



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

José Lucas Dias Primo

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DO
CAMPUS GLÓRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**

Uberlândia – MG
2026

JOSÉ LUCAS DIAS PRIMO

**Monitoramento da qualidade da água dos bebedouros do Campus Glória da
Universidade Federal de Uberlândia**

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

Orientadora: Profa. Dra. Milla Alves Baffi

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Lúcia e José Primo por todo incentivo e apoio para que os estudos fossem a prioridade na minha vida e eu pudesse realizar essa conquista em ingressar e concluir uma graduação em Uberlândia, em uma Instituição Federal e de grande prestígio, vocês são minha inspiração de vida. E por todo apoio de minhas queridas irmãs, durante este período de graduação.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária que me fizeram chegar até aqui, obrigado por todo ensinamento e formação e em especial a minha orientadora, Profa. Dra. Milla Alves Baffi pela disponibilidade em me orientar e à Profa. Dra. Sueli Moura Bertolino pela colaboração no trabalho. Aos técnicos dos laboratórios LAQUA e LAMIC por contribuírem com o desenvolvimento do projeto, através de todo suporte prestado e disposição. À Universidade Federal de Uberlândia, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela infraestrutura, suporte financeiro e bolsa de iniciação científica concedidos para a realização deste trabalho. E à diretoria de sustentabilidade do Campus Glória pelo esclarecimento das dúvidas ocorridas.

Aos discentes do curso de graduação de Engenharia Ambiental que foram fundamentais para o meu aprendizado, troca de conhecimento e convivência por todos esses anos. Em especial a minha amiga Ana Gabriela pelo apoio e parceria.

RESUMO

Conforme a Lei nº 9.433/1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, todas as gerações devem ter acesso à água de qualidade. No entanto, esta não é uma realidade para todos os brasileiros, visto que quase 35 milhões de pessoas vivem sem água tratada. Apesar de vital para a existência humana, a água pode carregar substâncias e microrganismos nocivos à saúde. Nesse contexto, o monitoramento da qualidade da água, a partir de análises físico-químicas e bacteriológicas, é de fundamental importância para garantir sua potabilidade. No presente projeto, a qualidade da água dos bebedouros dos três edifícios do campus Glória da Universidade Federal de Uberlândia (Uberlândia, MG) foi analisada, seguindo as normas da Portaria GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde. A qualidade da água foi investigada através da técnica de tubos múltiplos e parâmetros físico-químicos (pH, turbidez, cloro livre residual e sólidos totais). As análises foram feitas em todos os 17 bebedouros, em triplicatas, durante 12 meses, sendo que cada ponto foi analisado quatro vezes, totalizando 68 amostras. Nas análises bacteriológicas, todas as amostras apresentaram ausência de coliformes, indicando a potabilidade da água consumida e ausência de contaminação. Para o parâmetro cloro livre residual, o valor de referência para água potável é de 0,2 a 5 mg.L⁻¹; porém, em nove meses as amostras apresentaram valores levemente abaixo, sendo nos meses 1,4 e 7 do bloco 1CCG, e nos meses 2 e 8 do bloco 1BCG e em todos os meses analisados do bloco 1DCG. A média geral deste parâmetro foi de 0,19 mg.L⁻¹. Os demais parâmetros apresentaram resultados de acordo com o padrão de potabilidade para consumo humano, com valores médios de: pH 7,3, turbidez 0,38 UNT, condutividade 88,1 uS.cm⁻¹ e sólidos dissolvidos 43,5 mg.L⁻¹, demonstrando a boa qualidade da água. Os resultados obtidos demonstraram que a água potável distribuída estava em conformidade com a legislação. No entanto, o parâmetro de cloro livre residual apresentou concentrações ligeiramente baixas, possivelmente em decorrência das análises terem sido realizadas após a etapa de filtração, a qual pode promover a retenção parcial do cloro. Ainda assim, ressalta-se a necessidade de monitoramento contínuo, a fim de assegurar a manutenção da qualidade da água distribuída na universidade.

Palavras-chave: Bebedouros; Qualidade da água; Tubos múltiplos; Parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

According to the Law nº. 9,433/1997, which established the National Water Resources Policy and the National Water Resources Management System, the present and future generations should have access to potable water, however, this is not a reality for all Brazilians, since nearly 35 million people in Brazil live without treated water. Despite being vital for human existence, water can carry substances and microorganisms harmful to health. Therefore, monitoring water quality based on potability parameters, such as physicochemical and microbiological analyses, is essential. Thus, in this project, the water quality of drinking fountains in the three buildings of the Glória campus of the Federal University of Uberlândia (Uberlândia, Minas Gerais) was analyzed in accordance with the standards established by the Ordinance of Health Ministry nº 888/2021. The water quality was investigated through analysis using the multiple-tube technique and physicochemical parameters such as pH, turbidity, conductivity, dissolved solids and chlorine residual concentration. The analyses were performed in triplicate at 17 drinking fountains over a 12-month period, with four sampling events at each drinking fountain, totaling 68 samples. In the bacteriological analyses, no coliforms were detected in any sample, indicating the potability of the consumed water and the absence of contamination. For the chlorine residual parameter, the reference value for drinking water is 0,2 to 5 mg.L⁻¹; however, in nine months the samples showed slightly lower values, occurring in months 1, 4, and 7 in block 1CCG; months 2 and 8 in block 1BCG; and in all analyzed months in block 1DCG. The mean values of this parameter was 0.19 mg.L⁻¹. The other physicochemical parameters were in accordance with the Potability Standard for water for human consumption, with mean values of: pH 7.3, turbidity 0.38 NTU, conductivity 88.1 µS.cm⁻¹, and dissolved solids 43.5 mg.L⁻¹, demonstrating the good quality of the water on this campus. The data obtained showed that the samples were in compliance with the legislation, indicating the potability of the analyzed water. However, the chlorine residual parameter presented some values slightly below the recommended range, possibly due to the analyses being performed on water after passing through the filtration system, which may partially remove chlorine. Therefore, continuous monitoring of this parameter is essential to ensure the maintenance of water quality.

Keywords: Drinking fountains; Water quality; Multiple-tube technique; Physicochemical parameters.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVO	10
2.1 Objetivos Específicos	10
3. METODOLOGIA.....	10
3.1 Coleta de Amostras	11
3.2 Análise Bacteriológica	12
3.2.1 Teste Presuntivo.....	12
3.2.2 Teste Confirmativo.....	12
3.2.3 Teste Completo	14
3.2.4 Investigação das Fontes de Contaminação	14
3.3 Análise Físico-Química.....	15
3.3.1 pH.....	15
3.3.2 Condutividade e Sólidos Dissolvidos Totais	15
3.3.3 Turbidez	16
3.3.4 Cloro Livre	16
3.4 Cronograma	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1 Análise Bacteriológica do Bloco 1CCG	18
4.2 Análise Físico-Química do Bloco 1CCG	20
4.3 Análise Bacteriológica do Bloco 1BCG	22
4.4 Análise Físico-Química do Bloco 1BCG	23
4.5 Análise Bacteriológica do Bloco 1DCG	25
4.6 Análise Físico-Química do Bloco 1DCG	26
5. CONCLUSÕES	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

A água é um solvente universal, indispensável para a vida na Terra, permitindo que outras substâncias se associem a ela, inclusive patógenos que representam riscos à saúde humana (MORALES et al., 2016). Dessa maneira, é de suma importância que as pessoas tenham acesso a esse recurso devidamente tratado para suas necessidades diárias. Segundo o UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) e a OMS (Organização Mundial da Saúde 2025) um quarto da população mundial não tem acesso à água potável e segura. Além disso, cerca de 35 milhões de brasileiros não possuem acesso à água própria para o consumo (TRATA BRASIL, 2025). No entanto, no município de Uberlândia 98,05% da cidade é atendida com serviço de abastecimento adequado, em contraste com a média de 83,1% do país, conforme os resultados SINISA 2025 (BRASIL, 2025).

