

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

Lucas Marcelo Pereira Cruvinel

**Análise da qualidade da água dos bebedouros das bibliotecas dos Campi
Glória, Umuarama e Santa Mônica - UFU**

Uberlândia - MG

2025

LUCAS MARCELO PEREIRA CRUVINEL

**Análise da qualidade da água dos bebedouros das bibliotecas dos Campi
Glória, Umuarama e Santa Mônica - UFU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profª Dra. Milla Alves Baffi

Uberlândia - MG

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C957
2025 Cruvinel, Lucas Marcelo Pereira, 1998-
Análise da qualidade da água dos bebedouros das bibliotecas
dos Campi Glória, Umuarama e Santa Mônica - UFU [recurso
eletrônico] / Lucas Marcelo Pereira Cruvinel. - 2025.

Orientadora: Milla Alves Baffi.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia Ambiental.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Engenharia ambiental. I. Baffi, Milla Alves, 1977-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Engenharia
Ambiental. III. Título.

CDU: 628.5

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

LUCAS MARCELO PEREIRA CRUVINEL

**Análise da qualidade da água dos bebedouros das bibliotecas dos Campi
Glória, Umuarama e Santa Mônica - UFU**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Ciências Agrárias, da Universidade
Federal de Uberlândia, para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Uberlândia, 29 de setembro de 2025.

Profª Dra. Milla Alves Baffi, UFU/MG

Profª. Dra. Sueli Moura Bertolino, UFU/MG

Dra. Gisele de Fátima Leite Souza, UFU/MG

AGRADECIMENTOS

Expresso minha mais profunda gratidão aos meus pais e à minha avó (em memória) por todo o amor e apoio incondicionais em cada momento da minha vida. Seus esforços e sacrifícios inestimáveis e sua priorização à educação me alavancaram à graduação na conceituada Universidade Federal de Uberlândia e, como consequência, à realização de um sonho.

Agradeço à toda minha família e amigos próximos, que sempre me receberam com um sorriso e incentivo nos momentos difíceis e nunca deixaram de acreditar em mim.

Agradeço imensamente à professora doutora Milla pelo privilégio de receber sua orientação. Seu profissionalismo, paciência e carinho são inspiradores e inesquecíveis.

Agradeço a todos os profissionais da universidade que tive o grande prazer de conhecer durante a graduação. Carrego todas as contribuições, ensino e orientações destes anos todos com a mais elevada estima.

Agradeço aos discentes dos cursos de graduação de Engenharia Ambiental e de outros cursos nas aulas conjuntas. Proporcionaram-me leveza e confiança durante os estudos e convivência, além de memórias preciosas.

Agradeço à Universidade Federal de Uberlândia por garantir espaços tão enriquecedores, me educando e preparando para os próximos desafios que vêm após a graduação.

RESUMO

A qualidade da água é determinante para a saúde das pessoas. Sem o devido tratamento, pode provocar diversas doenças, principalmente diarreicas. Dentre os principais indicadores de qualidade, está a presença de bactérias do grupo coliforme, que determinam a presença de contaminação fecal e patógenos de transmissão hídrica. No ambiente universitário, é imprescindível determinar a potabilidade da água para avaliar potenciais riscos à saúde da comunidade acadêmica. Neste contexto, este estudo avaliou amostras de água dos bebedouros das bibliotecas dos campi da UFU com maior concentração e fluxo de pessoas: Glória, Santa Mônica e Umuarama (blocos 1C, 3C e 4G), verificando parâmetros microbiológicos e físico-químicos e os comparando aos valores de referência da Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Amostras de água foram coletadas assepticamente em todos os bebedouros das bibliotecas, classificados como 1C, 4G-E, 4G-T, 4G-P1 (estes quatro nas primeiras seis semanas), 3C-E, 3C-T, 3C-P1 e 3C-P2 (estes nas últimas seis semanas), de acordo com sua localização em cada campus. A análise microbiológica foi feita através do Método Padrão de Tubos Múltiplos para obtenção do Número Mais Provável de bactérias. De forma complementar, também foi utilizada a Técnica de Coloração Gram, que auxilia na caracterização bacteriana. O pH foi medido pelo método potenciométrico. A condutividade elétrica e os sólidos dissolvidos totais foram mensurados com auxílio de multiparâmetro. A turbidez foi medida com auxílio de turbidímetro. A concentração de cloro livre foi avaliada pelo método colorimétrico. Não foi detectada presença de coliformes totais e termotolerantes em nenhuma das amostras analisadas. Da mesma forma, os parâmetros físico-químicos também se encontram em conformidade com a legislação. A concentração de cloro, no entanto, estava abaixo do limite mínimo em várias amostras, principalmente as do bloco 3C. Estas baixas concentrações podem ser decorrência de decaimento natural por distância do ponto de cloração, falta de manutenção, baixo consumo ou altas temperaturas, no caso do bebedouro 3C-E que fica exposto ao sol. Recomenda-se revisar a frequência de higienização dos filtros dos bebedouros e considerar mover o bebedouro 3C-E para que as concentrações de cloro atendam ao Valor Máximo Permitido pela legislação. De forma geral, o presente estudo indicou que a água fornecida à comunidade universitária está em conformidade com os padrões de potabilidade.

Palavras-chave: biblioteca; qualidade da água; potabilidade; número mais provável; coloração gram.

ABSTRACT

Water quality is crucial to human health. Without proper treatment, it can cause various diseases, especially diarrhea. One of the main indicators of water quality is the presence of coliform bacteria, which determine the presence of fecal contamination and waterborne pathogens. In universities, determining water potability is essential to assess potential health risks for the academic community. In this context, this study evaluated water samples from drinking fountains in the libraries of the UFU campuses with the highest concentration and flow of people: Glória, Santa Mônica, and Umuarama (blocks 1C, 3C, and 4G), verifying microbiological and physicochemical parameters and comparing them to the reference values of Ordinance No. 888/2021 of the Ministry of Health. Water samples were aseptically collected from all library drinking fountains, classified as 1C, 4G-E, 4G-T, 4G-P1 (these four in the first six weeks), 3C-E, 3C-T, 3C-P1, and 3C-P2 (these in the last six weeks), according to their location on each campus. Microbiological analysis was performed using the Standard Multiple Tube Method to obtain the Most Probable Number of bacteria. Gram staining was also used to further characterize bacteria. pH was measured using the potentiometric method. Electrical conductivity and total dissolved solids were measured using a multiparameter. Turbidity was measured using a turbidimeter. Free chlorine concentration was assessed using the colorimetric method. No total or thermotolerant coliforms were detected in any of the samples analyzed. Likewise, the physicochemical parameters also complied with the legislation. However, the chlorine concentration was below the minimum limit in several samples, particularly those from block 3C. These low concentrations may be due to natural decay due to distance from the chlorination point, lack of maintenance, low consumption, or high temperatures, in the case of water fountain 3C-E, which is exposed to the sun. It is recommended that the frequency of water fountain filter cleaning be reviewed and that water fountain 3C-E be moved so that chlorine concentrations meet the maximum permitted value established by law. Overall, this study indicated that the water supplied to the university community meets potability standards.

