Universidade Federal de Uberlândia
Instituto de Geografia, Geociências e Saúde Coletiva IGESC
Pós-graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador PPGSAT
Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador

DAYANA ADELINA TAVEIRA TOMÁS

ANÁLISE RETROSPECTIVA DOS PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA, TRATADA E DISTRIBUIDA PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA BOM JARDIM, EM UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, NOS ANOS DE 2019 A 2023

UBERLÂNDIA, MG
2025

DAYANA ADELINA TAVEIRA TOMÁS

ANÁLISE RETROSPECTIVA DOS PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA, TRATADA E DISTRIBUIDA PELA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA BOM JARDIM, EM UBERLÂNDIA, MINAS GERAIS, NOS ANOS DE 2019 A 2023

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador do Instituto de Geografia, Geociências e Saúde Coletiva da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre.

Linha de Pesquisa: Saúde ambiental
Orientador: Dr. Paulo Cezar Mendes
Coorientadora: Me. Regilaine da Cunha Duarte Garcia

UBERLÂNDIA
2025

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

T655 Tomas, Dayana Adelina Taveira, 1979-
2025 Análise Retrospectiva Dos Padrões De Qualidade Da Água Bruta, Tratada E Distribuida Pela Estação De Tratamento De Água Bom Jardim, Em Uberlândia, Minas Gerais, Nos Anos De 2019 A 2023 [recurso eletrônico] / Dayana Adelina Taveira Tomas. - 2025.

Orientador: Paulo Cezar Mendes.
Coorientadora: Regilaine da Cunha Duarte Garcia.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador.
Modo de acesso: Internet.
DOI http://doi.org/10.14393/ufu.di.2025.449
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Geografia médica. I. Mendes, Paulo Cezar,1972-, (Orient.). II. Garcia, Regilaine da Cunha Duarte,1980-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. IV. Título.

CDU: 910.1:61

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador
Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3E, Sala 128 - Bairro Santa Monica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: 34-3239-4591 - ppgsat@igesc.ufu.br

ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Profissional PPGSAT				
Data:	18/07/2025	Hora de início:	14h	Hora de encerramento:	16h:20
Matrícula do Discente:	12212GST003				
Nome do Discente:	Dayana Adelina Taveira Tomás				
Título do Trabalho:	Análise retrospectiva dos padrões de qualidade da água bruta, tratada e distribuída pela estação de tratamento de água Bom Jardim, em Uberlândia, Minas Gerais, nos anos de 2019 a 2023				
Área de concentração:	Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador				
Linha de pesquisa:	Saúde Ambiental				
Projeto de Pesquisa de vinculação:					

Reuniu-se em web conferência, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador, assim composta: Professores(as) Doutores(as):

Nome completo	Departamento/Faculdade de origem
Arlei Teodoro de Queiroz	IFTM
João Carlos de Oliveira	ESTES
Paulo Cezar Mendes (Orientador da candidata)	ICHPO

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Paulo Cezar Mendes apresentou a Comissão Examinadora a candidata, agradeceu a presença do público e concedeu a Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

APROVADA

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Arlei Teodoro de Queiroz**, **Usuário Externo**, em 24/07/2025, às 15:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Mendes**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 25/07/2025, às 15:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **João Carlos de Oliveira**, **Professor(a) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 29/07/2025, às 11:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6537205** e o código CRC **206E1882**.

Referência: Processo nº 23117.050065/2025-51 SEI nº 6537205

"*Entre incertezas e silêncios, plantei persistência — e floresceu a realização*."

— Dayana A. T. Tomás

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Paulo Cezar Menezes e à minha coorientadora Me. Regilaine da Cunha Duarte Garcia, aos quais tenho profundo respeito e admiração, pela orientação e apoio essenciais durante toda a trajetória deste trabalho.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), instituição que me acolheu e proporcionou as condições necessárias para meu crescimento acadêmico e pessoal ao longo dessa trajetória.

Estendo meus agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (PPGSAT), pela excelência na formação, pelo apoio contínuo e pela oportunidade de aprofundar meus estudos em uma área tão relevante e desafiadora.

Sou grata a todos os docentes, técnicos e colegas do programa, que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho e para minha formação como pesquisadora.

Agradeço também ao Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), meu local de trabalho, pelo apoio institucional e pela disponibilização dos dados que foram essenciais para a realização desta pesquisa. Reconheço a importância da colaboração e da confiança depositada em mim para o desenvolvimento deste estudo.

Sou grata também à minha família, pelo incentivo constante, paciência e amor nos momentos de dedicação intensa.

A todos, sou profundamente grata. Levo comigo não apenas o conhecimento adquirido, mas também os vínculos, aprendizados e experiências que enriqueceram minha trajetória acadêmica e profissional.

RESUMO

Aproximadamente 90% da população brasileira habita as áreas urbanas. Nesse ambiente, o acesso à água tratada, bem como, seu controle de qualidade, tornam-se elementos fundamentais para a promoção da saúde pública. Assim, este estudo objetiva analisar as variações dos parâmetros de qualidade da utilizada no abastecimento urbano de Uberlândia-MG, captada no Ribeirão Bom Jardim. Trata-se de um estudo de natureza retrospectiva, descritiva com abordagem quantitativa, baseada na avaliação de parâmetros físico-químicos como cloro residual, cor aparente, ph, turbidez e fluoreto de amostras de água proveniente do Ribeirão Bom Jardim, tratada e distribuída pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) do município de Uberlândia, no período de 2019 a 2023. Os parâmetros de qualidade da água avaliados, cloro residual, cor aparente, fluoreto, pH e turbidez, estiveram dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira para água tratada e distribuída, tendo em vista que não há parâmetros específicos na legislação para água bruta. Verificou-se uma leve redução na qualidade da água distribuída em relação à tratada, especialmente no que se refere ao parâmetro de turbidez. Ademais, observaram-se alterações nos parâmetros da água bruta entre os meses de setembro e fevereiro, período caracterizado por maior índice pluviométrico, o que contribuiu para o aumento da turbidez e da cor aparente. A água ofertada proveniente do Ribeirão Bom Jardim e tratada pela estação de tratamento de água Bom Jardim, mesmo com significativa variação dos parâmetros químicos analisados causados pela sazonalidade climática da região, está dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação, de acordo com os dados analisados no período de 2019 a 2023.

Palavra-chave: Parâmetros de qualidade da água; Abastecimento Urbano; Ribeirão Bom Jardim, Uberlândia-MG.

ABSTRACT

Approximately 90% of the Brazilian population lives in urban areas. In this context, access to treated water and its quality control are essential elements for the promotion of public health. This study analyzes the variations in water quality parameters used in the urban water supply of Uberlandia, Minas Gerais, sourced from the Ribeirao Bom Jardim. It is a retrospective and descriptive study with a quantitative approach, based on the evaluation of physicochemical parameters such as residual chlorine, apparent color, pH, turbidity, and fluoride in water samples collected from Ribeirao Bom Jardim, treated and distributed by the Municipal Department of Water and Sewage (DMAE) of Uberlandia, from 2019 to 2023. The evaluated water quality parameters were found to be within the limits established by Brazilian legislation for treated and distributed water, considering that current regulations do not provide specific standards for raw water. A slight reduction in the quality of distributed water compared to treated water was observed, particularly in relation to the turbidity parameter. Additionally, changes in raw water parameters were detected between September and February, a period characterized by higher rainfall, which contributed to increased turbidity and apparent color. Despite the significant variation in chemical parameters caused by the region's climatic seasonality, the water supplied from Ribeirao Bom Jardim and treated at the Bom Jardim Water Treatment Plant met the potability standards established by legislation, according to the data analyzed for the period from 2019 to 2023.

Keywords: Water quality; Urban water supply; Ribeirao Bom Jardim; Seasonal variation; Treated water.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO **10**
2.REFERENCIAL TEÓRICO **14**
2.1.Abastecimento urbano: Legislação e parâmetros de qualidade da água. 14
2.2.Legislação brasileira sobre a qualidade da água 15
2.3.Saneamento e abastecimento 19
3.METODOLOGIA **23**
3.1.Base metodológica 23
3.2.Procedimentos operacionais 23
3.3.Área de estudo 26
3.4.Sistema de abastecimento de água de Uberlândia-MG 28
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO **36**
4.1.Análise dos dados das precipitações pluviométricas dos anos de 2019 a 2023..... 36
4.2.Análise da água bruta (pH, cor e turbidez) dos anos de 2019 a 2023. 38
4.3.Análise da água Tratada na ETA Bom Jardim (pH, cor, turbidez, cloro e fluoreto) 43
4.4.Análise da água distribuída (pH, cor, turbidez, cloro e fluoreto) 51
4.5.Síntese dos Parâmetros da Água Distribuída e Influência das Precipitações (2019–2023) 59
5.CONSIDERAÇÕES **61**
REFERÊNCIAS **63**
APÊNDICE I. INSTRUMENTO ABREVIADO DO ESTUDO **68**
APÊNDICE II. PLANILHAS DE ANÁLISE DOS DADOS DO ESTUDOS E SUAS VARIÁVEIS **70**
APÊNDICE IV: PROTOCOLO DE PARECER DO DMAE SOBRE O CONTEÚDO . **81**
APÊNDICE V. ARTIGO ORIGINAL **82**

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para a manutenção da vida, desempenhando funções como a regulação da temperatura corporal, o transporte de nutrientes e a eliminação de toxinas em animais. Além disso, é fundamental para a produção de alimentos, geração de energia e atividades industriais.

A segurança da água potável e de qualidade é um dos elementos fundamentais para a promoção da saúde e do bem-estar humano. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o acesso à água com padrões adequados de qualidade é um direito básico e um determinante social da saúde, sendo essencial não apenas para o consumo direto, mas também para a higiene, o preparo de alimentos e o controle de doenças. Considerando que a água contaminada ou com parâmetros inadequados pode impactar à saúde pública, favorecendo a disseminação de doenças como cólera, febre tifoide e disenteria (Tundisi, 2003).

A degradação da qualidade da água, impulsionada pela poluição industrial, agrícola e urbana, intensifica os riscos ambientais e compromete o abastecimento sustentável. Em um contexto global de mudanças climáticas e crescente escassez hídrica, torna-se ainda mais urgente conservar e gerenciar adequadamente os recursos hídricos (Soares e Signor, 2021).

Destaca-se que a conscientização sobre a importância da água e a adoção de práticas que assegurem sua qualidade são essenciais para proteger a saúde humana e garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e do desenvolvimento futuro. Nesse contexto, o tratamento da água, sobretudo para o abastecimento urbano, desempenha um papel fundamental ao torná-la segura para o consumo, eliminando contaminantes que podem causar doenças e comprometer a saúde pública.

O sistema de abastecimento de água é o termo que se refere a uma estrutura composta por obras civis, materiais e equipamentos destinados à produção e distribuição de água potável por meio de canalizações para comunidades. Essa responsabilidade é do poder público, mesmo quando administrada sob regime de concessão ou permissão. Enquanto a solução alternativa coletiva abrange todas as formas de abastecimento coletivo de água que são diferentes do sistema tradicional de abastecimento de água. Inclui fontes de água, poços comunitários, distribuição através de veículos transportadores, e instalações condominiais tanto horizontais quanto verticais, entre outros (Brasil, 2021).

O processo de tratamento remove impurezas físicas, químicas e biológicas, garantindo que a água atenda aos padrões de potabilidade, como a ausência de coliformes totais e de *Escherichia coli* (Brasil, 2021). Além de proteger a saúde humana, o tratamento de água

também preserva os ecossistemas ao reduzir a contaminação dos corpos hídricos. A qualidade da água está diretamente ligada à promoção da saúde e à prevenção de doenças de veiculação hídrica, além de ser essencial para garantir condições básicas de higiene.

Para manter os padrões adequados de qualidade da água investir no tratamento de água é fundamental para manutenção da saúde pública e redução dos riscos de contaminação dos corpos hídricos. De acordo com o Instituto Trata Brasil (2020), mais de 273 mil internações por doenças relacionadas à falta de saneamento geraram despesas superiores a R$ 108 milhões para o sistema de saúde. Assim, aprimorar o tratamento da água e ampliar o saneamento básico são medidas indispensáveis para reduzir a incidência de enfermidades e aliviar os custos do setor de saúde pública.

No Brasil, a qualidade da água é regulamentada pela Portaria GM/MS nº 888/2021, do Ministério da Saúde, que estabelece padrões físicos, químicos, biológicos e radioativos. Essa legislação define limites aceitáveis para diversos parâmetros, como pH, cloro residual e turbidez, além de determinar o período de monitoramento contínuo e transparência nos resultados, com o objetivo de proteger a saúde pública e o meio ambiente.

A cidade de Uberlândia se destaca nesse contexto, por ser considerada referência em saneamento básico no Brasil, especialmente no que se refere ao tratamento e à distribuição de água potável. Com uma das maiores coberturas de abastecimento de água tratada do país, o município se diferencia por ter uma política de investimento contínuo em infraestrutura, tecnologia e gestão eficiente dos recursos hídricos.

No município de Uberlândia, Minas Gerais, o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) é o responsável pela captação, tratamento e distribuição da água para a população. Um dos principais mananciais que abastece o município é o Bom Jardim, responsável por mais de 50% da água que é utilizada pela população, em que o DMAE realiza o monitoramento das características físico-químicas-microbiológicas de toda água distribuída para a população (Prefeitura de Uberlândia, 2024).

Destaca-se que a Estação de Tratamento de Água (ETA) Bom Jardim desempenha um papel essencial no abastecimento da cidade de Uberlândia, com uma vazão média de aproximadamente 1500 L s^{-1}, sendo a maior entre as ETAs do DMAE no município. A Estação de Tratamento de Água Renato de Freitas (ETA Sucupira), localizada em Uberlândia/MG e operada pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), opera com 1.100 L s^{-1}, possuindo capacidade de tratamento de aproximadamente 1.400 L s^{-1} (1,4 m^3/s). Já a Estação de Tratamento de Água Deputado Luiz Humberto Carneiro (ETA Capim Branco), inaugurada

em 2021, opera com média de 500 L s^{-1}, tendo capacidade de operar com até 2.000 L s^{-1} (2,0 m^3/s) em sua primeira fase de implantação (Uberlândia, 2024a; Uberlândia, 2024b).

O DMAE segue os parâmetros e orientações quanto a qualidade da água estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, do Ministério da Saúde, que determina como deve ser feito o monitoramento da qualidade da água bruta e tratada (saída do tratamento e rede de distribuição).

Ressalta-se que os dados das análises físico-químicas-microbiológicas de toda água captada, tratada e distribuída pelo DMAE, são submetidos ao Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), obedecendo às diretrizes de vigilância estabelecidas pela Secretaria de Vigilância em Saúde/ Ministério da Saúde (SVS/MS) (Brasil, 2018), o que facilita o acesso aos dados históricos.

O VIGIÁGUA é o programa governamental encarregado da vigilância da qualidade da água para consumo humano, possui a finalidade de monitorar a qualidade da água em todas as fases do sistema de abastecimento, avaliar riscos identificando potenciais focos de contaminação, promover a saúde por meio da educação e conscientização sobre a importância da qualidade da água e das práticas de saneamento, regulamentar e normatizar conforme diretrizes da legislação brasileira. (Brasil, 2018).

Nesse contexto, o Programa Vigiágua desempenha papel essencial ao complementar as ações de controle de qualidade executadas pelo sistema de tratamento de água de Uberlândia, promovendo uma vigilância contínua e integrada. Essa atuação conjunta reforça a segurança do abastecimento, contribuindo diretamente para a proteção da saúde pública. Assim, compreende-se a importância da sinergia entre a gestão local e as diretrizes nacionais na garantia de uma água segura para a população.

A água potável de qualidade é essencial para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável, sendo sua garantia um direito previsto em lei e uma obrigação dos órgãos gestores. No entanto, a qualidade da água distribuída à população pode sofrer variações significativas ao longo do tempo, especialmente em função de fatores sazonais, como os períodos de seca e chuva, que influenciam diretamente as características físico-químicas da água bruta captada, tratada e distribuída. Diante disso, torna-se fundamental compreender como esses parâmetros se comportam em escalas temporais mais amplas, a fim de produzir informações técnicas que contribuam para o entendimento dos desafios envolvidos no monitoramento e na gestão da qualidade da água.

Dada essas premissas, este estudo justifica-se pela somatória com a produção de conhecimento técnico-científico na área de saneamento, com foco na segurança da água, na proteção da saúde coletiva e na compreensão das dinâmicas que afetam a qualidade da água distribuída, além de dialogar com os princípios da vigilância da qualidade da água e da transparência das informações ambientais.

Assim, o mesmo busca responder os seguintes questionamentos:

Como os fatores sazonais (como chuvas intensas ou estiagens prolongadas) influenciam os parâmetros físico-químicos da água para abastecimento?

Quais são as principais oscilações observadas nos parâmetros físico-químicos da água ao longo do período analisado, e o que elas indicam sobre a estabilidade e a vulnerabilidade das fontes de captação, sistema de tratamento e distribuição?

Que limitações ou lacunas existem na forma como os dados são atualmente apresentados pelos órgãos públicos, e como isso afeta a análise crítica e a transparência?

Baseado nessas premissas, esse estudo objetiva analisar os padrões físico-químicos da água bruta oriunda do Ribeirão Bom Jardim, no município de Uberlândia (MG), tratada e distribuída pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), no período correspondente de janeiro de 2019 a dezembro de 2023. Esse estudo busca ainda analisar os valores das médias mensais dos parâmetros de qualidade da água bruta, tratada e distribuída pelo DMAE, no período de janeiro de 2019 a dezembro de 2023; avaliar a qualidade da água tratada antes e depois da distribuição, de acordo com a Portaria n° 888/2021, do Ministério da Saúde; investigar se há alterações dos padrões de qualidade da água de acordo com os meses do ano, correlacionando com os dados de precipitação, neste mesmo período.

Para tanto, este trabalho está organizado em capítulos que compreendem: a introdução ao tema; o referencial teórico, com base na legislação brasileira vigente e autores relevantes sobre qualidade da água e abastecimento urbano, como por exemplo, Kobiyama *et al*. (2008), Soares e Souza (2020), Libânio (2010); a metodologia descreve o tipo de estudo, os procedimentos adotados para a coleta e análise dos dados, além da caracterização da área de estudo; os resultados e discussões, com análise dos dados frente às variações sazonais; e, por fim, as considerações, que sintetizam os achados e a relevância social e científica da pesquisa

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ABASTECIMENTO URBANO: Legislação e parâmetros de qualidade da água.

A água desempenha um papel central na manutenção dos ecossistemas, regulando o clima, sustentando a biodiversidade e possibilitando os ciclos naturais essenciais à vida no planeta. Além de sua relevância ambiental, é um recurso vital para o bem-estar humano, sendo utilizado em atividades que vão desde o consumo direto até a agricultura, a indústria e os serviços urbanos. No entanto, a simples disponibilidade hídrica não garante sua adequação para uso humano. É imprescindível que a água destinada ao consumo atenda a critérios rigorosos de qualidade, de modo a não representar riscos à saúde. A presença de contaminantes físicos, químicos ou biológicos fora dos limites aceitáveis pode comprometer a segurança sanitária da população e causar impactos negativos à saúde coletiva. Por isso, o monitoramento constante da qualidade da água e a observância dos parâmetros estabelecidos para o consumo humano são práticas indispensáveis para a garantia do direito à água segura.

Considerando essas premissas, a legislação brasileira exerce um papel fundamental na garantia do acesso à água de qualidade, estabelecendo diretrizes, limites e responsabilidades para o controle e o monitoramento dos recursos hídricos utilizados para consumo humano. No Brasil, a base legal teve início com a Constituição Federal de 1988, que, em seu artigo 225, assegura o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida.

Em 1990, a promulgação da Lei nº 8.080, que institui o Sistema Único de Saúde (SUS), consolidou a vigilância da qualidade da água como uma ação de saúde pública. Posteriormente, a Lei nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, reconhecendo a água como um bem de domínio público e estabelecendo instrumentos de gestão integrada.

Já em 2000, a Lei nº 9.984 criou a Agência Nacional de Águas (atualmente ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico), com a missão de implementar a política nacional de recursos hídricos. Por sua vez em 2007, foi publicada a primeira versão da Portaria nº 518 pelo Ministério da Saúde, regulamentando os padrões de qualidade da água para consumo humano. Essa norma evoluiu ao longo dos anos, sendo posteriormente substituída pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 e, mais recentemente, pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece os parâmetros atualizados de potabilidade e os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água no Brasil. Esses instrumentos legais refletem a crescente

preocupação com a saúde pública e a necessidade de garantir o acesso à água segura e de qualidade para toda a população.

2.2. Legislação brasileira sobre a qualidade da água

A Constituição Federal de 1988, trouxe a ideia da imprescindibilidade da implementação de instrumentos de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais, incluindo, assim, os recursos hídricos. É importante salientar que, a partir da promulgação da Constituição de 1988, todas as águas brasileiras foram consideradas públicas. O domínio hídrico pertencia a União, aos Estados ou aos Municípios.

A legislação brasileira tratou dos recursos hídricos de várias maneiras, tendo evoluído com o passar dos anos. Não muito recente, não havia com a água, a preocupação de tratá-la, como um recurso natural finito e necessário para a vida no planeta. Somente a partir de conferências internacionais, que contribuíram para consolidar a compreensão de que a qualidade da água está intrinsecamente ligada à saúde, ao meio ambiente e ao desenvolvimento global, como por exemplo a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo em 1972.

Passadas duas décadas da Conferência de Estocolmo, ocorreu a Conferência das Nações Unidas, em 1992, sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), no Rio de Janeiro, que ampliou as discussões ambientais com foco no desenvolvimento sustentável e consolidou a Agenda 21 como plano de ação global. Na década seguinte, ocorreu o 3º Fórum Mundial da Água, em Kyoto, no Japão em 2003, onde os recursos hídricos passaram a ter seu lugar de destaque no arcabouço legal brasileiro, de forma que a Constituição Federal de 1988 é considerada um exemplo de legislação nesse sentido. É importante salientar que, o avanço legislatório é um processo contínuo e sem fim, principalmente quando se refere a um recurso imprescindível à vida e a economia.

A partir do que estabelece a Constituição Federal de 1988 e as legislações subsequentes voltadas à gestão e à qualidade dos recursos hídricos, fica evidente que o acesso à água potável é mais do que uma necessidade básica, é um direito assegurado e uma condição essencial para a promoção da saúde e da dignidade humana. As normas legais, ao estabelecerem critérios para o controle e a vigilância da qualidade da água, visam justamente garantir que a água distribuída à população atenda aos padrões de potabilidade exigidos para o consumo humano. Nesse sentido, o conceito de potabilidade ganha centralidade, pois representa o conjunto de

características físicas, químicas e microbiológicas que tornam a água segura para ser ingerida e utilizada, sem risco à saúde. Logo, compreender os fundamentos legais e técnicos que sustentam a promoção da potabilidade é indispensável para assegurar a efetividade das políticas públicas de saneamento e proteção da saúde coletiva.

A Lei 8080/1990 cria o embasamento legal e institucional para que as portarias sejam implementadas e seguidas, garantindo a proteção da saúde pública por meio do controle da qualidade da água no Brasil. Ela se conecta com as portarias que estabelecem os parâmetros de qualidade da água no Brasil, pelo fato de que a lei define como responsabilidade do SUS a vigilância em saúde, incluindo o monitoramento e a análise da água. Assim, o SUS é responsável por garantir que a água consumida pela população esteja dentro dos padrões de potabilidade, já que a Consolidação nº 05 que consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde integrou as normas de qualidade da água para consumo humano, a Portaria GM/MS nº 888 de 2021 e a Portaria GM/MS nº2472/21, como um dos seus Anexos, no caso o anexo XX.

Ações no sentido de promover a potabilização da água de consumo humano tiveram iniciativas anteriormente ao estabelecimento de padrões e normas de qualidade. A delimitação dos valores máximos permitidos ou os limites máximos de contaminação (MCLs) ocorreram em decorrência de estudos e bioensaios toxicológicos e de componentes químicos e físico-químicos que mudavam as propriedades organolépticas ou sensoriais da água, causando rejeição de consumo e diminuição da durabilidade da instrumentação hidráulica com consequentes prejuízos econômicos (Freitas e Freitas, 2005).

As normas de potabilidade existem como um instrumental técnico - jurídico constituído por autoridades sanitárias respaldadas por instituições técnicas - científicas, a serem cometidas pelos órgãos de fiscalização e vigilância do setor saúde e pelas empresas públicas e privadas de abastecimento de água. Elas conduzem um padrão de qualidade ao “produto” água, imparcialmente se esta é atingida diretamente da natureza (água bruta) ou por meio de processos químicos em plantas de tratamento (Freitas e Freitas, 2005).