O saneamento básico é um dos principais indicadores sociais de saúde, influenciando diretamente a qualidade de vida e progresso humano. Ele é dividido em quatro pilares principais: o tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, coleta de lixo e drenagem pluvial. A presença desses quatro serviços é indispensável para o desenvolvimento socioeconômico de uma cidade. Segundo Batista, Linhares e Silva (2025), o acesso à água tratada é indispensável, já que a ausência de infraestrutura sanitária adequada está associada a elevadas taxas de morbidade, especialmente relacionadas a doenças diarreicas e parasitárias. Consequentemente, o investimento em saneamento reduz custos com saúde gerando benefícios econômicos significativos.

Além disso, a falta de instalações para recolhimento e tratamento de esgoto exerce igualmente um impacto significativo na prevalência de infecções gastrointestinais e de doenças transmitidas por vetores (FREITAS; MAGNABOSCO, 2023). Nesse contexto, dados do Instituto Trata Brasil (2023) evidenciam a gravidade do problema, uma vez que, no estado do Ceará, apenas 30,1% da população possui acesso à coleta de esgoto e somente 37,1% do esgoto gerado é tratado, o que favorece a disseminação de agentes patogênicos e aumenta os riscos à saúde pública. Como consequência, o estudo também aponta que a precariedade do saneamento está associada a elevadas taxas de morbidade por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, especialmente aquelas de veiculação hídrica,

como diarreias e infecções intestinais, que continuam figurando entre as principais causas de adoecimento na população mais vulnerável.

Com o crescimento econômico e desenvolvimento social que a industrialização e a globalização trouxeram para sociedade, o impacto ambiental aumentou significativamente, acarretando diversos desafios para a sociedade. Os desafios ambientais atuais são interconectados e multifacetados exigindo uma cooperação internacional para mitigá-los e promover um desenvolvimento econômico de fato sustentável. Para concretizar essa proposta, foram criados os Objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS), que são propostas de caráter colaborativo e divididas em etapas e contribuições de diferentes partes interessadas de todo o mundo. O processo de negociação e adoção dos ODS cumpriu uma dupla função: por um lado, consagrou e ampliou o consenso global acerca da necessidade de avançar o desenvolvimento humano; e por outro, limitou conceitualmente a própria ideia de desenvolvimento à premissa da sustentabilidade (Rocha et al., 2024, p. 75). Neste cenário, o ODS número 6 previsto pela Organização das Nações Unidas (ONU), como parte da Agenda 2030, é justamente tornar a água potável e o saneamento básico universal e equitativo.

As águas contaminadas por esgotos sanitários ou dejetos de animais são veículos de uma variedade de organismos patogênicos, sendo de responsabilidade da companhia de saneamento tratar essa água e garantir que ela chegue potável até o hidrômetro do estabelecimento, e a partir desse ponto, a responsabilidade fica com a instituição de garantir a manutenção da qualidade da água (Brasil, 2021). No Brasil, a Portaria do Ministério da Saúde GM/MS Nº 888/2021 define o padrão de potabilidade da água para consumo humano, estabelecendo os limites máximos e mínimos para substâncias físicas, químicas e biológicas que garantam sua segurança. Conforme esta legislação, a água potável é aquela que atende aos padrões de potabilidade estabelecidos em seus anexos e que não ofereça riscos à saúde, de forma que seu uso deve ser entendido como fator contribuinte no controle de doenças. Assim, para determinar a potabilidade da água, são necessárias análises físico-químicas e microbiológicas que norteiam a padronização dos estudos (Pessatti; Oliveira, 2023).

De acordo com o livro *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - *SMEWW*, o grupo coliforme é definido como “todas as bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, Gram negativas, não esporuladas e na forma de

bastonete, que fermentam a lactose a ácido láctico com formação de gás a 35^oC por 48h” (APHA, 2023). Nesse contexto, as bactérias do grupo coliforme, especificamente da espécie *Escherichia coli*, são os indicadores mais precisos da contaminação da água por fezes de animais, cuja presença deve ser verificada em análises de qualidade microbiológica da água (BRASIL, 2021).

Há uma variedade de doenças de veiculação hídrica, tais como ascaridíase, giardíase, gastroenterite, esquistossomose, hepatite A, entre outras. Nesse viés, cada doença tem um agente transmissor, podendo ser vírus, bactéria, protozoário ou helmintos. No entanto, devido às limitações técnico-analíticas e financeiras, torna-se difícil o isolamento desses organismos em amostras. Logo, recomenda-se que a indicação da contaminação da água seja de forma indireta pela presença de bactérias do grupo coliforme e da espécie *Escherichia coli* que é um indicador de contaminação fecal (BRASIL, 2021). De modo geral, no tratamento de água, bactérias e vírus são inativados durante a desinfecção, ao passo que protozoários e helmintos, devido ao seu maior tamanho, são removidos principalmente pela filtração (Vieira, 2023). Ambos os processos são etapas do tratamento de água realizado pela empresa responsável pelo saneamento de Uberlândia (DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgoto), garantindo assim a potabilidade da água distribuída.

Devido à relevância da qualidade da água para o consumo humano, é essencial monitorá-la constantemente para garantir que a água fornecida à população não represente riscos à saúde. Isso é realizado pelo Programa Nacional de Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua), sob a supervisão das autoridades de saúde pública, assegurando os padrões de potabilidade (Junior et. al, 2019). Esse monitoramento é importante, para avaliar a eficiência dos métodos de tratamento, além de, indicar falhas, ou ainda, verificar se houve recontaminação em função dos possíveis descuidos dos reservatórios e do encanamento utilizado para a distribuição. Da mesma forma, em instituições de ensino a avaliação da qualidade da água se revela crucial, considerando que os bebedouros podem se comportar como fonte indireta de contaminação devido às condições de uso e higienização. Como destacado por Correia (2022), os resultados de análises de água dos bebedouros da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), de alguns blocos do campus Santa Mônica indicaram potabilidade conforme os parâmetros estabelecidos, não obstante,

ressaltando a importância do monitoramento contínuo e da manutenção adequada dos reservatórios e bebedouros.

Neste cenário, por sua relevância como uma das principais instituições de ensino do Triângulo Mineiro, a UFU demanda atenção quanto à qualidade de recursos essenciais, como a água. O lócus da presente pesquisa foi a água que abastece o Campus Glória, situado na zona sul do município de Uberlândia. Local de funcionamento de sete cursos de graduação e com grande fluxo de pessoas, este campus consome água em três principais vertentes: consumo humano, higiene pessoal e limpeza de ambientes.

2. OBJETIVO

O presente estudo objetivou avaliar a qualidade da água dos bebedouros da UFU, do campus Glória através de análises de parâmetros físico-químicos e bacteriológico, com o intuito de verificar se a água consumida pela comunidade universitária atende aos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888 de 2021.

2.1 Objetivos Específicos

- Realizar análises físico-químicas e bacteriológica da água dos bebedouros;
- Verificar a ocorrência e quantificar o número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes;
- Caracterizar a água quanto aos parâmetros: pH, condutividade, sólidos dissolvidos totais, turbidez e cloro livre residual;
- Comparar os dados encontrados com os valores estabelecidos pela legislação vigente para cada parâmetro.

