

QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM BEBEDOUROS NO IFTM – CAMPUS UBERLÂNDIA

QUALITY OF WATER IN DRINKING FOUNTAINS AT IFTM - CAMPUS UBERLÂNDIA

*CALIDAD DEL AGUA CONSUMIDA EN FILTROS DE AGUA EN EL IFTM – CAMPUS
UBERLANDIA*

Marcos Antonio de Oliveira Junior¹
Nara Cristina de Lima Silva ²
Marcely Ferreira Prado³

Resumo

A água é um dos principais veículos de transmissão de doenças. Quando fornecida em bebedouros, pode se tornar uma fonte de contaminação tanto pelos próprios usuários quanto pela falta de manutenção dos equipamentos, sendo então imprescindível o monitoramento da qualidade da água fornecida nesses locais para prevenção de surtos de doenças. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água fornecida em bebedouros do IFTM – *campus* Uberlândia. Para tanto, foram coletadas amostras para determinação dos parâmetros físico-químicos (turbidez, cor aparente, pH, cloro residual livre e alcalinidade) e microbiológicos (Coliformes Totais e *E. Coli*) em seis bebedouros mais utilizados pela comunidade acadêmica. As amostras apresentaram valores médios de pH entre 9,2 e 9,4, acima da faixa aceitável (6,0 a 9,0) implícita nos anexos da Portaria GM/MS nº 888/2021. Todos os valores obtidos para os parâmetros turbidez e cor estão abaixo dos estabelecidos para água subterrânea na referida portaria. Apenas dois pontos de coleta apresentaram concentrações de cloro acima do limite mínimo estabelecido, porém não foram detectados Coliformes Totais e *E. Coli* nas amostras de água analisadas. Foram obtidos valores elevados de alcalinidade total, o que pode estar ocasionando o sabor desagradável na água relatado pela comunidade acadêmica. Embora os parâmetros pH e cloro residual não apresentem valores dentro do padrão de potabilidade, os dados obtidos para os parâmetros microbiológicos sugerem que o processo de desinfecção está sendo eficiente. Apesar disso, há necessidade de monitoramento e ajuste contínuo da dosagem de cloro para a manutenção da qualidade microbiológica da água consumida no *campus*.

Palavras-chave: análise da água; potabilidade; água subterrânea.

Abstract

Water is one of the main vehicles for disease transmission and when supplied in drinking fountains it can become a source of contamination, both by the users themselves and by the lack of equipment maintenance. Therefore, it is essential to monitor the quality of water supplied in these places to prevent disease outbreaks. Thus, this study aimed to evaluate the quality of water provided in drinking fountains of IFTM - Uberlândia *campus*. Therefore, samples were collected to determine the physical-chemical parameters (turbidity, apparent color, pH, free residual chlorine and alkalinity) and microbiological parameters (total coliforms and *E. Coli*) in six drinking fountains mostly used by the academic community. The samples showed average pH values between 9.2 and 9.4, above the acceptable range (6.0 to 9.0) established in the annexes of the GM/MS Administrative Rule nº 888/2021. All values obtained for the parameters turbidity and color are below those established for groundwater in that ordinance. Only two collection points presented chlorine concentrations above the minimum limit established, but Total Coliforms and *E. Coli* were not detected in the water samples analyzed. High values of total alkalinity were obtained, which may be causing the unpleasant taste in the water reported by the academic community. Although the pH and

¹ Tecnólogo em Processos Químicos pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *Campus* Ituiutaba. Supervisor das captações e Estação de Tratamento de Água na Superintendência de Água e Esgoto (SAE) – Ituiutaba. *e-mail*: marcosaoj@sae.com.br

² Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutora em Geografia (Análise, Planejamento e Gestão Ambiental) pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Docente do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – *campus* Uberlândia. *e-mail*: nara.lima@iftm.edu.br

³ Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de Brasília (PTARH/UnB). Docente do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) – *campus* Uberlândia. *e-mail*: marcely@iftm.edu.br

residual chlorine parameters do not present values within the potability standard, the data obtained for the microbiological parameters suggest that the disinfection process is efficient. Nevertheless, there is a need for continuous monitoring and adjustment of the chlorine dosage to maintain the microbiological quality of the water consumed on *campus*.