A Lei nº 14.026 (Brasil, 2020), de 15 de julho de 2020, atualiza o marco legal do saneamento básico no Brasil, estabelecendo diretrizes para a universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário até 2033. Entre suas principais disposições, destaca-se a meta de atender 99% da população com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto, promovendo melhorias significativas na saúde pública e na qualidade de vida dos brasileiros.

No contexto desta pesquisa, essa legislação reforça a importância da regulação e do controle da qualidade da água tratada, alinhando-se aos princípios de vigilância sanitária e proteção à saúde. A partir dela, intensifica-se a exigência por transparência, eficiência e segurança nos processos de abastecimento. Assim, o marco atua como um instrumento estruturante para fortalecer o sistema de saneamento nas cidades.

A legislação também atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a competência para editar normas de referência para a regulação do setor, incentiva a participação da iniciativa privada por meio de licitações obrigatórias e promove a regionalização dos serviços, visando maior eficiência e sustentabilidade financeira. Esses avanços buscam não apenas ampliar o acesso aos serviços essenciais, mas também atrair investimentos e fomentar o desenvolvimento socioeconômico do país.

No Brasil, a qualidade da água destinada ao consumo humano é padronizada pela Portaria nº 888 de 04 de maio de 2021, do Ministério da Saúde (Brasil, 2021), cujo objetivo é a proteção da saúde pública e o monitoramento e controle de substâncias potencialmente prejudiciais à saúde, como microrganismos patogênicos, substâncias tóxicas ou venenosas e elementos radioativos, garantindo o controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

As disposições sobre controle e vigilância da água para consumo humano estavam preconizadas no anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05, que trata das ações e serviços de saúde do Sistema Único de Saúde, porém, a partir de 04 de maio de 2021, este anexo XX foi alterado pela Portaria GM/MS de nº 888 /2021 e pela Portaria GM/MS de nº 2472 de 28/09/2021. Conforme as atuais portarias vigentes, a Portaria GM/MS n° 888/2021 e GM/MS nº 2472/21 que altera o anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05 de 2017, é de competência dos entes federados, como Estados, Distrito Federal e Munícipios, e suas respectivas Secretarias de Saúde, a responsabilidade de realizar, de forma sistemática e contínua, a avaliação de risco à saúde humana para cada sistema de abastecimento ou solução alternativa. Isso envolve o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano, incluindo seu padrão de potabilidade, com base em informações sobre as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e controle de qualidade da água (Brasil, 2021).

A Tabela 1 ilustra alguns parâmetros regidos pela referida portaria, como cloro residual, fluoreto, cor aparente, pH e turbidez, que foram utilizados no escopo desta pesquisa.

Tabela 1. Portaria nº 888/21 do Ministério da Saúde do Brasil: Exemplos de parâmetros estabelecidos para monitoramento da qualidade da água, 2021

Parâmetro	Unidade	Valor Máximo Permitido (VMP)	Categoria
pH	-	6,0 - 9,5	Físico-Químico
Turbidez	UT (Unidade de Turbidez)	5,0 UT	Físico-Químico
Cor Aparente	UH (Unidade Hazen)	15,0 UH	Físico-Químico
Cloro Residual Livre	mg L^{-1}	0,2 - 5,0	Físico-Químico
Coliformes Totais	NMP 100 mL^{-1}	Ausência em 100 mL	Microbiológico
Escherichia coli	NMP 100 mL^{-1}	Ausência em 100 mL	Microbiológico
Fluoreto	mg L^{-1}	1,5 mg L^{-1}	Substância Química
Chumbo	mg L^{-1}	0,01 mg L^{-1}	Substância Química
Mercúrio	mg L^{-1}	0,001 mg L^{-1}	Substância Química
Cádmio	mg L^{-1}	0,003 mg L^{-1}	Físico-Químico
Nitrato	mg L^{-1}	10 mg L^{-1} (como N)	Substância Química
Trihalometanos Totais	µg/L	100 µg L^{-1}	Substância Química
Arsênio	mg L^{-1}	0,01 mg L^{-1}	Substância Química
Cromo Total	mg L^{-1}	0,05 mg L^{-1}	Substância Química
Alumínio	mg L^{-1}	0,2 mg L^{-1}	Físico-Químico

Fonte: Brasil (2021).

Ademais, as referidas portarias destacam que, além de estabelecer limites para a presença de substâncias e organismos potencialmente prejudiciais à saúde na água consumida, é fundamental adotar procedimentos complementares, como a promoção de boas práticas em todo o sistema de abastecimento de água, para garantir a proteção da saúde (Brasil, 2021).

A Portaria MS nº 888/2021 também categoriza as instalações de abastecimento de água em duas principais classes: sistema de abastecimento de água (SAA) e solução alternativa coletiva (SAC).

A Portaria define o controle da qualidade da água para consumo humano como conjunto de atividades realizadas continuamente pelos responsáveis pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, com o objetivo de verificar se a água fornecida à população é potável e manter essa condição. E nesse contexto que a vigilância da qualidade da

água para consumo humano, atua em conjunto de ações contínuas adotadas pela autoridade de saúde pública para assegurar que a água consumida pela população esteja em conformidade com as normas e para avaliar os riscos que os sistemas e soluções alternativas de abastecimento de água podem representar para a saúde humana (Brasil, 2021).

A Resolução Conama n° 357, de 17 de março de 2005, estabelece critérios para a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como define as condições e padrões para o lançamento de efluentes no território nacional (Brasil, 2005a). Esta legislação é fundamental para definir os usos e os requisitos de qualidade que cada uma das nove classes de águas naturais, incluindo cinco classes de águas doces, deve apresentar. Isso tem permitido o enquadramento das águas em todo o território brasileiro e, consequentemente, a manutenção de sua qualidade.

2.3. Saneamento e abastecimento

Destaca-se que o saneamento básico compreende um conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais, organizados em quatro eixos principais: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem urbana de águas pluviais e manejo adequado dos resíduos sólidos. Por sua vez, o saneamento ambiental pode ser definido como o conjunto de ações técnicas e socioeconômicas que promovem melhores condições de salubridade ambiental. Assim, garantir condições adequadas de saneamento exige um gerenciamento eficiente dos recursos hídricos, o que envolve diretamente os serviços de saneamento básico (Follador *et al.*, 2015).

Um sistema de abastecimento de água eficiente requer uma infraestrutura de saneamento básico robusta, essencial para manter um ambiente saudável e livre de poluentes, garantindo assim a segurança hídrica da população. Segundo Kobiyama *et al.* (2008), a qualidade de vida está diretamente atrelada à presença de serviços adequados de saneamento, os quais abrangem o abastecimento de água, o manejo das águas pluviais e a preservação dos mananciais, incluindo o esgotamento sanitário e a gestão dos resíduos sólidos. Essas ações influenciam os recursos hídricos tanto qualitativa quanto quantitativamente.

Contudo, por ser uma questão da saúde pública é uma preocupação tanto dos cidadãos, como das organizações. Estas, devem promover e restaurar a saúde das pessoas nas diferentes sub-áreas das ciências, como aliada na busca por ações de monitoramento e manutenção da saúde da população, por meio de práticas coletivas e sociais. A prevenção as doenças de

veiculação hídricas podem ser alcançadas por meio de um saneamento eficaz. A falta do saneamento básico ou um saneamento inadequado, afetam o ambiente e a saúde dos cidadãos (Medeiros *et al*., 2016).

Para Soares e Souza (2020) o objetivo principal do tratamento público da água é proteger a saúde pública. A água pode conter uma grande variedade de constituintes que podem provocar doenças nas pessoas e tem uma capacidade única de transmitir rapidamente enfermidades para muitas pessoas.

A qualidade da água destinada ao consumo humano é avaliada por meio de diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, regulamentados por legislações específicas que visam assegurar a potabilidade e minimizar riscos à saúde pública. Dentre os principais parâmetros monitorados estão o pH, a cor, a turbidez, o cloro residual livre e a concentração de fluoreto.

O pH da água bruta pode variar significativamente conforme a origem da água (superficial ou subterrânea), a presença de matéria orgânica, a atividade biológica e a composição geológica da bacia hidrográfica, apresentando valores geralmente entre 6,0 e 8,5 (Von Sperling, 2014). Após o tratamento, a água deve apresentar pH dentro da faixa de 6,0 a 9,5, de modo a evitar efeitos corrosivos nas tubulações e desconforto aos consumidores (Brasil, 2021).

A cor da água é um parâmetro estético relacionado à presença de substâncias orgânicas naturais, como ácidos húmicos e fúlvicos, além de metais como ferro e manganês. A água bruta pode apresentar coloração elevada, especialmente em períodos chuvosos, quando há maior aporte de matéria orgânica (CETESB, 2020). Após o tratamento, a cor aparente da água deve ser inferior a 15 unidades de cor (uH), conforme estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (Brasil, 2021).

A turbidez, por sua vez, refere-se à presença de partículas em suspensão, como argilas, siltes, micro-organismos e matéria orgânica. Altos níveis de turbidez na água bruta exigem maior rigor nos processos de coagulação, floculação, decantação e filtração. Para a água tratada, o valor máximo permitido é de 5,0 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), sendo que, em sistemas de filtração rápida, a legislação exige que 95% das amostras mensais na saída dos filtros apresentem turbidez inferior a 0,5 UNT (Brasil, 2021). Segundo Di Bernardo (2017), a turbidez elevada não apenas prejudica a estética da água, mas também pode proteger micro-organismos patogênicos da ação dos desinfetantes, comprometendo a eficiência da desinfecção.

A desinfecção da água é uma etapa essencial do tratamento, sendo o cloro o agente mais utilizado no Brasil. O cloro residual livre deve estar presente em concentrações mínimas de 0,2 mg/L e máximas de 5,0 mg/L na rede de distribuição, garantindo a proteção microbiológica até o ponto de consumo (Brasil, 2021). De acordo com Libânio (2010), o controle do residual de cloro é fundamental para assegurar a qualidade microbiológica da água e prevenir a formação de subprodutos nocivos da cloração, como os trihalometanos.

A fluoretação das águas de abastecimento público constitui uma medida preventiva reconhecida pela sua eficácia na redução da incidência de cáries dentárias. A concentração ideal de fluoreto na água tratada varia entre 0,6 e 0,8 mg L^{-1}, dependendo da temperatura média da região, de modo a manter o equilíbrio entre os efeitos benéficos e os riscos de fluorose (ANA, 2012; Brasil, 2021). Para Narvai (2000), a fluoretação da água é considerada uma das estratégias de maior impacto coletivo em saúde bucal, sobretudo em populações de baixa renda.

A avaliação contínua desses parâmetros é essencial para garantir a segurança sanitária da água fornecida à população, bem como para atender aos requisitos legais e de vigilância da qualidade da água para consumo humano.

Conforme destacado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), a manutenção da qualidade da água destinada ao consumo humano é vital para prevenir doenças transmitidas pela água, exigindo monitoramento e controle contínuos por parte das autoridades de saúde pública (WHO, 2017). A contaminação das fontes de água com substâncias químicas e microrganismos patogênicos representa uma séria ameaça à saúde pública, tornando necessário o estabelecimento de normas rigorosas para assegurar a potabilidade da água (Fonseca e Freitas, 2018).

Políticas voltadas para a qualidade da água devem adotar uma abordagem preventiva, concentrando-se na prevenção da contaminação antes que ela aconteça, ao invés de apenas lidar com os problemas após sua detecção (Costa e Souza, 2020). A gestão integrada dos recursos hídricos é crucial para garantir a qualidade da água em toda a bacia hidrográfica, desde a sua fonte até o ponto de consumo final (Silva e Lima, 2019).

Uma das principais fontes de abastecimento de água são os mananciais, pois são as fontes naturais que possibilitam a extração da água para fins de abastecimento. São considerados como abastecedores todos os mananciais que apresentem condições sanitárias satisfatórias, além de apresentarem vazão suficiente para atender à demanda máxima prevista em um determinado período (Brasil, 2006).

É importante destacar que, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece as diretrizes para a classificação dos corpos d'água e define os padrões de qualidade segundo seus usos preponderantes. No contexto do abastecimento urbano, ela orienta os limites aceitáveis para captação de água destinada ao consumo humano, contribuindo para a preservação dos mananciais e a segurança sanitária.

Os mananciais podem ser classificados como superficiais, que se compreende como os rios, lagos, barragens, por serem as águas naturais potabilizáveis mais acessíveis, que permitem o conhecimento do seu regime e por ter sua captação favorecida. Além disso, há os mananciais subterrâneos, compreendidos como lençóis do subsolo ou aquíferos, que fornecem água de qualidade satisfatória para uso imediato, principalmente os mais profundos, porém o processo de exploração é mais trabalhoso e, às vezes, dispendiosa. Outra classificação dos mananciais inclui as águas meteóricas, como chuva, neve e granizo. Esses recursos naturais, quando potabilizados, podem ser utilizados em serviços de abastecimento para pequenos volumes, sob condições especiais. É importante destacar que o uso de qualquer manancial para abastecimento público, com exceção das águas meteóricas, requer outorga.

A outorga é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, destinado a assegurar o controle quantitativo e qualitativo do uso das águas. Ela garante ao usuário autorizado o direito de acesso à água, regularizando seu uso dentro de uma bacia hidrográfica (Brasil, 2021).

Evidencia-se que a seleção de um manancial abastecedor é a decisão mais crítica na implantação de um sistema de abastecimento de água potável, seja ele destinado a uso individual ou coletivo. Os principais critérios para a escolha incluem a qualidade e quantidade da água disponível, a distância até o local a ser abastecido e as possíveis implicações técnicas, econômicas e políticas associadas (Brasil, 2021). Reforça-se, aqui, a relação de que quanto melhor for a qualidade da água bruta, mais simples e menos oneroso serão os esforços envolvidos no processo de tratamento.

3. METODOLOGIA

3.1. Base metodológica

A metodologia adotada neste estudo baseou-se nas legislações vigentes relacionadas à qualidade da água para consumo humano, bem como na análise de dados fornecidos pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE).

Trata-se de um estudo de natureza retrospectiva, descritiva e com abordagem quantitativa, no qual foram avaliados dados obtidos a partir de relatórios oficiais, dados secundários provenientes de análises periódicas, e do banco de dados do local de estudo. Uma pesquisa retrospectiva é definida como aquela que investiga eventos passados, analisando dados já produzidos com o intuito de observar a frequência de ocorrência do objeto de estudo, permitindo, assim, compreender certas características e identificar possíveis fatores causais (Bordalo, 2006).

Adicionalmente, uma pesquisa descritiva é aquela que descreve características de uma determinada população ou fenômeno, estabelecendo correlações entre variáveis e definindo sua natureza (Vergara, 2016). Por fim, a abordagem quantitativa envolveu a quantificação de dados para a coleta e tratamento das informações por meio de uma estatística descritiva, com o objetivo de realizar a análise dos dados numéricos que possam medir variáveis, testar hipóteses e fornece uma base sólida para validação ou rejeição das mesmas (Creswell e Creswell, 2021).

A escolha do período de 2019 a 2023 para a análise dos dados da água bruta, tratada e distribuída pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) foi selecionado considerando o início da participação da pesquisadora no setor de coleta e análise da água coletada, garantindo assim os critérios técnicos e práticos necessários para confiabilidade e a representatividade dos resultados.

3.2. Procedimentos operacionais

Os dados utilizados na pesquisa são provenientes de análises realizadas pelo laboratório da autarquia, DMAE, utilizando como referência, as médias mensais das variáveis pH, turbidez e cor para água bruta e, para água tratada e distribuída pH, turbidez, cor, cloro livre e fluoreto dos anos de 2019 a 2023. A escolha desse recorte temporal justifica-se pela necessidade de identificar tendências, oscilações e possíveis fragilidades nas etapas de captação, tratamento e

distribuição, principalmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelo crescimento urbano.

Os dados utilizados na pesquisa são provenientes de análises realizadas pelo laboratório da autarquia (DMAE), tomando como referência as médias mensais das variáveis pH, turbidez e cor para água bruta, e pH, turbidez, cor, cloro livre e fluoreto para água tratada e distribuída, no período de 2019 a 2022, conforme autorização formal da Autarquia, vigente até dezembro de 2022.

A partir de janeiro de 2023, todas as informações referentes ao tratamento de água passaram a ser obtidas à partir da do site do DMAE, disponibilizadas de forma pública e gratuita no portal do Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia (DMAE), não só pelas três Estações de tratamento, como também para os distritos atendidos pelo DMAE, como Miraporanga, Cruzeiro dos Peixotos, Martinésia, Tapuirama, e Jockey Camping, dispensando a necessidade de autorização prévia para seu acesso e utilização em pesquisas acadêmicas. Esses dados secundários incluem as mesmas variáveis físico-químicas analisadas pelo laboratório (pH, turbidez, cor, cloro residual e fluoreto), mantendo total coerência metodológica com os boletins originais.

A utilização dos boletins online de 2023 reforça a transparência e a reprodutibilidade deste estudo, pois todos os relatórios estão registrados em ambiente institucional e podem ser livremente consultados por qualquer interessado. Além disso, o acesso público assegura que futuros pesquisadores e órgãos fiscalizadores tenham fácil verificação das informações, ampliando a credibilidade dos resultados aqui apresentados e prevenindo questionamentos sobre eventuais lacunas de fonte ou autorização.

Para avaliar a qualidade das águas para consumo humano, levou-se em consideração os parâmetros de pH, turbidez, cor, cloro residual e fluoreto, estabelecidos pela Portaria nº 888/21 do Ministério da Saúde, garantindo que todas as séries temporais — seja das análises diretas em laboratório ou dos dados secundários publicados — obedecessem aos mesmos padrões de amostragem, análise e tratamento estatístico.

Para avaliar a qualidade das águas para o consumo humano, levou-se em consideração os parâmetros de ph, turbidez, cor, cloro residual e fluoreto, estabelecidos pela portaria de potabilidade da água vigente no Brasil, Portaria nº 888/21 do Ministério da Saúde como descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros da portaria nº 888/2021 utilizados para verificação da qualidade da água tratada, presentes neste estudo, 2025

Parâmetro	Unidade	Padrão de potabilidade Portaria n° 888 de 04/05/2021	
		ETA (VMP)	Rede (VMP)
Cloro Residual	mg L^{-1}	0.5 a 5.0	0.2 a 5.0
Cor Aparente	uH	< 15	< 15
Fluoreto	mg L^{-1}	< 1,5	< 1,5
pH	-	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0
Turbidez	NTU	< 5.0	< 5.0

Legenda: mg L^{-1}: Miligramas por litro; VMP: Valor máximo permitido; uH = Unidade de Hazen; NTU = Unidades Nefelométricas de Turbidez

Fonte: Brasil, 2021.

As frequências dos monitoramentos das análises da água bruta, água tratada (saída do tratamento) e água tratada da rede de distribuição ocorrem da seguinte forma:

i. Água bruta e tratada (saída do tratamento) as análises ocorrem de hora em hora durante toda a operação das ETAs durante as 24 horas do dia e são realizadas em laboratórios próprios do DMAE, localizados em cada estação de tratamento e munidos de instrumentação analítica de monitoramento *online* (processos automatizados de análises) e de equipamentos físico-químicos de bancada. Os resultados das análises são anotados nos BCDs (boletins de coletas de dados), conforme figura 11, Apêndice 2, que foram cedidos pelo DMAE para consultas.

ii. Água tratada distribuída nas redes de distribuição as análises são realizadas pelo Laboratório de Qualidade da Água do DMAE (LQA) que coleta as amostras de acordo com o plano de amostragem, que de acordo com a Portaria GM/MS n° 888/2021 é exigido mais de 260 amostragens da água que será distribuída, o que compreende uma média de 8 coletas por dia durante um período de 30 dias, na rede de distribuição da água da cidade de Uberlândia, visando o monitoramento da água até o consumidor final, conforme figura 12, apêndice 2. Estas coletas ocorrem diariamente e os resultados das análises também são anotados e emitidos em relatórios de controle e estes foram utilizados nesta pesquisa.

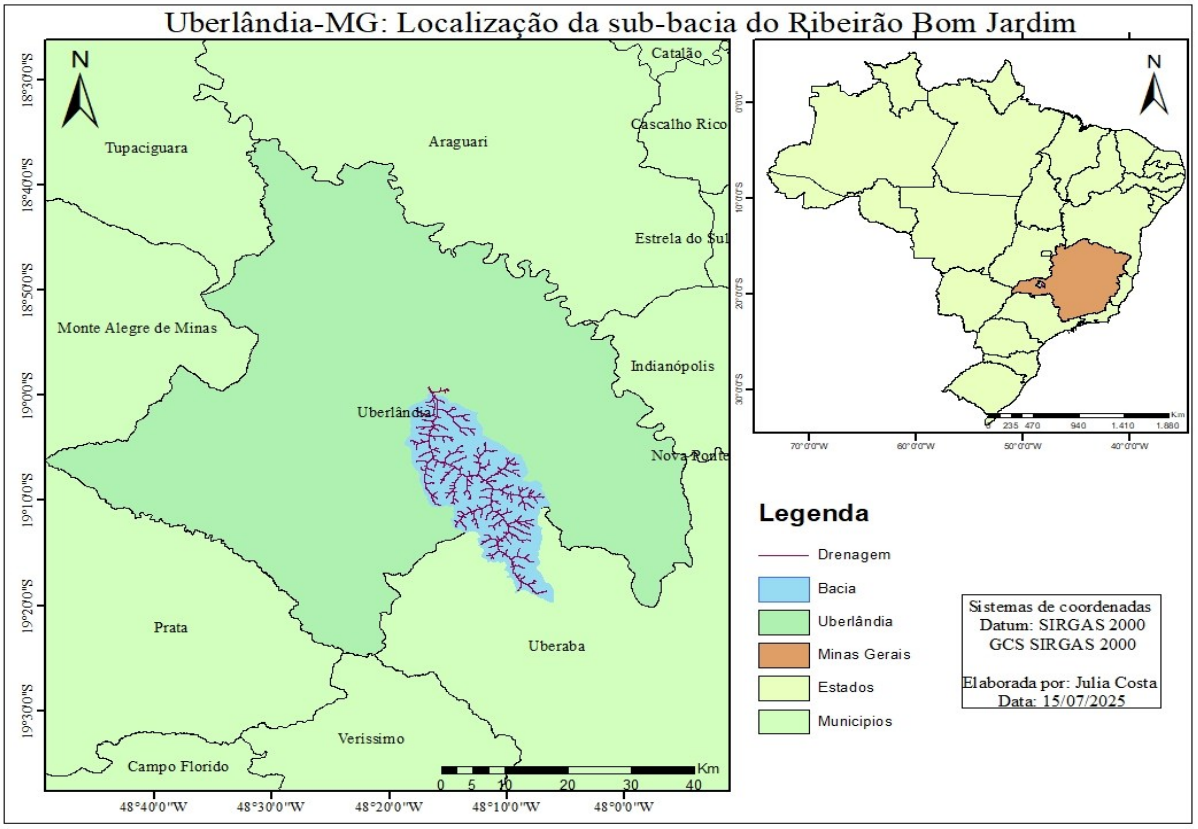
Os dados coletados foram tabulados e organizados em forma de gráficos e tabelas e posteriormente analisados, considerando a sazonalidade climática relacionada a variação nos valores de ph, cor, turbidez de água bruta. Para água tratada e distribuída foram considerados o ph, turbidez, cor aparente, cloro residual e fluoreto.

Sobre os dados climáticos utilizados, os mesmos são provenientes do INMET, coletadas na Estação Meteorológica instalada no Campus Santa Mônica da Universidade Federal de Uberlândia.

3.3. Área de estudo

A sub-bacia do Ribeirão Bom Jardim está situada no setor sul do município de Uberlândia, Minas Gerais**,** delimitada aproximadamente entre as latitudes 18°54'00" S e 19°09'00" S e as longitudes 48°04'00" W e 48°20'00" W, conforme apresentado na Figura 1. Sua nascente está localizada nas proximidades da rodovia BR-050, entre os municípios de Uberlândia e Uberaba, e o curso do ribeirão percorre cerca de 40 km até ser captado pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), na represa do Bom Jardim, já em área urbana do município.

Figura 1. Uberlândia – MG: Localização da sub-bacia do Ribeirão Bom Jardim, 2025.



Elaboração: COSTA, J. (2025).