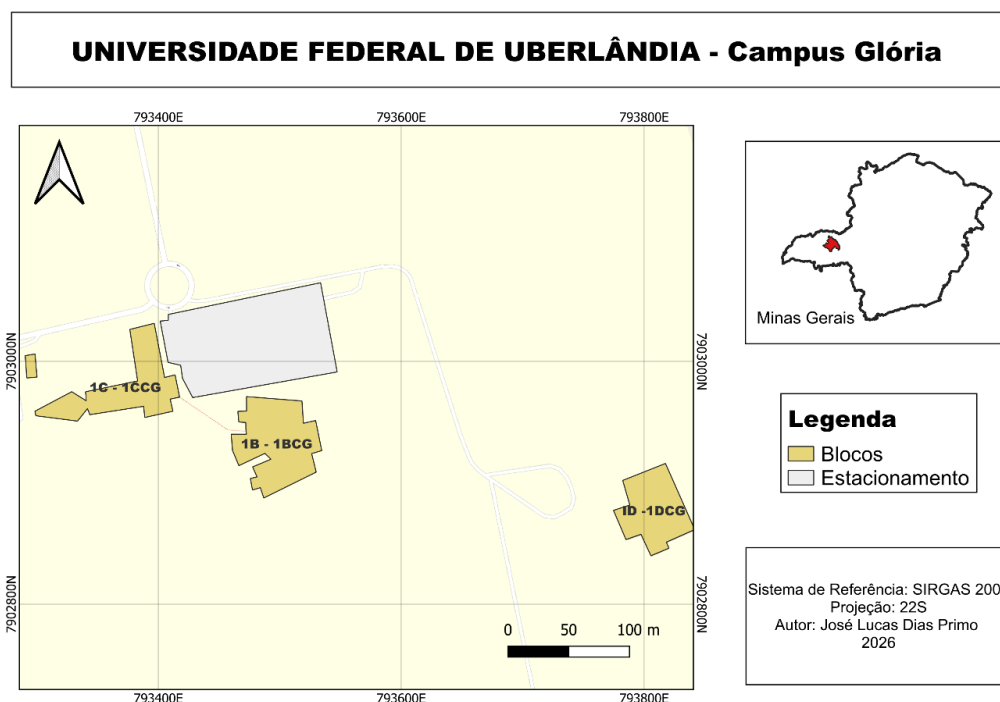
3. METODOLOGIA

A metodologia foi estruturada em três etapas: coleta das amostras, análise das amostras e interpretação dos resultados.

3.1 Coleta de amostras

O estudo foi realizado em três edifícios do campus Glória, da UFU, localizada em Uberlândia, MG ($18^{\circ}56'39.4''\text{S}$ $48^{\circ}12'50.4''\text{W}$). Os blocos 1BCG, 1CCG e 1DCG, destacados na figura 1, compõem o complexo, cada um com uma finalidade específica. Enquanto o bloco 1BCG é voltado para aulas e tem alta circulação de pessoas, o 1CCG concentra os serviços de biblioteca e restaurante universitário, além de salas para professores. Já o 1DCG é destinado principalmente às atividades práticas, possuindo laboratórios e salas docentes. Foram coletadas amostras de água de todos os 17 bebedouros deste Campus, distribuídos da seguinte forma: sete no bloco 1CCG (bebedouros 1 a 7), seis no bloco 1BCG (bebedouros 8 a 13) e quatro no bloco 1DCG (bebedouros 14 a 17), para a realização de análises físico-químicas e bacteriológicas. Durante a coleta das amostras, foram empregados tubos falcon de 45 mL, que passaram por processo de esterilização em autoclave a 121°C e 1,1 atm. As análises foram realizadas em um prazo médio de 1 hora após a coleta, correspondendo ao tempo necessário para o transporte das amostras do local de coleta até o laboratório. Os experimentos foram executados em laboratórios do Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG) da UFU, situados no campus Umuarama.

Figura 1- Mapa do Campus com indicações dos blocos 1BCG, 1DCG e 1CCG.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

3.2. Análise bacteriológica

As análises microbiológicas foram feitas no Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMIC-ICIAG) utilizando a técnica do Número Mais Provável (NMP), que é comumente denominada Teste Padrão de Tubos Múltiplos. Esse método é empregado para identificar bactérias pertencentes ao grupo coliforme por meio de um processo em três fases: testes presuntivo, confirmativo e completo (APHA, 2023).

3.2.1. Teste presuntivo

Nesta etapa, as amostras de água foram misturadas de maneira uniforme e diluídas em tubos de ensaio contendo caldo lactosado e tubo de Durham invertido. Em cada conjunto de três tubos com caldo lactosado, foram transferidas três porções de 10 mL da amostra de água para o caldo lactosado de concentração dupla (amostra sem diluição); e para as concentrações simples de caldo lactosado, foram transferidas três porções de 1 mL (diluição de 10x) e três porções de 0,1 mL (diluição de 100x). As amostras foram incubadas a 36 °C na estufa por 48 horas para favorecer o desenvolvimento microbiano. Após este período, avaliou-se os tubos quanto à produção de gás e turbidez (indicativos de crescimento bacteriano), sinalizando a presença ou ausência de bactérias fermentadoras de lactose na amostra (APHA, 2023).

3.2.2. Teste confirmativo

Este teste valida a presença de coliformes totais por meio da utilização do caldo Verde Bile Brilhante 2% (VBB), que, além de lactose, possui um inibidor de bactérias Gram positivas. Neste ensaio, alíquotas de 100 µL das amostras que apresentaram resultado positivo no teste presuntivo foram transferidas para tubos contendo 5 mL de caldo VBB. Após a incubação a 36°C por 48 horas, a presença de gás e turbidez foi avaliada, confirmando a presença ou ausência, e o Número Mais Provável (NMP/100 mL de amostra) de coliformes totais foi calculado para cada amostra.

Foi realizado também o teste confirmativo para verificar a presença de coliformes termotolerantes. Nesta análise, alíquotas de 100 µL das amostras do teste

presuntivo foram transferidas para tubos contendo 5 mL de caldo EC, que possui lactose e um inibidor de bactérias Gram positivo. Neste caso, as amostras foram incubadas a 45 °C por 24 horas. Após esse período, o NMP/100 mL de amostra de coliformes termotolerantes também foi calculado.

O NMP de coliformes totais e termotolerantes foi calculado ao contar os tubos com crescimento e formação de gás em cada diluição, de acordo com a Tabela de Determinação do Número Mais Provável (Tabela 1), seguindo as normas de APHA (2023). O valor máximo permitido (VMP/100 mL de amostra) de coliformes totais e *E. coli* presente na água para consumo humano é de ausência em 100 mL, ou seja, NMP=0. Diferentemente da *E. coli* que é indicadora de contaminação fecal, a ausência de coliformes totais nas amostras indica eficiência no tratamento (BRASIL, 2021).

Tabela 1. Tabela de determinação do Número Mais Provável (NMP) nos limites de confiança de 95%, utilizados séries de três tubos para cada volume de 10, 1,0 e 0,1 mL de água.

Número de tubos apresentando resultado positivo			Número mais provável por 100 mL de amostra	Limite de confiança 95%	
3 tubos de 10 mL	3 tubos de 1,0 mL	3 tubos de 0,1 mL		Limite superior	Limite inferior
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: Agência nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2010.

3.2.3. Teste completo

Caso as amostras apresentassem resultado positivo no teste confirmativo com caldo EC elas seriam cultivadas em placas de Petri com meio EMB (Ágar Eosina Azul de Metileno) por 24 horas a 45 °C. Esse processo visa identificar colônias pertencentes ao conjunto de coliformes termotolerantes, especificamente a bactéria *E. coli*, que deve apresentar colônias verde metálico.

3.2.4. Investigação de Fontes de Contaminação

Na eventualidade de detecção de coliformes nas amostras, proceder-se-ia ao estudo das possíveis fontes de contaminação da água, considerando-se aspectos como a procedência da água e a manutenção dos reservatórios. Além disso, com objetivo de confirmar o resultado obtido no teste presuntivo, as amostras que deram resultado positivo no teste presuntivo, mas negativo no teste confirmativo, foram submetidos a coloração diferencial de Gram.

O método de coloração diferencial das bactérias baseia-se na aplicação sucessiva de corantes a um esfregaço previamente fixado pelo calor, permitindo distinguir os microrganismos de acordo com a composição química e a integridade de suas paredes celulares (MADIGAN et al., 2022, cap. 2, seq. 2.5). Essa técnica evidencia que, quando observadas ao microscópio, as bactérias Gram-positivas adquirem coloração roxa, enquanto as Gram-negativas apresentam-se em tonalidade avermelhada ou rosada. Tal distinção ocorre em função de diferenças nas características das paredes celulares bacterianas, relacionadas à espessura, composição, densidade, porosidade e estabilidade estrutural (COSTA; ESTEVES; NOGUEIRA, 2024).

3.3 Análise Físico-Química

Os parâmetros físico-químicos foram realizados no Laboratório de Qualidade da Água (LAQUA-ICIAG). O intervalo entre a coleta e a análise foi de, aproximadamente, 60 minutos, período referente ao transporte entre os campi. Os parâmetros analisados foram: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade, sólidos dissolvidos totais, turbidez e cloro livre residual. As referências de qualidade da água para consumo humano foram adotadas conforme a Portaria GM/MS Nº 888/2021.