Keywords: water analysis; potability; groundwater.

Resumen

El agua es uno de los principales vehículos de transmisión de enfermedades. Cuando suministrada en fuentes, puede tornarse causa de contaminación tanto por los propios usuarios como por la falta de mantenimiento de los equipos, siendo entonces imprescindible el monitoreo de la calidad del agua suministrada en esos locales para prevención de brotes de enfermedades. Así, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua suministrada en fuentes del IFTM, *campus* Uberlândia. Para tanto, se hizo la recolección de muestras para determinación de los parámetros fisicoquímicos (turbidez, color aparente, pH, cloro residual libre y alcalinidad) y microbiológicos (Coliformes Totales y *E. Coli*) en las seis fuentes de agua más utilizadas por la comunidad académica. Las muestras presentaron valores medios de pH entre 9,2 y 9,4, superior al rango aceptable (6,0 a 9,0) implícito en los adjuntos de la Ordenanza [Portaria] GM/MS no. 888/2021. Todos los valores obtenidos para los parámetros turbidez y color están menores que los establecidos para agua subterránea en la referida ordenanza. Solo dos puntos de recolección presentaron concentraciones de cloro superiores al límite mínimo establecido, sin embargo, no se han detectado Coliformes Totales y *E. Coli* en las muestras analizadas. Se obtuvo valores elevados de alcalinidad total, lo que puede ser el motivo del sabor desagradable en el agua relatado por la comunidad académica. Aunque los parámetros de pH y cloro residual no presenten valores dentro del estándar de potabilidad, los datos obtenidos para los parámetros microbiológicos sugieren que el proceso de desinfección está siendo eficiente. No obstante, existe la necesidad de monitoreo y ajuste continuo de la dosificación de cloro para el mantenimiento de la calidad microbiológica del agua consumida en el *campus*.

Palabras clave: análisis del agua; potabilidad; agua subterránea.

1 Introdução

A água tem influência direta sobre a saúde das pessoas. Dessa forma, é essencial o controle de sua qualidade de modo a garantir e prevenir a saúde da população, já que constitui um dos principais veículos de transmissão de doenças, principalmente as diarreicas (OMS, 2023). Assim, a água destinada ao consumo humano deve ser potável e atender ao estabelecido na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde. Para tanto, deve-se passar por processo de tratamento, independente da fonte de água utilizada.

As águas subterrâneas apresentam, no geral, qualidade superior às das águas superficiais, sendo uma fonte de água muito importante para o consumo humano, especialmente em área rural. Além de estarem menos sujeitas à contaminação e sofrerem menor interferência antrópica, as águas subterrâneas, ao percolarem no solo, são filtradas e purificadas naturalmente, o que favorece a eliminação ou redução dos contaminantes presentes na água (ABAS, 2007; Hirata *et al.*, 2018). Devido a estas características, para este tipo de água, frequentemente, é suficiente realizar apenas a etapa de desinfecção para o tratamento (Brasil, 2020).

A desinfecção é etapa obrigatória no tratamento de água, tanto para inativar microrganismos que ainda possam estar presentes na fase final do tratamento quanto para

garantir que se mantenha um teor residual de desinfetante, de modo a eliminar contaminação microbiológica introduzida durante a fase de armazenamento ou distribuição de água tratada. Dentre os agentes de desinfecção, o mais largamente utilizado é o cloro, devido ao poder residual e à facilidade de detecção, apesar da possibilidade de formar subprodutos indesejáveis (Brasil, 2014).

Apesar das águas subterrâneas estarem mais protegidas de contaminação quando comparadas à água superficial, essas águas podem sofrer contaminação por uso de fossa rudimentar, de fertilizantes e agrotóxicos, pelo chorume proveniente de lixões ou aterros mal controlados, pelos resíduos de atividades industriais etc. Na área rural, a contaminação de água subterrânea está ainda associada à captação de água em poços antigos, com vedação inadequada e pela proximidade desses poços a fossas rudimentares e locais destinados à pastagem de animais (Pereira, 2016).

