço na aplicação de cloro, manutenção na limpeza das torneiras e uma nova coleta, a fim de averiguar a ausência dessa bactéria. Outro fator importante é a troca regular dos filtros, que, com o uso, se saturam e contribuem para manter a eficácia do pré-sistema de tratamento do bebedouro. É igualmente necessário assegurar que a concentração de cloro seja mantida na fonte de água e ao longo de toda a tubulação, com verificação periódica dos níveis de cloro residual livre. Além disso, a qualidade microbiológica da água deve ser assegurada por meio da limpeza regular das caixas d'água, prática indispensável para reduzir a presença de microrganismos e garantir a potabilidade da água.

4. RANKING DOS BEBEDOUROS

Com o intuito de obter uma ordem de colocação quanto à qualidade dos bebedouros analisados, foi elaborado um *ranking* de pontuação que considerou os resultados com pesos diferenciados, de forma a sintetizá-los em um índice ponderado. Com isso, foi possível realizar uma análise comparativa e identificar prioridades de ações corretivas e preventivas.

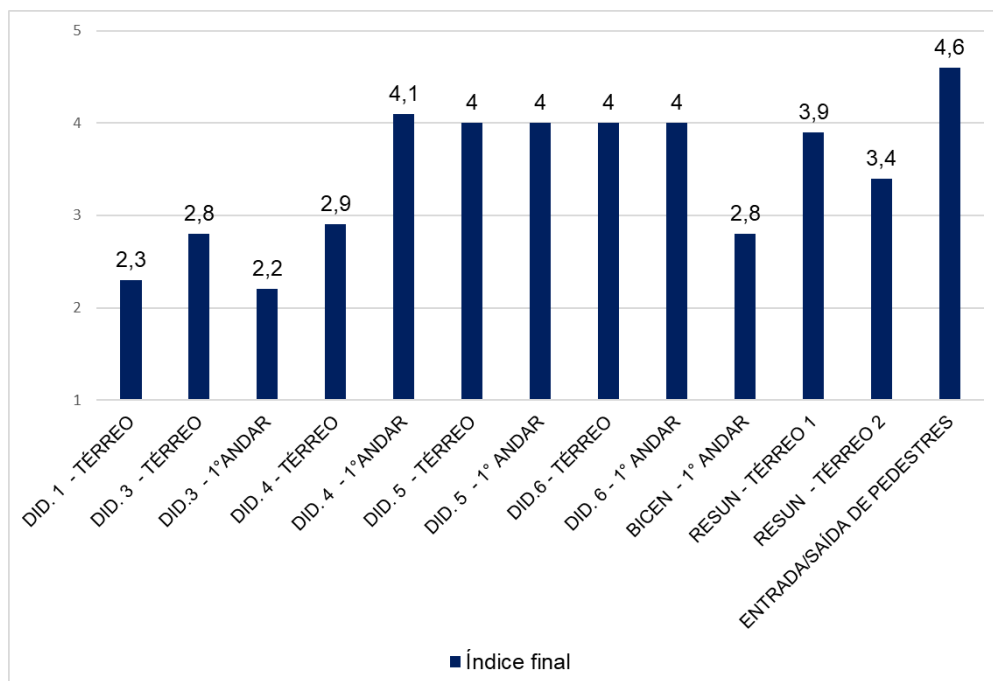
No Gráfico 6 são apresentados os índices finais de cada bebedouro, calculados com base nos resultados obtidos nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e nas condições visuais dos bebedouros (*checklist*). As notas atribuídas variaram de 1 a 5, sendo 1 correspondente a desempenho muito ruim e 5 a desempenho muito bom.