Keywords: library; water quality; potability; most probable number; gram staining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - (a) Bebedouro 1C do bloco 1C; (b) Bebedouro 4G-E do bloco 4G; (c) Bebedouro 4G-T do bloco 4G; (d) Bebedouro 4G-P1 do bloco 4G.	13
Figura 2 - Medidor de pH <i>mPA210</i> da <i>MS Tecnopon</i>	18
Figura 3 - Multiparâmetro HANNA, modelo HI9829.	19
Figura 4 - Frasco graduado de 10 mL e Turbidímetro AP2000 da PoliControl.	19
Figura 5 - Da esquerda para a direita: reagente NaOH, reagente com solução à base de ácido sulfúrico, sulfato de nitrogênio, N-Dietil-1 e 4-fenilenodiamônio, medidor de cloro <i>AKSO Cloro Tester</i> , frasco graduado com 10 mL de amostra e frasco graduado com 10 mL de amostra com reagentes.	20
Figura 6 - Tubos com amostras de água do bebedouro 4G-P1 da 3ª semana, com formação de bolhas de gás nos três tubos sem diluição (à esquerda) e turbidez em um dos tubos de diluição 1:10.	21
Figura 7 - (a) Amostras negativas no teste confirmativo com caldo VBB do bebedouro 4G-P1 na 3ª semana; (b) Amostras negativas no teste confirmativo com caldo EC do bebedouro 4G-P1 na 3ª semana.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de determinação do Número Mais Provável (NMP) por 100 mL de amostra, com limite de confiança de 95%, utilizando séries de três tubos por diluição (10, 1,0 e 0,1 mL de água).	16
Tabela 2 - Padrão bacteriológico da água para consumo humano.....	17
Tabela 3 - Resultados das análises microbiológicas dos bebedouros 1C, 4G-E, 4G-T e 4G-P1 durante as semanas um à seis e Valor Máximo Permitido para padrão de potabilidade.	23
Tabela 4 - Valores dos parâmetros físico-químicos de cada amostra durante as semanas um a seis e valor/intervalo de referência conforme Portaria nº 888/2021..	24
Tabela 5 - Resultados das análises microbiológicas dos bebedouros 3C-E, 3C-T, 3C-P1 e 3C-P2 durante as semanas sete à 12 e Valor Máximo Permitido para padrão de potabilidade.	26
Tabela 6 - Valores dos parâmetros físico-químicos de cada amostra durante as semanas sete a 12 e valor/intervalo de referência conforme Portaria nº 888/2021. .	29

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	12
3	METODOLOGIA.....	13
3.1	LOCAIS DE AMOSTRAGEM.....	13
3.2	LOCAIS DE ANÁLISE.....	14
3.3	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA	14
3.4	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DOS BLOCOS 1C E 4G.....	21
4.2	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DOS BLOCOS 1C E 4G.....	22
4.3	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DO BLOCO 3C	25
4.4	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DO BLOCO 3C	27
5	CONCLUSÃO.....	30

1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que a água, recurso natural limitado, é bem de domínio público (Brasil, 1997). Sua qualidade é determinante para a saúde e bem-estar das pessoas. É de interesse nacional que o acesso regular à água potável seja de forma segura e universal, a fim de evitar patologias e mortalidade, especialmente infantil (Augusto *et al.*, 2012; Equipe de País das Nações Unidas no Brasil, 2025).

Além de escassa, ressalta-se que a água ainda deve ser tratada para que seja apropriada para consumo. Na natureza, a água contém material biológico e inorgânico, carregado em suas rotas geológicas durante seu ciclo, então alterado pela ação animal e, principalmente, humana, e frequentemente contaminada por produtos químicos (Binnie; Kimber, 2013). Neste material, há presença de protozoários, vírus, bactérias e outros veículos que provocam muitas doenças, especialmente as diarreicas (Vasconcelos *et al.*, 2016). Em estudo conduzido pelo Instituto Trata Brasil (2025), verificou-se a ocorrência de 11.544 óbitos no país em 2023 e, em 2024, um total de 344,4 mil internações, por incidência de doenças relacionadas ao saneamento básico inadequado. Nota-se que estas internações e mortes podem ser evitadas com o devido controle de qualidade da água durante o processo de tratamento e com maior abrangência do sistema de distribuição de água. Este é bastante deficitário no Brasil, conforme evidenciado pelos dados de atendimento com redes de abastecimento de água, disponíveis no último relatório do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), em referência ao ano de 2023. Neste, consta que 83,1% da população (167,6 milhões de habitantes) contava com acesso ao sistema de abastecimento de água (SINISA, 2024). Colocando em números absolutos, quer dizer que aproximadamente 34 milhões de habitantes não têm acesso à adequada entrega de água para consumo humano. A parcela da população mais afetada é a que se encontra em situação de fragilidade, nas periferias das cidades e nas áreas rurais, principalmente minorias étnicas (Andreoli, 2016; Santos *et al.*, 2018).

O processo de tratamento e distribuição é realizado nas Estações de Tratamento de Água (ETAs). Na cidade de Uberlândia, é feito pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) e passa por cinco etapas principais: captação de água bruta, floculação, decantação, filtração, cloração, correção de pH e distribuição (Prefeitura de Uberlândia, 2019, 2021b, 2021a). Estas etapas visam garantir que a

água destinada aos moradores seja potável. Objetiva-se reduzir os níveis de concentração de contaminantes e sais, de forma a atender parâmetros físico-químicos e microbiológicos estipulados pela legislação, sem oferecer riscos à saúde (Pes, 2014).

Dentre os principais indicadores da efetividade do tratamento está a presença de coliformes termotolerantes, tendo como principal representante a espécie *Escherichia coli* (*E. coli*), pois estas determinam presença potencial de contaminação fecal e patógenos de transmissão hídrica (Gruber; Ercumen; Jr, 2014). O Ministério da Saúde define que as bactérias do grupo coliforme têm forma de bacilos gram-negativos, “podendo ser aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^\circ \text{C}$ em 24-48 horas” (Brasil, 2004, 2021). Os termotolerantes e a espécie *E. coli*, por sua vez, fermentam a lactose, com produção de ácido e gás a $45,5 \pm 0,2^\circ \text{C}$ em 24 horas e esta é o principal indicador de contaminação fecal em análises de qualidade da água (Brasil, 2004, 2021).

Para garantir o efetivo tratamento e distribuição de água no Brasil, o Novo Marco Regulatório do Saneamento, estabelecido pela Lei nº 14.026/2020, que atualizou a Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007) estabeleceu diretrizes visando integrar e universalizar o acesso ao abastecimento de água com segurança, além de reduzir a perda de água durante o processo (Brasil, 2020). A Portaria GM/MS nº 888/2021, estabelece padrões e procedimentos para o controle e monitoramento da qualidade da água, com valores referência para que a água seja considerada potável, ou seja, que atenda ao padrão de potabilidade determinada pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2021).