A qualidade da água que chega à população depende, dentre outros fatores, da seleção e proteção eficaz e permanente dos mananciais, do tratamento adequado da água bruta utilizada, da manutenção de reservatórios de armazenamento de água tratada e do monitoramento contínuo da qualidade da água distribuída, com realização de ações corretivas caso sejam diagnosticados problemas no processo (Brasil, 2014). Em instituições de ensino, geralmente, a água é consumida em bebedouros individuais ou coletivos. Como estes são amplamente utilizados por diferentes pessoas, com hábitos de higiene desconhecidos, podem se tornar fonte de contaminação indireta (Valiatti *et al.*, 2021), o que pode ser favorecido pela falta de manutenção dos bebedouros e ausência de troca dos filtros no período adequado.

Portanto, o monitoramento da qualidade da água fornecida em bebedouros é imprescindível para prevenção de surtos de doenças na instituição e ainda contribui para o controle do processo de tratamento utilizado e para que a manutenção dos equipamentos seja realizada periodicamente e de forma adequada. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água fornecida em bebedouros do IFTM – *campus* Uberlândia, por meio da análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos em amostras de água coletadas em seis bebedouros mais amplamente utilizados no *campus*.

2 Materiais e métodos

O trabalho foi conduzido no Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) - *Campus* Uberlândia-MG, que está localizado na Fazenda Sobradinho, zona rural do município de Uberlândia. No referido *campus* é utilizada a solução alternativa coletiva (SAC) de

abastecimento de água para consumo humano com uso de água proveniente de manancial subterrâneo. O IFTM – *campus* Uberlândia é o responsável pelo monitoramento e garantia da qualidade da água distribuída à comunidade acadêmica.

A água para consumo humano utilizada no *campus* é proveniente de três poços artesianos, devidamente outorgados e com estrutura de proteção adequada, captada por meio de bombas hidráulicas que funcionam, em média, oito horas por dia. As águas dos três poços passam por tratamento simplificado com adição de hipoclorito de sódio, com 9,0 a 10% de cloro ativo, visando a desinfecção. O hipoclorito de sódio é bombeado por bomba dosadora manual da marca Hidrogeron, na dosagem de aproximadamente, $2,4 \text{ mgL}^{-1}$. Após o processo de cloração, a água tratada segue para um reservatório em alvenaria, com capacidade de armazenamento de 25m^3 , onde as águas dos três poços são misturadas e encaminhadas para os pontos de consumo dentro do *campus*.

Para a avaliação da qualidade da água fornecida no *campus* foram realizadas coletas e análises físico-químicas e microbiológicas em amostras de água provenientes de seis pontos de consumo (bebedouros) mais utilizados pela comunidade acadêmica. A identificação dos pontos de coleta está apresentada na Tabela 1. Devido à dificuldade de acesso aos poços nos dias de coleta não foram realizadas análises na água bruta.

Tabela 1: Identificação dos pontos de coletas das amostras de águas.

Pontos de coletas	Identificação
Caixa d'água do refeitório	Ponto 1 (P1)
Bebedouro do prédio anexo	Ponto 2 (P2)
Bebedouro do refeitório	Ponto 3 (P3)
Bebedouros da Faculdade de Tecnologia (FaTec)	Ponto 4 (P4)
Bebedouro do prédio dos professores	Ponto 5 (P5)
Bebedouro do quiosque	Ponto 6 (P6)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