A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Bom Jardim apresenta predominância dos solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura muito argilosa a argilosa e relevo plano a suave ondulado, e Latossolo Vermelho-Amarelo Ácrico, com textura argilosa, característico de áreas de várzea. Além desses, também são encontrados Neossolos Quartzarênicos Típicos, principalmente em áreas mais arenosas e hidromórficas, localizadas nos vales do ribeirão (BRITO, 2002; BRITO; SILVA; FERREIRA, 2018).

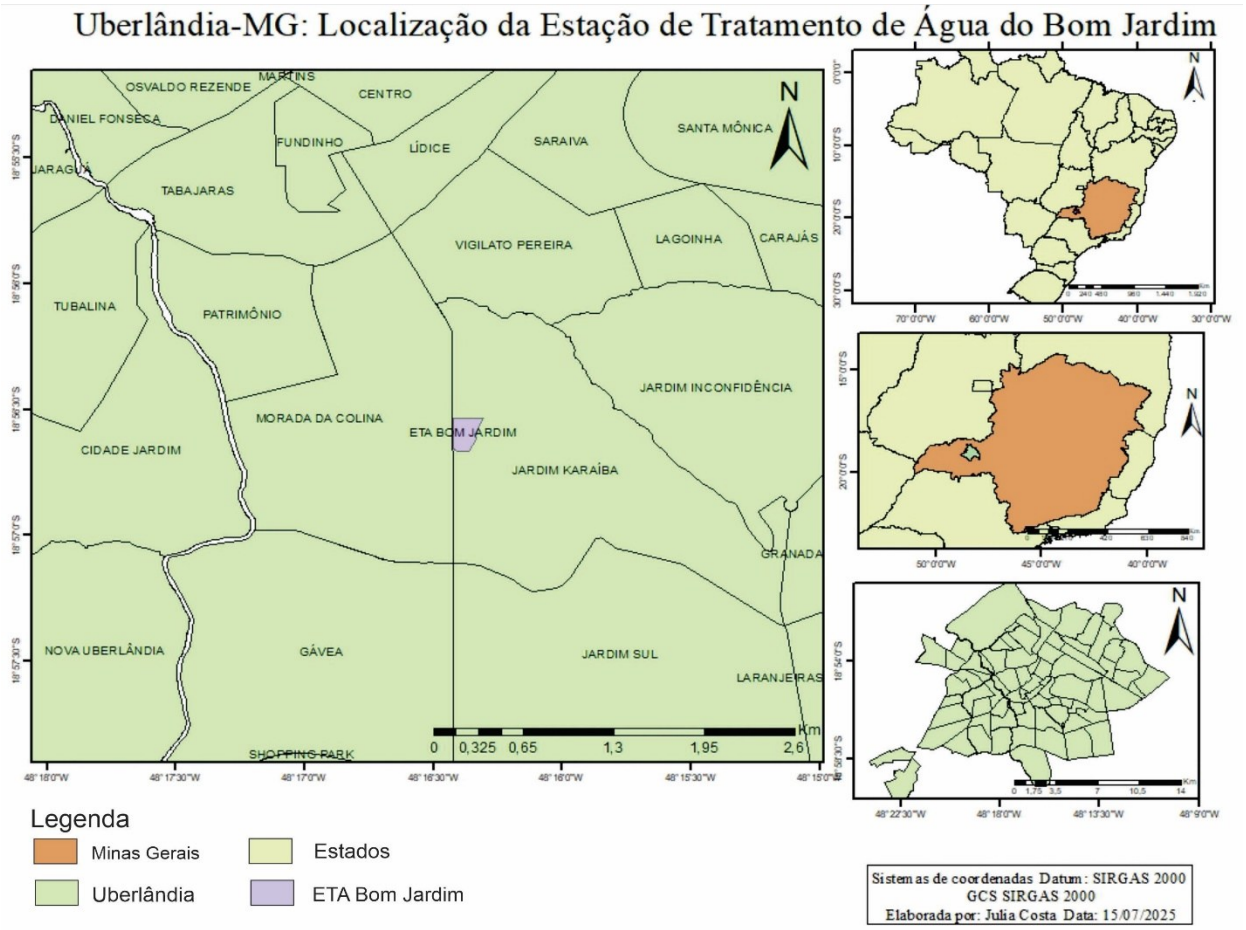
Do ponto de vista geológico, a sub-bacia está inserida na província do Grupo Bauru, formada predominantemente por rochas sedimentares da Formação Marília, compostas por arenitos friáveis, siltitos e argilitos, além de ocorrências pontuais de rochas da Formação Uberaba, como conglomerados e calcários. Essas formações são típicas de regiões de origem continental, com influência em processos de infiltração, disponibilidade hídrica e composição química dos solos (CPRM, 2010; LIMA *et al*., 2012).

Quanto ao uso e ocupação do solo, destaca-se o predomínio da agricultura, que ocupa aproximadamente 64,4 % da área da sub-bacia, sendo a soja a principal cultura agrícola (52 %), seguida pelo milho (25,5 %) e pela cana-de-açúcar (22,5 %) (SANTOS *et al*., 2020).

A Estação de Tratamento de Água (ETA) Bom Jardim está localizada na zona sul do município de Uberlândia (MG) conforme ilustrado na Figura 2. Está inserida em uma área predominantemente urbana, situada entre os bairros Jardim Karaíba e Morada da Colina. A ETA faz parte do sistema de abastecimento operado pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), sendo responsável pelo tratamento da água captada no Ribeirão Bom Jardim e pela sua posterior distribuição à população de Uberlândia.

De acordo com a Prefeitura de Uberlândia, a Estação de Tratamento de Água (ETA) Bom Jardim é responsável pelo tratamento e abastecimento de água para cerca de 50% dos bairros da cidade, operando com uma capacidade de 1.600 litros por segundo e atendendo amplamente as zonas sul, leste, oeste e parte do setor central (Uberlândia, 2022).

Figura 2. Município de Uberlândia-MG: Localização da Estação de Tratamento de Água do Bom Jardim, 2025.



Elaboração: Julia Costa (2025).

3.4. Sistema de abastecimento de água de Uberlândia-MG

Embora o escopo deste estudo esteja voltado para a ETA Bom Jardim, é necessário destacar que, cidade de Uberlândia é abastecida por três sistemas produtores distintos, a partir de mananciais de superfícies pertencentes à mesma bacia hidrográfica, a do Rio Araguari: Sistema Sucupira, Sistema Bom Jardim e Sistema Capim Branco.

As três estações de tratamento de água possuem tecnologias de ciclo completo, ou seja, as mesmas contam com processos unitários de coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção do pH final. Cada sistema produtor possui reservação e distribuição. Em 2024, foi iniciada a integração das redes dos três sistemas de distribuição, evitando assim, desabastecimento de água causado por uma possível falha ou necessidade de

manutenção. Além desses sistemas, o município conta também com subsistemas isolados de distribuição de água nos distritos os quais são abastecidos por poços tubulares profundos.

A figura 3 mostra o Sistema Sucupira na captação de água do Rio Uberabinha, a montante da cidade. A vazão de captação outorgada é de 3,7 $m^3 s^{-1}$, sendo esta outorga emitida pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). A captação é realizada através de barramento de nível no Rio Uberabinha, a montante da cachoeira Sucupira. A Figura 4 mostra o sistema de tratamento de água Sucupira próxima ao seu manancial de abastecimento.

Figura 3. Uberlândia-MG: Captação de Água Bruta do Rio Uberabinha – Cachoeira do Sucupira, 2025.

Fonte: Google Earth (2025)

Figura 4. Uberlândia - MG: Sistema de Produção Sucupira – Captação no Rio Uberabinha., 2015

Fonte: DMAE (2015).

Outro manancial utilizado no abastecimento de água de Uberlândia é o Rio Araguari. Desde 2021, houve ampliação do sistema por meio da inauguração do Sistema de Tratamento de Água Capim Branco. A partir do represamento do Rio Araguari — especificamente no reservatório que abastece a Usina Hidrelétrica Amador Aguiar I — o DMAE passa a captar água para tratamento na ETA Capim Branco. Essa estação, inaugurada em 31 de agosto de 2021 com capacidade inicial de 2.000 litros por segundo, foi implementada com o objetivo de ampliar a capacidade de abastecimento de água tratada para a cidade (Prefeitura de Uberlândia, 2021). A vazão de captação utilizada no momento e outorgada são de 2,0 $m^3 s^{-1}$, sendo esta outorga emitida pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). As Figuras 5 e 6 ilustram a área de captação do sistema Capim Branco de abastecimento de água.

Figura 5. Uberlândia – MG: Sistema de Captação de Água Capim Branco - Represamento do Rio Araguari – Lago da UHE Amador Aguiar 1, 2021.

Fonte: DMAE (2021).

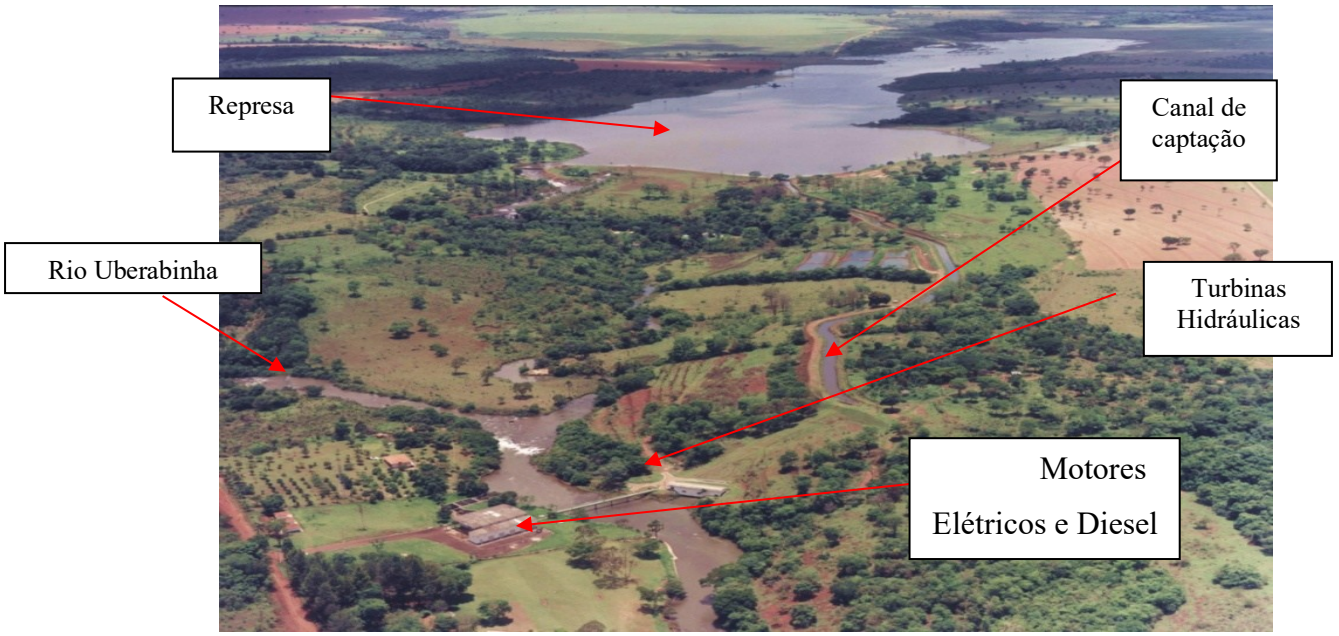
Figura 6. Uberlândia – MG: Estação de Tratamento de Água Capim Branco, 2022.

Fonte: DMAE (2022).

Tanto o Sistema Bom Jardim quanto o sistema Sucupira captam água na bacia do rio Uberabinha. O manancial para o sistema Bom Jardim é o ribeirão Bom Jardim, afluente do Uberabinha, e sua captação conta com barragem e reservatório de acumulação localizados a aproximadamente 1,2 km a montante de sua confluência. Embora a captação no rio Uberabinha seja opcional — projetada cerca de 100 m a jusante da confluência —, não há represamento nesse trecho. A captação ocorre por meio de um canal de derivação em concreto armado na margem direita, interligado ao desarenador e ao poço de sucção da elevatória, sendo utilizada apenas em épocas de estiagem (DMAE, 2015). A vazão de captação outorgada é de 2,0 $m^3 s^{-1}$, sendo esta outorga emitida pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas).

As Figuras 7 e 8 ilustram a área de captação do sistema Bom Jardim de abastecimento de água. A Figura 7 apresenta uma visão panorâmica da área de captação do sistema de abastecimento associado à Estação de Tratamento de Água Bom Jardim, destacando a represa formada no Ribeirão Bom Jardim, o canal de derivação e o trajeto até as casas de bombas. Essa estrutura tem papel essencial na regularização do fluxo hídrico e no direcionamento da água bruta até o ponto de bombeamento.

Figura 7. Uberlândia – MG: Visão panorâmica da área de captação no Ribeirão Bom Jardim, evidenciando a represa, o canal de derivação e a estrutura de condução até as casas de bombas, 2015.



Fonte: DMAE (2015).

Já a Figura 8 demonstra em detalhe o ponto de captação localizado no Rio Uberabinha, utilizado de forma suplementar em períodos de estiagem. Nesta imagem, observa-se ainda a confluência entre o Ribeirão Bom Jardim e o Rio Uberabinha, além da infraestrutura de captação e bombeamento, responsável por direcionar a água captada para o tratamento e posterior distribuição à população urbana de Uberlândia

Figura 8. Uberlândia-MG: Detalhamento da infraestrutura de captação no Rio Uberabinha, mostrando a confluência com o Ribeirão Bom Jardim e o ponto de bombeamento complementar utilizado em períodos de estiagem, 2015.

Fonte: DMAE (2015).

A água captada do Ribeirão Bom Jardim é recalcada por meio de duas adutoras de aço de 960 mm cada, que percorre aproximadamente 6,8 km até chegar à estação. A ETA Bom Jardim possui capacidade nominal de tratamento igual a 2 $m^3 s^{-1}$. A Figura 9 ilustra a ETA Bom Jardim, localizada na área urbana de Uberlândia

Figura 9. Uberlândia – MG: Estação de Tratamento de Água Bom Jardim – Região Urbana de 2017.

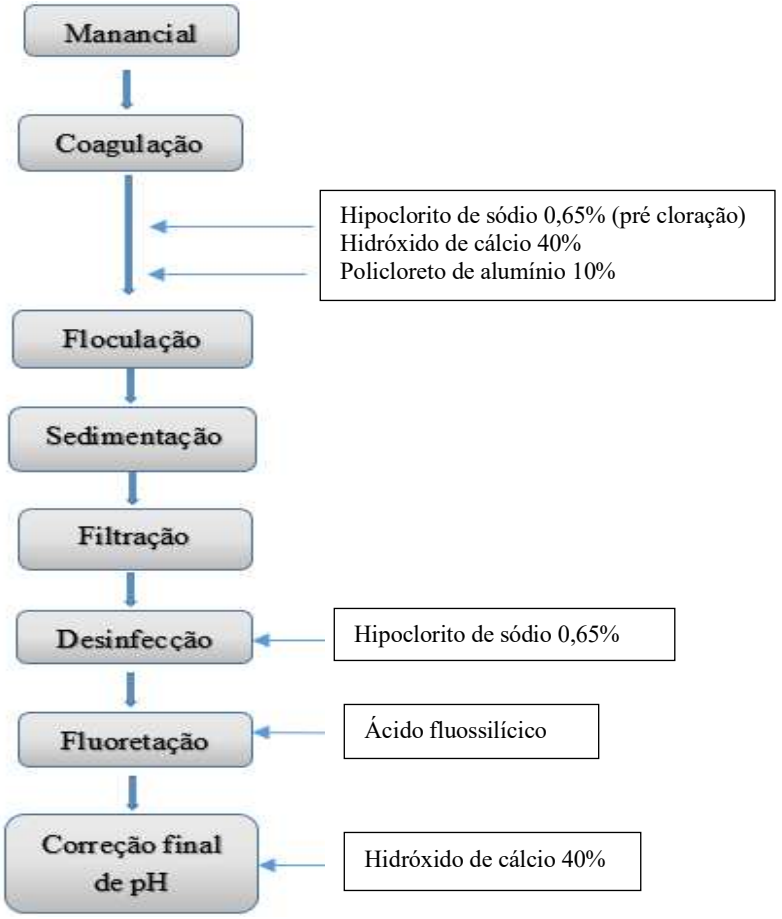
Fonte: DMAE (2017).

Para atender as legislações vigentes e entregar água potável para a população, as três estações de tratamento de Água do DMAE descritas anteriormente, utilizam o tratamento de água de tecnologia de ciclo completo, sendo estas dotadas dos processos unitários de coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção, fluoretação e correção final de pH, conforme descrito no Plano Municipal de Saneamento Básico de Uberlândia (UBERLÂNDIA, 2019)

Os principais produtos químicos empregados no processo de tratamento são o PAC (Policloreto de alumínio) a 10% como coagulante, hidróxido de cálcio em suspensão a 40% como agente pré e pós alcalinizante, hipoclorito de sódio 0,65% aplicado na pré e pós cloração

como agente desinfetante e ácido fluossilícico para dosagem do íon fluoreto, o que pode ser visualizado no fluxograma apresentado na Figura 10.

Figura 10. Produtos químicos aplicados no tratamento de água das três ETAS do DMAE.



Fonte: Elaborado pela autora.

A captação da água no manancial é o ponto de partida para o processo de tratamento. Inicialmente, a água passa pelo processo de:

(i) Coagulação, em que são adicionados o policloreto de alumínio (PAC) a 10% e o hidróxido de cálcio a 40%. Essa etapa tem como objetivo desestabilizar as partículas suspensas na água, facilitando sua aglomeração; ainda nesta etapa, é feita a pré-cloração, adicionando também hipoclorito de sódio a 0,65%.

(ii) Floculação, no qual as partículas desestabilizadas se unem, formando flocos maiores que podem ser facilmente removidos;

(iii) Sedimentação, onde, devido à gravidade, eles se depositam no fundo dos tanques;

(iv) Filtração, na qual a água passa por barreiras físicas, geralmente compostas por camadas de areia, carvão ativado ou outros materiais filtrantes, para remover partículas remanescentes e melhorar a qualidade física e química.

(v) Desinfecção, essencial para eliminar microrganismos patogênicos que podem representar riscos à saúde. Nesse processo, é novamente utilizado o hipoclorito de sódio a 0,65%, garantindo a desinfecção e segurança microbiológica da água.

(vi) Fluoretação, que consiste na adição de ácido fluossilícico, para contribuir com a saúde bucal da população.

(vii) Correção do pH, uma etapa crucial para evitar corrosões nos sistemas de distribuição e melhorar a potabilidade da água. Esse ajuste é feito com a utilização de hidróxido de cálcio a 40%, garantindo que o pH se mantenha em níveis adequados para o consumo humano (Figura 10).

Após passar pelo processo de tratamento nas 03 ETAS do DMAE a água em condições de potabilidade segue para a distribuição para a população de Uberlândia.

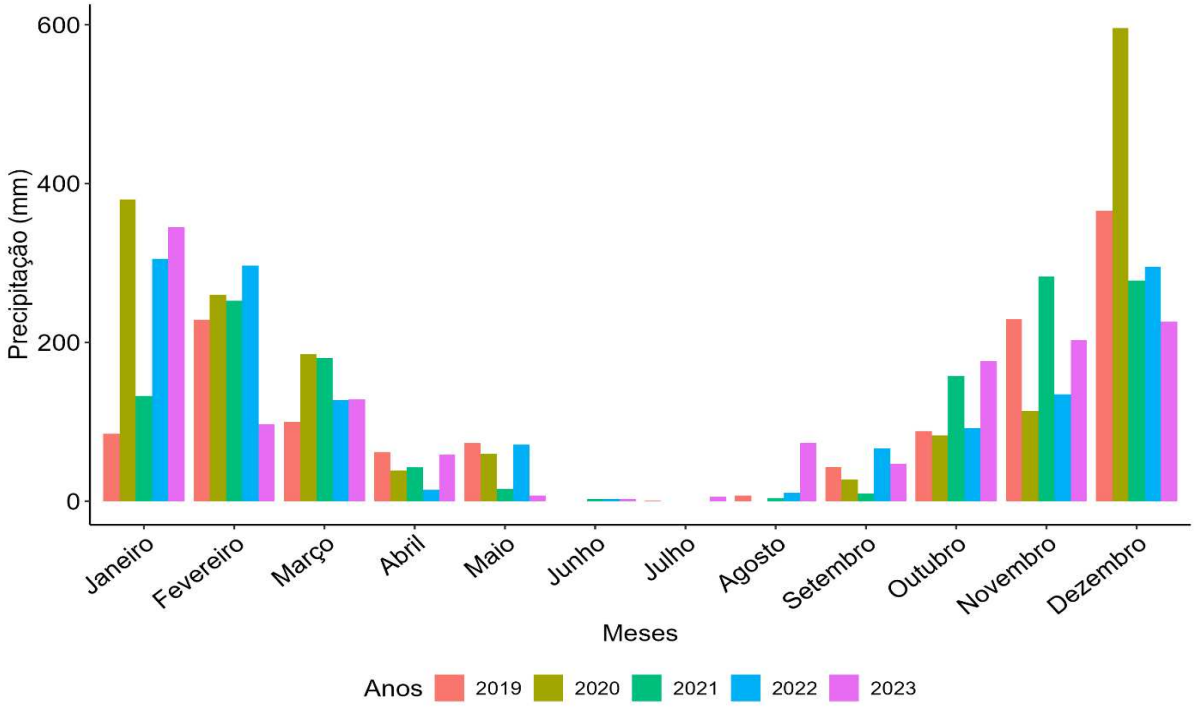
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente capítulo apresenta a análise dos dados coletados ao longo do período de 2019 a 2023, os quais compreendem as médias mensais dos parâmetros físico-químicos da água bruta, tratada e distribuída pela ETA Bom Jardim, bem como as médias mensais das precipitações chuvosas registradas na cidade de Uberlândia. A abordagem adotada busca identificar possíveis padrões de comportamento desses indicadores ao longo dos anos, bem como eventuais correlações entre a variação da qualidade da água e os regimes pluviométricos observados. Essa análise, de caráter descritivo e comparativo, visa fornecer uma compreensão mais ampla das dinâmicas envolvidas na qualidade da água tratada, especialmente em relação às influências sazonais que possam interferir nos parâmetros avaliados.

4.1. Análise dos dados das precipitações pluviométricas dos anos de 2019 a 2023

Os índices pluviométricos do município de Uberlândia do período de 2019 a 2023, que corresponde ao período de análises da água bruta, tratada e distribuída, conforme demonstra o Gráfico 1.

Gráfico 1. Uberlândia-MG: Acumulado da precipitação mensal registrada na Estação INMET, Campus Santa Mônica-UFU, entre os anos de 2019 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

O gráfico das médias mensais de precipitação (2019–2023) mostra que a maior parte das chuvas ocorre entre novembro e fevereiro, com destaque para os meses de dezembro de 2020 (596 mm), dezembro de 2019 (365,8 mm) e novembro de 2021 (283 mm). Em contrapartida, o período entre junho e agosto apresenta volumes quase nulos na maioria dos anos, como se observa, por exemplo, em junho e julho de 2019 e 2020, ambos com 0 mm. Essa distribuição evidencia a forte sazonalidade climática da região.

Há variações significativas de um ano para outro. Como citado, dezembro de 2020 registrou o maior volume mensal de todo o período analisado, com 596 mm, valor expressivamente superior aos demais anos. Também se destacam os altos volumes em janeiro de 2020 (380 mm) e fevereiro de 2022 (296,8 mm), em contraste com meses que, em outros anos, apresentaram valores bem inferiores, como janeiro de 2019 (85 mm) e fevereiro de 2023 (97,2 mm).

Os meses de transição, como abril, maio, setembro e outubro, também apresentam diferenças expressivas. Em maio de 2022, por exemplo, foram registrados 71,2 mm, valor consideravelmente mais alto do que em maio de 2023 (7,2 mm) ou 2021 (15 mm). Já outubro de 2023, com 176 mm, superou os volumes do mesmo mês em 2020 (82,8 mm) e 2022 (91,8 mm), indicando antecipação do período chuvoso naquele ano.