Assim, cerca de 62% dos bebedouros analisados obtiveram conceitos

elevados, com notas acima de 3,0. Observou-se que o ponto localizado na entrada/saída de pedestres obteve o maior índice final (4,6), indicando excelente desempenho em todos os critérios avaliados, seguida da Did. 4 – 1º andar (4,1). No tocante dos quatro bebedouros das Did. 5 e 6 (térreo e 1º andar), eles apresentaram índices finais iguais a 4,0. Esses resultados sugerem ausência de contaminação microbiológica, conformidade na maioria dos parâmetros físico-químicos e boas condições do bebedouro.

A avaliação dos bebedouros localizados no restaurante universitário evidenciou índices finais de 3,9 (Resun – térreo 1) e 3,4 (Resun – térreo 2). Ambos os resultados foram influenciados por fatores semelhantes, como a ausência de cloro residual livre, condições estruturais classificadas como regulares e a presença de bactérias heterotróficas. No caso do bebedouro do Resun – térreo 2, observou-se uma concentração mais elevada desses microrganismos, o que contribuiu para a redução do índice de qualidade em relação ao bebedouro Resun – térreo 1.

Gráfico 6 - Avaliação das qualidade dos 13 bebedouros do *campus* por meio do índice composto ponderado.



Fonte: Próprio Autor, 2025.

Por outro lado, cinco bebedouros (38%) apresentaram desempenhos considerados inadequados, com notas abaixo de 3,0, sendo a Did. 3 – 1º andar com

o menor índice (2,2), refletindo desempenho insatisfatório. A baixa pontuação esteve diretamente relacionada aos resultados microbiológicos, que indicaram presença de microrganismos como coliformes totais, *Escherichia coli* e bactérias heterotróficas, comprometendo a potabilidade da água e elevando o risco à saúde da comunidade acadêmica. Além disso, outros pontos como Did. 1 – térreo (2,3), Did. 3 – térreo, Bicen - 1º andar (2,8) e Did. 4 – térreo (2,9) também apresentaram índices abaixo do ideal, o que reforça a necessidade de ações prioritárias para correção de tais efeitos, como limpeza da unidade, monitoramento da qualidade da água, manutenção dos sistemas de distribuição e inspeção das condições dos bebedouros de maneira contínua.

A Tabela 2 apresenta a ordem obtida no *ranking* proposto, onde verifica-se claramente quais unidades possuem desempenho satisfatório e insatisfatório em comparação às demais. Os bebedouros ranqueados nas três primeiras posições tiveram influências positivas por conta de suas condições satisfatórias tanto nos parâmetros microbiológicos quanto físico-químicos, além de boa conservação estrutural. Esse resultado demonstra maior confiabilidade para o consumo humano, especialmente por estarem em locais de grande fluxo de pessoas. Já para os bebedouros ranqueados nas últimas três posições, tiveram grande comprometimento da qualidade da água principalmente em função do controle microbiológico.

Tabela 2 - *Ranking* dos bebedouros segundo índice composto ponderado.

Ranking	Bebedouros
1º	Entrada/saída de Pedestres
2º	Did. 4 – 1º andar
3º	Did. 5 – Térreo e 1º andar, Did. 6 – Térreo e 1º andar
4º	Resun – Térreo 1
5º	Resun – Térreo 2
6º	Did. 4 - Térreo
7º	Did. 3 – Térreo e Bicen – 1º andar
8º	Did. 1 - Térreo
9º	Did. 3 – 1º andar

Fonte: Próprio Autor, 2025.

5. CONCLUSÃO

Com esta investigação foi possível concluir que o uso dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos e o *checklist* proposto, combinados, conseguiram avaliar a qualidade de amostras de água de bebedouros públicos em uma universidade. Os resultados demonstraram que essa água apresentou conformidade quanto à cor aparente, à turbidez e ao pH, atendendo aos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Entretanto, observou-se deficiência nos teores de cloro residual livre em todos os bebedouros (conformidade apenas no reservatório geral do *campus*).

Quanto aos parâmetros microbiológicos, foi identificada a não conformidade na maioria dos bebedouros, com a presença de coliformes totais e, em alguns casos, de *Escherichia coli*, caracterizando risco potencial à saúde dos usuários.