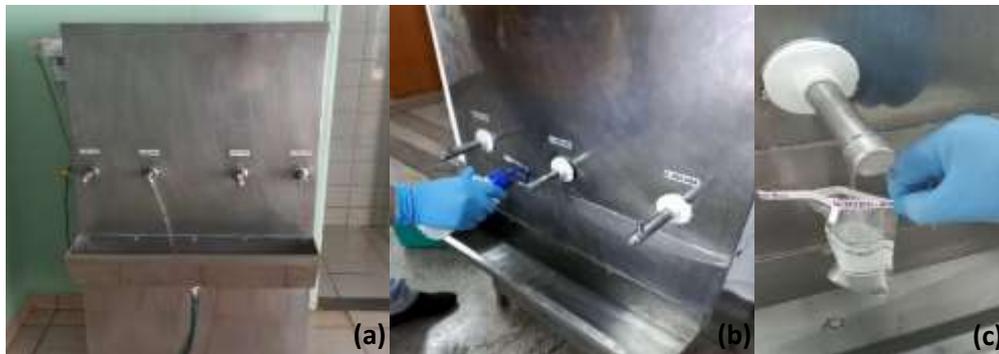
2.1 Coleta das amostras

As coletas foram realizadas semanalmente para determinação dos parâmetros físico-químicos e quinzenalmente para determinação dos parâmetros microbiológicos, no período de maio a outubro de 2022. Todas as amostragens foram feitas em triplicata. Para a determinação dos parâmetros físico-químicos, as amostras foram acondicionadas em vidro ou frascos de polietileno previamente lavados. As amostras para a determinação dos parâmetros microbiológicos foram coletadas em sacos plásticos estéreis de 100 mL. Para tanto, a torneira era aberta e a água escoava por aproximadamente três minutos para eliminação da água estagnada na tubulação. Em seguida, a torneira era desinfetada com algodão embebido em

álcool. A coleta de amostra para determinação dos parâmetros microbiológicos da água está apresentada na Figura 1. No momento da coleta, era ainda realizada a determinação de cloro residual livre.

As amostras de água coletadas foram armazenadas em caixas térmicas contendo gelo reciclável e transportadas até o laboratório da Superintendência de Água e Esgoto de Ituiutaba-MG (SAE-Ituiutaba) para realização das análises. Os métodos de coleta e preservação das amostras de água seguiram recomendações do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011).

Figura 1: Coleta de amostras para a determinação dos parâmetros microbiológicos: (a) eliminação da água estagnada na tubulação; (b) desinfecção da torneira; (c) coleta de amostra.



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 Descrição das análises

No laboratório, as análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nas amostras coletadas monitoraram os seguintes parâmetros: turbidez, cor aparente, pH, cloro residual livre e alcalinidade, coliformes totais e *E.Coli*. Os métodos utilizados para determinação dos diferentes parâmetros monitorados estão apresentados na Tabela 2. Todas as análises seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater da American Public Health Association* (APHA, 2005)

Tabela 2: Métodos e equipamentos utilizados para determinação dos parâmetros de qualidade da água

PARÂMETRO	MÉTODOS	EQUIPAMENTO
pH	Potenciométrico	pHmetro –HACH Sension PH31-421 710-A
Cloro residual livre (mgL ⁻¹)	Colorímetro	Pocket Hach (DPD)
Cor aparente (PtCo)	Colorímetro	Espectro HACH DR/2000-426 (Método 120)
Turbidez (NTU)	Nefelométrico	Turbidímetro HACH 2100p-425
Alcalinidade Total em CaCO ₃ (mgL ⁻¹)	Titulométrico	-
Oxigênio consumido (mgL ⁻¹)	Titulométrico	-
Coliformes totais (NMP/100 ml)	Substrato Cromogênico MUG ONPG - Kit Colilert®	-
<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	Substrato Cromogênico MUG ONPG - Kit Colilert®	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