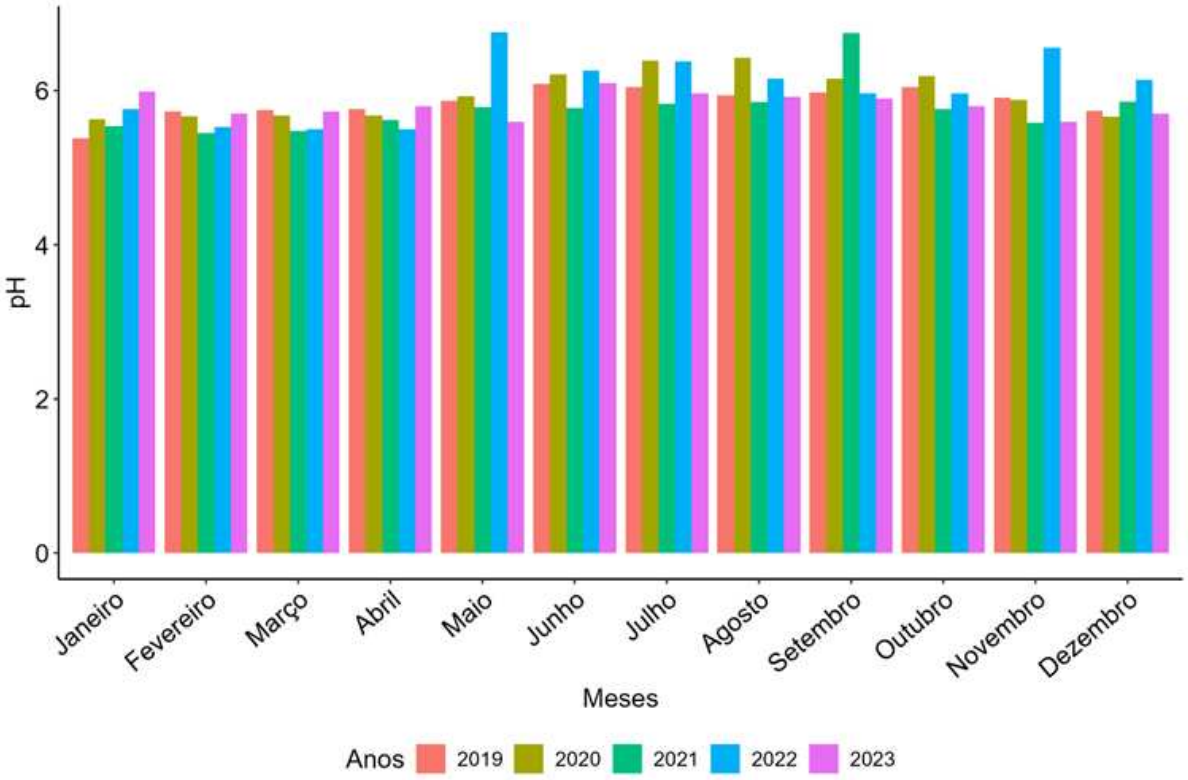
Essa irregularidade ao longo dos meses evidencia a importância de planejar as atividades de captação e tratamento considerando tanto os períodos de chuva intensa quanto a estação seca. Em anos mais chuvosos, como 2020 (média anual de 1.743,4 mm) e 2022 (1.415,4 mm), há maior disponibilidade hídrica, porém, associada ao aumento da carga orgânica e da turbidez da água bruta, exigindo adequação nos processos de tratamento. Já em anos mais secos, como 2019 (1.281,3 mm) e 2021 (1.357,1 mm), a escassez de chuvas pode comprometer a vazão dos mananciais e exigir estratégias de armazenamento, contenção de perdas e uso comedido por parte da população, comércio e indústria.

Dessa forma, o regime pluviométrico influencia não apenas a quantidade de água disponível, mas também a complexidade do seu tratamento, reforçando a importância de um planejamento hídrico eficiente e de monitoramento constante da qualidade da água ao longo de todo o ano.

4.2. Análise da água bruta (pH, cor e turbidez) dos anos de 2019 a 2023.

A comparação entre os Gráficos 1 e 2, demostra que, nos meses mais secos, há discreta elevação do pH da água bruta. Isso se deve à maior concentração de sais minerais, à evaporação mais intensa e à menor diluição de compostos alcalinos, como bicarbonatos. Com o início do período chuvoso, a renovação da água dilui esses compostos, enquanto o arraste de matéria orgânica e poluentes pode reduzir temporariamente o pH.

Gráfico 2. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análise de pH da água bruta captada pelo DMAE entre os anos de 2019 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

A análise do gráfico referente ao pH da água bruta (Gráfico 2), no período de 2019 a 2023, revela que os valores oscilaram entre 5,5 e 6,8, com médias anuais concentradas na faixa de 5,7 a 6,1. Essas variações foram discretas e se mantiveram relativamente constantes ao longo dos anos, indicando uma baixa variabilidade do manancial quanto à acidez. A variabilidade do manancial refere-se às mudanças nos parâmetros físico-químicos da água ao longo do tempo, influenciadas por fatores naturais (como clima, geologia e vegetação) ou antrópicos (como uso do solo e lançamentos pontuais). Nesse caso, a manutenção de valores estáveis de pH sugere

uma resiliência natural do Ribeirão Bom Jardim, que, apesar das chuvas e secas, conserva suas características químicas dentro de uma faixa previsível.

A leve acidez observada está dentro dos limites aceitáveis para águas naturais superficiais utilizadas para fins de abastecimento, conforme os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que recomenda valores de pH entre 6,0 e 9,0 para águas de Classe 2.

Ao correlacionar esses dados com o gráfico de precipitação pluviométrica (Gráfico 1), percebe-se uma tendência de redução nos valores de pH nos meses de maior pluviosidade, geralmente entre novembro e março. Por exemplo, observa-se que janeiro de 2020, que apresentou alto índice pluviométrico (380 mm), registrou valores de pH em torno de 5,6, enquanto dezembro de 2020, com 596 mm, também apresentou queda no pH para valores próximos de 5,5. Esses resultados reforçam a associação entre a elevação da pluviosidade e o aumento da acidez da água bruta.

Essa redução no pH está relacionada ao intensificado escoamento superficial, que carreia para o manancial compostos orgânicos oriundos do solo, especialmente ácidos húmicos e fúlvicos, provenientes da vegetação de cerrado. Segundo Bueno *et al*. (2005) e Souza (2006), essas áreas apresentam pH naturalmente mais ácido devido à decomposição da matéria orgânica.

Durante os meses de estiagem (abril a setembro), observa-se uma elevação sutil nos valores de pH, que em alguns momentos ultrapassam 6,4 a 6,8, como ocorre em julho e setembro de 2022, e especialmente maio e setembro de 2021, demonstrando maior influência geológica e menor aporte de matéria orgânica. Essa elevação é atribuída à menor diluição dos compostos alcalinos, como bicarbonatos e carbonatos, e ao maior tempo de residência da água no sistema. Segundo Von Sperling (2007), em períodos de baixa vazão, a interação prolongada entre a água e os sedimentos do leito favorece a dissolução de minerais como calcita ($CaCO_3$), contribuindo para o aumento do pH. Além disso, Tundisi & Tundisi (2008) destacam que a menor renovação hídrica em épocas secas permite a concentração de sais dissolvidos e promove uma ligeira alcalinização das águas superficiais, especialmente em regiões com substrato geológico rico em minerais básicos, como ocorre no Triângulo Mineiro.

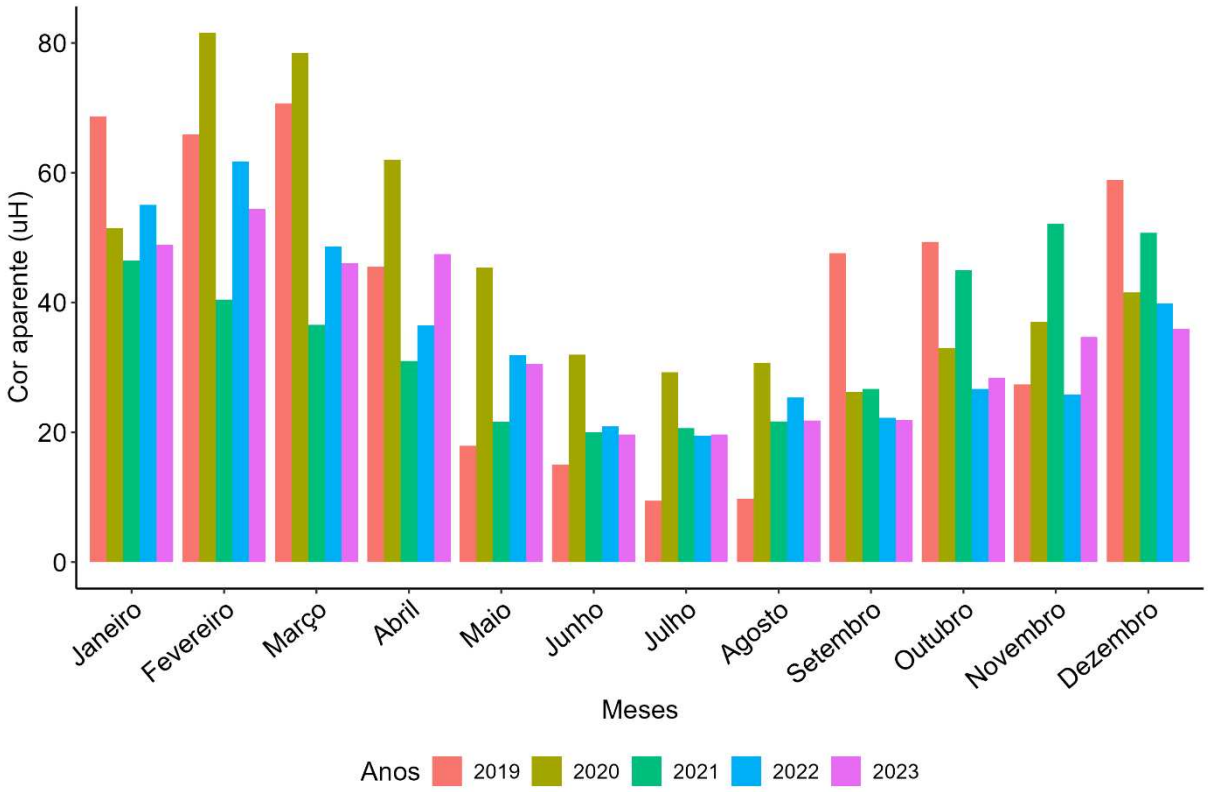
Portanto, o comportamento do pH da água bruta no período analisado confirma uma variação sazonal compatível com a dinâmica climática e hidro geoquímica da região, com valores mais baixos durante o período chuvoso, devido à maior concentração de ácidos

orgânicos, e valores mais elevados na estiagem, relacionados à concentração de sais e à influência da geologia local.

Em relação à cor aparente, o gráfico 3, demonstra de modo geral que os valores oscilaram entre 15,0 uH e 80,0 uH, com grande parte dos resultados concentrados em torno de 40,0 uH. Isso arremete a manutenção da qualidade do manancial, sem grandes elevações de cor que resultariam em problemas relacionados à degradação do manancial neste período analisado.

O Gráfico 3 demonstra que os maiores valores de cor aparente ocorreram entre dezembro e março, com pico em fevereiro de 2020 e o menor valor registrado em julho de 2019. A turbidez seguiu padrão semelhante, com menores índices entre junho e setembro.

Gráfico 3. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análise de cor aparente da água bruta captada pelo DMAE entre os anos de 2019 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

A elevação dos valores de cor e turbidez da água bruta, especialmente nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, está fortemente relacionada ao aumento das precipitações nesse período. As chuvas intensas aumentam o escoamento superficial, promovendo o carreamento de partículas de argilas, siltes, areias, matéria orgânica em decomposição e outros

materiais particulados para os mananciais. Esses elementos contribuem simultaneamente para o aumento da cor — devido à presença de substâncias orgânicas dissolvidas — e da turbidez, provocada pela suspensão de partículas sólidas na água. Esse cenário é típico da estação chuvosa e representa um desafio adicional para os sistemas de tratamento, que precisam ser mais eficientes nos processos de clarificação e filtração para garantir a potabilidade da água.

Nos períodos de estiagem, os valores de cor e turbidez da água bruta tendem a ser mais baixos devido à redução do escoamento superficial e à menor entrada de matéria orgânica e sedimentos nos mananciais. Essa tendência é confirmada pela análise dos dados de cor aparente apresentados no Gráfico 3, os quais demonstram valores significativamente menores nos meses de junho, julho e agosto, em comparação aos períodos chuvosos.

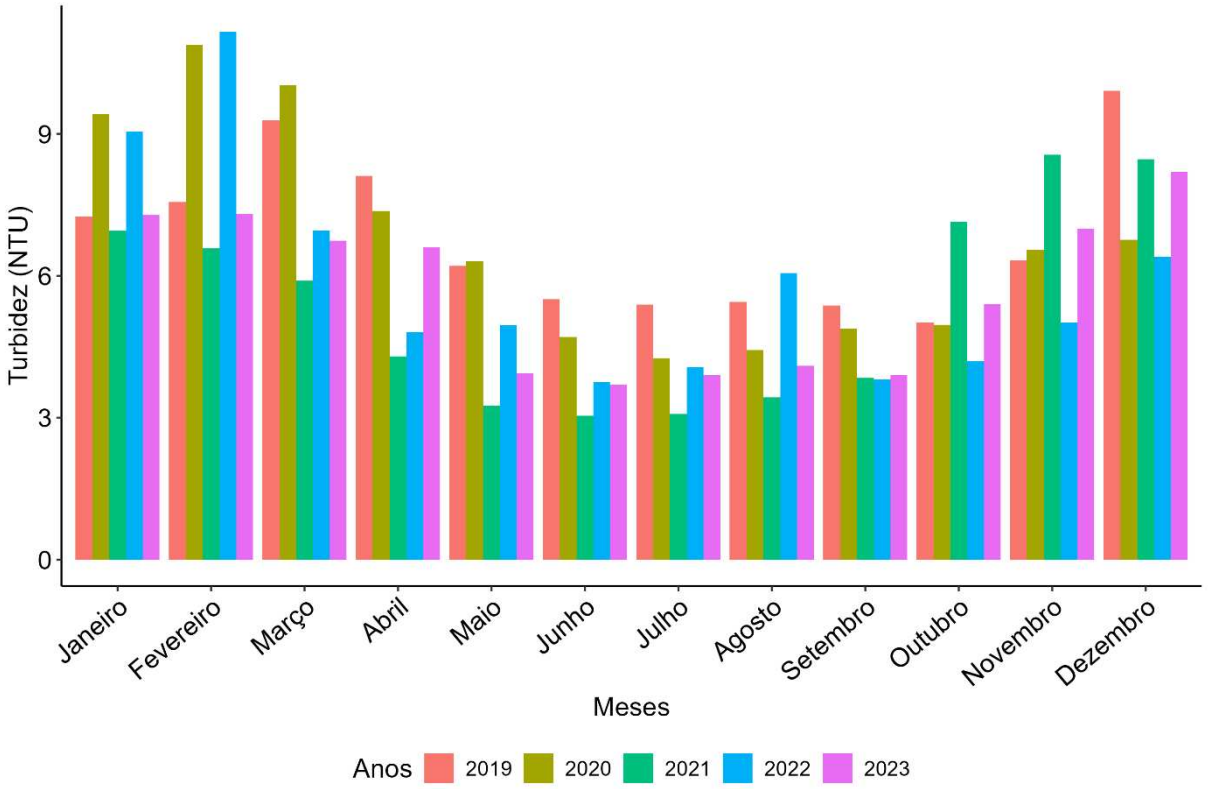
No mês de junho de 2020, por exemplo, a cor da água bruta atingiu um dos valores mais baixos do período, com aproximadamente 12 uH, seguido de 14 uH em julho de 2019 e 17 uH em julho de 2020. De maneira geral, nos meses de estiagem (junho a agosto), os valores permaneceram abaixo de 30 uH em praticamente todos os anos avaliados, com destaque para junho e julho de 2021 e 2022, que apresentaram variações entre 20 e 22 uH.

A ausência de chuvas limita o carreamento de partículas e substâncias dissolvidas provenientes do solo e da vegetação, resultando em uma água mais clara e com menor carga de impurezas. Isso se reflete na redução significativa dos valores de cor aparente, principalmente nos anos em que a estiagem foi mais acentuada, como em 2020.

Além disso, a menor agitação dos corpos hídricos durante a seca favorece a decantação natural dos sólidos em suspensão, contribuindo não apenas para a diminuição da turbidez, mas também para a redução da coloração da água bruta. Esse comportamento é típico de mananciais como o Ribeirão Bom Jardim, onde a hidrodinâmica reduzida nos meses secos intensifica os processos naturais de clarificação.

A turbidez da água bruta (gráfico 4) apresentou um comportamento sazonal diretamente influenciado pela variação da precipitação ao longo do período de 2019 a 2023. Em geral, observou-se que os maiores valores de turbidez coincidem com os meses de maior pluviosidade, enquanto os valores mais baixos ocorrem durante a estiagem, refletindo o aumento ou redução do carreamento de partículas em suspensão para o manancial.

Gráfico 4. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de turbidez da água bruta captada pelo DMAE entre os anos de 2019 e 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Durante o período chuvoso, especialmente entre os meses de novembro e março, os índices de turbidez se elevaram significativamente. Em março de 2022, por exemplo, o valor atingiu aproximadamente 10,5 NTU, o mais alto registrado no período, acompanhado de uma elevada precipitação (180,3 mm naquele mês). Também se destacam os meses de fevereiro de 2020 e 2022, ambos com turbidez em torno de 9,5 NTU, valores coincidentes com altos volumes de chuva, como os 260 mm em fevereiro de 2020 e 296,8 mm em fevereiro de 2022. Esses dados demonstram que a elevação da vazão e o aumento do escoamento superficial durante as chuvas contribuem para o transporte de sedimentos, matéria orgânica e outros sólidos suspensos, o que provoca o aumento da turbidez da água bruta captada.

Em contrapartida, durante os meses de estiagem (maio a setembro), os valores de turbidez diminuem consideravelmente, mantendo-se em patamares mais baixos. Destacam-se julho de 2021 (3,0 NTU), junho de 2022 (3,2 NTU) e maio de 2020 (4,0 NTU), com baixíssima precipitação ou ausência total de chuvas, o que reduz o transporte de material particulado para

o corpo hídrico. Nesses períodos, a menor vazão favorece a decantação natural dos sólidos em suspensão, resultando em águas mais límpidas.

Vale ressaltar que, além da quantidade de precipitação, o momento em que ela ocorre também influencia a turbidez. Por exemplo, em dezembro de 2020, quando foram registrados 596 mm de precipitação – o maior volume mensal do período – a turbidez da água bruta alcançou cerca de 9,0 NTU, confirmando a forte correlação entre a intensidade das chuvas e a elevação desse parâmetro.

A análise conjunta dos gráficos de turbidez e precipitação evidencia, portanto, uma correlação positiva entre o aumento das chuvas e a elevação da turbidez da água bruta, fenômeno amplamente descrito na literatura, especialmente em bacias hidrográficas com solos expostos à atividade agrícola e relevo favorável ao escoamento superficial. Essas condições são encontradas na sub-bacia do Ribeirão Bom Jardim, cuja ocupação predominante por lavouras de soja, milho e cana-de-açúcar contribui para a mobilização de partículas finas nos períodos chuvosos.

Dessa forma, a turbidez da água bruta se apresenta como um dos parâmetros mais sensíveis à sazonalidade climática, exigindo atenção redobrada nos processos de coagulação e decantação durante os meses chuvosos, a fim de garantir a eficácia do tratamento e a potabilidade da água distribuída à população.

4.3. Análise da água Tratada na ETA Bom Jardim (pH, cor, turbidez, cloro e fluoreto)

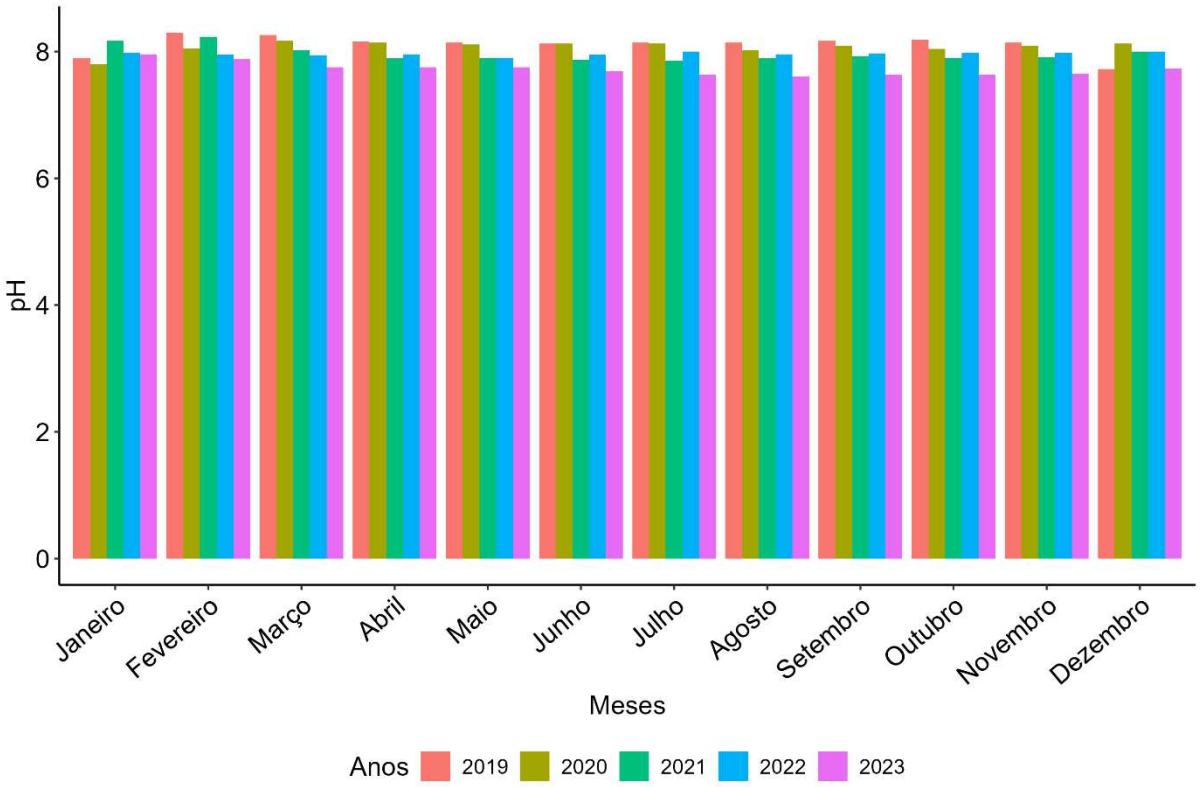
A potabilidade da água é conseguida mediante tecnologias de tratamento da água bruta, envolvendo um conjunto de processos e operações físico-químicas. O processo de tratamento pode ser feito por meio de uma ETA (Libânio, 2010). De acordo com Coutinho *et al*. (2022) toda água captada pela ETA passa por tratamento com o intuito de se tornar potável ao consumidor, com características organolépticas e físico-químicas que não causem ações adversas à saúde.

Desta forma o papel principal de uma ETA, é atuar como indústria de saúde que atua reduzindo doenças, já que operam para atender aos critérios e parâmetros limítrofes estabelecidos pela legislação vigente (Coutinho *et al*., 2022).

Após o tratamento da água bruta, na ETA Bom Jardim, foi observado um aumento no pH, tornando-a mais alcalina, com valores variando entre 7,6 e 8,3. Isso se deve ao fato do adicionamento de hidróxido de cálcio em suspensão para a correção do pH. O ano de 2019

apresentou as maiores médias de pH, próximas a 8,1, enquanto 2023 registrou as menores, com valores próximos a 7,7 (Gráfico 5).

Gráfico 5. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análise de pH da água tratada pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

A análise comparativa entre os dados de precipitação pluviométrica (Gráfico 1) e os valores de pH da água tratada (Gráfico 5) revela a eficiência dos processos de tratamento aplicados na ETA.