3.3.1 pH

Foi utilizado o método potenciométrico através do equipamento pHmetro Digital PHB-550 da Incoterm. O pHmetro foi calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 cerca de 30 minutos antes da leitura das amostras.

3.3.2 Condutividade e Sólidos Dissolvidos Totais

Os parâmetros sólidos dissolvidos totais e condutividade foram determinados pelo equipamento Multiparâmetro HANNA Modelo HI9829, que possui eletrodos específicos para medição de oxigênio dissolvido, condutividade, temperatura, sólidos dissolvidos totais e potencial de oxirredução. As amostras foram adicionadas em um béquer e, logo em seguida, os eletrodos do multiparâmetro foram inseridos na amostra para realizar as leituras.

Na Portaria GM/MS Nº 888, de 2021 não tem valor máximo permitido (VPM) estabelecido para a condutividade. No entanto, a relação empírica entre condutividade (CE, $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$) e a concentração de sólidos dissolvidos totais (STD, $\text{mg}.\text{L}^{-1}$), estima na prática, um parâmetro em função do outro (FELIPPE; ALMEIDA NETO, 2019) em que:

$$\text{STD} = 0,7 * \text{EC} \text{ (equação 1)}$$

STD= Sólidos Dissolvidos Totais ($\text{mg}.\text{L}^{-1}$)

CE= Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$)

Sendo assim: $\frac{500}{0,7} = EC$

$$EC = 714 \mu S.cm^{-1}$$

Dessa forma, no presente estudo foi utilizado $714 \mu S.cm^{-1}$ como VMP para a condutividade a partir do VMP de SDT estabelecido pela legislação vigente ($500 mg.L^{-1}$).

3.3.3 Turbidez

Para a determinação da turbidez foi utilizado o equipamento ®PoliControl Turbidímetro AP2000, e o método utilizado foi o turbidimétrico que baseia-se em medir a interferência da passagem de luz devido à presença de partículas em suspensão na água. Primeiramente, a cubeta transparente foi enxaguada com água destilada e a amostra de água foi adicionada e introduzida no turbidímetro para leitura da turbidez, que foi expressa em unidades de turbidez nefelométricas (UNT).

3.3.4 Cloro livre

Para determinação da concentração de cloro livre residual foi utilizado o equipamento Cloro Tester ISO7393/2 da marca Akso. As medições foram efetuadas conforme o método DPD (N,N-dietil-p-fenilenodiamina), que é um teste colorimétrico usado para medir o cloro residual na água. Nesta análise, as amostras foram colocadas em cubetas transparentes e previamente higienizadas com água destilada. Posteriormente, foi feita a leitura do branco com a amostra na cubeta no equipamento e então foram adicionadas três gotas de cada um dos reagentes (DPD1 e DPD2). Esses reagentes podem oxidar na presença de cloro livre na amostra, formando uma cor rosada proporcional a sua concentração, permitindo que o equipamento realize a medida da sua concentração (Vieira Neto; Bila; Giordano, 2019).

3.4 Cronograma

Este estudo foi executado no período de 12 meses, conforme o quadro 1.

Quadro 1- Cronograma de atividades.

Bloco	Andar	Atividades	Mês											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bloco 1CCG	Térreo	Coletas e análises do ponto 1	X			X			X			X		
		Coletas e análises do ponto 2	X			X			X			X		
		Coletas e análises do ponto 3	X			X			X			X		
	1º	Coletas e análises do ponto 4	X			X			X			X		
		Coletas e análises do ponto 5	X			X			X			X		
	2º	Coletas e análises do ponto 6	X			X			X			X		
	3º	Coletas e análises do ponto 7	X			X			X			X		
Bloco 1BCG	Térreo	Coletas e análises do ponto 8		X			X			X			X	
		Coletas e análises do ponto 9		X			X			X			X	
	1º	Coletas e análises do ponto 10		X			X			X			X	
		Coletas e análises do ponto 11		X			X			X			X	
	2º	Coletas e análises do ponto 12		X			X			X			X	
	2º	Coletas e análises do ponto 13		X			X			X			X	
BLOCO 1DCG	Térreo	Coletas e análises do ponto 14			X			X			X			X
	1º	Coletas e análises do ponto 15			X			X			X			X
	2º	Coletas e análises do ponto 16			X			X			X			X
	3º	Coletas e análises do ponto 17			X			X			X			X

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

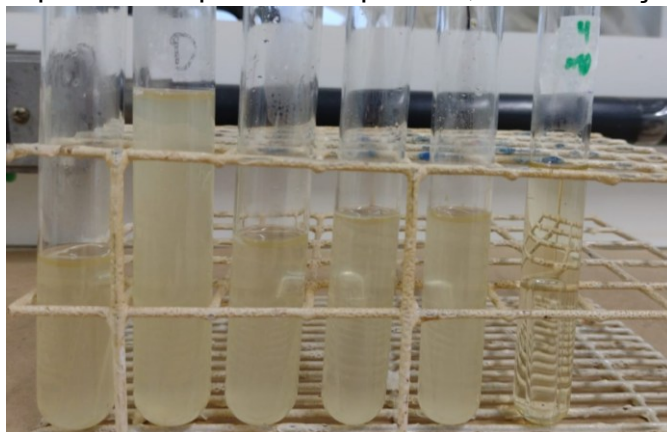
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Bacteriológica dos Bebedouros do Bloco 1CCG

Após 12 meses de monitoramento, para o bloco 1CCG, todas as análises realizadas, exceto no ponto 4 do 1º mês e no ponto 5 do 4º mês, deram resultado negativo no teste presuntivo, isto é, não foram observados produção de gás e turbidez, indicando ausência de bactérias fermentadoras de lactose.

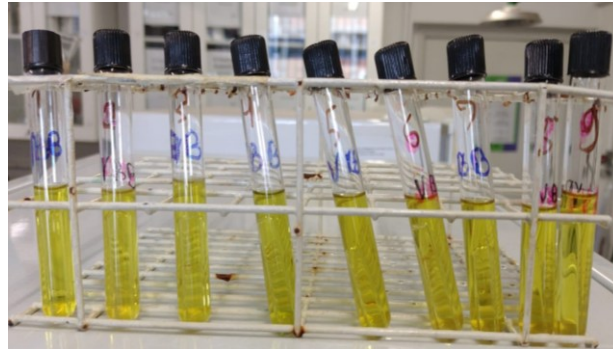
Para o 1º mês, os testes presuntivos deram resultados negativos para o térreo, 1º e 3º andar. Porém, deram positivo para o 2º andar (ponto 4, figura 2). Assim, foram realizados os testes confirmativos com os meios VBB e EC. Em ambas as análises, as amostras do ponto 4 deram resultados negativos (figuras 3 e 4). Dessa forma, o NMP encontrado foi de 0, indicando a ausência de coliformes termotolerantes e bactérias gram-negativas. Logo, conclui-se que a presença de turbidez no teste presuntivo pode ser devida a presença de bactérias fermentadoras de lactose do tipo gram-positivas. A fim de confirmar esse resultado, a amostra positiva do teste presuntivo foi submetida à coloração de Gram, a qual revelou a presença de cocos gram-positivos. (figura 5).

Figura 2 - Teste presuntivo positivo do ponto 4, com formação de gás e turbidez.



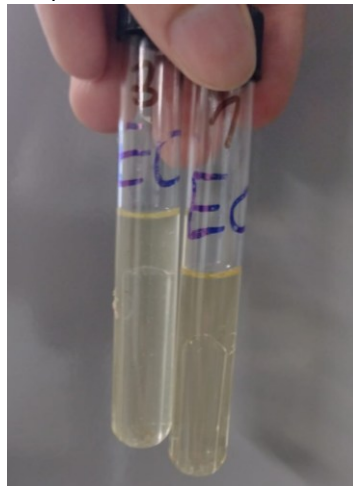
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 3 - Teste confirmativo em caldo VBB do ponto 4, indicando a ausência de coliformes totais (tubos translúcidos e sem a formação de bolhas).