No ambiente universitário, onde há grande concentração de pessoas, os bebedouros são potenciais fontes de contaminação, seja por falta de limpeza ou o próprio contato dos usuários com o bebedouro, devido a diferentes hábitos de higiene (Silva *et al.*, 2019). Determinar a potabilidade da água dos ambientes frequentados, conforme os padrões legislados, é imprescindível para avaliar potenciais riscos à saúde da comunidade acadêmica. Couto *et al.* (2024) verificaram que, em uma instituição de ensino do Espírito Santo, mais de 27% de amostras de água coletadas de bebedouros estavam impróprias para consumo humano. No estudo de Silva *et al.* (2020), foi detectada presença de coliformes totais em 75% das amostras analisadas, coletadas na Universidade Estadual do Maranhão onde apontaram que possivelmente

a contaminação veio dos próprios estudantes quando tomam água dos bebedouros após saírem do banheiro sem lavar as mãos. Correia, Bertolino e Baffi (2022), em estudo conduzido no Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), não detectaram contaminação, mas indicaram a importância de evitar a proximidade dos bebedouros com os banheiros, além da apropriada higienização dos filtros e manutenção dos reservatórios. No Campus Umuarama da UFU, Peixoto (2023) analisou a água de bebedouros de blocos com grande fluxo de estudantes, obtendo resultados satisfatórios, em acordo com a legislação.

Dada a importância da avaliação da qualidade da água no ambiente universitário, este estudo avaliou amostras de água de bebedouros das bibliotecas dos três Campi da UFU com maior concentração e fluxo de estudantes e funcionários: Glória, Santa Mônica e Umuarama, verificando parâmetros físico-químicos e microbiológicos conforme a legislação vigente.

2 OBJETIVOS

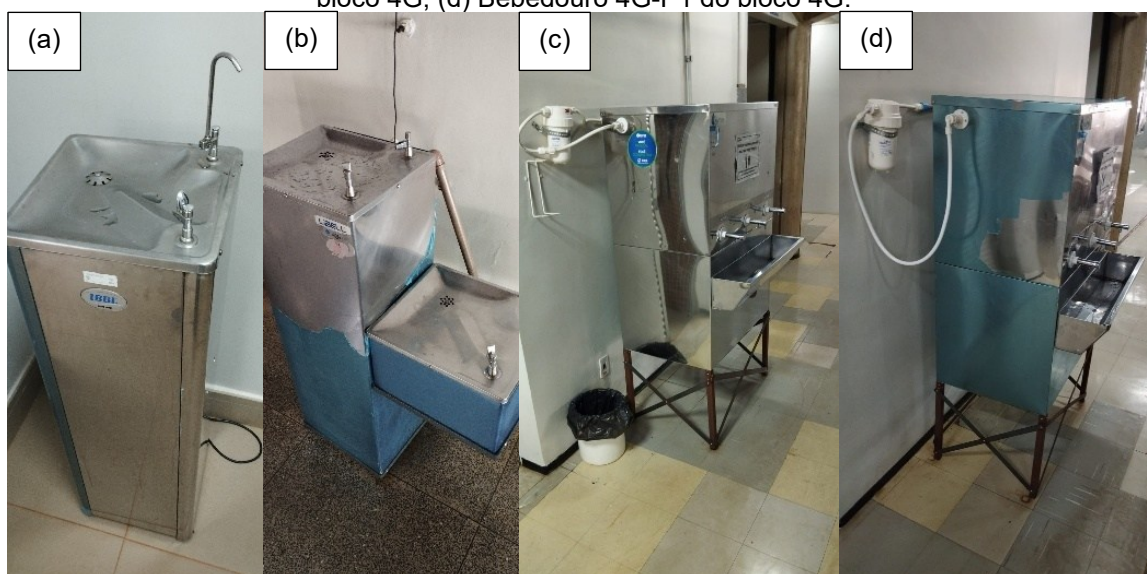
Analisar a qualidade da água consumida pelos estudantes dos Campi Glória, Santa Mônica e Umuarama da UFU que frequentam as bibliotecas (blocos 1C, 3C e 4G, respectivamente), conforme padrões de potabilidade estipulados pela Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

3 METODOLOGIA

3.1 LOCAIS DE AMOSTRAGEM

Os pontos de coleta utilizados neste estudo foram determinados através de visitas *in loco* para verificação da quantidade de bebedouros na biblioteca de cada Campus da UFU. A biblioteca do Campus Glória, bloco 1C, possui apenas um bebedouro localizado em seu interior (Figura 1a), objeto de amostragem. Na biblioteca do Campus Umuarama, bloco 4G, há quatro bebedouros, mas um deles estava inacessível durante o período do estudo, pois o Piso 2, onde se encontra, estava interditado para reorganização do acervo local. Assim, três bebedouros deste Campus foram analisados: um na parte externa - 4G-E, próximo à área de devolução automática de livros (Figura 1b) e dois em seu interior, sendo um no térreo - 4G-T (Figura 1c) e outro no Piso 1 - 4G-P1 (Figura 1d).

Figura 1 - (a) Bebedouro 1C do bloco 1C; (b) Bebedouro 4G-E do bloco 4G; (c) Bebedouro 4G-T do bloco 4G; (d) Bebedouro 4G-P1 do bloco 4G.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Foram analisados quatro bebedouros da biblioteca do Campus Santa Mônica, no bloco 3C: um está na parte externa (3C-E), próximo ao local de estudos e convívio, frente ao bloco de salas de aula 5S; os outros três estão em seu interior, sendo um no térreo (3C-T), um no Piso 1 (3C-P1) e um no Piso 2 (3C-P2). No total, foram utilizados oito pontos de coleta.

O monitoramento dos bebedouros foi feito ao longo de 12 semanas. As seis primeiras semanas foram dedicadas aos bebedouros 1C, 4G-E, 4G-T e 4G-P1 e nas outras seis semanas foram coletadas amostras dos bebedouros 3C-E, 3C-T, 3C-P1 e 3C-P2. Para coleta, foram esterilizados frascos de 45 mL em autoclave a 120° C durante 15 minutos para as amostras destinadas à análise microbiológica e garrafas plásticas de 500 mL higienizadas para as amostras destinadas à análise físico-química. O planejamento de obtenção e preservação das amostras segue o padrão da Norma Brasileira (NBR) 9897/1987 e os prazos de conservação estipulados pela NBR 9898/1987 também foram respeitados.

3.2 LOCAIS DE ANÁLISE

As análises microbiológicas e de pH foram feitas no Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMIC), pertencente ao Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) da UFU, localizado no Bloco 2E, sala 113 do Campus Umuarama. Os parâmetros físico-químicos foram analisados no Laboratório de Qualidade Ambiental (LAQUA), também pertencente ao ICIAG, localizado no Bloco 2B, sala 135 do Campus Umuarama.

3.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

Foi usado o Método Padrão de Tubos Múltiplos para verificar a presença de bactérias coliformes totais e termotolerantes, em particular da *E. coli*, onde obtém-se o Número Mais Provável (NMP) de bactérias, conforme seção 9221B do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Public Health Organization; American Water Works Association; Water Environment Federation, 2017). Os valores de referência para os parâmetros analisados seguem a Portaria GM/MS nº 888/2021 (Brasil, 2021).