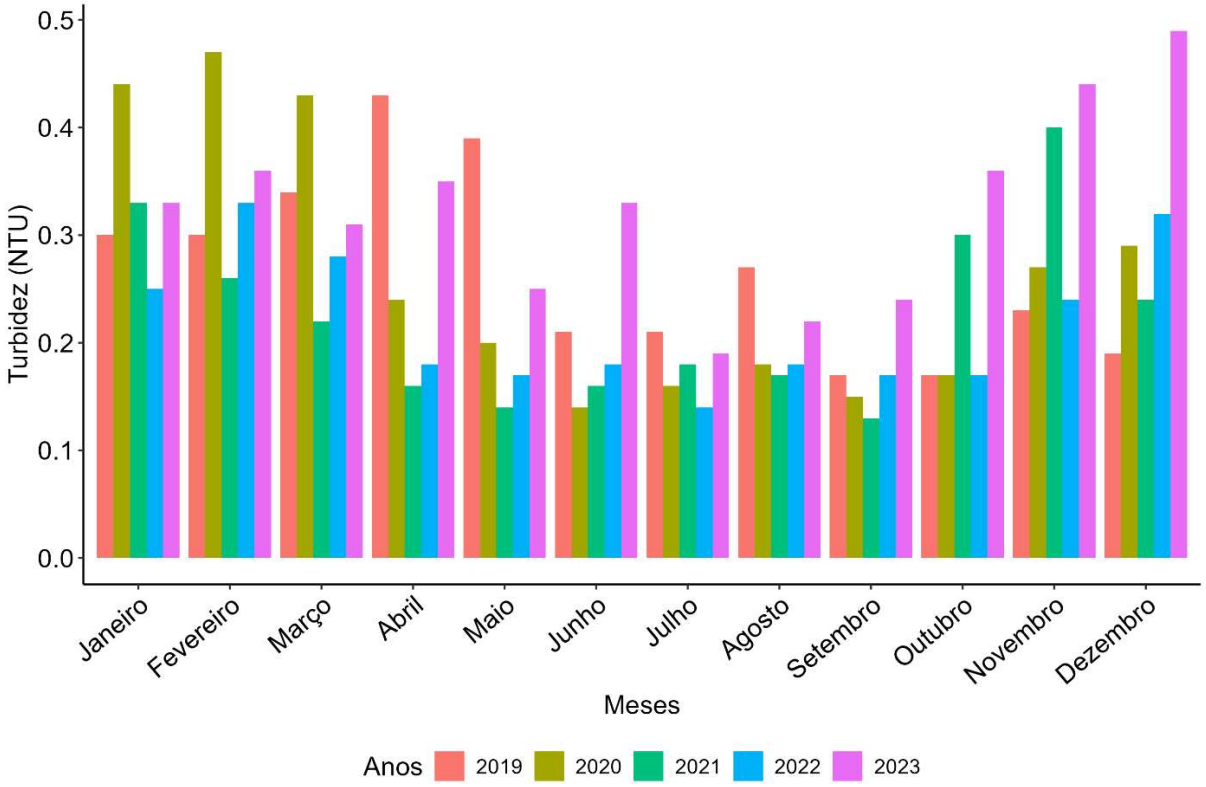
Embora os volumes de chuva variem significativamente ao longo do ano, principalmente nos períodos chuvosos — entre os meses de outubro e março —, o pH da água tratada manteve-se estável, após tratamento, em todos os anos analisados (2019 a 2023), permanecendo dentro dos limites recomendados pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que estipula um intervalo entre 6,0 e 9,5 para consumo humano.

Apesar das variações observadas na água bruta (gráfico 2), especialmente nos períodos de chuvas intensas ou estiagem prolongada, os ajustes realizados durante o tratamento, como a correção com agentes alcalinizantes ou ácidos, garantiram a estabilidade do pH final. Isso

evidencia o controle operacional da estação de tratamento e a eficácia das etapas de correção química no equilíbrio do parâmetro. Manter o pH dentro da faixa adequada é essencial para a preservação da qualidade da água, proteção das redes de distribuição e segurança à saúde dos consumidores.

Assim como foi para o pH, após o tratamento da água bruta, observou-se uma melhoria nos parâmetros de turbidez, com uma redução significativa nos valores, que variaram entre 0,1 NTU e 0,5 NTU (Gráfico 6).

Gráfico 6. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de turbidez da água tratada pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

A comparação entre os dados de precipitação pluviométrica (Gráfico 1) e os valores de turbidez da água bruta (Gráfico 4) e da água tratada (Gráfico 6), no período de 2019 a 2023, evidencia a influência direta das chuvas sobre as características físicas da água captada e a eficiência dos processos de tratamento na ETA.

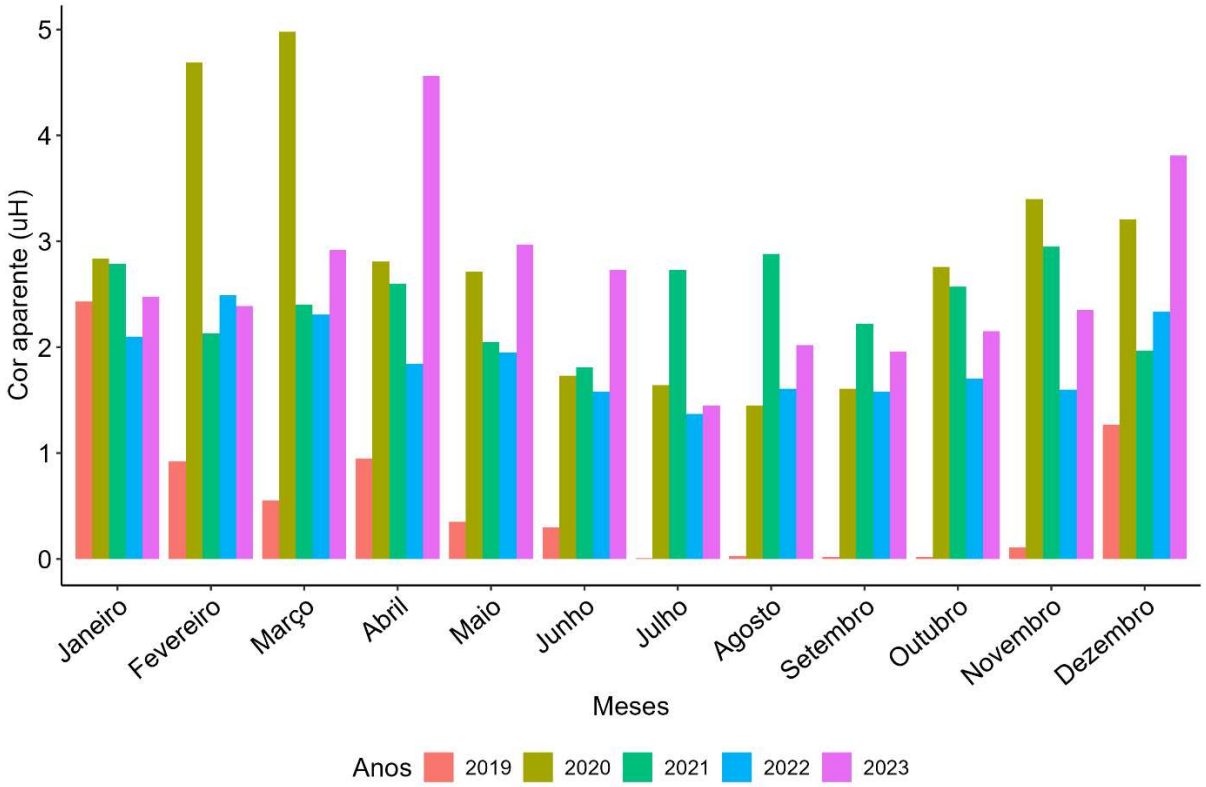
Observa-se que, nos meses com maior ocorrência de chuvas — especialmente entre novembro e março —, a turbidez da água bruta (Gráfico 4) tende a apresentar elevações significativas. Esse comportamento é atribuído ao aumento do escoamento superficial, que carrega partículas de solo, matéria orgânica e outros resíduos para os corpos d'água, impactando diretamente a qualidade da água captada.

Entretanto, ao analisar os valores de turbidez da água tratada no mesmo período, nota-se uma drástica redução dos valores, os quais se mantêm amplamente abaixo do limite estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que determina o valor máximo de 0,5 NTU em pelo menos 95% das amostras mensais. A turbidez da água tratada (Gráfico 6) oscilou, em geral, entre 0,1 e 0,4 NTU, mesmo nos meses de maior desafio operacional, o que demonstra a essencialidade dos processos de coagulação, floculação, decantação e filtração aplicados nas ETAs.

Essa estabilidade nos indicadores de turbidez pós-tratamento ressalta a capacidade técnica e a vigilância operacional das equipes envolvidas, que adaptam as dosagens de produtos químicos e monitoram continuamente as condições da água bruta, a fim de garantir a entrega de água potável em conformidade com os padrões de qualidade e segurança para a população. Assim, mesmo diante das intensas variações climáticas e hidrológicas, os sistemas de tratamento demonstraram-se eficazes na proteção da saúde pública.

A análise do gráfico da cor aparente da água tratada (Gráfico 7), no período de 2019 a 2023, revela oscilações mensais que acompanham, em certa medida, a sazonalidade climática, com elevações perceptíveis nos meses de maior incidência de chuvas — especialmente entre dezembro e março (Gráfico 1). Tais variações podem estar associadas à maior presença de matéria orgânica dissolvida, além de elementos pedológicos, como partículas oriundas do solo, especialmente argilas, óxidos de ferro e alumínio, e materiais coloidais finos, que são facilmente mobilizados durante o escoamento superficial. Esses materiais, naturalmente presentes no perfil do solo, são arrastados para o corpo hídrico durante as chuvas intensas, o que contribui para o aumento da coloração da água bruta e, consequentemente, pode impactar os padrões da água tratada, mesmo após os processos convencionais de clarificação.

Gráfico 7. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de cor aparente da água tratada pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Destacam-se os anos de 2020 e 2023 como aqueles que apresentaram os maiores valores médios de cor aparente, com picos acima de 5 uH em alguns meses, ainda que todos os valores se mantenham dentro do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que fixa o limite máximo de 15 uH para água tratada destinada ao consumo humano.

A variação observada no gráfico 7, reforça a importância do monitoramento contínuo e do ajuste operacional nas etapas de coagulação e filtração. A manutenção de valores baixos de cor aparente ao longo dos anos evidencia a eficácia do tratamento adotado, mesmo diante das variações sazonais e climáticas, garantindo à população uma água visualmente limpa, segura e de qualidade.

Destaca-se que os meses de abril e maio ainda apresentam a turbidez e cor (Gráficos 6 e 7) um pouco mais elevadas em 2023 do que no período seco, o que já deveriam estar diminuindo, porque não foram períodos de muita chuva, porém o lago de represamento da água leva um tempo para decantar naturalmente a água recebida nos períodos chuvosos e isso pode explicar esses valores de cor e turbidez discretamente maiores nesses meses. Mesmo com as

variações percebidas, os valores mensais também atendem a Portaria nº888/21, mostrando a eficácia do tratamento executado na ETA Bom Jardim.

As médias demonstraram a importância do tratamento no enfrentamento das variações impostas pelas condições climáticas, especialmente pelas alterações nas precipitações pluviométricas ao longo do ano. Mesmo diante de períodos de chuvas intensas, que elevam significativamente os níveis de cor e turbidez na água bruta, a estação de tratamento mostrou-se eficiente ao reduzir esses parâmetros para os padrões estipulados.

Essa capacidade de estabilizar a qualidade da água, mesmo frente às oscilações sazonais e eventos extremos, evidencia que a atuação contínua e tecnicamente ajustada da estação garante o fornecimento de água segura e própria para o consumo humano durante todo o ano, preservando a saúde pública mesmo diante das dificuldades impostas pela variabilidade hidrológica.

Ressalta-se que o processo de tratamento da água na ETA Bom Jardim segue o método convencional, que compreende as etapas de coagulação, floculação, decantação e filtração. Nessa unidade, utiliza-se como coagulante o policloreto de alumínio (PAC), cuja eficiência depende da manutenção do pH ideal para floculação, ajustado com a adição de hidróxido de cálcio (cal hidratada). Essa combinação permite a formação de flocos eficazes e a consequente remoção de partículas, matéria orgânica e sedimentos, contribuindo significativamente para a redução da turbidez e da cor aparente da água.

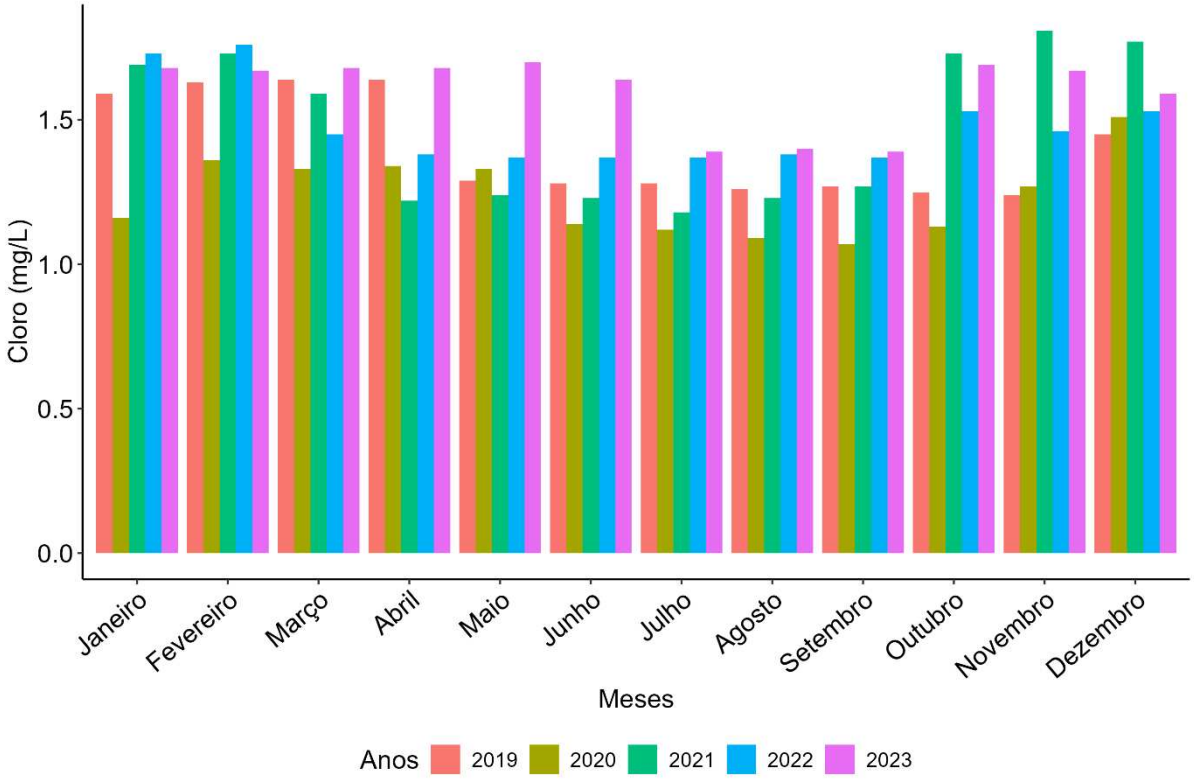
De acordo com o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) de Uberlândia (Prefeitura de Uberlândia, 2021), esses procedimentos asseguram o cumprimento dos parâmetros de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que define os Valores Máximos Permitidos (VMP) para os principais indicadores de qualidade da água: cor aparente inferior a 15,0 uH, turbidez inferior a 5,0 NTU e pH na faixa de 6,0 a 9,5.

Na Tabela 2 (p. 22), observa-se que os valores obtidos para esses parâmetros estão dentro dos limites estabelecidos, evidenciando a eficiência do tratamento adotado pela ETA Bom Jardim.

Além da remoção da sujidade observada e correção do pH, discutida anteriormente, o processo de tratamento da água também utiliza no tratamento convencional as etapas seguintes à filtração, que são desinfecção e posterirormente, fluoretação. Logo após a filtração, são utilizados produtos como o hipoclorito de sódio a 0,65% para desinfecção e clarificação da água.

Os dados indicam que, entre os meses de outubro a abril, houve um aumento nas médias de cloro residual (Gráfico 8) na água tratada, o que pode estar diretamente relacionado ao período de maiores precipitações (Gráfico 1). As chuvas intensas elevam a carga de matéria orgânica e microrganismos na água bruta, exigindo dosagens mais elevadas de cloro para garantir a eficácia da desinfecção. Essa resposta operacional é fundamental para assegurar que os parâmetros de potabilidade sejam mantidos, mesmo diante das oscilações na qualidade da água captada do manancial.

Gráfico 8. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de teor de cloro da água tratada pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Amostras coletadas para avaliar o teor de cloro residual presente na água entre 2019 e 2023, demonstram os valores de cloro residual abaixo de 1,8mg L^{-1}, com a menor média encontrada, 1,07 mg L^{-1}, em setembro de 2020, e a maior, em novembro de 2021 (Gráfico 8).

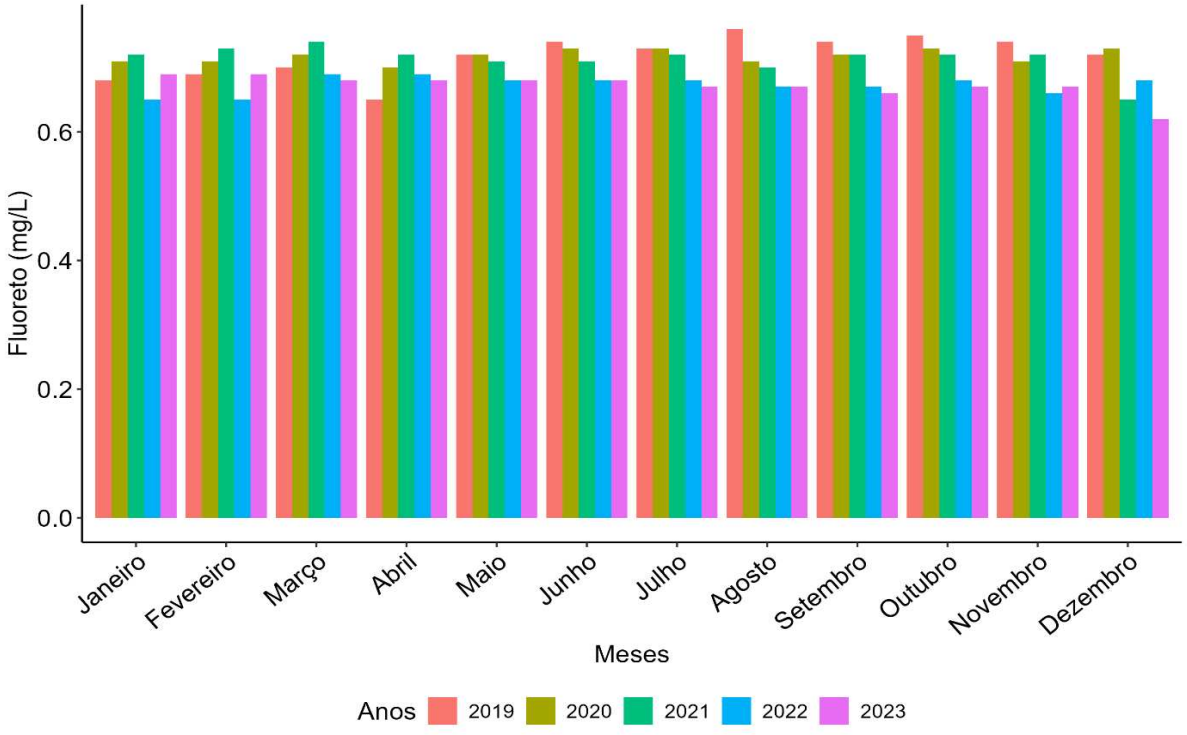
A análise do gráfico 8, demonstra variações mensais na concentração de cloro residual na água tratada ao longo dos anos de 2019 a 2023, revelando uma tendência de valores mais elevados nos meses iniciais (janeiro a março) e finais (outubro a dezembro) do ano, especialmente entre— período que coincide com a estação chuvosa. Já nos meses de estiagem, especialmente entre junho

e setembro (Figura 10), observa-se uma leve queda nos níveis médios de cloro, possivelmente relacionada à menor carga orgânica e turbidez da água bruta nesse período, exigindo ajustes operacionais menos intensos na dosagem de desinfetante. Essa oscilação sugere uma relação entre o regime de chuvas e a demanda por cloro nas etapas de tratamento.

Nesta etapa espera-se a efetivação da desinfecção, sendo retirados os microrganismos patogênicos da água com esterilização por meio da oxidação destes pelo cloro. O valor residual de cloro é necessário para manutenção da desinfecção na rede de distribuição em garantia da manutenção da qualidade da água clorada e desinfectada até a casa do consumidor, conforme preconiza a Portaria nº 888/2021.

A análise dos dados referentes à concentração de fluoreto na água tratada, conforme apresentado no gráfico 9, demonstra que os valores se mantiveram estáveis ao longo dos anos de 2019 a 2023, com variações discretas entre os meses. As concentrações médias mensais oscilaram entre aproximadamente 0,65 mg L^{-1} e 0,75 mg L^{-1}, situando-se dentro dos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, que recomenda concentrações de flúor entre 0,6 mg L^{-1} e 0,8 mg L^{-1} para regiões com temperaturas médias superiores a 26,6 °C, como é o caso de Uberlândia-MG.

Gráfico 9. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de fluoreto da água tratada pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

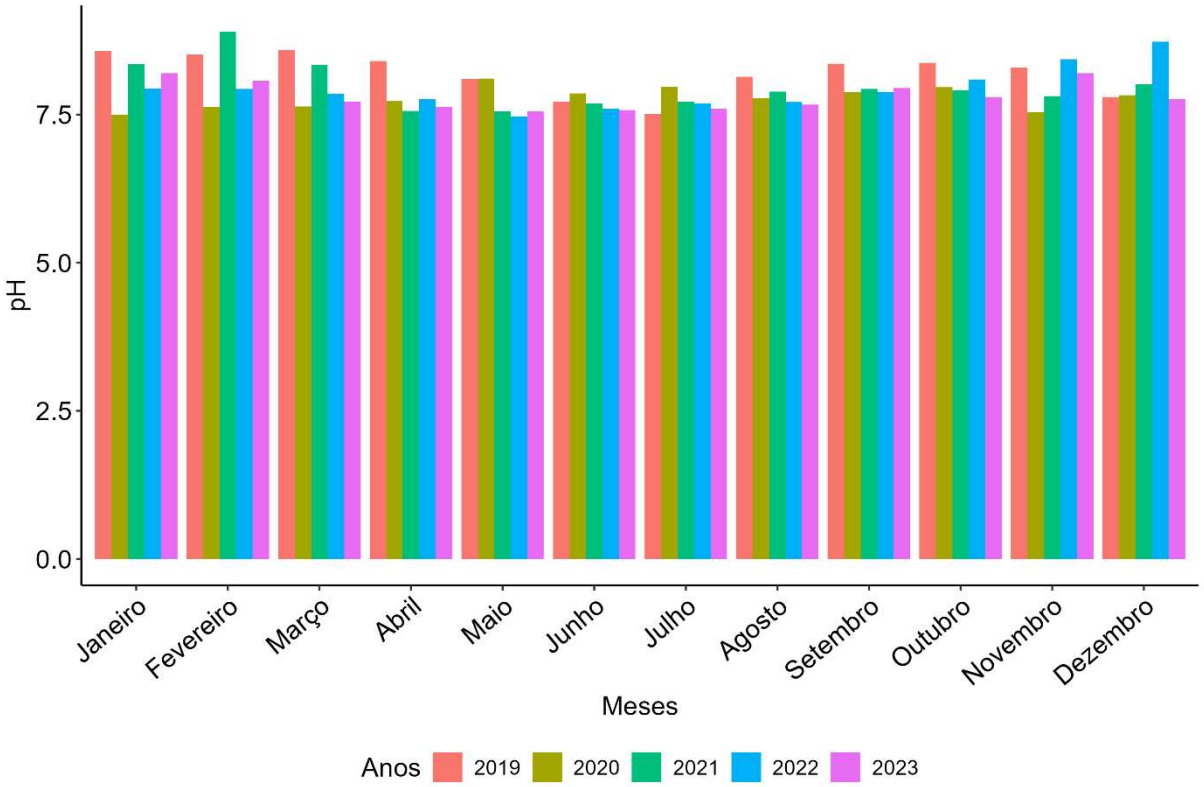
Observa-se que a aplicação do fluoreto na etapa final do tratamento é um processo controlado e independente das variações climáticas sazonais. Portanto, ao correlacionar os dados com o regime pluviométrico (Gráfico 1), não se verifica influência direta da precipitação nos níveis de fluoretação da água. Isso ocorre porque a adição de fluoreto é uma etapa deliberada, ajustada de forma técnica nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), com o objetivo específico de promover a saúde bucal da população, independentemente das características físico-químicas naturais da água bruta.

As pequenas variações observadas entre os anos e meses podem estar relacionadas a ajustes operacionais, variações no consumo de água ou manutenção de equipamentos, mas não indicam falhas no controle de qualidade. A consistência dos dados ao longo do período analisado reforça a eficiência da ETA na gestão da fluoretação, garantindo conformidade legal e benefícios à saúde pública.