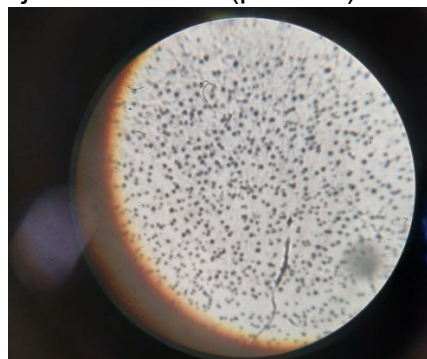
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 4 - Teste confirmativo de termotolerantes do ponto 4, indicando a ausência de coliformes termotolerantes (tubos translúcidos e sem a formação de bolhas).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Figura 5 - Bactérias Gram-positivas (cor roxa) vistas pelo microscópio óptico na objetiva de 100x (ponto 4).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Da mesma forma, para o 4º mês, o teste presuntivo deu positivo novamente

para o 2º andar, mas em outro bebedouro (ponto 5). Assim, foram realizados os testes confirmativos com os meios VBB e EC. Para o ponto 5, os testes para coliformes totais e termotolerantes deram negativos. O NMP encontrado foi de 0, indicando que a amostra de água analisada se encontra dentro do Padrão de Potabilidade determinado pela Portaria MS nº 888/2021.

Com base nestes dados, conclui-se que as análises realizadas foram satisfatórias em relação à qualidade da água dos bebedouros do bloco 1CCG. Apesar da presença de bactérias fermentadoras de lactose Gram positivas nos pontos 4 e 5, em 100% das amostras analisadas observou-se ausência de coliformes totais e termotolerantes. Portanto, a presença dessas bactérias no teste presuntivo não interfere negativamente na qualidade da água fornecida. Em geral, bactérias fermentadoras de lactose gram-positivas (bactérias lácticas dos gêneros *Lactobacillus* e *Leuconostoc*), não são patogênicas. Estas bactérias ácido lácticas (BAL), também são encontradas no trato gastrointestinal, e podem apresentar-se na forma de cocos. Ressalta-se que, as BAL não são prejudiciais à saúde pois são encontradas em alimentos processados (Freire et al. 2021). Dessa forma, os dados coletados estão em conformidade com a Portaria MS nº 888/2021, demonstrando uma boa qualidade na água deste bloco para o parâmetro microbiológico.

4.2 Análise Físico-Química dos Bebedouros do Bloco 1CCG

Nas análises físico-químicas, as amostras apresentaram concordância com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria N° 888/2021, visto que, todos os parâmetros de todos os bebedouros estavam de acordo com a legislação, com exceção do parâmetro cloro livre residual que apresentou alguns valores abaixo do mínimo de 0,2 mg.L⁻¹, principalmente, no 1º, 2º e 3º andar nos primeiros meses, (Tabela 2, destacados em vermelho). Estes resultados indicam que amostras dos pontos 4 ao 7 apresentaram alterações para este parâmetro, com valores fora do intervalo exigido (0,1 mg.L⁻¹) pela portaria vigente.

Este parâmetro é de suma importância, visto que o cloro é usado como agente de desinfecção, sendo responsável por avanços significativos na qualidade de vida das populações, já que ele mantém um nível residual o que confere proteção prolongada à água contra recontaminação microbiológica ao longo da rede de distribuição (Pintar et al., 2024). De acordo com Menezes Junior e Souza (2021),

registros históricos evidenciam que a cloração da água contribuiu para o controle de surtos de cólera, disenteria e febre tifoide em diversas regiões do mundo, consolidando-se como medida essencial de saúde pública. Portanto, é importante ressaltar que, em situações de contaminação da água, a presença de concentrações insuficientes de cloro pode comprometer a eficácia do processo de desinfecção, tornando ineficaz o controle de microrganismos patogênicos. Por esse motivo, faz-se necessário garantir que os teores de cloro livre residual estejam mantidos entre 0,2 e 5 mg.L⁻¹, conforme a legislação vigente, a fim de assegurar a potabilidade e a segurança da água (BRASIL, 2021). Apesar dos valores de concentração de cloro estarem abaixo da faixa ótima dos pontos 4 ao 7 nos meses 1, 4 e 7, isso não comprometeu o padrão microbiológico para este bloco, visto que, não foi identificado a contaminação da água.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas dos bebedouros do bloco 1CCG.

Parâmetro								Valores de referência para potabilidade - Portaria GM/MS 888/2021	
Mês		1º	4º	7º	10º	Média	DP		
pH	Andar	térreo	6,8	7,8	7,6	7,1	7,3	0,57	6,0 a 9,0
		1º	6,8	7,8	7,5	7,2	7,3		
		2º	6,8	7,1	7,4	7,4	7,1		
		3º	6,9	7,1	7,3	7,0	7,0		
Condutividade (uS/cm)	Andar	térreo	105	68	90	111	93	50,4	714 us/cm
		1º	68	76	100	70	78		
		2º	80	79	91	128	94		
		3º	61	116	116	199	123		
Sólidos totais (mg/L)	Andar	térreo	16	34	46	54	37	26,7	500 mg/L
		1º	27	34	58	40	39		
		2º	44	40	44	56	49		
		3º	33	57	58	54	50		
Turbidez (UNT)	Andar	térreo	0,5	0,3	0,9	1,5	0,8	0,35	5,0 UNT
		1º	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3		
		2º	0,6	0,2	0,2	0,1	0,2		
		3º	0,6	0,6	0,4	0,1	0,4		
Cloro residual livre (mg/L)	Andar	térreo	0,3	0,3	0,2	0,3	0,27	0,12	0,2 a 5,0 mg/L
		1º	0,1	0,1	0,1	0,2	0,12		
		2º	0,1	0,1	0,1	0,2	0,12		
		3º	0,2	0,1	0,1	0,6	0,25		

Legenda:

us/cm: microsiemens por centímetro

mg/L= miligramas por litro

UNT = Unidades nefelométricas de turbidez

DP = Desvio Padrão

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Filtros domésticos e utilizados em instituições de ensino, especialmente aqueles baseados em carvão ativado, promovem alterações significativas na

composição química da água após a filtração. De acordo com uma pesquisa publicada em 2024 por ZHOU et al, esses sistemas são capazes de remover compostos presentes na água tratada, incluindo espécies relacionadas ao cloro residual. Experimentalmente, materiais carbonáceos (como o carvão ativado) apresentaram eficiência de remoção de até 90% do cloro residual, reduzindo concentrações, por exemplo, de 12 mg/L para aproximadamente 1,2 mg/L após o processo de filtração, evidenciando a diminuição significativa do desinfetante após a passagem pelo meio filtrante. Como os filtros dos bebedouros possuem esse material, concluímos que a concentração do cloro residual livre é maior do que a quantidade analisada, já que esta água analisada passou pelos filtros dos bebedouros, sendo assim suficiente para o controle de microrganismos em caso de recontaminação.

Os parâmetros pH, condutividade, sólidos dissolvidos e turbidez apresentaram médias de 7,1, 97 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, 43,7 mg.L^{-1} , 0,4 UNT respectivamente. O desvio padrão calculado para os parâmetros físico-químicos indicaram diferentes graus de homogeneidade nas amostras. Para pH (0,57), cloro livre (0,12 mg.L^{-1}) e turbidez (0,35 UNT). Esses valores são baixos, demonstrando que as medições estão próximas da média e, portanto, são bastante homogêneas. Em contraste, os parâmetros de condutividade (50,4 $\mu\text{S.cm}^{-1}$) e sólidos dissolvidos totais (26,7 mg.L^{-1}) apresentam o desvio padrão mais elevados dos três blocos, revelando uma dispersão significativa dos dados em torno da média.

4.3 Análise Bacteriológica dos Bebedouros do Bloco 1BCG

Para o bloco 1BCG, todas as análises realizadas, exceto para o ponto 10 do 8º mês, deram resultado negativo no teste presuntivo, isto é, não foram observados produção de gás e turbidez. No ponto 10 do 8º mês, após o teste confirmativo nos caldos VBB e EC, o NMP encontrado para o 2º andar foi de 0, indicando a ausência de bactérias do grupo coliforme, perfil análogo ao já demonstrado nas figuras 3 e 4.