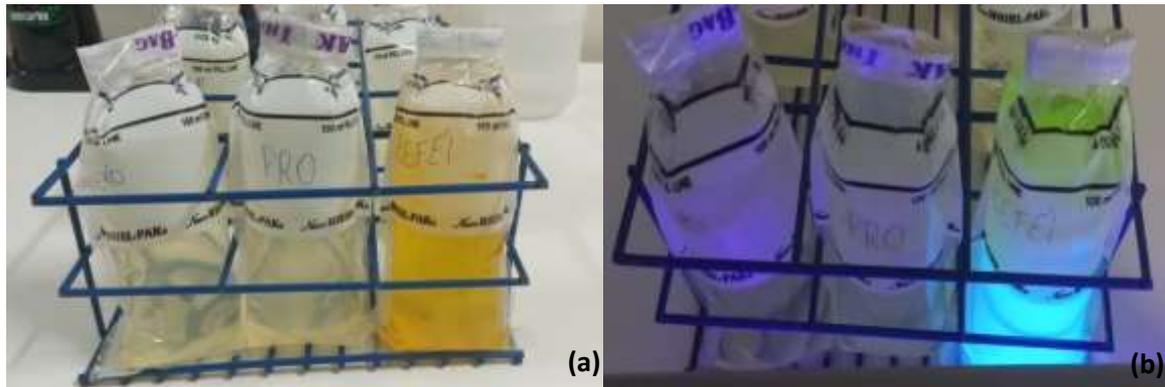
Para a determinação dos parâmetros microbiológicos foi feita a assepsia das mãos utilizando álcool 70% entre o manuseio de uma amostra e outra; as amostras foram separadas e, em seguida, foi adicionado o substrato cromogênico. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas e colocadas em banho-maria a uma temperatura de 44,5 °C por 7 a 10 minutos. Em seguida, as amostras foram colocadas na estufa incubadora, na temperatura de 35°C ± 0,5°C por 24 horas. Os resultados obtidos foram baseados nas características das amostras apresentadas na Tabela 3 e conforme demonstrado na Figura 2.

Tabela 3: Aspectos das amostras e seus resultados

ASPECTO DA AMOSTRA	RESULTADO
Coloração clara/ esbranquiçada	Negativo para coliformes totais e <i>E. coli</i>
Coloração amarela	Positivo para coliformes totais
Coloração amarela com verificação de fluorescência (lâmpada BOIT-LUV01).	Positivo para <i>E. coli</i>

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 2: Teste com substrato cromogênico: (a) determinação de coliformes totais; (b) determinação de *E. Coli*.

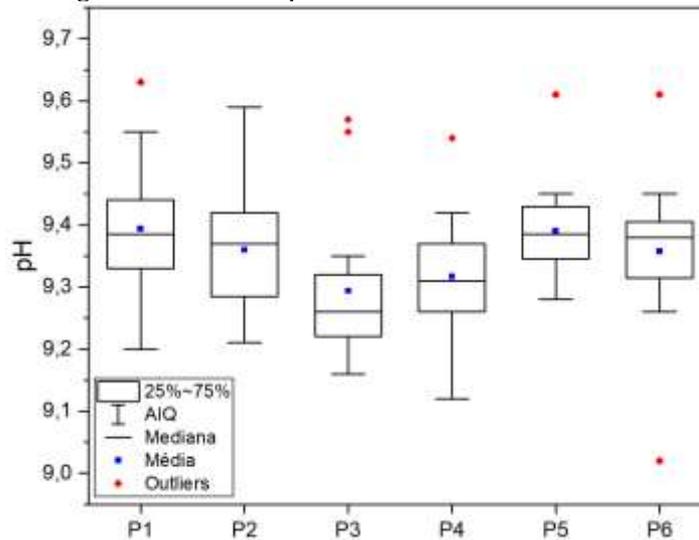


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os dados obtidos foram tabulados em planilha Excel e foi realizada estatística descritiva para cada parâmetro de qualidade da água analisado por meio do *software Origin 2022b* com cálculo dos valores mínimo e máximo, média, percentis (25, 50 - mediana e 75) e os *outliers* foram identificados pelo método de amplitude interquartis (AIQ) e apresentados em gráficos *box plot* para melhor visualização dos resultados.