O teste presuntivo foi realizado com séries de três tubos de ensaio e de Durham invertidos para cada amostra coletada. Nestes, o meio de cultura utilizado foi o caldo lactosado. A proporção de amostra, transferida assepticamente, para meio de cultura foi de 10 mL de alíquota de amostra para 10 mL de caldo lactosado (série sem diluição), três alíquotas de 1 mL de amostra para 9 mL de caldo lactosado (diluição

1:10) e três alíquotas de 0,1 mL de amostra para 9,9 mL de caldo lactosado (diluição 1:100). Todos os tubos foram incubados em estufa a 37° C por 48 horas. Caso verificada presença de gás e/ou turbidez, foi indicada a presença de bactérias fermentadoras de lactose.

Após o primeiro teste, fez-se o teste confirmativo dos tubos positivos. Transferiu-se 100 µL das amostras para tubos contendo 5 mL de caldo Verde Bile Brilhante (VBB). Estes foram levados à estufa novamente para serem incubados por 48 horas a 37° C. Após este prazo, foi determinada a presença de gás e/ou turbidez, que representam presença de coliformes totais.

Transferiu-se também 100 µL das amostras positivas do teste presuntivo para tubos contendo 5 mL de caldo EC. Estes foram incubados em estufa a 45° C por 24 horas. Terminada a incubação, foi verificado se havia a presença de coliformes termotolerantes.

Com os resultados obtidos, consultou-se a Tabela de Probabilidade (Tabela 1), em acordo com os procedimentos determinados pela *American Public Health Organization* (2017). Os valores foram comparados com a Tabela 2, conforme Portaria GM/MS nº 888/2021, onde constam os Valores Máximos Permitidos (VMPs) para os padrões de potabilidade.

Para os testes presuntivos positivos, foi usada também a Técnica de Coloração Gram, conforme o método desenvolvido por Christian Gram e explicado por Willey; Sherwood e Woolverton (2008) de forma a complementar as análises, para identificar a presença de bactérias gram-negativas, que indicam a presença de *E. coli*. Preparou-se esfregaço bacteriano com as amostras positivas em lâminas de vidro esterilizadas. Adicionou-se cristal de violeta, deixando agir por um minuto. Lavou-se com água destilada e aplicou-se a solução de lugol por um minuto. Lavou-se novamente com água destilada e foi aplicado álcool 95% (agente descolorante) por 30 segundos. Lavou-se com água destilada e foi adicionada safranina, deixando agir por 30 segundos. Lavou-se com água destilada e deixado para secar. Em microscópio óptico, com objeto de imersão de 100x, foi verificada a coloração e morfologia bacteriana. Devido às bactérias da espécie *E. coli* apresentarem uma fina parede de peptidoglicano, além de possuírem uma membrana externa lipídica adicional em comparação à bactérias gram-positivas, estas são coradas pela safranina (Willey; Sherwood; Woolverton, 2008).

Tabela 1 - Tabela de determinação do Número Mais Provável (NMP) por 100 mL de amostra, com limite de confiança de 95%, utilizando séries de três tubos por diluição (10, 1,0 e 0,1 mL de água).

Combinação de amostras positivas	NMP/100 mL	Limite de confiança 95%	
		Limite inferior	Limite superior
0-0-1	<3	<0,5	9
0-1-0	3	<0,5	13
1-0-0	4	<0,5	20
1-0-1	7	1	21
1-1-0	7	1	23
1-1-1	11	3	36
1-2-0	11	3	36
2-0-0	9	1	36
2-0-1	14	3	37
2-1-0	15	3	44
2-1-1	20	7	89
2-2-0	21	4	47
2-2-1	28	10	150
3-0-0	23	4	120
3-0-1	39	7	130
3-0-2	64	15	380
3-1-0	43	7	210
3-1-1	75	14	230
3-1-2	120	30	380
3-2-0	93	15	380
3-2-1	150	30	440
3-2-2	210	35	470
3-3-0	240	36	2300
3-3-1	460	71	2400
3-3-2	1100	150	4800

Fonte: adaptado de American Public Health Organization; American Water Works Association; Water Environment Federation (2017).

Tabela 2 - Padrão bacteriológico da água para consumo humano.

Forma de abastecimento de água	Parâmetro	Valor Máximo Permitido
Na saída do tratamento	Coliformes totais	Ausência em 100 mL
No sistema de distribuição e pontos de consumo	Escherichia coli	Ausência em 100 mL
Sistemas ou soluções alternativas que abastecem menos de 20.000 habitantes	Coliformes totais (indicador de integridade do sistema de distribuição)	Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo. Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água.

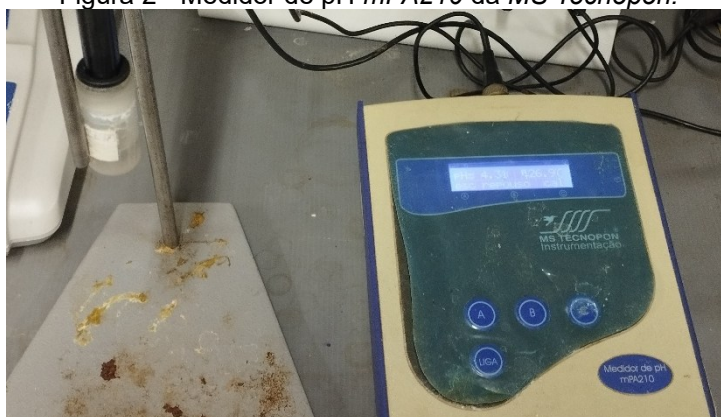
Fonte: Brasil (2021).

3.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA

Os parâmetros físico-químicos pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais (STD), turbidez e concentração de cloro livre foram analisados na mesma data de coleta das amostras.

O pH foi verificado através do método potenciométrico com o medidor de pH *mPA210* da *MS Tecnopon* (Figura 2), calibrado com as soluções tampões padrão de pH 4,0 e 7,0 30 minutos antes das leituras. Foram colocados 100 mL de amostra em um becker de mesmo volume, onde foi introduzido o eletrodo do equipamento para determinação do valor.

Figura 2 - Medidor de pH *mPA210* da *MS TecnoPON*.



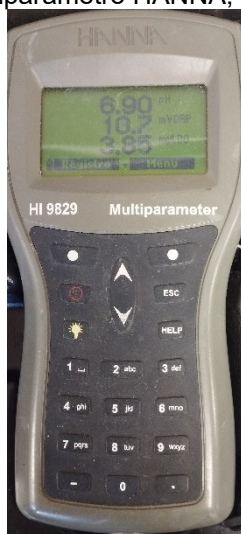
Fonte: Elaboração própria (2025).

Foram determinados condutividade e STD pelo multiparâmetro *HANNA*, modelo *HI9829* (Figura 3). Este possui eletrodos específicos para mensurar os valores dos dois parâmetros analisados. A condutividade é medida pelo método de condutimetria, baseado na intensidade da corrente elétrica da água, expresso em $\mu\text{S}/\text{cm}$. A concentração de STD obtida na leitura do aparelho é uma estimativa feita a partir do valor de condutividade. A fórmula usada para água natural é, segundo American Public Health Organization; American Water Works Association e Water Environment Federation (2017):

$$STD (mg/L) = Condutividade(\mu S/cm) * 0,55$$

Em becker de 250 mL, onde foi colocado mesmo volume de amostra, a sonda do aparelho foi inserida, então aguardou-se a estabilização e procedeu-se à anotação dos valores verificados de condutividade e STD.