Como o teste presuntivo deu positivo, sugere-se novamente a presença de bactérias gram-positivas fermentadoras de lactose. Com objetivo de confirmar que a turbidez encontrada se refere à presença de bactérias Gram positivas, foi feito o teste de coloração diferencial, e o resultado obtido neste teste foi semelhante ao ao apresentado na figura 5 (dados não mostrados).

Após a coloração diferencial, confirmou que as bacterias presentes nas

amostras eram cocos gram-positivas, não oferecendo riscos à saúde humana, visto que para serem classificados como coliformes, devem ser bacilos Gram negativo (APHA, 2023). Com base nestes dados, os resultados obtidos para o Bloco 1BCG demonstraram ausência de coliformes em todas as amostras analisadas, estando em conformidade com a Portaria MS nº 888/2021 e indicando a boa qualidade da água deste bloco para o parâmetro bacteriológico.

4.4 Análise Físico-Química dos Bebedouros do Bloco 1BCG

Para as amostras dos bebedouros do Bloco 1BCG, as análises físico-químicas demonstraram que todas as amostras analisadas de todos os parâmetros em todos os meses estavam de acordo com a legislação, exceto os valores de cloro livre que foram encontrados levemente abaixo do padrão de potabilidade, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados das análises físico-químicas dos bebedouros do bloco 1BCG.

Parâmetro								Valores de referência para potabilidade - Portaria GM/MS 888/2021	
Mês		2º	5º	8º	11º	Média	DP		
pH	Andar	térreo	6,8	7,1	7,3	7,2	7,1	0,48	6,0 a 9,0
		1º	6,9	7,2	7,7	7,8	7,4		
		2º	7,0	7,0	7,2	7,7	7,2		
Condutividade (uS /cm)	Andar	térreo	91	76	100	102	92	25,6	714 us/cm
		1º	70	90	120	102	95		
		2º	71	100	111	92	93		
Sólidos totais (mg/L)	Andar	térreo	49	49	53	51	50	11,9	500 mg/L
		1º	35	38	59	65	49		
		2º	35	56	57	45	48		
Turbidez (UNT)	Andar	térreo	0,3	0,4	0,8	0,2	0,4	0,23	5,0 UNT
		1º	0,3	0,8	0,7	0,4	0,5		
		2º	0,3	0,5	0,6	0,2	0,4		
Cloro residual livre (mg/L)	Andar	térreo	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,16	0,2 a 5,0 mg/L
		1º	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3		
		2º	0,1	0,2	0,1	0,5	0,2		

Legenda:

us/cm: microsiemens por centímetro

mg/L= miligramas por litro

UNT = Unidades nefelométricas de turbidez

DP = Desvio Padrão

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Após este resultado, foi feito contato com a Diretoria de Sustentabilidade do campus, que informou por e-mail que, o monitoramento da concentração de cloro livre na água dos reservatórios é realizado diariamente, de segunda a sexta-feira, nos blocos 1BCG, 1CCG e 1DCG, e a adição de hipoclorito de sódio ocorre apenas

quando a quantidade está abaixo do estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888 de 2021, dessa forma a sua concentração é sempre mantida dentro dos padrões (Júnior, 2025).

No entanto, observou-se que as concentrações de cloro, em alguns pontos se encontraram abaixo dos limites estabelecidos (Tabela 3), possivelmente devido as análises terem sido feitas da água após passar pelo filtro, e com isso causou retenção do cloro livre residual nos poros do carvão ativado do filtro (ZHOU et al., 2024). Além disso, para este bloco, a média e desvio padrão foram de $0,23 \pm 0,16 \text{ mg.L}^{-1}$, ou seja, valores próximos de $0,23 \text{ mg.L}^{-1}$. Caso não fosse feito a medição diariamente da concentração de cloro livre residual, os valores identificados abaixo da faixa ótima possivelmente estariam associados com o reduzido consumo de água no campus Glória em comparação com os outros campi. Essa baixa demanda provoca uma maior retenção da água nos reservatórios, permitindo que o cloro, que é volátil, evapore naturalmente, processo que é acelerado em dias quentes quando a água é levemente aquecida, resultando na diminuição progressiva de sua concentração ao longo do tempo (OLIVEIRA; REIS; HOFFMANN, 2022).

Dessa forma, este resultado também não prejudicou o parâmetro bacteriológico para este bloco, evidenciando mais uma vez que a concentração no reservatório (antes do filtro) está dentro dos padrões, já que, se todo o sistema (reservatórios e tubulações antes dos bebedouros) tivesse com concentração baixa, teria sido identificado a presença de bactérias do grupo coliforme pelo menos 1 vez ao longo de todo o ano analisado.

As análises realizadas apresentaram média e desvio padrão de turbidez equivalente a $0,4 \pm 0,23 \text{ UNT}$, indicando excelente transparência da água e conformidade com a legislação. Estes dados refletem a eficácia do tratamento, a boa manutenção dos reservatórios e a ausência de partículas que possam representar riscos à saúde ou afetar a aceitação do consumidor, uma vez que os valores elevados de turbidez estão associados à redução da eficiência de desinfecção, potencial presença de patógenos e comprometimento da qualidade estética da água (Amaral; Cunha, 2023).

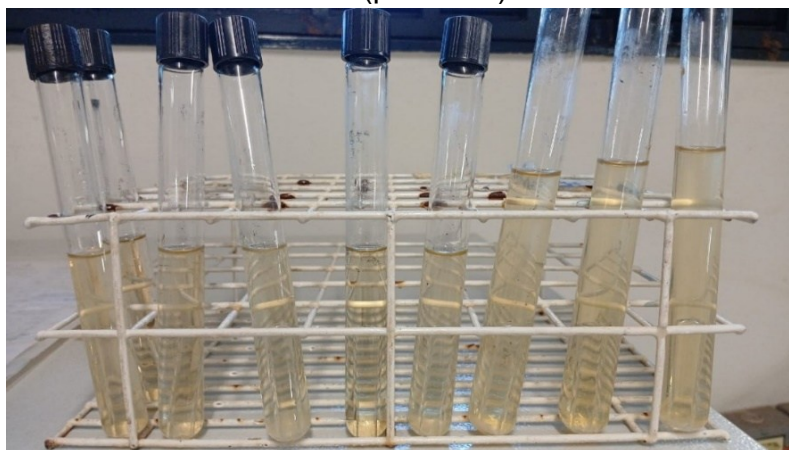
Além disso, também foi calculado o desvio padrão para os outros parâmetros analisados, que apontam para diferentes níveis de consistência nos dados. Para o pH, observou-se média e desvio padrão de $7,23 \pm 0,48$, sinalizando que os resultados das

amostras são homogêneas, já que se encontram próximo de 0. Em relação à condutividade e aos sólidos dissolvidos totais, os desvios mostraram-se consideravelmente maiores ($25,6 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e $11,9 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente). Isso indica uma dispersão acentuada, com os dados mais espalhados em relação às suas médias de $93,3 \mu\text{S.cm}^{-1}$ e 49 mg.L^{-1} , respectivamente, porém, ainda assim dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos.

4.5 Análise Bacteriológica dos Bebedouros do Bloco 1DCG.

A análise bacteriológica da água dos bebedouros dos Blocos 1DCG apresentou ausência de coliformes totais e *E. coli* em todas as amostras (NMP = 0), durante o período avaliado. Dessa forma, os resultados demonstraram que a água dos bebedouros deste bloco não apresentou contaminação (Figura 6), indicando que as condições de higiene e a integridade do sistema encontram-se de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2021).

Figura 6 - Teste presuntivo indicando a ausência de bactérias fermentadoras de lactose (ponto 16).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Em estudos feitos por Iatchac Schmitt, Silva e Voltolini (2024) analisaram a água dos reservatórios de uma clínica escola de odontologia do sul do Brasil através do método tradicional de tubos múltiplos e observaram que, dentre os 25 pontos analisados, em nove observou-se contaminação por *E. coli*, representando um cenário oposto ao evidenciado no presente estudo, salientando a importância de

monitorar a qualidade da água em instituições de ensino, pois pode ocorrer algum acidente ou recontaminação do sistema, prejudicando a comunidade acadêmica.