3 Resultados e discussões

Os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados estão apresentados e discutidos a seguir, sendo comparados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria GM nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021). De acordo com Von Sperling (2005), “o pH representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água, constituindo-se em um parâmetro atribuído à presença de sólidos e gases dissolvidos. É um parâmetro importante para o monitoramento de diversas etapas do tratamento de água como a coagulação e a desinfecção”. Na Figura 3, são apresentados os resultados obtidos para o parâmetro pH nas amostras de água coletadas.

Figura 3: Valores de pH obtidos nas amostras analisadas.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que as amostras apresentaram valores médios de pH entre 9,2 e 9,4, com presença de *outliers* na maioria dos pontos de coleta. Embora tenha ocorrido uma mudança na Portaria GM/MS nº 888/2021 com relação a este parâmetro em que não é mais apresentada, explicitamente, a faixa recomendada de pH para água para consumo humano, tornou-se implícita a faixa aceitável (6,0 a 9,0) nos anexos da referida lei, na utilização dos valores de pH e temperatura para o estabelecimento do tempo de contato a ser mantido para o controle do processo de desinfecção no tratamento de água.

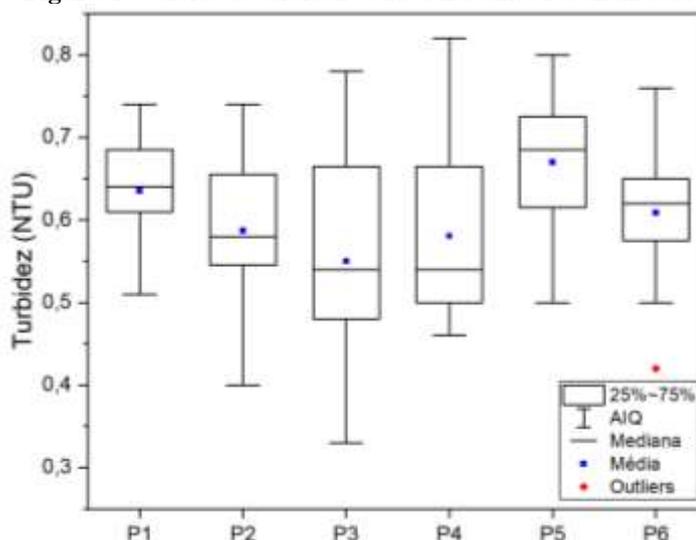
Embora os valores de pH fora da faixa determinada não gerem risco sanitário associado diretamente à sua medida (Sampaio *et al.*, 2019), os valores obtidos para este parâmetro estão acima do limite aceitável podendo comprometer o processo de desinfecção da água. O pH pode sofrer alteração em função do tempo de armazenamento e da condição física do reservatório, dada a exposição ambiental e/ou ao tipo de material utilizado na sua fabricação. Além disso, exerce efeito indireto sobre a precipitação de elementos tóxicos, como metais, e interfere na reatividade do cloro, que diminui com o aumento do pH (Muniz, 2013).

Em estudos anteriores que realizaram a avaliação da qualidade da água para consumo humano no IFTM – *campus* Uberlândia, foram analisadas as águas brutas dos poços utilizados para abastecimento do *campus* que apresentaram valores de pH abaixo de 9,0. Nos pontos de consumo, isto é, nos bebedouros, os valores estavam abaixo do limite estabelecido em legislação (Sousa; Nascimento, 2017; Reis; Prado; Nunes, 2018; Rezende *et al.*, 2020). Em estudo desenvolvido por Tavares *et al.* (2020) sobre alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos, observou-se aumento significativo dos valores

de pH da água após passar pelo filtro, que pode estar associado à característica de basicidade do carvão ativado, utilizado como meio filtrante nos filtros.

Na Figura 4, são apresentados os resultados obtidos para o parâmetro turbidez nas amostras de água coletadas. A turbidez (NTU) é a medida de interferência à passagem de luz através de um meio líquido provocada pela presença de material em suspensão, conferindo à água uma aparência turva. A análise da turbidez é um parâmetro de controle de eficiência da desinfecção, pois as partículas em suspensão podem proteger os microrganismos da ação da solução desinfetante (Von Sperling, 2005). Por ter implicação direta na qualidade da água a ser distribuída, a turbidez é um dos parâmetros fundamentais de controle em uma estação de tratamento de água.