Figura 3 - Multiparâmetro HANNA, modelo HI9829.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Em seguida, precisou-se o valor de turbidez com turbidímetro *AP2000* da *PoliControl* (Figura 4). Neste, um filamento de tungstênio emite luz que é medida por um detector fotoelétrico, então a turbidez é expressa em uT (unidade de turbidez). São colocados 10 mL da amostra de água em frasco graduado, a qual é inserida no aparelho para leitura. Através do método turbidimétrico, é medida a interferência da passagem de luz por partículas em suspensão na água.

Figura 4 - Frasco graduado de 10 mL e Turbidímetro AP2000 da PoliControl.

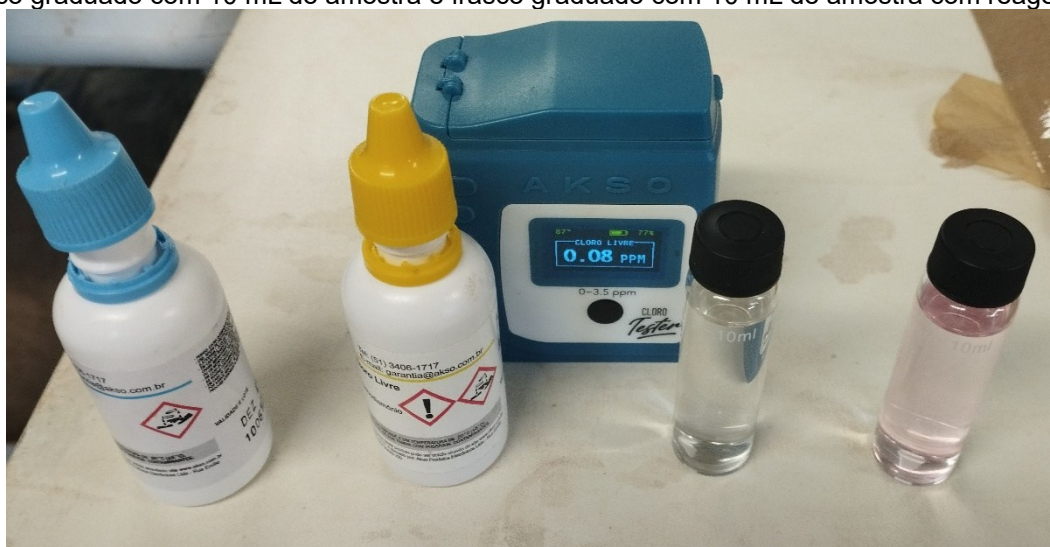


Fonte: Elaboração própria (2025).

A concentração de cloro foi avaliada com auxílio do medidor de cloro livre e total *AKSO Cloro Tester* (Figura 5). Este usa método colorimétrico, padronizado pela American Health Organization (2017). Em dois frascos graduados de 10 mL, é introduzido o mesmo volume de amostra. Em um destes, inserem-se três gotas de

reagente hidróxido de sódio (NaOH) e três gotas de reagente com solução à base de ácido sulfúrico, sulfato de nitrogênio, N-Dietil-1 e 4-fenilenodiamônio. Os reagentes formam um composto de cor rosada e o medidor determina a intensidade dessa cor, então expressa o valor de cloro em partes por milhão, convertido diretamente para mg/L.

Figura 5 - Da esquerda para a direita: reagente NaOH, reagente com solução à base de ácido sulfúrico, sulfato de nitrogênio, N-Dietil-1 e 4-fenilenodiamônio, medidor de cloro AKSO *Cloro Tester*, frasco graduado com 10 mL de amostra e frasco graduado com 10 mL de amostra com reagentes.



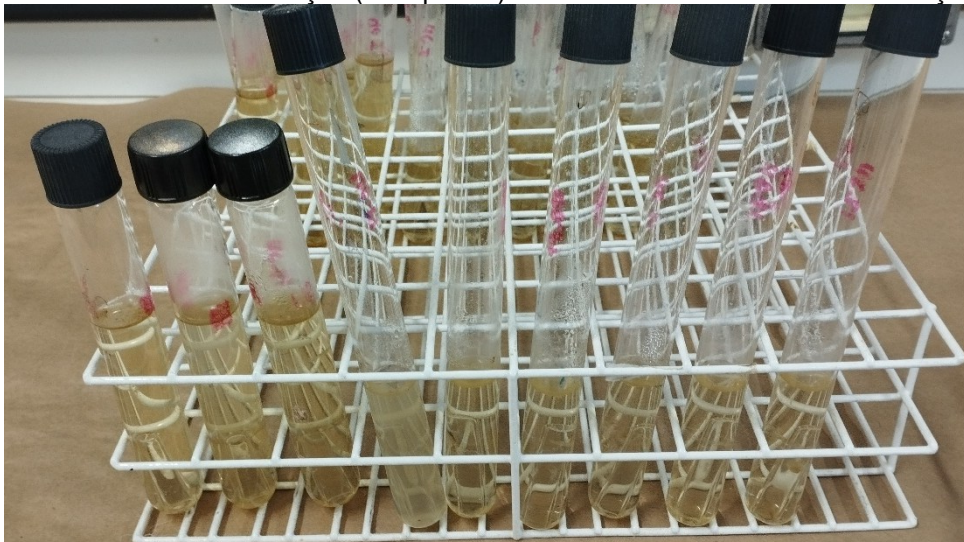
Fonte: Elaboração própria (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DOS BLOCOS 1C E 4G

Através do NMP/100 mL de amostra, avaliou-se a presença de coliformes totais e de coliformes termotolerantes. Na 3ª semana, houve resultado positivo no teste presuntivo nos três tubos sem diluição e em um dos tubos com diluição 1:10 para o bebedouro 4G-P1 (Figura 6). Em todas as outras semanas, os testes foram negativos para todos os bebedouros.