A análise visual dos bebedouros evidenciou falhas nas condições de conservação e higiene, como sujidades, ferrugem, biofilmes, vedação inadequada dos reservatórios internos e ausência de registros de limpeza.

Assim, devido a pontos de vulnerabilidade que se refletiram em desempenhos inadequados, pode-se sugerir a implementação, na Universidade, de um Plano de Segurança da Água, um instrumento recomendado pelo Ministério da Saúde que visa garantir a segurança da água para consumo humano, de modo preventivo, para identificar perigos e reduzir riscos, por meio da avaliação do sistema e do monitoramento de gestão interna.

Por fim, o *ranking* de qualidade elaborado para os bebedouros a partir do índice composto ponderado permitiu identificar diferenças claras no desempenho das unidades avaliadas, com destaque positivo para o bebedouro localizado na entrada/saída de pedestres (1º colocado) e, como destaque negativo, o bebedouro da Didática 3 – 1º andar (último colocado).

REFERÊNCIAS

ADAM, Isadora Padilha; OLIVEIRA, Cristiane da Silva Paula de. **Determinação do teor de cloro residual livre na água de bebedouros e torneiras de uma instituição de ensino**. *Visão Acadêmica*, Curitiba, v. 25, n. 1, p. 43-56, jan./mar. 2024. ISSN 1518-8361. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/visaoacademica>. Acesso em: 12 nov. 2025.

ALMEIDA, Jeferson da Silva; MOREIRA, Johnata de Matos; OLIVEIRA, Ana Paula Cavalcante de. **Análise físico-química e microbiológica da água dos bebedouros e cozinhas de escolas municipais da cidade de Nossa Senhora da Glória-SE**. Seminário Nacional de Ciência e Tecnologia – SNCT, São Cristóvão: Instituto Federal de Sergipe, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/SNCT/article/view/809>. Acesso em: 12 nov. 2025.

APHA/AWWA/WEF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 24 th edition, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13972:1997 – **Bebedouros com refrigeração mecânica incorporada: requisitos de qualidade, desempenho e instalação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

AZEVEDO, Paula Schmidt; PEREIRA, Filipe Welson Leal; PAIVA, Sergio Alberto Rupp de. **Água, hidratação e saúde**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição, 2016. Disponível em: <https://www.sban.org.br/arquivos/agua-hidratacao-saude.pdf>. Acesso em: 25 set. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. **Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 set. 2004. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0216_15_09_2004.html. Acesso em: 30 nov. 2025.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Guia de conservação da água em domicílios/Fundação Nacional de Saúde**. Brasília: Funasa, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs**. Brasília: Funasa, 2014. 112 p. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp-content/uploads/2020/04/FUNASA-Manual-de-Controlde-da-Qualidade-da-%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. **Anexo XX – Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Estabelece os procedimentos para o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 84, p. 88–94, 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-317928003>. Acesso em: 05 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano.** Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 284 p. ISBN 85-334-1245-2. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_procedimentos_agua_consumo_humano.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Relatório dos Serviços de Abastecimento de Água – SINISA 2024: ano de referência 2023.** Brasília: Ministério das Cidades, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/copy_of_RELATORIO_SINISA_ABASTECIMENTO_DE_AGUA_2024_v2.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

BRITO, Fábio Sergio Lima; NORAT, Maria de Valdívia Costa; RIBEIRO, Eduarda Izabelly Soares. **Utilização de diferentes metodologias para avaliação do consumo e qualidade da água dos bebedouros da Universidade Federal do Pará-UFPA.** Revista Gestão Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 1043-1061, jan./mar. 2019. DOI: 10.19177/rgsa.v8e120191043-1061.