Figura 4: Valores de turbidez obtidos nas amostras analisadas



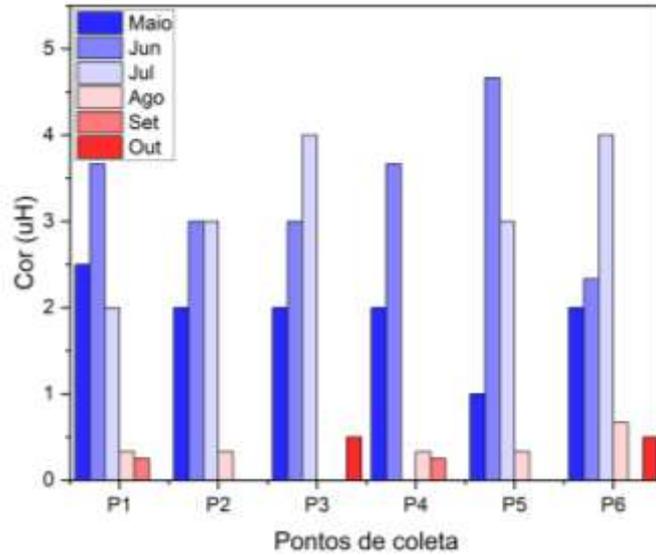
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observa-se na Figura 4 que, apesar dos pontos P3 e P4 apresentarem elevada variabilidade de dados, todos os valores obtidos para o parâmetro turbidez estão abaixo do valor estabelecido na Portaria GM/MS nº 888/2021 para água subterrânea, de 1,0 uT. Foram obtidos também valores baixos de cor (Figura 5), característico de águas subterrâneas que, em geral, apresentam valores inferiores a 5,0 mg.Pt/L. Desta forma, os valores médios do parâmetro cor obtidos nas amostras analisadas também estão dentro dos padrões estabelecidos pela referida lei de, no máximo, 15,0 uH.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Pode-se distinguir este parâmetro em cor aparente e cor verdadeira. Na cor aparente, pode estar incluída uma parcela devida à turbidez da água. Sua

determinação é importante, pois a cor elevada da água, em um sistema de abastecimento público, é esteticamente indesejável ao consumidor que procura outras fontes não confiáveis para o consumo (Von Sperling, 2005).

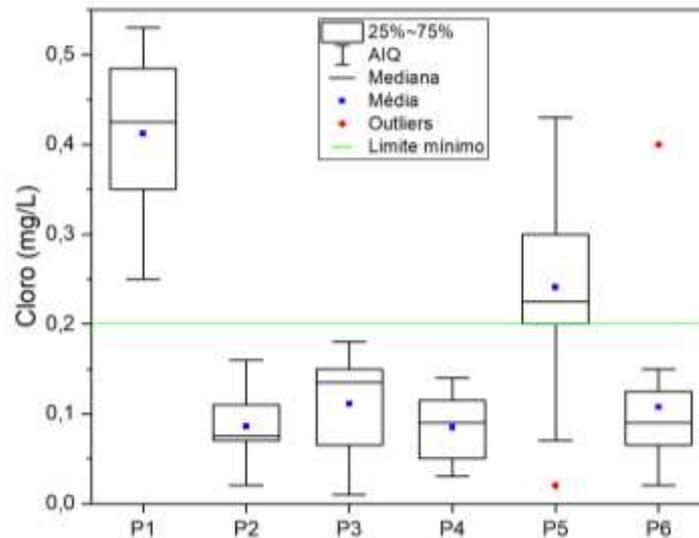
Figura 5: Valores de cor obtidos nas amostras analisadas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na Figura 6, são apresentadas as concentrações de cloro obtidas nas amostras analisadas. Conhecer o teor de cloro residual livre após a desinfecção permite garantir a qualidade microbiológica da água, já que o cloro tem capacidade de manter residuais estáveis após reações com a água. Além de ser utilizado na desinfecção, um residual mínimo de cloro deve ser mantido ao longo do sistema de distribuição com intuito de prevenir a contaminação da água já tratada. Ademais, é um indicador da segurança da distribuição, já que a redução de teor de cloro ao longo do sistema de distribuição pode indicar uma eventual contaminação microbiológica nos sistemas de água para consumo humano (Richter, 2009). A Portaria GM/MS nº 888/2021 estabelece que seja mantida uma concentração de cloro residual livre de, no mínimo, 0,2 mg/L, em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo.