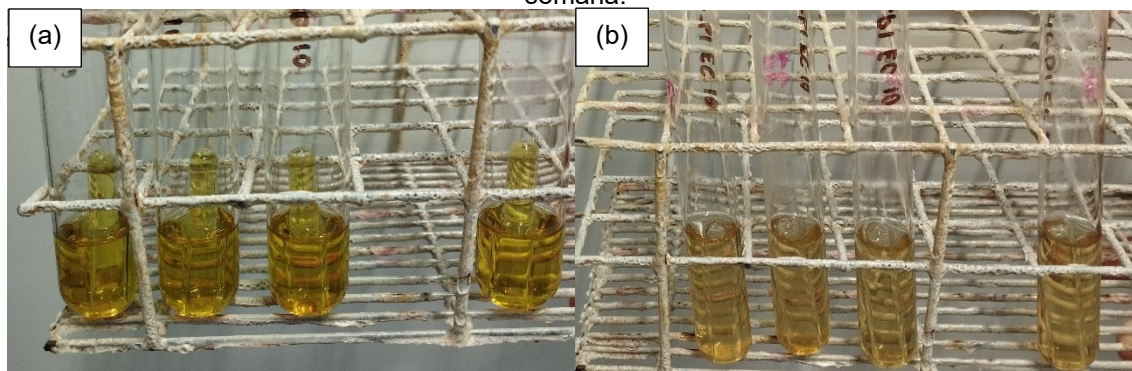
Figura 6 - Tubos com amostras de água do bebedouro 4G-P1 da 3ª semana, com formação de bolhas de gás nos três tubos sem diluição (à esquerda) e turbidez em um dos tubos de diluição 1:10.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Assim, foi feito o teste confirmativo destas amostras, com os meios de cultura VBB e EC para determinar o NMP das amostras. Os resultados foram negativos, conforme observado nas Figura 7a e Figura 7b. Isto indica que não há presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras. Os resultados positivos nos testes presuntivos podem ter ocorrido devido ao bebedouro 4G-P1 encontrar-se próximo a banheiros frequentados pelos estudantes, podendo influenciar sua contaminação, como também observado no estudo de Batista, Oliveira e Gradella (2024). Apesar disso, a ausência de coliformes verificada pelo teste confirmativo indica que a água não apresenta risco microbiológico para consumo.

Figura 7 - (a) Amostras negativas no teste confirmativo com caldo VBB do bebedouro 4G-P1 na 3ª semana; (b) Amostras negativas no teste confirmativo com caldo EC do bebedouro 4G-P1 na 3ª semana.



Fonte: Elaboração própria (2025).

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados das análises microbiológicas dos bebedouros 1C, 4G-E, 4G-T e 4G-P1. Todos os valores estão em conformidade com a legislação vigente, podendo a água ser considerada apta ao consumo.

4.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DOS BLOCOS 1C E 4G

Os valores identificados nas análises de pH, condutividade elétrica, STD, turbidez e concentração de cloro encontram-se na Tabela 4. Exceto pela concentração de cloro, que em alguns pontos encontrou-se abaixo do valor de referência, todos os outros parâmetros estavam em conformidade com a Portaria GM/MS nº 888/2021. Apesar desta Portaria não definir mais uma faixa de pH para amostras, valores entre 6,0 e 9,0 ainda são o padrão para qualidade da água, como pode-se verificar em seus Anexos 3, 4 e 6, em que a água é mantida nesta faixa nos processos de tratamento de água e, portanto, também foi o padrão de referência para as amostras coletadas.

Destaca-se que outros bebedouros do campus Umuarama (4K, 8C e 4L) também apresentaram valores em conformidade com a legislação no estudo conduzido por Peixoto (2023) para os parâmetros turbidez, condutividade e STD, e também para o pH nos blocos 4K e 8C, assim como foi observado nas amostras do bloco 4G neste estudo.

Um provável fator que pode influenciar nos níveis de cloro que chegam aos bebedouros é o decaimento natural devido à distância do ponto de cloração (Vargas *et al.*, 2021). Casas-Monroy *et al.* (2019) explicam que também pode ocorrer redução

por falta de manutenção ou baixo consumo, visto que água parada favorece a decomposição do cloro, assim como a falha na higienização periódica.

Tabela 3 - Resultados das análises microbiológicas dos bebedouros 1C, 4G-E, 4G-T e 4G-P1 durante as semanas um à seis e Valor Máximo Permitido para padrão de potabilidade.

Bebedouro	Semana	Teste presuntivo			Teste confirmativo		Teste completo
		Sem diluição	Diluição 1:10	Diluição 1:100	VBB	EC	Termotolerantes
1C	1	0	0	0	-	-	-
	2	0	0	0	-	-	-
	3	0	0	0	-	-	-
	4	0	0	0	-	-	-
	5	0	0	0	-	-	-
	6	0	0	0	-	-	-
4G-E	1	0	0	0	-	-	-
	2	0	0	0	-	-	-
	3	0	0	0	-	-	-
	4	0	0	0	-	-	-
	5	0	0	0	-	-	-
	6	0	0	0	-	-	-
4G-T	1	0	0	0	-	-	-
	2	0	0	0	-	-	-
	3	0	0	0	-	-	-
	4	0	0	0	-	-	-
	5	0	0	0	-	-	-
	6	0	0	0	-	-	-
4G-P1	1	0	0	0	-	-	-
	2	0	0	0	-	-	-
	3	3	1	0	0	0	-
	4	0	0	0	-	-	-
	5	0	0	0	-	-	-
	6	0	0	0	-	-	-
VMP conforme padrão de potabilidade (Portaria GM/MS nº 888/2021)					Ausência em 100 mL		

Fonte: Elaboração própria (2025) e VMP conforme Brasil (2021).

Tabela 4 - Valores dos parâmetros físico-químicos de cada amostra durante as semanas um a seis e valor/intervalo de referência conforme Portaria nº 888/2021.

Bebedouro	Semana	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	STD (mg/L)	Turbidez (uT)	Cloro (mg/L)
1C	1	7,27	80	42	0,20	0,3
	2	7,60	82	41	0,11	0,6
	3	7,31	80	40	0,10	0,3
	4	7,22	96	48	0,20	0,1
	5	7,51	96	48	0,11	0,2
	6	7,24	81	41	0,10	0,3
4G-E	1	6,91	73	36	0,21	0,2
	2	7,71	70	35	0,30	0,8
	3	7,25	74	37	0,10	1,6
	4	7,09	74	35	0,80	0,1
	5	7,54	79	39	0,50	0,2
	6	6,83	69	35	0,20	0,2
4G-T	1	7,18	67	40	0,70	0,2
	2	7,41	68	34	0,46	0,6
	3	7,04	75	37	0,77	0,2
	4	6,96	83	41	0,70	0,0
	5	7,27	75	36	0,80	0,2
	6	6,91	55	27	0,20	0,2
4G-P1	1	7,09	72	30	0,10	0,1
	2	7,19	70	35	0,08	0,4
	3	7,01	82	41	2,40	0,0
	4	7,04	75	38	0,10	0,1
	5	7,26	67	34	0,10	0,1
	6	7,03	56	28	0,40	0,2
Valor/intervalo de referência		6,0 a 9,0	< 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 1.000 mg/L	< 5,0 uT	0,2 a 5,0 mg/L

Fonte: Elaboração própria (2025) e valores/intervalos de referência conforme Brasil (2021).

4.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DO BLOCO 3C

Na Tabela 5, observa-se os resultados dos testes de tubos múltiplos para os bebedouros 3C-E, 3C-T, 3C-P1 e 3C-P2.

Apenas o bebedouro 3C-P1 teve resultado positivo no teste presuntivo, nas semanas sete e oito. Foram feitos testes confirmativos em caldo VBB e EC para o bebedouro 3C-P1, que retornaram resultados negativos em ambas as semanas. Isto indica que não há contaminação microbiológica neste bebedouro, considerando os VMP determinados pelo Ministério da Saúde.

Foi usada a Técnica de Coloração Gram nas amostras positivas dos testes presuntivos do bebedouro 3C-P1, tanto na semana sete quanto na semana oito. Em nenhuma das lâminas foram identificadas bactérias com coloração rosada, constatando-se apenas bacilos azuis Gram-positivos. Isto reforça o resultado negativo dos testes confirmativos, pois apenas bactérias com peptidoglicano espesso retém a coloração azul identificada, e estas não são indicadoras de contaminação fecal.