BUSH, Larry M.; VAZQUEZ-PERTEJO, Maria T. **Infecções por Escherichia coli.** Manual MSD Versão Saúde para a Família, Rahway, NJ: Merck & Co., Inc., rev. jun. 2024; mod. jul. 2025. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/casa/infec%C3%A7%C3%B5es/infec%C3%A7%C3%B5es-bacterianas-bact%C3%A9rias-gram-negativas/infec%C3%A7%C3%B5es-por-escherichia-coli>. Acesso em: 5 dez. 2025.

CAMPOS, Danilo Aparecido Gatto; FRANCO, Janaina de Melo; ABREU FILHO, Benício Alves de; BERGAMASCO, Rosângela; YAMAGUCHI, Natália Ueda. **Avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano em instituição de ensino.** Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 289-298, jan./jul. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.3340>.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (Brasil); AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** 2. ed. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2023. 456 p. ISBN 978-65-88101-48-3.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Apêndice E – Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem.** São Paulo: CETESB, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-48>>

content/uploads/sites/12/2020/09/Apendice-E-Significado-Ambiental-e-Sanitario-das-variaveis.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2025.

FELTMAN, Clementina dos Santos (org.). **Vigilância da qualidade da água para consumo humano. Rio de Janeiro.** Coordenação de Desenvolvimento Educacional e Educação a Distância/Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca/Fiocruz, 2022.

FORMAGGIA, Denise Maria Elisabeth; SOUZA, Roseane Maria Garcia Lopes de. **Legislação brasileira de potabilidade de água para consumo humano: evolução e involução.** São Paulo: ABES, 2021. Disponível em: <https://abes-dn.org.br/wp-content/uploads/2021/06/Legislacao-de-Potabilidade-de-Agua-Evolucao-e-Involucao-1.pdf>. Acesso em: 04 out. 2025.

FREITAS, Leonardo Luiz de; SILVA, Kelly Cristina da. **Quantificação microbiológica de bebedouros de escolas públicas em Muriaé (MG).** REVISTA CIENTÍFICA DA FAMINAS, [S. l.], v. 9, n. 1, 2016. Disponível em: <https://periodicos.faminas.edu.br/index.php/RCFaminas/article/view/321>. Acesso em: 30 nov. 2025.

GLOWACKI, Daiane Soares; CRIPPA, Liziane Bertotti. **Avaliação da qualidade microbiológica da água em bebedouros de uma instituição de ensino superior de Caxias do Sul - RS.** Revista Brasileira de Análises Clínicas, v. 51, n. 2, p. 149-153, 2019. DOI: 10.21877/2448-3877.201900752.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano.** Editora UFMG, Belo Horizonte, v.1, 2 ed. rev. e atual. 2010.

HENRIQUE, Thainá Gonçalves; TAVARES, Victória Hellen Nicácio Dias; DINIZ, Cícera Lais Ferreira; ANDREZA, Marli Nascimento dos Santos; FERREIRA, Maria Thayná Nascimento; DANTAS, José Valdemir da Silva; SANTANA, Willma José de. **Importância da análise físico-química e microbiológica da água para o consumo humano.** *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.10, n.7, p.01-17, 2024. Submetido em: 10 jun. 2024. Aprovado em: 28 jun. 2024. DOI:10.34117/bjdv10n7-028. Acesso em: 8 out. 2025.

HERPHS, Laiara Souza; LIMA, Maria Lair Sabóia de Oliveira; XAVIER, Patrícia Maria Azevedo; SILVA, Allison Gonçalves. **Análises físico-químicas e microbiológicas da água destinada ao consumo humano em instituições públicas de ensino da cidade de Porto Seguro-BA.** Revista Tecnologia e Sociedade, Curitiba, v. 19, n. 55, p. 329-344, jan./mar. 2023. DOI: 10.3895/rts.v19n55.13305. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/13305>>. Acesso em: 11 nov. 2025.