Diante disso, constatou-se a ausência de indicadores de contaminação fecal na água dos bebedouros do campus Glória. Para evitar futuras contaminações da água fornecida à comunidade que frequenta este campus, é essencial realizar manutenção e higienização periódica dos reservatórios e dos sistemas filtrantes dos bebedouros, com frequência semestral para garantir a qualidade da água, de acordo com a Resolução no. 216, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004).

4.6 Análise Físico-Química dos Bebedouros do Bloco 1DCG

Para o Bloco 1DCG, todas as amostras analisadas de todos os parâmetros em todas os meses estavam de acordo com a legislação, exceto, novamente, os valores de cloro residual que foram encontrados abaixo do padrão ($0,2 \text{ mg.L}^{-1}$), conforme a Tabela 4.

De acordo com os dados apresentados para todos os blocos analisados, nota-se que algumas amostras apresentaram valores de cloro residual menor que $0,2 \text{ mg.L}^{-1}$, estando abaixo do recomendado pela Portaria MS nº 888/2021. Conforme já mencionado, este parâmetro pode sofrer alteração dependendo do tempo de armazenamento dada a exposição ao calor, da condição física do reservatório e ao passar pelo meio filtrante.

No presente estudo, os valores médios de cloro livre residual foram de 0,23, 0,19 e $0,16 \text{ mg.L}^{-1}$ das amostras dos edifícios 1BCG, 1CCG e 1DCG, respectivamente. Apesar disso, os valores de cloro livre que foram encontrados abaixo do intervalo estabelecido, se encontram bastante próximos ao valor mínimo, sendo o menor valor de concentração igual a $0,1 \text{ mg/L}$ (Tabela 4). Como já mencionado, esses valores encontrados de concentração podem representar apenas 10% da real concentração antes de passar pelo filtro dos bebedouros, visto que, parte do cloro residual livre fica adsorvido nos poros do carvão ativado presente no filtro (ZHOU et al., 2024). Além disso, essas baixas concentrações não prejudicaram o padrão microbiológico em nenhum dos pontos amostrados, visto que, não foi encontrado nenhuma contaminação microbiológica pela análise de tubos múltiplos durante o período

analisado. Sendo assim, a quantidade de cloro residual livre se encontra dentro dos padrões em todo o campus.

Tabela 4 - Análise físico-química dos bebedouros do bloco 1DCG por mês.

Parâmetro		Valores de referência para potabilidade - Portaria GM/MS 888/2021					
Mês		3º	6º	9º	12º	Média	DP
pH	Andar	térreo	8,3	7,2	7,0	7,9	7,6
		1º	8,3	7,1	6,7	7,7	7,4
		2º	7,5	7,7	6,7	7,3	7,3
		3º	8,1	8,1	6,9	7,6	7,6
Condutividade (uS/cm)	Andar	térreo	50	60	182	79	92
		1º	55	69	110	71	76
		2º	55	67	67	80	67
		3º	45	81	70	54	62
Sólidos totais (mg/L)	Andar	térreo	25	29	91	39	46
		1º	28	32	55	35	37
		2º	34	35	38	40	36
		3º	23	39	40	27	32
Turbidez (UNT)	Andar	térreo	0,2	0,6	0,1	0,3	0,3
		1º	0,3	0,4	0,6	1,1	0,4
		2º	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3
		3º	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3
Cloro residual livre (mg/L)	Andar	térreo	0,1	0,2	0,2	0,1	0,15
		1º	0,2	0,1	0,1	0,2	0,15
		2º	0,1	0,2	0,2	0,2	0,17
		3º	0,1	0,1	0,3	0,2	0,17

Legenda:

us/cm: microsiemens por centímetro

mg/L= miligramas por litro

UNT = Unidades nefelométricas de turbidez

DP= Desvio Padrão

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Os demais parâmetros físico-químicos também apresentaram resultados satisfatórios e estão de acordo com o Padrão de Potabilidade de água para consumo humano, com valor médio de turbidez de $0,35 \pm 0,22$ UNT demonstrando baixo valor que varia 0,22 UNT acima ou abaixo de 0,35 UNT, e pH de $7,5 \pm 0,5$, indicando que o pH se manteve estável em torno da neutralidade.

Conforme exposto por Vieira (2019), a condutividade elétrica constitui um parâmetro que avalia a aptidão da água para conduzir corrente elétrica, a qual se encontra intrinsecamente associada à presença de íons dissolvidos, em especial aos de natureza inorgânica. No presente estudo, o resultado médio obtido de condutividade elétrica foi de $74 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ e desvio padrão de $31,5 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$. Paralelamente à condutividade, a concentração média e desvio padrão de SDT correspondeu a $37,7 \pm 15,5$ mg/L. Este resultado reafirma a condição satisfatória

da água analisada, embora revele flutuações na quantidade de íons dissolvidos e concentração de sais minerais encontrando-se em boas condições para o consumo humano.

O desvio padrão também permite tirar outras conclusões como por exemplo, se o desvio padrão do campus for menor que o desvio padrão de cada bloco, sugerindo que a maior variação ocorre nos blocos (reservatórios) e não na fonte de abastecimento do campus (tabela 5).

A análise dos desvios padrão indica a variabilidade dos parâmetros entre os diferentes blocos do campus, sendo o valor do campus representativo da dispersão global do sistema. Observa-se que alguns parâmetros, como cloro livre residual, condutividade e sólidos dissolvidos totais, apresentam diferenças na variabilidade entre os reservatórios, indicando que a qualidade da água não é completamente uniforme em todo o sistema de distribuição interno. Essa variação pode estar associada ao tempo de residência da água e a manutenção nos reservatórios. Dessa forma, eles exercem influência direta na estabilidade da qualidade da água, sendo considerados pontos críticos para o monitoramento e controle. Dessa forma, recomenda-se que as ações de manutenção sejam priorizadas no Bloco 1CCG.

Tabela 5 - Comparação do desvio padrão do campus com cada bloco.

	pH	Cloro livre residual	Turbidez	Condutividade	SDT
Campus	0,54	0,13	0,29	39,9	20,5
Bloco 1BCG	0,48	0,16	0,23	25,6	11,9
Bloco 1CCG	0,57	0,12	0,35	50,4	26,7
Bloco 1DCG	0,50	0,04	0,22	31,5	15,5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

5. CONCLUSÕES

Após 12 meses de monitoramento, o presente estudo demonstrou resultados satisfatórios com relação à qualidade da água dos bebedouros do Campus Glória. Os valores encontrados de pH, turbidez, condutividade e sólidos dissolvidos totais encontram-se em conformidade com o estabelecido pelo Padrão de Potabilidade da Portaria GM/MS nº 888/2021, atestando, portanto, uma boa qualidade da água destes blocos para todos os parâmetros analisados. Cabe ressaltar que, em alguns pontos

dos blocos 1CCG e 1DCG os valores de cloro residual livre estavam um pouco abaixo dos valores estabelecidos pela Portaria, porém, essa variação provavelmente ocorre em função da análise ter sido realizada após a passagem da água pelo sistema de filtração, e não diretamente na saída da torneira. Como recomendação para estudos futuros, sugere-se adicionar o monitoramento da água antes de sua passagem pelos bebedouros também, a fim de possibilitar uma comparação mais precisa dos resultados.

No que se refere às análises bacteriológicas, os resultados igualmente estão em conformidade com os valores máximos permitidos pela legislação. Todas as amostras apresentaram ausência de coliformes totais, e consequentemente de *E. coli*, indicando a inexistência de contaminação, e boa qualidade da água consumida nos bebedouros do Campus Glória.

Diante do exposto, conclui-se que os métodos de armazenamento e os encanamentos utilizados para a distribuição da água no campus Glória são eficientes, já que a água fornecida pelos bebedouros dos blocos avaliados está de acordo com os padrões de potabilidade, garantindo, assim a segurança da comunidade universitária. Porém destaca-se a importância de continuar o monitoramento dessas águas, para garantir a segurança sanitária para consumo humano.