Todos os outros resultados foram negativos, portanto, não houve formação de gás e turbidez, indicando ausência de coliformes totais e termotolerantes. Os bebedouros do bloco 3C, em respeito às análises microbiológicas, também estavam em conformidade com a legislação atual, apresentando boa qualidade como foi verificado também nos blocos 1B e 5RA, do mesmo campus, no estudo de Correia, Bertolino e Baffi (2022).

Tabela 5 - Resultados das análises microbiológicas dos bebedouros 3C-E, 3C-T, 3C-P1 e 3C-P2 durante as semanas sete à 12 e Valor Máximo Permitido para padrão de potabilidade.

Bebedouro	Semana	Teste presuntivo			Teste confirmativo		Teste completo
		Sem diluição	Diluição 1:10	Diluição 1:100	VBB	EC	Termotolerantes
3C-E	7	0	0	0	-	-	-
	8	0	0	0	-	-	-
	9	0	0	0	-	-	-
	10	0	0	0	-	-	-
	11	0	0	0	-	-	-
	12	0	0	0	-	-	-
3C-T	7	0	0	0	-	-	-
	8	0	0	0	-	-	-
	9	0	0	0	-	-	-
	10	0	0	0	-	-	-
	11	0	0	0	-	-	-
	12	0	0	0	-	-	-
3C-P1	7	3	1	0	0	0	-
	8	3	3	0	0	0	-
	9	0	0	0	-	-	-
	10	0	0	0	-	-	-
	11	0	0	0	-	-	-
	12	0	0	0	-	-	-
3C-P2	7	0	0	0	-	-	-
	8	0	0	0	-	-	-
	9	0	0	0	-	-	-
	10	0	0	0	-	-	-
	11	0	0	0	-	-	-
	12	0	0	0	-	-	-
VMP conforme padrão de potabilidade (Portaria GM/MS nº 888/2021)					Ausência em 100 mL		

Fonte: Elaboração própria (2025), e VMP conforme Brasil (2021).

4.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS DOS BEBEDOUROS DO BLOCO 3C

As análises feitas com as amostras dos bebedouros do bloco 3C encontram-se em conformidade com os valores e intervalos de referência da Portaria nº 888/2021 para os parâmetros pH, condutividade elétrica, STD e turbidez. Diferente do estudo de Correia, Bertolino e Baffi (2022) realizado também no campus Santa Mônica, os valores de pH das amostras do bloco 3C ficaram entre 6,0 e 9,0, enquanto que nos blocos 1B e 5RA, a média de pH estava abaixo desta faixa, já a condutividade, STD e turbidez para estes blocos encontraram-se nos intervalos de referência da Portaria, assim como o 3C.

Em todos os bebedouros, foi verificada baixa concentração de cloro em várias semanas (Tabela 6).

O bebedouro 3C-E mostrou ausência de cloro em sua composição em todas as semanas. Considerando que é um bebedouro muito utilizado pelos estudantes, não é provável que os valores identificados sejam devido ao desuso. Assim, pode-se considerar que seja em razão de sua exposição ao sol, que eleva sua temperatura, aumentando a velocidade das reações do cloro com os constituintes orgânicos e inorgânicos da água e ao forte vento, que aumenta sua volatilização (Black & Veatch Corporation; White, 2010). Ainda, deve-se atentar à higienização do bebedouro, que também pode reduzir o nível do cloro quando não é feita regularmente.

Os bebedouros 3C-T, 3C-P1 e 3C-P2 também estão em desconformidade com o intervalo de referência para cloro em grande parte das amostras, apresentando ausência na composição para o bebedouro 3C-T na semana dez e valor inferior a 0,2 mg/L nas semanas oito, nove, 11 e 12. Apenas na semana sete o bebedouro 3C-T estava em conformidade com o padrão para o cloro.

A água do bebedouro 3C-P1 das amostras das semanas sete e 11 também estava sem concentração de cloro, enquanto que nas semanas oito, nove e 12, foi inferior ao mínimo de 0,2 mg/L. Na semana dez, o valor estava dentro do padrão.

O bebedouro 3C-P2, que é o menos usado por encontrar-se no piso com menor fluxo de funcionários e estudantes, esteve em conformidade com a legislação em metade das amostras: nas semanas oito, nove e dez. Nas outras três semanas, a concentração não atingiu o mínimo estipulado pelo Ministério da Saúde.

É importante ressaltar que o valor mínimo de 0,2 mg/L visa garantir a proteção contínua da água ao longo de sua distribuição logo, valores inferiores não asseguram a potabilidade microbiológica da água (Brasil, 2021; WHO, 2022).

Tabela 6 - Valores dos parâmetros físico-químicos de cada amostra durante as semanas sete a 12 e valor/intervalo de referência conforme Portaria n° 888/2021.

Bebedouro	Semana	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	STD (mg/L)	Turbidez (uT)	Cloro (mg/L)
3C-E	7	7,31	54	27	0,81	0,0
	8	7,15	87	43	0,80	0,0
	9	6,80	73	34	4,80	0,0
	10	6,94	69	34	0,32	0,0
	11	7,33	57	28	0,10	0,0
	12	7,25	51	25	0,60	0,0
3C-T	7	7,00	56	28	0,10	0,2
	8	7,10	48	24	0,50	0,1
	9	6,84	64	32	2,82	0,1
	10	6,97	49	24	0,29	0,0
	11	7,08	66	32	3,87	0,1
	12	7,08	49	25	0,90	0,1
3C-P1	7	7,06	55	27	0,77	0,0
	8	7,04	64	34	0,10	0,1
	9	6,85	58	30	0,70	0,1
	10	6,77	65	32	0,10	0,2
	11	7,09	55	27	0,10	0,0
	12	7,01	54	27	0,90	0,1
3C-P2	7	7,30	52	26	0,80	0,1
	8	7,03	68	34	0,10	0,2
	9	6,76	66	33	0,10	0,2
	10	6,69	50	25	0,10	0,2
	11	6,85	62	31	0,10	0,1
	12	6,78	65	32	0,10	0,1
Valor/intervalo de referência		6,0 a 9,0	< 1.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$	< 1.000 mg/L	< 5,0 uT	0,2 a 5,0 mg/L

Fonte: Elaboração própria (2025) e valores/intervalos de referência conforme Brasil (2021).

5 CONCLUSÃO

Referente às análises microbiológicas, nenhum bebedouro das bibliotecas apresentou presença de coliformes totais e termotolerantes durante as seis semanas de monitoramento dos Campi Glória e Umuarama e também durante as seis semanas para o Campus Santa Mônica, indicando a potabilidade da água dos bebedouros conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021.

Em relação aos dos parâmetros físico-químicos, apenas a concentração de cloro estava em desacordo com a legislação. Os parâmetros pH, condutividade elétrica e STD atenderam aos Valores Máximos Permitidos pelo Ministério da Saúde em todas as amostras.