LEMOS, Diana Rodrigues Henriques; SOUZA, Fernanda Freitas Galote de; MELO, Mateus Mendonça; BUQUERONI, Hugo Bertorceli; OSÓRIO, Laysa Gomes; HENRIQUES, Juscelino Alves; CARVALHO, Arnaldo Henrique de Oliveira; GARDIMAN JUNIOR, Benvindo Sirtoli; CARDOSO, Abiney Lemos. **Análise da qualidade da água de abastecimento de Ibatiba-ES com base no cloro residual livre e cloro residual combinado.** XXII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VIII Encontro de Iniciação à Docência, Universidade do Vale do Paraíba, 2018.

LISBOA, Kálita Oliveira; SOUSA, Desirée Mata de; SARMENTO, Isabela Perin; SARMENTO, Rebecca Perin; LABRE, Luciana Vieira Queiroz. **Avaliação e comparação dos parâmetros físico-químicos de águas distribuídas para o consumo humano**. Revista Educação em Saúde, Anápolis, v. 9, n. 1, p. 135–150, 2021. Recebido em: 20 abr. 2021. Aprovado em: 16 jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.37951/2358-9868.2021v9i1.p135-150>. Acesso em: 8 out. 2025.

MACIEL, Maria Aparecida Medeiros; REIS, Sarah Martins dos; RAMALHO, Heryka Myrna Maia. **Águas potáveis: padrões de qualidade, metodologias experimentais e técnicas de purificação**. Campina Grande: Editora Amplla, 2022. 280 p. ISBN 978-65-5381-078-5. DOI: 10.51859/amplla.app2385-0.

MAHMUD, Zahid Hayat; KABIR, Mir Himayet; ALI, Sobur; MONIRUZZAMAN, M.; IMRAN, Khan Mohammad; NAFIZ, Tanvir Noor; ISLAM, Md. Shafiqul; HUSSAIN, Arif; HAKIM, Syed Adnan Ibna; WORTH, Martin; AHMED, Dilruba; JOHNSTON, Dara; AHMED, Niyaz. **Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing Escherichia coli in Drinking Water Samples From a Forcibly Displaced, Densely Populated Community Setting in Bangladesh**. *Frontiers in Public Health*, v. 8, n. 228, p. 1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00228>.

MERENGUE, Gabriela Domingues; OLIVEIRA, Bruna Fernandes de; GONÇALVES, Julia. **Doenças transmitidas por alimentos contaminados por Escherichia coli diarreogênicas no Brasil: epidemiologia, diagnóstico e tratamento**. Revista UNILUS Ensino e Pesquisa, Santos, v. 19, n. 56, p. 15-25, jul./set. 2022. Disponível em: <<http://revista.lusiada.br/index.php/ruep>>. Acesso em: 26 dez. 2025.

MORAIS, Wilker Alves; SALEH, Bruno Botelho; ALVES, Wellmo dos Santos; AQUINO, Davi Santiago. **Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil**. Cadernos de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, p. 361-367, 2016. DOI: 10.1590/1414-462X201600030143.

MOTA, Jason Patrick dos Santos; MOTA, Jessica Helen dos Santos; CONCEIÇÃO FILHO, Antonio da; GOMES, Thiago Desiderio; MELO, Christian Rilza Silva de; SOUSA, Juliana Beatriz. **Análise microbiológica da água consumida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus Timon**. In: MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE: estratégias para a preservação e o desenvolvimento. [S.l.: s.n.], 2025. Capítulo 12, p. 163-172. DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.6031225230512>.

OLIVEIRA JUNIOR, Marcos Antonio de; SILVA, Nara Cristina de Lima; PRADO, Marcelly Ferreira. **Qualidade da água consumida em bebedouros no IFTM – Campus Uberlândia**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, Curitiba, v. 12, n. 25, p. 3–16, 2023.