4.4. Análise da água distribuída (pH, cor, turbidez, cloro e fluoreto)

A análise comparativa entre os parâmetros de pH da água tratada (Gráfico 5) e os parâmetros de pH da água distribuída (Gráfico 10), permite observar a estabilidade dos níveis de pH da água após o tratamento e durante o processo de distribuição. Os valores do pH da água tratada (Gráfico 5) mantiveram-se dentro da faixa recomendada pela Portaria GM/MS nº 888/2021, variando entre 7,5 e 8,5, com oscilações mínimas entre os meses e os anos analisados. De forma semelhante, os valores de pH da água distribuída (Gráfico 10) apresentaram comportamento estável, com pequenas variações que não comprometem a qualidade da água fornecida à população.

Gráfico 10. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de pH da água distribuída pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

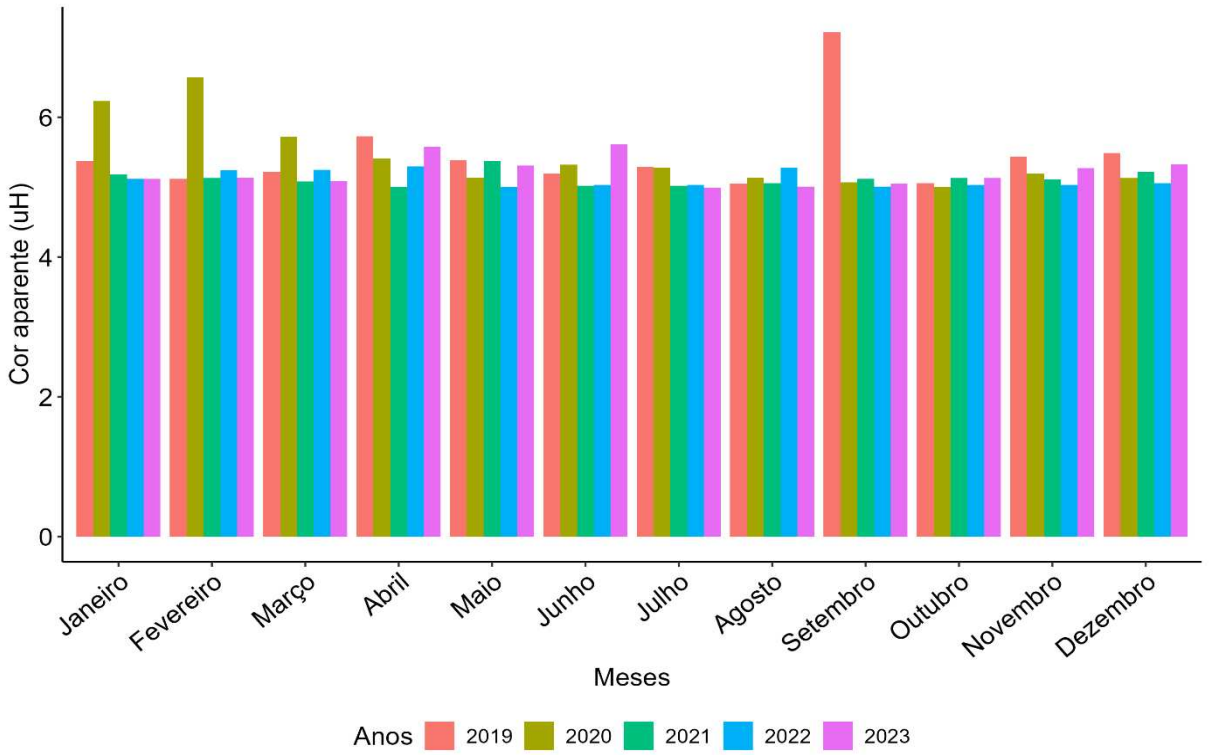
Essa consistência nos níveis de pH evidencia a eficácia das ETAs na correção e no controle deste parâmetro, mesmo frente às variações naturais da água bruta, especialmente aquelas associadas ao regime pluviométrico (Gráfico 1). Durante o período chuvoso, há tendência de acidificação da água bruta devido ao maior carreamento de matéria orgânica e ácidos húmicos do solo, como verificado também no Gráfico 2. Contudo, os processos químicos realizados nas ETAs, como a alcalinização controlada, têm se mostrado eficientes na neutralização dessas oscilações.

A manutenção dos níveis adequados de pH ao longo de toda a cadeia — desde a saída da estação de tratamento até a distribuição — reforça a robustez do controle operacional realizado pela ETA. Além de garantir a potabilidade da água, o pH equilibrado é fundamental para preservar a integridade das redes de distribuição. Valores de pH abaixo do ideal (água ácida) podem tornar a água corrosiva, favorecendo a liberação de metais como ferro, cobre e chumbo das tubulações, comprometendo a qualidade da água e a durabilidade dos materiais.

Por outro lado, valores muito elevados (água excessivamente alcalina) podem ocasionar incrustações nas paredes das tubulações, reduzindo a vazão e aumentando os custos de manutenção. Assim, o controle rigoroso do pH não apenas assegura o atendimento aos padrões sanitários, como também contribui diretamente para a eficiência e a sustentabilidade do sistema de abastecimento.

A comparação entre os gráficos de cor da água tratada (Gráfico 7) e da água distribuída (Gráfico 11) revela valores semelhantes e estáveis ao longo dos meses e anos analisados, evidenciando o controle eficiente desse parâmetro mesmo após a etapa de distribuição. Pequenas variações pontuais podem estar associadas a fatores como o acúmulo de resíduos nas tubulações, como evidenciado em setembro de 2019, com valor próximo a 7,2 uH, mesmo assim, dentro da normalidade, de acordo com a portaria nº888/21, que é 15,0 uH. Embora o período chuvoso (Gráfico 1) contribua para o aumento da cor na água bruta, os processos de tratamento e a manutenção das redes garantiram estabilidade nos valores de cor da água até o ponto final de consumo.

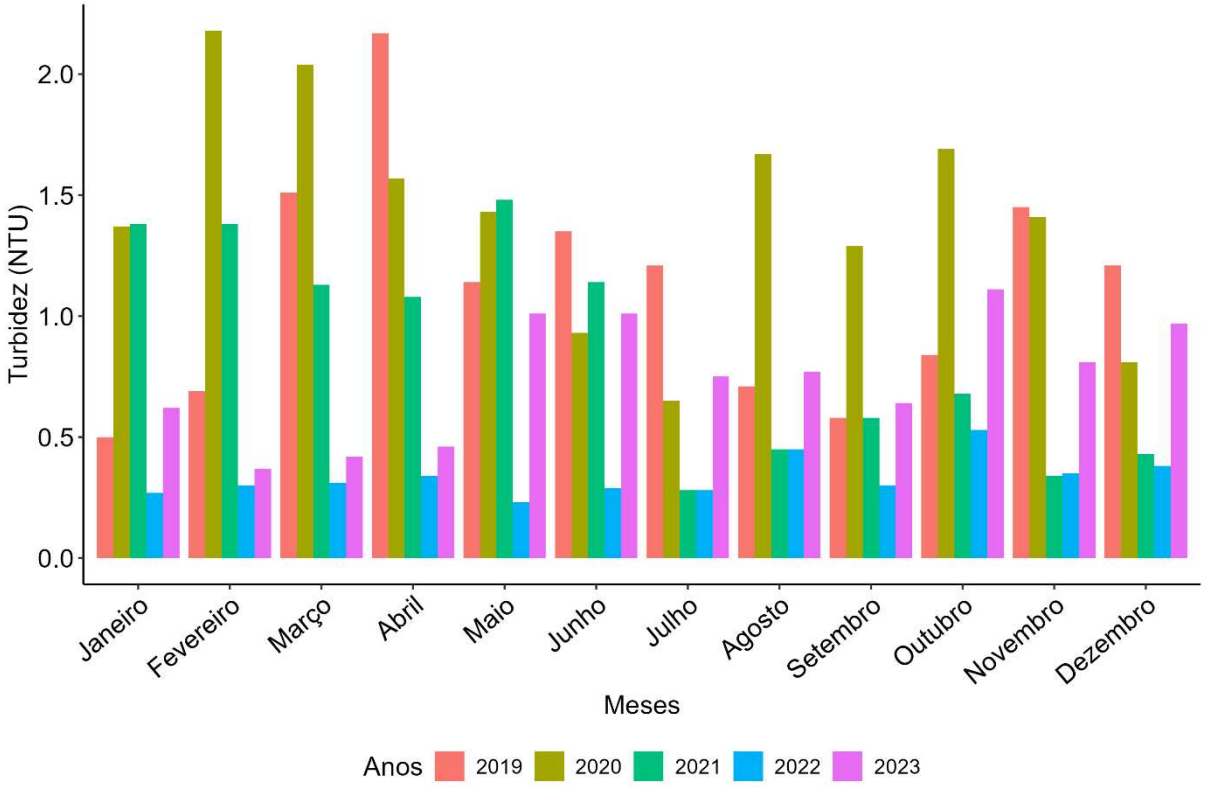
Gráfico 11. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de cor aparente da água distribuída pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao valor de turbidez médio da água distribuída, encontrado ao longo dos meses foi próximo a 1,0 NTU, apresentando variação do comportamento ao longo dos anos com relação aos meses, em que determinados meses, como abril de 2019 e fevereiro e março de 2020 apresentaram valores superiores a 1,5 NTU (Gráfico 12).

Gráfico 12. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de turbidez da água distribuída pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

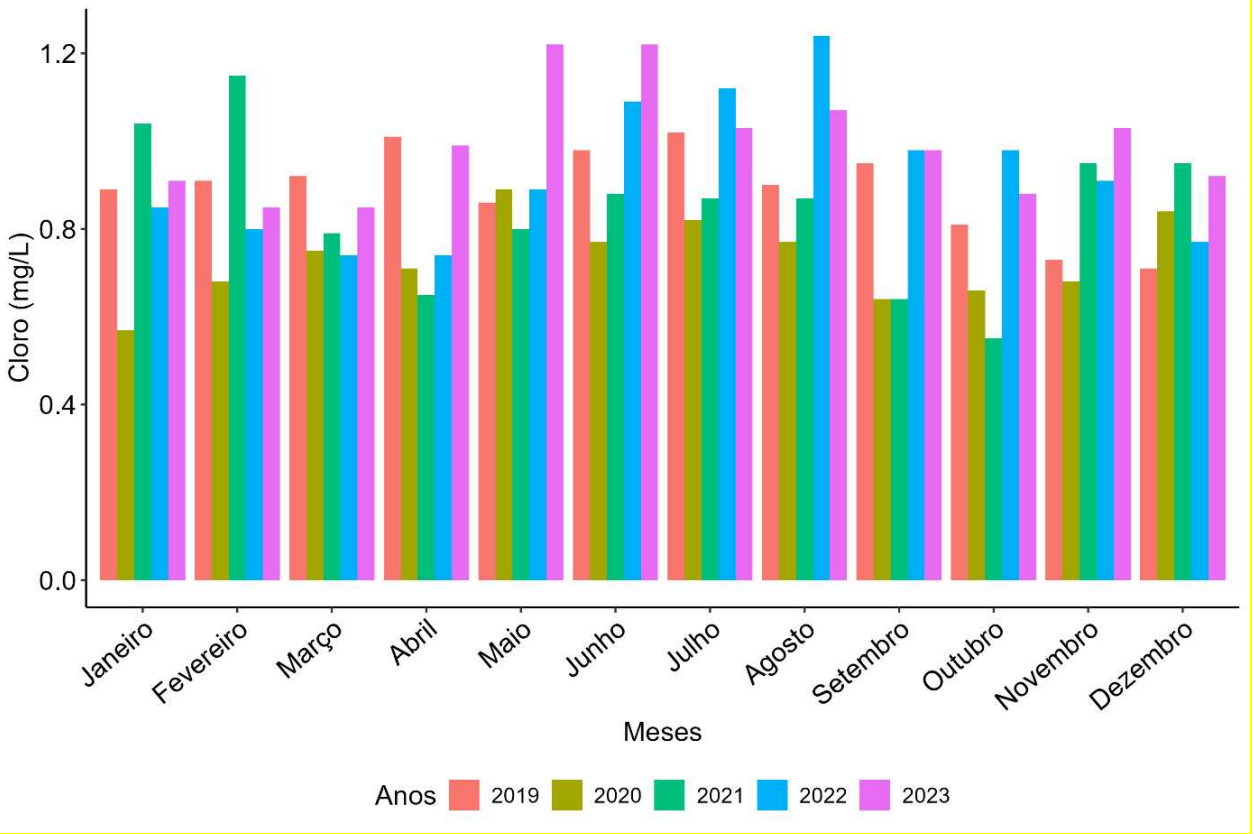
Conforme ilustrado nos Gráfico 4, 6 e 12, a trajetória da turbidez ao longo das etapas de tratamento evidencia a eficiência global do sistema de clarificação: a mediana decresce de valores superiores a 5 NTU na água bruta (Gráfico 4) para cerca de 0,30 NTU na saída da ETA (Gráfico 6), mantendo-se, na quase totalidade da série temporal, aquém do limite de 5,0 NTU estipulado pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

Observa-se, entretanto, um leve incremento na turbidez após a distribuição (Gráfico 12), em sua maioria, de novembro a março – período de maior pluviosidade, porém, em eventos isolados, principalmente no ano de 2020, no período de estiagem também. Três mecanismos podem explicar essa elevação pontual: (i) ressuspendimento de partículas finas depositadas em trechos de baixa velocidade hidráulica, desencadeado por variações abruptas de vazão ou manobras operacionais; (ii) perturbações provocadas por intervenções de manutenção (substituição de registros, reparo de vazamentos ou descargas de hidrantes), que mobilizam sedimentos aderidos às paredes das tubulações; e (iii) oscilações de pressão associadas ao aumento de demanda em dias de precipitação intensa, capazes de desagregar biofilmes ou promover a entrada de partículas por microfissuras em juntas antigas.

Esses picos revelam a vulnerabilidade intrínseca da malha de distribuição a interferências externas, reforçando a importância de rotinas de lavagem preventiva e monitoramento em tempo real, sobretudo nos meses chuvosos. Ainda assim, a manutenção dos valores dentro do padrão normativo demonstra que a ETA responde satisfatoriamente às pressões sazonais, assegurando a potabilidade da água entregue ao consumidor final

A análise do parâmetro cloro residual da água distribuída (Gráfico 13) no período compreendido entre 2019 a 2023, demostra que, em alguns períodos do ano, como nos meses de janeiro, fevereiro, março, agosto e setembro, observaram-se concentrações pontualmente superiores à média, com destaque para setembro, quando o valor se aproximou de 0,70 mg L^{-1} — superior à média geral do período (0,55 mg L^{-1}), mas ainda em conformidade com os padrões legais.

Gráfico 13. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de teor de cloro da água distribuída pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em todos os anos, há tendência de aumento do residual de cloro nos meses de estiagem (maio–agosto), quando em temperaturas mais baixas, a cinética das reações que consomem o cloro (com matéria orgânica, biofilme, etc.) fica mais lenta, o que tende a manter um residual ligeiramente maior na tubulação e exige menor dosagem para manter a desinfecção. Já nos meses de maior precipitação (dezembro–fevereiro), apesar de alguns picos, o residual tende a se estabilizar ou até reduzir ligeiramente, possivelmente devido a matéria orgânica arrastada pelas chuvas, que pode consumir parte do cloro. Por fim, a consistência dos patamares — sempre acima de 0,55 mg/L e abaixo de 1,24 mg/L — demostra o cumprimento regular dos limites normativos, que determinam faixa entre 0,2 e 2,0 mg L^{-1} , ainda que com variações sazonais inerentes ao processo de tratamento e distribuição

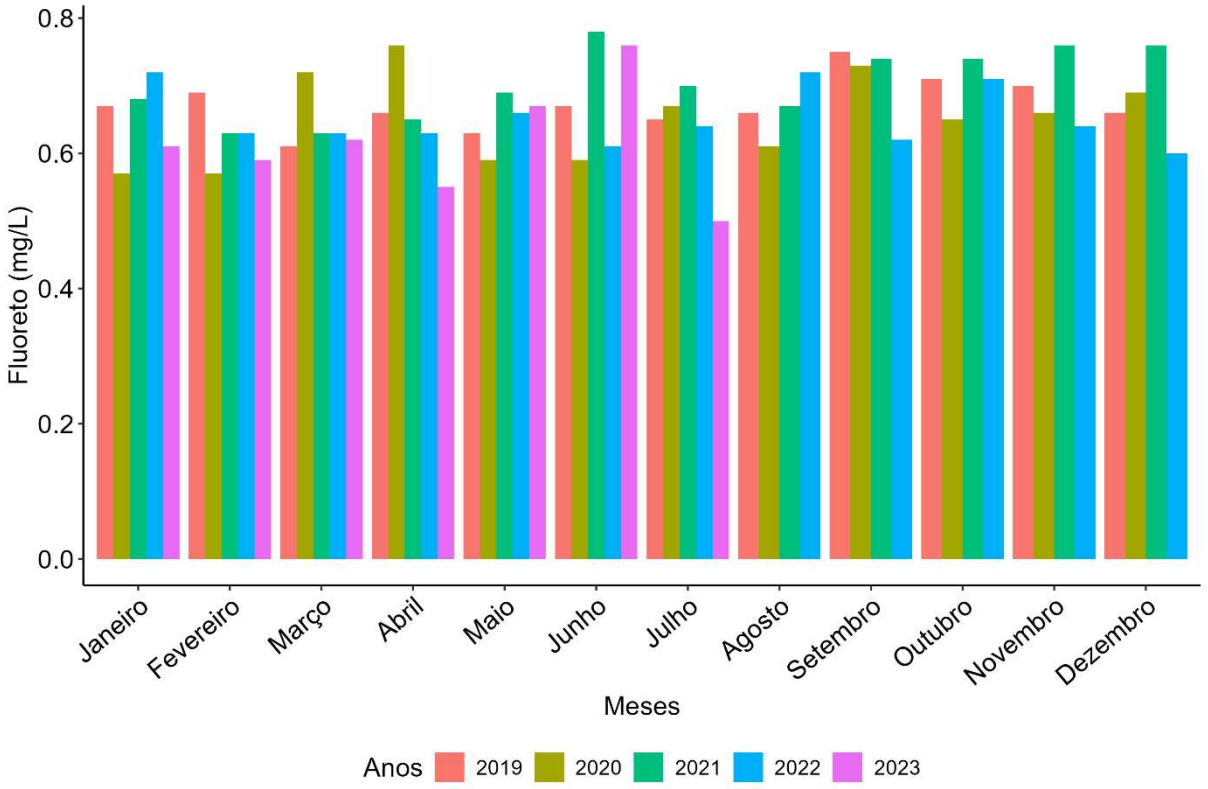
Constata-se uma leve tendência de redução dos teores de cloro residual da água distribuída, em alguns momentos, quando se comparado com os mesmos períodos de dosagem na água tratada, que se explica pelo fato de amostras colhidas em PCQ (ponto de controle de qualidade) mais distantes da ETA Bom Jardim, o que é compatível com o esperado. Isso se deve ao fato de que o cloro é aplicado na saída da ETA em concentrações planejadas para atender a todo o sistema, sendo consumido progressivamente ao longo da rede de distribuição em reações com matéria orgânica residual, biofilmes e possíveis incrustações nas tubulações, resultando em concentrações mais baixas nas extremidades do sistema.

Embora a aplicação do cloro ocorra de forma controlada e técnica, é importante considerar que o aumento da precipitação — especialmente nos meses mais chuvosos, como janeiro a março — pode influenciar indiretamente na dosagem de cloro necessária. Durante esses períodos, o escoamento superficial tende a aumentar a carga orgânica nos mananciais, o que pode tornar a água mais propensa à proliferação microbiológica. Como resposta, pode ser necessário intensificar a desinfecção, elevando momentaneamente a dosagem de cloro na saída da ETA para garantir que o residual permaneça eficaz até o ponto de consumo.

Entretanto, nos meses secos, essa necessidade tende a diminuir, o que pode explicar as concentrações mais estáveis nos meses de estiagem. Assim, embora a precipitação não afete diretamente o cloro já presente na rede de distribuição, ela influencia indiretamente a qualidade da água bruta e, por consequência, as decisões operacionais de dosagem realizadas na ETA.

A análise comparativa entre os gráficos de fluoreto da água tratada (Gráfico 9) e da água distribuída (Gráfico 14), no período de 2019 a 2023, revela uma manutenção geral da estabilidade nos teores de fluoreto ao longo de todas as etapas do processo de abastecimento. As concentrações médias mensais permaneceram, na maioria dos casos, dentro da faixa recomendada pela Portaria GM/MS nº 888/2021 — entre 0,6 mg L^{-1} e 0,8 mg L^{-1} para regiões com temperaturas médias superiores a 26,6 °C, como é o caso de Uberlândia-MG.

Gráfico 14. ETA Bom Jardim – Uberlândia/MG: Síntese dos resultados de análises de fluoreto da água distribuída pela ETA Bom Jardim dos anos de 2019 a 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

As oscilações observadas entre os valores de fluoreto na água tratada e na água distribuída foram mínimas e não comprometeram a conformidade com os padrões legais. Tais variações podem estar relacionadas a ajustes operacionais rotineiros, pequenas perdas ao longo da rede de distribuição ou à diluição em pontos com menor consumo, mas não indicam instabilidade no processo de fluoretação.

Ao correlacionar esses dados com os índices de precipitação pluviométrica (Gráfico 1), verifica-se que não há relação direta entre os períodos chuvosos e os teores de fluoreto. Isso se explica pelo fato de a fluoretação ser uma etapa controlada e tecnicamente independente das características naturais da água bruta. Diferentemente de parâmetros como cor, turbidez ou pH, que são sensíveis ao aumento do escoamento superficial e à carga orgânica nos mananciais durante as chuvas, o fluoreto é adicionado de forma padronizada no final do processo de tratamento, com dosagens ajustadas para atender aos níveis ideais de prevenção da cárie dental, independentemente das condições climáticas.

Portanto, a ausência de correlação entre o fluoreto e a precipitação se justifica pela natureza do parâmetro: trata-se de uma adição deliberada e artificial, cujo controle é realizado com base em normas sanitárias e operacionais, e não em resposta às variações sazonais do ambiente

4.5. Síntese dos Parâmetros da Água Distribuída e Influência das Precipitações (2019–2023)

A análise integrada dos cinco principais parâmetros da água distribuída — pH, cor aparente, turbidez, cloro residual e fluoreto — no período de 2019 a 2023, demonstra a efetividade do sistema de abastecimento do município de Uberlândia em manter a qualidade da água dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, mesmo diante das variações climáticas ao longo dos anos.

O pH da água distribuída manteve-se estável dentro da faixa recomendada pela Portaria GM/MS nº 888/2021 (6,0 a 9,5), refletindo a capacidade técnica das ETAs em realizar ajustes operacionais diante das variações impostas pelo regime pluviométrico. Em períodos chuvosos, observa-se maior acidez na água bruta, enquanto a estiagem tende a elevar o pH em função da maior concentração de sais. A estabilidade do pH ao longo da distribuição é essencial para a eficácia da desinfecção, preservação das tubulações e garantia das características sensoriais da água (WHO, 2017; Brasil, 2021).

Os valores de cor aparente e turbidez permaneceram majoritariamente abaixo dos limites legais (15 uH e 5 NTU, respectivamente), mesmo com aumento natural durante os meses de maior precipitação, devido ao carreamento de partículas e matéria orgânica. A turbidez, além de indicar a presença de sólidos em suspensão, pode comprometer a ação do cloro ao proteger microrganismos (Lechevallier e Au, 2004). Altos níveis de turbidez também aumentam o consumo de produtos químicos e dificultam os processos de coagulação e filtração (WHO, 2017).

O teor de cloro residual na água distribuída variou entre 0,55 e 1,24 mg L^{-1}, atendendo à Portaria GM/MS nº 888/2021, que determina faixa entre 0,2 e 2,0 mg L^{-1}. Valores inferiores podem indicar falhas na desinfecção, enquanto concentrações elevadas, embora permitidas, podem alterar o sabor e o odor da água (Carmo *et al.*, 2010). A manutenção adequada do cloro é fundamental, sobretudo em períodos chuvosos, quando a carga microbiológica tende a ser

maior. Conforme destacado por White (2010), em condições de maior turbidez, o cloro residual pode ser consumido mais rapidamente, exigindo ajustes operacionais.

Por fim, os teores de fluoreto mantiveram-se dentro da faixa recomendada de 0,6 a 0,8 mg L^{-1}, conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, considerando a temperatura média da cidade. Como se trata de um parâmetro de adição controlada, o fluoreto não apresenta correlação direta com o regime de chuvas, sendo mantido com estabilidade ao longo dos anos como estratégia de prevenção da cárie dentária (Brasil, 2021).