Como medida preventiva, sugere-se verificar e revisar a frequência de higienização dos filtros de todos os bebedouros das bibliotecas dos três Campi e a forma como é conduzida para que os valores de concentração de cloro atendam ao intervalo de referência. Também deve-se considerar a alteração do local do bebedouro 3C-E para detrás do muro próximo a ele, pois atualmente encontra-se exposto ao sol e à ação do vento, fatores que contribuem na redução da concentração de cloro presente.

Caso os valores de concentração de cloro sejam regularizados, a água será considerada totalmente apropriada e segura para o consumo da comunidade acadêmica que frequenta as bibliotecas, pois todos os outros indicadores estão em conformidade com o Ministério da Saúde.

Recomenda-se a verificação da concentração de cloro livre em outros pontos do sistema de distribuição, como na caixa d'água e na tubulação em estudos complementares, pois o percurso da água pelas adutoras e falta de manutenção do filtro pode influenciar no decaimento do cloro. Isto facilitaria a identificação com maior exatidão do que está causando a baixa concentração de cloro livre na água dos bebedouros.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ORGANIZATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23rd eded. Washington, D.C.: American Public Health Association, 2017.

ANDREOLI, F. C. Social Technology Application In Sanitation Extension Projects. **Revista de Cultura e Extensão USP**, [s. l.], v. 15, p. 41–49, 2016. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rce/article/view/123102>. Acesso em: 21 jul. 2025.

AUGUSTO, L. G. da S. *et al.* O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, Recife, v. 17, p. 1511–1522, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/BLQQZSthGK3KMFZdj9zwQKL/?lang=pt>. Acesso em: 7 jul. 2025.

BINNIE, C.; KIMBER, M. **Basic Water Treatment**. 5. ed. London, UK: ICE Publishing, 2013.

BLACK & VEATCH CORPORATION; WHITE, G. C. **White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants**. 5th ed.ed. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc., 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, n. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, 25 mar. 2004. Disponível em: https://bvs.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2004/prt0518_25_03_2004.html. Acesso em: 12 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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**, n. Portaria nº 888, de 4 de março de 2021, Portaria nº 888, de 4 de março de 2021, 4 maio 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 13 set. 2025.

BRASIL. Presidência da República. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997., Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997., 8 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 7 jul. 2025.

BRASIL. Presidência da República. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. **Diário Oficial da União**, n. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, 15 jul. 2020. Disponível

em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#. Acesso em: 12 jul. 2025.

CASAS-MONROY, O. *et al.* Effect of temperature on chlorine treatment for elimination of freshwater phytoplankton in ballast water: bench-scale test. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, [s. l.], v. 76, n. 10, p. 1768–1780, 2019. Disponível em: <https://cdnsiencepub.com/doi/full/10.1139/cjfas-2018-0179>. Acesso em: 30 ago. 2025.

CORREIA, G. de O. S. F.; BERTOLINO, S. M.; BAFFI, M. A. Microbiological and physico-chemical quality of water from beverages of Uberlândia Federal University, Campus Santa Mônica. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 56–68, 2022. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/rbcti/article/view/6597>. Acesso em: 16 jul. 2025.

COUTO, E. dos S. *et al.* Análise microbiológica e físico-química da água potável dos bebedouros de uma instituição de ensino do Espírito Santo. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [s. l.], v. 16, n. 13, p. e6749–e6749, 2024. Disponível em: <https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/6749>. Acesso em: 12 set. 2025.

EQUIPE DE PAÍS DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6: Água potável e saneamento. *In*: Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 7 jul. 2025.

GRUBER, J. S.; ERCUMEN, A.; JR, J. M. C. Coliform Bacteria as Indicators of Diarrheal Risk in Household Drinking Water: Systematic Review and Meta-Analysis. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 9, n. 9, p. e107429, 2014. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0107429>. Acesso em: 12 jul. 2025.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento é saúde**: como a falta de acesso à infraestrutura básica afeta as incidências de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado no Brasil. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2025. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/03/ESTUDO-COMPLETO-Saneamento-e-saude-Como-a-falta-de-acesso-a-infraestrutura-basica-afeta-as-incidencias-de-doencas-relacionadas-ao-saneamento-ambiental-inadequado-no-Brasil-TRATA-BRASIL.pdf>. Acesso em: 7 out. 2025.

PEIXOTO, C. P. **Qualidade da água para consumo humano: bebedouros do campus Umuarama - UFU**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: Acesso em: 18 jul. 2025.

PES, J. H. F. **A fundamentalidade do direito de acesso à água potável**. 2014. Tese (Doutorado em Direito) - Faculdade de Direito, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ulisboa.pt/handle/10451/22854>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. Água do Sistema Capim Branco passa por testes de tratabilidade. *In*: 17 mar. 2021a. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2021/03/17/agua-do-sistema-capim-branco-passa-por-testes-de-tratabilidade/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. Dmae aprimora sistema de cloração nas estações de tratamento. *In*: 18 dez. 2019. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2019/12/18/dmae-aprimora-sistema-de-cloracao-nas-estacoes-de-tratamento/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. Tanques de produtos químicos contribuem para eficiência da ETA Capim Branco. *In*: 7 jan. 2021b. Disponível em: <https://www.uberlandia.mg.gov.br/2021/01/07/tanques-de-produtos-quimicos-contribuem-para-eficiencia-da-eta-capim-branco/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

SANTOS, F. F. S. dos *et al.* O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [s. l.], v. 4, 2018. Disponível em: <https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/127>. Acesso em: 21 jul. 2025.

SILVA, P. H. da *et al.* Avaliação da qualidade da água dos bebedouros de um campus universitário do semiárido nordestino. **Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2019. Disponível em: [http://autores.revistarevinter.com.br/index.php?journal=toxicologia&page=article&op=view&path\[\]=418](http://autores.revistarevinter.com.br/index.php?journal=toxicologia&page=article&op=view&path[]=418). Acesso em: 24 jul. 2025.

SILVA, A. C. da *et al.* Qualidades das águas fornecidas por bebedouros destinados ao consumo humano e sua relação com a saúde. **Brazilian Journal of Health Review**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 777–784, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/6627>. Acesso em: 12 set. 2025.

SINISA. **Relatório dos Serviços de Abastecimento de Água**. Brasília, DF: [s. d.], 2024. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/copy_of_RELATORIO_SINISA_ABASTECIMENTO_DE_AGUA_2024_v2.pdf. Acesso em: 10 jul. 2025.

VARGAS, T. F. *et al.* Decay of Free Residual Chlorine in Wells Water of Northern Brazil. **Water**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 992, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/7/992>. Acesso em: 18 set. 2025.

VASCONCELOS, C. H. *et al.* Surveillance of the drinking water quality din the Legal Amazon: analysis of vulnerable areas. **Cadernos Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 14–20, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cadsc/a/JggtVRVwpPwyK4SZN3NhxpC/?lang=en>. Acesso em: 14 set. 2025.

WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. [S. l.]: World Health Organization, 2022. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>. Acesso em: 7 set. 2025.

WILLEY, J. M.; SHERWOOD, L. M.; WOOLVERTON, C. J. **Microbiology**. 7th ed.ed. New York: McGraw-Hill, 2008.