OLIVEIRA, Rafaela Ribeiro de; ARAÚJO, André Luis Calado; DUARTE, Marco Antonio Calazans. **Estudo do potencial de formação de trihalometanos na lagoa de Extremoz (RN)**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 25, n. 2, p. 315-322, mar./abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020181889>. Acesso em: 17 nov. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolução 64/292: O direito à água potável e ao saneamento como direito humano**. Assembleia Geral da ONU, Nova York, 28 jul. 2010. Disponível em: <https://www.un.org/press/en/2010/ga10967.doc.htm>. Acesso em: 04 out. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Drinking-water**. Genebra: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>. Acesso em: 1 out. 2025.

SANABRIA, Jorge M.; DE JULIO, Marcelo. **Decaimento do cloro residual em águas de abastecimento do município de Campo Grande/MS**. Revista de Engenharia e Tecnologia, São José dos Campos, v. 5, n. 4, p. 92-104, dez. 2013. ISSN 2176-7270.

SANTOS, Whelton Brito dos. **Modelagem da degradação de cloro residual livre na rede de distribuição de água da cidade de Campina Grande-PB**. 2017. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2017. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/306>.

SILVA, Cristiane da. **Avaliação da qualidade da água distribuída em escolas públicas de Porto Alegre**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28835/000768731.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2026.

SILVA, Aldeni Barbosa da; SILVA, Josikleio da Costa; MELO, Bianca Feliciano de; NASCIMENTO, Rodrigo Félix do; DUARTE, Jonatas da Silva; SILVA FILHO, Edmilson Dantas da. **Análise microbiológica da água de bebedouros nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB**. SAJEBTT – Revista Científica da UFAC, Rio Branco, v. 6, n. 1, p. 15-26, 2019. ISSN 2446-4821.

SILVA, Alessandro Costa da; PINTO, Rayssa Maria Marques; MOUCHERECK FILHO, Victor Elias; BRETAS, Anilce de Araújo. **Qualidade das águas fornecidas por bebedouros destinados ao consumo humano e sua relação com a saúde**. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.3, n.1, p. 777-784, 2020. Recebido em: 30 dez. 2019. Aprovado em: 04 fev. 2020. DOI:10.34119/bjhrv3n1-061. Acesso em: 01 out. 2025.

SILVA, Paulo Henrique da; OLIVEIRA, Ykaro Richard; CÂMARA, Otávia Caracas; ABREU, Maria Carolina de; PACHECO, Ana Carolina Landim. **Avaliação da qualidade da água dos bebedouros de um campus universitário do semiárido nordestino**. *Revinter*, v. 12, n. 1, p. 27-39, fev. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22280/revintervol12ed1.418>.

SILVA, Quitéria Mayara Alves da; MACÊDO, Jéssica Vasconcelos de Lacerda. **Ocorrência de Escherichia coli em água potável e fatores associados: uma revisão integrativa**. Revista Sociedade Científica, v. 8, n. 1, p. 1069-1088, 2025. DOI: 10.61411/rsc202597718. Disponível em: <<https://www.scientificsociety.net>>. Acesso em: 26 nov. 2025.

TORTORA, G. J., FUNKER, B.R., CASE, C.L. **Microbiologia**. Ed.12^a. Artmed., Porto Alegre., Artmed, 2017.p 166-169.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE. **UFS em números 2025: completo**. São Cristóvão: UFS, 2025. Disponível em: https://indicadores.ufs.br/uploads/page_attach/path/25813/UFS_Em_n_meros_2025_-_completo.pdf. Acesso em: 14 out. 2025.

VALIATTI, Tiago Barcelos.; SANTANA, Juliana Rodrigues.; SANTOS, Fernanda Fernandes dos.; ROMÃO, Natália Faria.; SALVI, Jeferson de Oliveira.; SOBRAL, Fabiana Oliveira. Solla. **Análise microbiológica da água de bebedouros de uma instituição de ensino superior de Rondônia, Brasil**. Revista Saúde (Sta. Maria). 2021; 47.

WHO. WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum**. Geneva: World Health Organization, 2017. ISBN 978-92-4-154995-0. Disponível em: <<https://iris.who.int/handle/10665/254637>>. Acesso em: 8 nov. 2025.