Em síntese, os dados analisados confirmam que o sistema de abastecimento de Uberlândia conseguiu manter os parâmetros físico-químicos da água distribuída dentro dos padrões legais e com relativa estabilidade, mesmo sob o efeito das variações climáticas. O desempenho observado reflete a competência técnica e a eficácia das estratégias operacionais adotadas pelo DMAE para garantir água de qualidade à população.

5. CONSIDERAÇÕES

A análise da qualidade da água captada, tratada e distribuída pela ETA Bom Jardim, permitiu o esclarecimento das condições de manutenção da qualidade ambiental do manancial de abastecimento, no caso o Ribeirão Bom Jardim, do qual a água in natura é aduzida até a ETA, para passar pelo tratamento convencional. Os resultados demonstraram que a água bruta possui características da classificação 2, de acordo com a Resolução Conama 357/05, sendo essa apta para o tratamento convencional para atingir o padrão potável. Isto foi mantido durante o período de 2019 a 2023.

As alterações de períodos chuvosos e secos, alteram a qualidade da água bruta e consequentemente da água tratada refletindo no tratamento e na dosagem de produtos químicos. Todavia, as análises dos dados apontaram que a qualidade da água distribuída para população foi mantida durante o período analisado.

A turbidez elevada na água tratada pode comprometer a desinfecção com cloro livre, tanto ao exigir maiores quantidades de cloro quanto ao diminuir a eficiência do processo de inativação de patógenos. Monitorar e controlar a turbidez é essencial para garantir que os níveis de cloro livre sejam adequados para uma desinfecção eficaz, protegendo assim a saúde pública.

O tratamento da água bruta mostrou-se ser indispensável para que a água tratada atenda aos padrões preconizados pela legislação brasileira, isto para todos os períodos analisados independentemente das condições climáticas.

Esse estudo apontou que a água ofertada e distribuída à cerca de 50% da população de Uberlândia, captada pelo Ribeirão Bom Jardim e tratada pela ETA Bom Jardim, tendo em vista as normatizações atuais da legislação brasileira, possui eficácia e está dentro dos padrões de potabilidade, de acordo com os dados analisados no período de 2019 a 2023.

Em termos pessoais, a realização desta pesquisa representou, além de um compromisso técnico-científico, um percurso de aprofundamento pessoal e profissional. Analisar os parâmetros físico-químicos da água tratada na ETA Bom Jardim, ao longo de cinco anos, revelou-se um exercício desafiador e, ao mesmo tempo, revelador. Trata-se de uma temática essencial à saúde pública, à gestão dos recursos hídricos e à qualidade de vida da população, exigindo um olhar atento, crítico e sensível diante dos dados brutos disponibilizados pelos órgãos competentes.

Entre os principais desafios enfrentados, destaca-se o esforço em conciliar as exigências acadêmicas com a rotina profissional, o cansaço físico e mental diante da carga de trabalho, bem como a dificuldade de acesso a informações contextualizadas. Os dados obtidos, por vezes

fragmentados ou apresentados de forma técnica, exigiram interpretação criteriosa para gerar sentido e contribuir com uma análise acessível, informativa e relevante para os diversos públicos interessados: sociedade, comunidade acadêmica, gestores e trabalhadores da área.

A relevância deste estudo reside justamente em sua proposta analítica e informativa. Ao tratar os dados de forma retrospectiva e comparativa, especialmente entre períodos chuvosos e secos, foi possível evidenciar variações significativas nos padrões de qualidade da água. Estes resultados, ainda que não tenham como finalidade subsidiar ações de controle, oferecem subsídios importantes para a compreensão dos comportamentos sazonais da água e fomentam a transparência na comunicação dos resultados à população.

Adicionalmente, o trabalho buscou responder a indagações que emergiram da experiência cotidiana: até que ponto os parâmetros se mantêm dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente? Como as variações climáticas impactam a qualidade da água destinada ao abastecimento da cidade de Uberlândia? Os dados fornecidos ao público são suficientes para uma compreensão real da qualidade da água consumida? Esses questionamentos foram respondidos ao longo da pesquisa, ainda que permaneçam abertas reflexões futuras, sobretudo sobre a importância da interpretação técnica e da aproximação entre conhecimento científico e sociedade.

Por fim, este estudo reafirma a importância do investimento em pesquisas que dialoguem com a realidade local, valorizem o conhecimento acumulado no cotidiano do serviço público e promovam o acesso à informação de forma clara, contextualizada e responsável. Que ele possa contribuir como base para futuras investigações, reflexões críticas e, sobretudo, para o fortalecimento do compromisso coletivo com a saúde ambiental e o direito à água segura.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil**. Agência Nacional de Águas, Brasília, 2012. 264 p.

BORDALO, A. A. Estudo transversal e/ou longitudinal. **Revista Paranaense de Medicina**, v. 20, n. 4, 2006.

BRASIL. **Constituição da República federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. 2. ed. ver. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2001.

BRASIL. **Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005**. Diário Oficial da União. 2005b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 30 abr. 2025

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Diário Oficial da União. 1990. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de orientação para fluoretação da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 85, p. 87-100, 05 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**. 2005a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde)

BUENO, L. F. *et al*. Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto OuroVerde-ConchalSP. **Revista Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.742-748, 2005. https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000300020

CARMO, R. F. *et al*. Social representations of drinking water: subsidies for water quality surveillance programmes. J Water Health, v. 8, n. 4, p. 764-778, 2010. https://doi.org/10.2166/wh.2010.067

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo – 2019**. São Paulo: CETESB, 2020.

COSTA, A. L.; SOUZA, R. M. Vigilância da qualidade da água e prevenção de doenças. **Cadernos de Saúde Coletiva**, v. 28, n. 3, p. 319-327, 2020.

COUTINHO, J. V. de S. *et al*. Análise dos paramentos físico-químicos no controle de qualidade de amostras hídricas tratadas em ETA's, e a relação entre saúde e desregulações ambientais. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5, n. 4, p. 4332–4341, 2022. https://doi.org/10.34188/bjaerv5n4-073

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. *Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais – Escala 1:1.000.000*. Belo Horizonte: CPRM, 2010.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

DMAE – DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. **Plano diretor do abastecimento**. Uberlândia, 2015. Disponível em: <…>. Acesso em: 19 de jul de 2025.

FOLLADOR, K. *et al*. Saneamento básico: meio ambiente e saúde. **Revista Uningá Review**, v. 23, n. 1, p. 24-28, 2015.

FONSECA, F.; FREITAS, M. Qualidade da água e saúde pública: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Saúde Pública**, v. 52, n. 1, p. 12-22. 2018.

FREITAS, M. B. de; FREITAS, C. A. M. de. vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, n. 4, p. 993-1004, 2005. https://doi.org/10.1590/S1413-81232005000400022

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Informações Municipais (MUNIC), 2014-2018**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/justica-e-seguranca/19879 suplementosmunic2.html?edicao=22388&t=sobre. Acesso em: 20 de set de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Uberlândia**: panoramas. Panoramas. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/uberlandia/panorama. Acesso em: 25 nov. 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Novo Marco Legal do Saneamento Básico** – Entenda a Lei 14.026/2020. 2020. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/guia-do-saneamento/. Acesso em: 11 nov. 2024.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. de A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008. 160p

LECHEVALLIER, M. W.; AU, K. K. **Water Treatment and Pathogen Control: Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water**. World Health Organization. 2004

LIBÂNIO, M**. Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2010.

LIMA, A. M. M.; REIS, F. G.; FERREIRA, J. L. S. Caracterização geológica e geotécnica da Formação Marília no Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 15–28, 2012.

LOPES, F. W. DE A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Influência das condições naturais de pH sobre o índice de qualidade das águas (IQA) na bacia do Ribeirão de Carrancas. **Revista Geografias**, v. 6, n. 2, p. 134–147. 2010. https://doi.org/10.35699/2237-549X.13301

MADZIVHANDILA, V. A.; CHIRWA, E. M. N. Modeling chlorine decay in drinking water distribution systems using aquasim. **Chemical Engineering Transactions**, v. 57, p. 1111-1116, 2017. https://doi.org/10.3303/CET1757186

MARTINS, C. S. *et al*. Influência do tipo de uso e ocupação do solo no assoreamento do reservatório Bom Jardim, Uberlândia-MG. **Revista DAE**, v. 68, n; 224, p. 54-72, 2020. http://doi.org/10.36659/dae.2020.040

MEDEIROS AC *et al*. Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, p. 695-708, 2016. https://doi.org/10.1590/1413-81232015213.26572015

MEDEIROS, J. B. **Redação de artigos científicos**: métodos de realização, seleção de periódicos, publicação. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

NARVAI, P. C. **Cárie dentária e flúor**: uma relação do século XX. São Paulo: Edusp, 2000.

NASCIMENTO, C. R. E. de *et al*. Fluoteração das águas de abastecimento público no estado de Pernambuco: do estado da arte à vigilância da saúde bucal. **Tempus Actas de Saúde Coletiva**, v. 14, n. 1, p. 77-88 2020. https://doi.org/10.18569/tempus.v14i1.2655

NOVAIS, T. M. F. *et al*. Modelagem da vulnerabilidade e do risco de contaminação de águas subterrâneas em locais de disposição de resíduos sólidos urbanos. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 3, p. 270-279, 15 jun. 2019. http://doi.org/10.14295/ras.v33i3.29526.

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. **Tratamento de água**. 2024. Disponível em: https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/tratamento-de-agua/. Acesso: 26 out. 2024.

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA. *Uberlândia inaugura uma das maiores obras de saneamento do Brasil*. Prefeitura Municipal de Uberlândia, 31 ago. 2021. Disponível em: https://www.uberlandia.mg.gov.br/2021/08/31/uberlandia-inaugura-uma-das-maiores-obras-de-saneamento-do-brasil/ . Acesso em: 19 jul. 2025.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2004. Avaliable in: https://www.R-project.org. Acesso: 26 out. 2024

RICHTER, C.A. **Água - Métodos e tecnologia de tratamento.** São Paulo: Blucher, 2009. 340p.

SANTOS, R. M. *et al*. Uso e ocupação do solo da sub-bacia do Ribeirão Bom Jardim, Uberlândia–MG. **Revista Ciência em Extensão**, v. 16, n. 2, p. 72–81, 2020.

SILVA, P. R.; LIMA, E. M. Gestão de recursos hídricos e qualidade da água: uma abordagem integrada. **Revista de Gestão Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 145-159, 2019.

SOARES, A. F. S.; SOUZA, L. P. S. e. Contaminação das águas de abastecimento público por poluentes emergentes e o direito à saúde. **Revista de Direito Sanitário**, v. 20, n. 2, 2020. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v20i2p100-133

SOARES, S. C.; SIGNOR, A. How much Water an asset for all: Interfaces development and sustainability. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e1310917728, 2021. https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17728

SOUZA, R. A. S. Avaliação das frações de fosfato como indicadores de eutrofização de águas superficiais. 2006. 123p. **Dissertação** (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Lavras, Lavras, M, 2006.

TUNDISI, J. G. *et al*. Conservação e uso sustentável de recursos hídricos. In: BARBOSA, F. A. (Org.) **Ângulos da água: desafios da integração**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008. p.157-83.

UBERLÂNDIA. **ETA Capim Branco – Deputado Luiz Humberto Carneiro**. Departamento Municipal de Água e Esgoto, 2024. Disponível em: https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/tratamento-de-agua/capim-branco-2/. Acesso em: 22 jul. 2025.

UBERLÂNDIA. **ETA Sucupira – Renato de Freitas. Departamento Municipal de Água e Esgoto**, 2024. Disponível em: https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/tratamento-de-agua/eta-sucupira/. Acesso em: 22 jul. 2025.

UBERLÂNDIA. **Plano Municipal de Saneamento Básico: componente água e esgoto – versão consolidada**. Uberlândia: Prefeitura Municipal de Uberlândia, 2019. Disponível em: https://docs.uberlandia.mg.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/PMSB-Revisao-Consolidada_RecomMP_11-09-19.pdf. Acesso em: 21 jul. 2025.

UBERLÂNDIA**. Revitalização da ETA Bom Jardim está em fase avançada**. Prefeitura Municipal de Uberlândia, 14 jan. 2022. Disponível em: https://www.uberlandia.mg.gov.br/2022/01/14/revitalizacao-da-eta-bom-jardim-esta-em-fase-avancada/. Acesso em: 19 jul. 2025

UBERLÂNDIA. Departamento Municipal de Água e Esgoto – DMAE. Qualidade da água. Uberlândia: Prefeitura Municipal de Uberlândia, [2024?]. Disponível em: https://www.uberlandia.mg.gov.br/prefeitura/orgaos-municipais/dmae/qualidade-da-agua-2/. Acesso em: 26 jul. 2025.

VENTURA, K. S. *et al*. Plano de segurança da água implementado na estação de tratamento de água de Guaraú, em São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 1, 2019. https://doi.org/10.1590/S1413-41522019169881

WHITE, G. C. **Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants**. 5th Edition. John Wiley & Sons. 2010.

WHO. **Guidelines for drinking-water quality**: fourth edition incorporating the first addendum. World Health Organization. 2017.

APÊNDICE I. INSTRUMENTO ABREVIADO DO ESTUDO

Local:

Data da Coleta:

Período:

Nascente:

CONTROLE E VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA

a) características físicas, químicas e biológicas da água bruta;

b) localização geográfica da comunidade a ser abastecida;

c) nível técnico do pessoal de operação condicionado ao desenvolvimento institucional dos serviços de saneamento;

d) custos de implantação e operação;

e) disponibilidade de área para construção da unidade de tratamento;

f) flexibilidade operacional em face das alterações periódicas das características da água bruta;

g) padrão de potabilidade vigente;

h) para estações de maior porte, equipamentos e disponibilidade de área para disposição do lodo.

REDES DE DISTRIBUIÇÃO

a) condutos principais, também denominados tronco ou mestres. Canalizações de maior diâmetro responsáveis pela alimentação dos condutos secundários, utilizados para o abastecimento de extensas áreas da cidade;

b) condutos secundários, canalizações de menor diâmetro responsáveis pelo abastecimento dos pontos de consumo. A alimentação desses pontos depende diretamente dos primeiros, e a área abastecida por um conduto desse tipo é restrita às suas vizinhanças.

c) Caracterização dos mananciais e das fontes de abastecimento.

Os resultados das análises da água bruta assumem um significado maior quando complementados por informações como:

- tipo de manancial: superficial, subterrâneo, nascentes etc.;
- condições de proteção dos mananciais, sejam fontes coletivas ou individuais de abastecimento;
- uso e ocupação da bacia de captação;

- identificação de fontes de poluição.

d) Caracterização do tratamento

Embora os resultados das análises da água tratada sejam balizadores para a identificação de riscos, deve-se procurar localizar os pontos e as causas de fragilidade do sistema. Nesse sentido, devem ser reunidas informações como:

- tipo de tratamento realizado: convencional, simples desinfecção etc.;
- condições de operação e manutenção;
- controle operacional realizado;
- recursos humanos e materiais disponíveis.

e) Caracterização da distribuição e do consumo

Estado de conservação das unidades de reservação e distribuição de água; controle operacional realizado: controle de vazamentos, descarga e limpeza da rede;

intermitência e regularidade do abastecimento com identificação de zonas mais susceptíveis de ocorrência de pressão negativa;

Porcentagem e distribuição espacial do abastecimento coletivo;

- porcentagem e localização da população abastecida por outros mananciais;
- identificação da população abastecida por carros-pipa;
- consumo per capita (L/hab.dia) e sua distribuição espacial;
- condições de armazenamento domiciliar.

*dados da qualidade da água por período; as estratégias implementadas sobre o saneamento; as notificações e multas implementadas no período e local.

OBSERVAÇÕES NO LOCAL:

PRESENÇA OU NÃO DE CONFORMIDADE LEGAL DA ATIVIDADE

APÊNDICE II. PLANILHAS DE ANÁLISE DOS DADOS DO ESTUDOS E SUAS VARIÁVEIS

Figura 11. Exemplo de boletim de coleta de dados da água bruta e tratada.

DMAE — PREFEITURA DE UBERLÂNDIA

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE UBERLÂNDIA

LABORATÓRIOS DE ÁGUAS E EFLUENTES

Médias Mensais e Valores Pontuais

Data	Vazão (L/s)	Temp. Ambiente (°C)	Nível do Reservatório (%)	BRUTA				COAGULADA		DECANTADA			TRATADA					
				pH	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Cor (UC)	pH	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Cor (UC)	pH	pH	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Cor (UC)	Flúor (mg/L)	Cloro (mg/L)
1	1020,9			6,6	24,6	7,9	43,8	6,0	25,4	1,1	11,6	7,2	8,0	25,1	0,4	5,6	0,7	1,7
2	1250,8			5,8	25,1	9,2	50,6	6,2	26,0	1,0	8,8	7,0	8,0	25,5	0,3	2,6	0,7	1,7
3	1236,8			6,1	25,0	8,3	47,4	6,4	26,5	1,1	7,4	6,9	7,9	26,1	0,6	4,0	0,7	1,7
4	1243,7			5,9	25,1	8,4	42,9	6,6	25,9	0,6	5,4	7,0	8,0	25,5	0,3	2,1	0,7	1,6
5	1191,0			5,7	24,9	8,6	49,5	6,8	25,6	0,7	5,5	6,8	8,0	25,4	0,4	2,4	0,7	1,6
6	1195,2			5,4	24,8	7,9	47,4	7,1	25,6	0,5	5,6	7,0	8,1	25,3	0,2	1,8	0,7	1,7
7	1190,6			5,4	24,3	8,0	52,6	7,0	25,1	0,8	9,2	7,1	8,0	24,9	0,3	3,1	0,7	1,7
8	946,8			5,3	23,9	7,7	51,9	6,9	24,6	0,5	8,0	7,2	8,1	24,5	0,3	2,9	0,7	1,7
9	1223,1			5,4	23,6	7,6	51,2	7,0	24,3	0,8	11,7	7,3	8,0	24,1	0,4	4,8	0,7	1,7
10	1287,2			5,5	24,0	7,9	50,2	6,7	24,9	0,9	8,9	7,2	7,9	24,6	0,4	3,2	0,7	1,7
11	1245,8			5,4	24,7	7,9	48,8	6,8	25,5	0,6	9,0	7,2	7,8	25,6	0,3	2,2	0,7	1,7
12	1247,1			5,4	25,4	7,8	48,3	6,6	26,3	0,5	7,0	7,1	7,8	26,3	0,3	1,6	0,7	1,7
13	1284,1			5,8	26,1	5,8	45,2	6,6	26,9	0,6	7,6	6,9	7,8	26,7	0,3	1,7	0,7	1,7
14	1411,8			6,4	26,2	5,1	43,5	6,9	27,1	0,5	7,1	7,1	7,8	26,5	0,2	2,1	0,7	1,7
15	1318,2			6,5	27,1	4,7	43,2	7,2	27,7	0,7	6,5	7,1	7,8	27,4	0,3	3,1	0,7	1,6
16	1276,9			6,5	26,7	5,1	45,9	7,0	27,4	0,7	6,6	7,3	7,9	27,2	0,3	2,8	0,7	1,7
17	1505,7			6,5	26,9	7,3	50,2	7,1	27,8	0,8	7,2	7,3	7,8	27,8	0,4	1,8	0,7	1,7
18	1264,3			6,3	27,0	8,5	55,6	6,9	27,9	0,8	6,6	7,3	7,9	27,5	0,3	2,3	0,7	1,6
19	1259,1			6,3	27,2	7,5	50,8	6,8	28,2	0,6	5,5	7,2	7,9	28,0	0,3	1,2	0,7	1,7
20	1343,9			6,4	26,1	7,0	48,2	6,6	27,1	0,7	5,6	7,3	8,0	26,8	0,3	1,2	0,7	1,7
21	1174,5			6,3	25,5	6,2	45,7	6,8	26,5	0,6	6,5	7,3	8,1	25,9	0,3	1,3	0,7	1,7
22	983,3			6,3	24,5	6,4	49,9	6,8	25,7	0,5	3,4	7,3	8,2	25,2	0,2	1,2	0,7	1,7
23	1266,0			6,2	23,9	8,3	56,7	6,8	25,1	1,5	8,5	7,3	8,0	24,8	0,6	1,8	0,7	1,7
24	1168,2			6,0	24,5	7,7	51,2	6,4	25,6	0,9	6,3	7,1	7,9	25,4	0,3	1,6	0,7	1,7
25	1268,4			5,9	25,6	7,1	50,0	6,3	26,8	0,9	7,6	7,1	7,9	26,3	0,4	2,2	0,7	1,7
26	1257,7			5,8	25,7	7,8	57,2	6,3	27,0	0,9	11,1	7,1	8,0	26,7	0,3	3,5	0,7	1,7
27	1220,0			5,7	25,9	7,6	53,9	6,4	27,2	1,2	13,0	7,2	7,9	26,9	0,4	4,5	0,6	1,6
28	1374,5			6,0	25,8	6,6	46,5	6,4	27,2	0,9	7,5	7,1	8,0	26,7	0,4	2,2	0,7	1,6
29	1123,9			6,1	26,2	6,1	44,4	6,6	27,3	0,8	5,7	7,2	8,0	27,0	0,4	2,0	0,7	1,6
30	1174,4			6,2	25,4	6,2	45,2	6,5	26,6	0,6	4,8	7,2	8,1	26,4	0,3	1,4	0,7	1,7
31	1281,3			6,4	25,1	6,8	48,6	6,5	26,4	0,5	4,4	7,2	8,0	26,0	0,3	2,7	0,7	1,7
Máximo	**1505,7**	**0,0**	**0,0**	**6,58**	**27,2**	**9,23**	**57,23**	**7,21**	**28,2**	**1,52**	**12,99**	**7,35**	**8,18**	**28,03**	**0,60**	**5,55**	**0,72**	**1,74**
Média	**1233,4**	********	**#DIV/0!**	**5,99**	**25,4**	**7,28**	**48,92**	**6,67**	**26,4**	**0,77**	**7,39**	**7,16**	**7,96**	**26,07**	**0,33**	**2,48**	**0,69**	**1,68**
Mínimo	**946,8**	**0,0**	**0,0**	**5,27**	**23,6**	**4,68**	**42,88**	**5,99**	**24,3**	**0,46**	**3,37**	**6,85**	**7,75**	**24,13**	**0,21**	**1,21**	**0,64**	**1,60**

Figura 12. Exemplo de boletim de coleta de dados da água distribuída.

DMAE — PREFEITURA DE UBERLÂNDIA

RESULTADOS DAS ANÁLISES DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO
ETA BOM JARDIM
Mês de Referência: Janeiro/2023

Localização do Ponto de Coleta

Localizar	SH/D
Endereço	SH/D
Bairro	SH/D

Port. GM/MS			Cloro (mg/L)	Cor (UH)	Flúor (mg/L)	p H	Turbidez (NTU)	c. Hetero. (UFC/mL)	Ó. Total (UFC/100mL)	Escherichia Coli (UFC/100mL)
			<0,2 >5,0	>15,0	>1,5	<6,0 >9,5	>5,0	500	0	0
Data	Nº Amostra	Nº Ponto	Hardrin							

(1)-Portaria 518 de 25 de Março de 2004 do Ministério da Saúde, (2)-Número de Ponto de Controle de Qualidade da Água distribuída, (3)-Número de amostra que colte no laboratório de microbiologia
(4)-O valor lançado se refere a quantidade total de bactérias heterotróficas presentes em 1 mL de amostra, (5) e (6) O valor lançado se refere a quantidade de presença ou ausencia de coliformes em uma amostra de 100 mL
sendo que 0 significa ausência e 1 presença de contaminação por coliformes.