Como sugestão para pesquisas futuras, propõe-se a análise de outros parâmetros, como metais traços (Al, Ba, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Na e Zn que podem oferecer riscos à saúde) e cor para indicar a presença de substâncias dissolvidas. Além disso, aumentar o número de pontos, como nos reservatórios e nas torneiras antes dos bebedouros, quantificar a população flutuante e o consumo médio também seriam interessantes para a análise.

6. REFERÊNCIAS

AMARAL, João Paulo Santos; CUNHA, Alan Cavalcanti da. **Qualidade da água em diferentes fases operacionais da estação de tratamento de água de Macapá**. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 107–124, 2023. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.006.0010. Disponível em: <https://sustenere.inf.br/index.php/rica/article/view/7460>. Acesso em: 17 fev. 2026.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de

Alimentação. Diário Oficial da União: Seção 1, p. 25, Brasília, DF, 16 set. 2004.

APHA; AWWA; WEF. **Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group: estimation of bacterial density.** In: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER. 24. ed. Washington, DC: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation, 2023. Part 9221C.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Remoção de micro-organismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano.** Coordenação de Valter Lúcio de Pádua. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 392 p. ISBN 978-85-7022-165-0.

BATISTA, José de Carlos; LINHARES, Paulo Robson Parente; SILVA, Cleber Santana de Oliveira. A importância do saneamento básico para a saúde pública: uma revisão de literatura. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 160–166, 2025. DOI: 10.18378/rbga.v18i2.11413. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/11413>. Acesso em: 14 jan. 2026.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Seção 1, p. 470.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano.** Brasília, DF: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 106 p. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programa_agua_consumo_humano.pdf. Acesso em: 6 jan. 2025.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA): resultados SINISA 2025.** Brasília, DF: [s. n.], 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/resultados-sinisa-2025>. Acesso em: 1 fev. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, e dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 maio 2021.

MADIGAN, Michael T. et al. The gram-positive and gram-negative cell walls. In: MADIGAN, Michael T. et al. **Brock biology of microorganisms**. 16. ed. Global ed. Harlow: Pearson, 2022. cap. 2, seq. 2.5.

CORREIA, G, O, S, F. Qualidade microbiológica e físico-química da água de bebedouros da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Santa Mônica. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**. v. 7, n.1, p. 56-68, 2022.

FELIPPE, M. F.; de ALMEIDA NETO, O. J. Comparação de técnicas de obtenção de sólidos totais dissolvidos nas águas: contribuição para os estudos de desnudação geoquímica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n., p. 19-33, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20502/rb.v20i1.1440>.

FREIRE, Thayná Thamires **et al.** Lactic acid bacteria its characteristics and importance: review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e513101119964, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19964. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/19964>. Acesso em: 16 fev. 2026.

FREITAS, Fernando Garcia de; MAGNABOSCO, Ana Lelia. **Benefícios econômicos e sociais da universalização do saneamento básico no Estado do Ceará**. [Estudo encomendado pelo Instituto Trata Brasil]. São Paulo: Ex Ante Consultoria, nov. 2023. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2023/11/Estudo-Completo-ITB-Beneficio-do-saneamento-no-Ceara-v.-16-11-2023.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2026.

GARCIA COSTA, R.; WAGNER THADEU ESTEVES, W.; MARIA DA ROCHA NOGUEIRA, J. Principais métodos clássicos de coloração em bacteriologia: aplicações, técnicas, fundamentos e limitações. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 56-3, p. 183–196, 9 out. 2024.

JÚNIOR, N.B. **Água dos bebedouros**. 2025. Dados cedidos, por e-mail institucional, pelo funcionário Nelson Barbosa Júnior, da Diretoria de Sustentabilidade da Universidade Federal de Uberlândia.

MENEZES JUNIOR, M. Q. DE; SOUZA, C. A. Avaliação da formação de trihalometanos na água de abastecimento público da cidade de Cáceres (MT), Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, n. 5, p. 927–934, out. 2021.

MORALES, Maria Aparecida Marin et al. Importância da água para a vida e garantia de manutenção da sua qualidade. In: **Conexão Água**. [S. l.]: MPF, 2016. Disponível em: <https://conexaoagua.mpf.mp.br/boletim-das-aguas/edicao-2015/artigos-cientificos>. Acesso em: 27 jan. 2026.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. D. E. et al. **Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade**. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 28, n. 1, p. e2018117, 2019.

OLIVEIRA, L. DE; REIS, D. R. DOS; HOFFMANN, N. K. S. DEL A. **Decaimento da concentração de cloro residual livre influenciado pelo tempo de percurso nas redes de abastecimento de água**. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 17, n. 3, p. 1–14, 31 maio 2022.

PESSATTI, J. B. K.; OLIVEIRA, C. D. S. P. **Parâmetros Bacteriológicos da Água de Consumo Humano: Dados do Sisagua**. Visão acadêmica, v. 24, n. 1, 2023.

PINTAR, Ana Caroline et al. Estudo da variação da concentração de cloro em diferentes temperaturas. In: BARBOSA, Jonathan Lima (org.). **Engenharia aplicada e sustentabilidade: estudos de casos e soluções práticas na construção, hidráulica e meio ambiente**. Guarujá: Científica Digital, 2024. cap. 13, p. 203-213. DOI 10.37885/241218393.

ROCHA, Maria Zilma Sampaio et al. A gestão ambiental e a agenda 2030 para as escolas rurais de Caridade - CE. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 73–90, 2024. DOI: 10.18378/rbga.v18i1.11013. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBGA/article/view/11013>. Acesso em: 15 jan. 2026.

SCHMITT, A. P. I.; SILVA, M. dos S. da; VOLTOLINI, A. T. Controle de qualidade microbiológico de água em uma clínica escola de odontologia do sul do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 10, n. 10, p. e73305, 2024. DOI: 10.34117/bjdv10n10-011. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/73305>. Acesso em: 25 ago. 2025.

SILVA E SILVA, Larissa. **Qualidade da água consumida em bebedouros dos setores básico e profissional da Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto - UFPA, Belém - Pará**. 2014. 61 p. Monografia (Especialização em Gestão Hídrica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

TRATA BRASIL. **Estudo sobre os avanços do marco legal do saneamento básico no Brasil de 2025 (SINISA, 2023)**. Estudo realizado para o Instituto Trata Brasil. São Paulo: GO Associados, ago. 2025. Disponível em https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/08/ESTUDO_COMPLETO_Avancos_do_Marco_Legal_do_Saneamento_Basico_no_Brasil_2025_FINAL.pdf. Acesso em: 29 jan. 2026.

TRATA BRASIL, Instituto. **Painel Saneamento Brasil - Minha Localidade - Indicadores: Brasil** [dados sobre acesso à água e esgoto no Brasil]. [São Paulo, 2023]. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=0>. Acesso em: 29 jan. 2026.

UNICEF. **1 em cada 4 pessoas em todo o mundo ainda não tem acesso à água potável**. Nova Iorque, 26 ago. 2025. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/1-em-cada-4-pessoas-em-todo-o-mundo-ainda-nao-tem-acesso-agua-potavel>. Acesso em: 18 jan. 2026.

VIEIRA, M.R. *Os principais parâmetros monitorados pelas sondas multiparâmetros são: pH, condutividade, temperatura, turbidez, clorofila ou cianobactérias e oxigênio dissolvido*. 2016. Disponível em: https://www.agsolve.com.br/news_upload/file/Parametros%20da%20Qualidade%20da%20Agua.pdf Acesso em: 25 ago. 2025.

VIEIRA NETO, O. F.; BILA, D. M.; GIORDANO, G. **Validação do método para determinação do cloro residual total - DPD aplicado em águas de superfície e abastecimento**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30., 2019, Natal. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: ABES, 2019. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anaiseletronicos/45_Download/TrabalhosCompletoPDF/I-191.pdf. Acesso em: 20 jan. 2026.

VIEIRA, Hugo Machado. **Análise de potabilidade da água do assentamento do Glória (bairro Élisson Prieto)**. 2023. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

ZHOU, Shankun; SONG, Jinling; TANG, Chuyang; WANG, Yi. **Removing residual chlorine in water using carbon-based material derived from co-pyrolysis of cotton stalk and desulfurized ash**. Industrial Crops and Products, v. 212, 118372, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118372>.