RESULTADOS MÉDIOS E PONTUAIS DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO
ETA BOM JARDIM

Unidade	Cloro (mg/L)	Cor (uH)	Flúor (mg/L)	p H	Turbidez (NTU)	Bac. Hetero.	Coli. Total	Escherichia Coli
Data	mg/L	uH	mg/L		NTU	UFC/mL	UFC/100mL	UFC/100mL
1							0,00	0,00
2	0,87	5,00	0,68	8,76	0,27	3,00	6,00	6,00
3	1,01	5,00	0,62	8,64	1,04	3,00	6,00	6,00
4	1,10	5,00	0,61	8,61	0,57	3,00	6,00	6,00
5	0,93	5,00	0,62	8,42	0,32		6,00	6,00
6	1,09	5,00	0,61	8,84	0,20	1,00	7,00	7,00
7							0,00	0,00
8	0,61	5,00	0,62	8,63	0,20		4,00	4,00
9	0,89	5,00	0,68	8,32	0,44	3,00	6,00	6,00
10	0,72	5,00	0,69	8,27	0,44	3,00	6,00	6,00
11	1,17	5,00	0,61	7,95	0,28	3,00	6,00	6,00
12	0,78	5,00	0,64	7,98	1,62		6,00	6,00
13	1,11	5,00	0,63	7,91	0,48		6,00	6,00
14							0,00	0,00
15	0,65	5,00	0,66	7,87	0,20		2,00	2,00
16	0,62	5,00	0,62	7,80	0,46	3,00	6,00	6,00
17	0,73	5,00	0,62	7,70	0,36	3,00	6,00	6,00
18	1,07	5,00	0,59	8,06	0,29	3,00	6,00	6,00
19	1,07	5,00	0,58	8,00	1,83		7,00	7,00
20	0,96	5,00	0,57	8,18	0,32		6,00	6,00
21							0,00	0,00
22	0,55	5,00	0,58	8,20	0,20		4,00	4,00
23	0,51	5,00	0,57	8,09	1,87	3,00	3,00	3,00
24	0,72	5,00	0,56	7,92	0,40	3,00	3,00	3,00
25	1,48	5,00	0,54	8,39	0,26	3,00	4,00	4,00
26	0,67	5,00	0,56	8,23	1,41		3,00	3,00
27	1,17	5,00	0,61	8,11	0,20		0,00	0,00
28							0,00	0,00
29	1,08	5,00	0,58	8,25	0,20		0,00	0,00
30	0,94	5,00	0,53	7,89	0,24		0,00	0,00
31	1,04	8,03	0,54	8,15	1,93		0,00	0,00
Máximo	1,48	8,03	0,69	8,84	1,93			
Média	0,91	5,12	0,60	8,20	0,62			
Mínimo	0,51	5,00	0,53	7,70	0,20			
Total de	132	132	132	132	132	37	115	115

Figura 13. Exemplo de planilha com endereços de coletas dos PCQs

Bairro	CÓDIGO	Endereço	Bairro
PÇA DA FRATERNIDADE S/Nº	B174	Pça Da Fraternidade S/Nº - E. E. Antônio Thomar F. R	Jardim Brasília
RUA GLOBO Nº 116	B178	Rua Globo Nº 116	Jardim Brasília
RUA BASALTO S/Nº	B181	Rua Basalto S/Nº - EMEI Profª Maria Clara	São Jorge
RUA DO ENGENHEIRO AZELI Nº 671	B198	Rua Do Engenheiro Azeli Nº 671	Osvaldo Resende
RUA DO OURO Nº 561	B278	Rua Do Ouro Nº 561	Dona Zulmira
RUA PROFº JOSÉ RODRIGUES DA SILVA Nº 129	B300	Rua Profº José Rodrigues Da Silva Nº 129	Patrimônio
RUA ANTONIO LUIZ BASTO C/ CONCORDIA	B306	Rua Antonio Luiz Basto C/ Concordia	Morada da Colina
PÇA SÃO FRANSCISCO DE PAULA	B313	Pça São Francisco De Paula - EMEI Tubalina	Tubalina
RUA DA SECRETARIA Nº 800	B330	Rua Da Secretaria Nº 800	Planalto
RUA DO MECANICO Nº 268	B336	Rua Do Mecanico Nº 268	Planalto
RUA RIO PARNAIBA Nº 53	B357	Rua Rio Parnaiba Nº 53	Marabá
RUA ESTELA APARECIDA DE FARIA Nº 202	B382	Rua Stela Aparecida De Faria Nº 202 - Porto de Saúde	Shaping Park
RUA TAXISTA FABIO CARDOSO Nº 1520	B399	Rua Taxista Fabio Cardoso Nº 1520	São Jorge
RUA JULIETA OLIVEIRA JORDÃO Nº 150	B382	Rua Julieta Oliveira Jordão Nº 150 - Porto de Saúde	Shaping Park
27	B383	Av. Judeia Erq. c/ Jericó	Canaã
28	B384	Rua Menfim Erq. c/ Rua Creta	Canaã
29	B348	Rua 15 Nº 11	Jardim Europa
30	B376	R. Maria Gonçalves Pereira Nº 27 Erq. c/ Av. Ivete Ca	Shaping Park
31	B319	Rua Do Carpinteiro Nº 1410	Planalto
32	B337	R. Joaquim Leal Camargo Erq. c/ R. Pe. Humberto A.	Chácaras Tubalina
33	B307	Av. Dr. Arnaldo Godoy de Souza Erq. c/ Rua Artúrio	Cidade Jardim
34	B308	Av. Uirapuru Nº 1182	Cidade Jardim
35	B233	Av. Cel. Antônio Alves Pereira, Nº 2592 Erq. c/ Rua S	Lagoinha
36	B232	Rua Rio Preto Erq. c/ Av. Rondon Pacheco	Saraiva
37	B266	Rua Geraldo Abrão, Nº 778 Erq. c/ Av. Jaime de Barro	Santa Luzia
38	B249	Av. Continental, Nº 596 Erq. c/ Rua Madagascar	Laranjeiras
39	B244	Rua João Severino Rodrigues Cunha, Nº 1000 Erq. c/ F	Jardim Karaíba
40	B394	Rua Das Hortências Erq. c/ Rua Santa Barbara	Panorama
41	B359	Rua Dos Pássaros Erq. c/ Rua dos Curiós	Jardim dos Palmeiras
42	-	-	-
43	B360	Rua Do Ertivador, Nº 119 Erq. c/ Rua do Cientista	São Lucas
44	B395	Rua Nº 16 Erq. c/ Av. A	Morada Nova
45	B182	Rua Rafael Rinaldi, Nº 1671 Erq. c/ Rua Dr. Jair Vieira	Martins
46	B183	Rua Francisco Salar, Nº 456 Erq. c/ Rua Mola Viana	Martins
47	B199	Rua Buriti Alegre Nº 844 Erq. c/ Av. Afonso Pena	N. Sra. Aparecida
48	B338	Rua José Curtódio Sobrinho Nº 500	Luizote
49	B283	Rua Antônio Bernardes Silva Nº 13 Erq. c/ Av. Briqade	Daniel Fonseca
50	-	-	-
51	-	Rua Alberto Alves Cabral Nº 1811	Santa Mônica
52	B400	Av. Belo Horizonte Nº 1084 - UAI Martins	Martins
53	-	-	-
54	-	-	-
55	-	-	-
56	-	Rua Gentil Cardoso De Paiva Nº 10 - E. E. Lourdes de C	Alvorada
57	B401	Av. Arpirante Moga Nº 77	Jaraguá

Tabela 3. Parâmetros de qualidade de água bruta.

Análise da Água Bruta	
Variáveis	**Valores Máximos Permitidos (VMP)**
pH	6,0 – 9,0
Turbidez	100 NTU
Cor	75 UH

Legenda:
VMP: Valor máximo permitido de acordo com a resolução do CONAMA 357/2005 (classe 2); UH: Unidade Hazen; NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez.
Fonte: Brasil, 2004.

Tabela 4. Parâmetros de análise de água tratada.

Análise da Água tratada	
Variáveis	**Valores Máximos Permitidos (VMP)**
pH	6,0 – 9,0
Turbidez	5 NTU
Cor	15 UH

Cloro	2,0 mg L^{-1}
Fluoreto	1,5 mg L^{-1}

Legenda:
mg L^{-1} Miligramas por litro; UH: Unidade Hazen; NTU: Unidade Nefelométrica de Turbidez.
Fonte: Brasil, 2017.

Tabela 4. Lista de reagentes utilizados no tratamento de água.

Reagentes Químicos utilizados no processo de Tratamento
Hidróxido Cálcio (Kg)
Policloreto de Alumínio (kg)
Cloro Ativo/ Hipoclorito (Kg)
Ácido Fluossilícico (Kg)

Fonte: Brasil, 2017.

APÊNDICE III. PORTARIA GM/MS Nº888 – MINISTÉRIO DA SAÚDE

Figura 14. Portaria GM/MS Nº888 – Ministério da Saúde.

ADVERTÊNCIA
Este texto n►o substitui o publicado no Diário Oficial da União

Ministério da Saúde
Gabinete do Ministro

PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021

Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, no uso das atribuições que lhe conferem os incisos I e II do parágrafo único do art. 87 da Constituição, resolve:

Art. 1º Esta Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017.

Art. 2º O Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, passa a vigorar na forma do Anexo a esta Portaria.

Art. 3º Esta portaria entra em vigor na data de sua publicação.

MARCELO ANTÔNIO CARTAXO QUEIROGA LOPES

ANEXO

Anexo XX à Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017

PROCEDIMENTOS DE CONTROLE E DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SEU PADRÃO DE POTABILIDADE

CAPÍTULO I - DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º Este anexo estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Art. 2º Este Anexo se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema de abastecimento de água, solução alternativa de abastecimento de água, coletiva e individual, e carro-pipa.

Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema, solução alternativa coletiva de abastecimento de água ou carro-pipa, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.

Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água está sujeita à vigilância da qualidade da água.

ANEXO 1

TABELA DE PADRÃO BACTERIOLÓGICO DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO.

Formas de abastecimento		Parâmetro		VMP(1)
SAI		*Escherichia coli*(2)		Ausência em 100 mL
SAA e SAC	Na saída do tratamento	Coliformes totais(3)		Ausência em 100 mL
	Sistema de distribuição e pontos de consumo	*Escherichia coli*(2)		Ausência em 100 mL
		Coliformes totais(4)	Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes	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
			Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes	Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água.

NOTAS:

(1) Valor Máximo Permitido

(2) Indicador de contaminação fecal.

(3) Indicador de eficiência de tratamento.

(4) Indicador da condição de operação e manutenção do sistema de distribuição de SAA e pontos de consumo e reservatório de SAC em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada (indicador de integridade).

ANEXO 2

TABELA DE PADRÃO DE TURBIDEZ PARA ÁGUA PÓS-DESINFECÇÃO (PARA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS) OU PÓS-FILTRAÇÃO.

Tratamento da água	VMP(1)	Número de amostras	Frequência
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 uT(2) em 95% das amostras. 1,0 uT no restante das amostras mensais coletadas.	1	A cada 2horas
Filtração em Membrana	0,1 uT(2) em 99% das amostras.	1	A cada 2horas
Filtração lenta	1,0 uT(2) em 95% das amostras. 2,0 uT no restante das amostras mensais coletadas.	1	Diária
Pós-desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT(2) em 95% das amostras. 5,0 uT no restante das amostras mensais coletadas.	1	Semanal

NOTAS:

(1) Valor Máximo Permitido

(2)Unidade de Turbidez

ANEXO 11

TABELA DE PADRÃO ORGANOLÉPTICO DE POTABILIDADE.

Parâmetro	CAS	Unidade	VMP(¹)
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,2
Amônia (como N)	7664-41-7	mg/L	1,2
Cloreto	16887-00-6	mg/L	250
Cor Aparente (²)		uH	15
1,2 diclorobenzeno	95-50-1	mg/L	0,001
1,4 diclorobenzeno	106-46-7	mg/L	0,0003
Dureza total		mg/L	300
Ferro	7439-89-6	mg/L	0,3
Gosto e odo		Intensidade	6
Manganês	7439-96-5	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	108-90-7	mg/L	0,02
Sódio	7440-23-5	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais		mg/L	500
Sulfato	14808-79-8	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	7783-06-4	mg/L	0,05
Turbidez (3)		uT	5
Zinco	7440-66-6	mg/L	5

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

(3) Unidade de turbidez.

ANEXO 12

TABELA DE FREQUÊNCIA DE MONITORAMENTO DE CIANOBACTÉRIAS EM MANANCIAIS SUPERFICIAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.

Quando a contagem de células de cianobactérias (células/mL) for:	Frequência
£ 10.000	Trimestral
> 10.000	Semanal

ANEXO 13

TABELA DE NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS E FREQUÊNCIA PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO, PARA FINS DE ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS, EM FUNÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM, DA POPULAÇÃO ABASTECIDA E DO TIPO DE MANANCIAL.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída do Tratamento		Sistema de distribuição (reservatórios e redes)					
		Nº Amostras	Frequência	População abastecida					
				<50.000 hab.	<50.000 hab.	<50.000 hab.	<50.000 hab.	<50.000 hab.	<50.000 hab.
				Número de amostras			Frequência		
Turbidez, Residual de desinfetante(1), Cor aparente, pH	Superficial	1	A cada 2 horas	Conforme § 3º do Art. 42					
	Subterrâneo	1	semanal						
Fluoreto(2)	Superficial ouSubterrâneo	1	A cada 2 horas	Dispensada a análise					
Gosto e odor	Superficial	1	Trimestral	Dispensada a análise					
	Subterrâneo	1	Semestral	Dispensada a análise					
Cianotoxinas	Superficial	1	Semanal quando contagem de cianobactérias[3] 20.000 células/mL	Dispensada a análise					
Produtos secundários da desinfecção(3)	Superficial	Dispensada a análise		1(4)	4(4)	8(4)	Bimestral		
	Subterrâneo			1(4)	2(4)	3(4)	Anual	Semestral	Semestral
Acrilamida(5)	Superficial ouSubterrâneo	1	Mensal	1(6)	1(6)	1(6)	Mensal		
Epicloridrina(4)	Superficial ouSubterrâneo	1	Mensal	1(6)	1(6)	1(6)	Mensal		
Cloreto de Vinila(7)	Superficial ouSubterrâneo	1	Semestral	1	1	1	Semestral		
Demais parâmetros (8) (9)	Superficial ouSubterrâneo	1	Semestral	1(6)	1(6)	1(6)	Trimestral		

ANEXO 14

TABELA DE NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS MENSAIS PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE SISTEMA DE ABASTECIMENTO, PARA FINS DE ANÁLISES BACTERIOLÓGICAS, EM FUNÇÃO DA POPULAÇÃO ABASTECIDA.

Parâmetro	Tipo de Manancial	Saída doTratamento(Número de amostras por unidade de tratamento)	Sistema de distribuição (reservatórios e rede)										
			População abastecida										
			<5.000	5.000a10.000	10.000 a 50.000	50.000 a 80.000	80.000 a 130.000	130.000 a 250.000	250.000 a 340.000	340.000 a 400.000	400.000 a 600.000	600.000 a 1.140.000	□1.140.000
Coliformes totais	Superficial	Duas amostras semanais	5	10	1 para cada 1.000 habitantes	25 + 1 para cada 2.000 habitantes	1 + 1 para cada 1.250 habitantes	40 + 1 para cada 2.000 habitantes	115 + 1 para cada 5.000 habitantes	47 + 1 para cada 2.500 habitantes	127 + 1 para cada 5.000 habitantes	187 + 1 para cada 10.000 habitantes	244 + 1 para cada 20.000 habitantes(Máximo de 400)
	Subterrâneo	Semanal											
Escherichia coli	-												

ANEXO 15

TABELA DE NÚMERO MÍNIMO DE AMOSTRAS E FREQUÊNCIA MÍNIMA DE AMOSTRAGEM PARA O CONTROLE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA COLETIVA, PARA FINS DE ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS, EM FUNÇÃO DO TIPO DE MANANCIAL E DO PONTO DE AMOSTRAGEM.

Parâmetro	Tipo de manancial	Saída do tratamento	Número de amostras retiradas no ponto de consumo (para cada 1000 hab.)	Frequência de amostragem
Cor aparente, pH, coliformes totais e*Escherichia coli*	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
Turbidez	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Semanal na saída do tratamentoMensal no ponto de consumo
Residual de desinfetante(1)	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário
Demais parâmetros	Superficial ou Subterrâneo -	1	-	Semestral

NOTAS:

(1) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

Figura 15. Ofício n° 12951/2022/GTAO/DT como resposta do requerimento n° 2022004470 que permite a utilização dos dados do DMAE para realização da pesquisa.

DMAE
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA
FAZER MAIS. FAZER BEM.

OFÍCIO Nº 12951/2022/GTAO/DT Uberlândia, 24 de Agosto de 2022.

Ao Senhor,
Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes
Coordenador do Programa de Pós Graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador
Av. João Naves de Ávila, 2121 -Bloco 3E – Sala 128 Campus Santa Mônica
Uberlândia – Minas Gerais - Brasil
CEP 38.408-902

Assunto: Resposta ao requerimento nº 2022004470

Sr. Coordenador

Cumprimentando-o cordialmente, venho por meio deste em resposta ao requerimento nº 2022004470 de 16/08/2022, o qual requer autorização para acessar e utilizar os dados das análises da água bruta e tratada das estações de Tratamento de Água Renato de Freitas "ETA Sucupira e ETA Bom Jardim, que se encontram em descontinuidade no site do DMAE, no período de 2013 à 2022, a qual visa a colaboração no desenvolvimento do projeto de pesquisa relacionado a qualidade das água a ser desenvolvido no âmbito do Curso de Pós-Graduação em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador da Universidade Federal de Uberlândia pela discente Dayana Adelina Taveira Tomás.

Informamos que o DMAE(Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia) concede a requerida autorização, conforme as condicionantes abaixo:

- Antes de qualquer divulgação pública do resultado do aludido projeto de pesquisa, o mesmo deve ser submetido a análise prévia desta autarquia.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - DMAE
AUTARQUIA MUNICIPAL, LEI Nº 1.555 DE 23/11/1967 | CNPJ/MF: 25.769.548/0001-21 | ISENTO DE INSCRIÇÃO ESTADUAL
AVENIDA RONDON PACHECO, 6400 TEL: (34) 3233 4300 – CEP: 38405-142– BAIRRO TIBERY - UBERLÂNDIA-MG

Continuação Figura 15...

DMAE
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA
FAZER MAIS. FAZER BEM.

- O DMAE resguarda o direito de solicitar o projeto de pesquisa a qualquer tempo, seja para prévia analise e/ou aplicação dos seus resultados conforme os interesses da autarquia, com a finalidade de aplicar os seus resultados nos processos de melhoria na qualidade da água e/ou quaisquer outros assuntos relacionados ao projeto de pesquisa;

- Assim que projeto de pesquisa for finalizado, informamos que deverá ser encaminhado 01(uma) cópia a Autarquia DMAE e protocolado para a Gerência Técnica;

Ao inteiro dispor para quaisquer outras informações que se fizerem necessárias, aproveitamos o ensejo para externarmos os protestos de elevada estima e consideração.

Atenciosamente

REJANE NUNES CERQUEIRA
Gerente de Tratamento de Água e Operações

GERALDO SILVIO DE OLIVEIRA
Diretor Técnico

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - DMAE
AUTARQUIA MUNICIPAL, LEI Nº 1.533 DE 23/12/1967 | CNPJ/MF: 25.766.546/0001-21 | ISENTO DE INSCRIÇÃO ESTADUAL
AVENIDA RONDON PACHECO, 6400 TEL: (34) 3233 4300 - CEP: 38400-142 - BAIRRO TIBERY - UBERLÂNDIA-MG

APÊNDICE IV: PROTOCOLO DE PARECER DO DMAE SOBRE O CONTEÚDO

DMAE
DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

PREFEITURA DE UBERLÂNDIA

Em resposta ao Protocolo nº 52972/2025, de 30/07/2025, que solicita a análise prévia do projeto de pesquisa (dissertação), conforme disposto no Ofício nº 12951/2022/GTAO/DT, de 24 de agosto de 2022, vimos, por meio deste, informar a Vossa Senhoria que:

Agradecemos o envio do material referente ao projeto de pesquisa (dissertação) e do resumo do artigo gerado a partir da referida pesquisa, conforme acordado no Ofício nº 12951/2022.

Informamos que foi realizada a análise prévia da dissertação anexada ao protocolo, bem como do artigo, e constatamos que os documentos atendem às exigências estabelecidas no ofício mencionado.

Assim, o DMAE manifesta seu parecer favorável e informa que está de acordo com o conteúdo apresentado.

Dessa forma, o DMAE concede a autorização requerida para a publicação da dissertação intitulada:

"Análise Retrospectiva dos Padrões de Qualidade da Água Bruta, Tratada e Distribuída pela Estação de Tratamento de Água Bom Jardim, em Uberlândia, Minas Gerais, nos anos de 2019 a 2023."

Uberlândia 04 de agosto de 2025

Regilaine da Cunha Duarte Garcia
Coordenador(a) da Gerência de Tratamento de Água e Operações
matrícula: 1947-0

Rejane Nunes Cerqueira
Diretor(a) do Sistema de Abastecimento de Água
matrícula: 1928-3

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO - DMAE
AUTARQUIA MUNICIPAL, LEI Nº 1.555 DE 23/11/1967 | CNPJ/MF: 25.769.548/0001-21 | ISENTO DE INSCRIÇÃO ESTADUAL
AVENIDA RONDON PACHECO, 6400 TEL: (34) 3233 4300 – CEP: 38405-142– BAIRRO TIBERY - UBERLÂNDIA-MG

APÊNDICE V. ARTIGO ORIGINAL

REVISTA HYGEIA
https://seer.ufu.br/index.php/hygeia

ISSN: 1980-1726
DOI: https://doi.org/10.14393/Hygeia2068744

ANÁLISE RETROSPECTIVA DOS PADRÕES DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO BOM JARDIM

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF WATER QUALITY STANDARDS IN THE BOM JARDIM RIVER

RESUMO

Introdução: A água é um componente essencial de todos os seres vivos e indispensável para a sobrevivência das espécies. Diante dessa importância, tanto a legislação brasileira quanto a Organização Mundial da Saúde (OMS) estabelecem padrões rigorosos para a qualidade da água, definindo critérios de classificação baseados em suas características físico-químicas.. **Objetivo:** analisar as modificações ocorridas nos padrões físico-químicos da água bruta oriunda do Ribeirão Bom Jardim, tratada e distribuída pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE), nos últimos 5 anos. **Metodologia:** Para isso foram compilados os dados de água bruta, tratada e distribuída no município de Uberlândia ao longo dos anos de 2019 a 2023, em que foram analisadas as seguintes características: cor aparente, cloro residual, fluoreto, pH e turbidez. **Resultados e discussão:** A água tratada atende aos critérios requeridos pela legislação brasileira ao longo dos anos analisados, assim como a água distribuída, no entanto os parâmetros como cloro residual são reduzidos ao longo da distribuição e a cor aparente e turbidez aumentam, e isso pode ser correlacionado ao sistema de distribuição, por isso é necessário avaliar a qualidade da água que realmente é distribuída à população, a fim de verificar há a necessidade de modificações no sistema de distribuição. **Conclusão:** A turbidez elevada na água tratada pode comprometer a desinfecção com cloro livre, tanto ao exigir maiores quantidades de cloro quanto ao diminuir a eficiência do processo de inativação de patógenos.

Palavras-chave: Qualidade da água. Consumo humano. Critérios de Qualidade da Água. Controle da Qualidade da Água.

ABSTRACT

Introduction: Water is an essential component of all living beings and indispensable for the survival of species. Given its importance, both Brazilian legislation and the World Health Organization (WHO) establish strict standards for water quality, defining classification criteria based on its physical-chemical characteristics. **Objective:** to analyze the changes that have occurred in the physical-chemical standards of raw water from Ribeirão Bom Jardim, treated and distributed by the Municipal Department of Water and Sewage (DMAE), in the last 5 years. **Methodology:** For this purpose, data on raw, treated and distributed water in the municipality of Uberlândia were compiled over the years 2019 to 2023, in which the following characteristics were analyzed: apparent color, residual chlorine, fluoride, pH, turbidity. **Results and discussion:** The treated water meets the criteria required by Brazilian legislation over the years analyzed, as does the distributed water. However, parameters such as residual chlorine are reduced throughout the distribution and the apparent color and turbidity increase, and this can be correlated to the distribution system. Therefore, it is necessary to evaluate the quality of the water that is actually distributed to the population in order to verify whether modifications are needed in the distribution system. **Conclusion:** High turbidity in treated water can compromise disinfection with free chlorine, both by requiring larger amounts of chlorine and by decreasing the efficiency of the pathogen inactivation process.

Keywords: Water quality. Human consumption. Water quality criteria. Water quality control.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso indispensável para a manutenção da vida, desempenhando funções como a regulação da temperatura corporal, o transporte de nutrientes e a eliminação de toxinas em animais. Além disso, é fundamental para a produção de alimentos, geração de energia e atividades industriais.

Neste sentido a qualidade da água é um fator crítico para o bem-estar das populações e das atividades agrícolas e industriais. Considerando que a água contaminada ou com parâmetros inadequados pode gerar graves impactos à saúde pública, favorecendo a disseminação de doenças como cólera, febre tifóide e disenteria (Singh, 2023).

A degradação da qualidade da água, impulsionada pela poluição industrial, agrícola e urbana, intensifica os riscos ambientais e compromete o abastecimento sustentável. Em um contexto global de mudanças climáticas e crescente escassez hídrica, torna-se ainda mais urgente conservar e gerenciar adequadamente os recursos hídricos (Soares e Signor, 2021).