Figura 6: Valores de cloro obtidos nas amostras analisadas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observa-se, na Figura 6, que em apenas dois pontos de coleta (P1 – caixa d’água do refeitório e P5 – bebedouro prédio dos professores) foram obtidas concentrações de cloro acima do limite mínimo estabelecido na Portaria GM/MS nº 888/2021. É importante destacar que todos os bebedouros do *campus* possuem filtros de carvão ativado instalados externamente ou no próprio equipamento, o qual adsorve o cloro, remove odores e sabores desagradáveis, além de reduzir a turbidez e a concentração de substâncias químicas e orgânicas. Dessa forma, as reduzidas concentrações de cloro obtidas na maioria dos pontos de coleta são, portanto, esperadas, haja vista que a coleta foi realizada na saída do bebedouro, devido à impossibilidade de coleta de amostras antes de cada bebedouro. Os resultados obtidos no ponto P5 podem estar associados ao fato de que, dentre os pontos analisados, este é o ponto de consumo mais próximo da saída do local de desinfecção e do reservatório de distribuição.

É importante destacar, ainda, que a água bruta dos poços, após receber a dosagem de cloro, percorre um longo percurso até chegar ao reservatório onde são misturadas e depois até os pontos de consumo, assim, valores de cloro abaixo do limite mínimo estabelecido (0,2 mg/L) ou mesmo ausentes podem estar relacionados com uma aplicação de uma dosagem baixa de cloro na água bruta, inferior ao que seria necessário para manter o mínimo determinado pela legislação no ponto de consumo. Quando o cloro é adicionado à água, parte é utilizada na inativação de microrganismos e parte é consumida pela matéria orgânica, o cloro remanescente é denominado de cloro residual.

De acordo com Leal (2012), “a demanda de cloro existente na água é representada pela diferença entre a dosagem de cloro aplicado e a concentração de cloro residual disponível, que corresponde à concentração de cloro total, soma do residual livre com o combinado”. No

entanto, durante o monitoramento da qualidade da água realizado, não foram detectados Coliformes Totais e *E. Coli* nas amostras de água analisadas, evidenciando que o processo de desinfecção da água está sendo eficiente, podendo-se inferir que o cloro está sendo removido nos filtros dos bebedouros.

A fim de identificar a causa da presença de gosto desagradável na água relatado pela comunidade acadêmica, foram realizadas análises de alcalinidade total nas amostras de água. A alcalinidade total na água refere-se à presença dos íons de hidróxido, carbonato e bicarbonato, podendo ser um sinal do potencial corrosivo ou incrustante da água. A quantificação da alcalinidade tem relevância para processo de tratamento de água pois, por meio do seu teor, se estabelece a quantidade dos produtos químicos utilizados no tratamento (Viana; Leite; Silva, 2010). Do ponto de vista sanitário, não tem nenhum significado para água potável, por outro lado, pode apresentar sabor desagradável (Von Sperling, 2005).

Em geral, águas subterrâneas apresentam alcalinidade superior a 20 mg.L⁻¹ CaCO₃ (Santos; Mohr, 2013). Nas amostras analisadas, foram obtidos valores de alcalinidade total variando de 126 a 180 mg/L de CaCO₃ que pode estar ocasionando o sabor desagradável na água relatado pela comunidade acadêmica. Além deste inconveniente, para consumo humano, a alcalinidade não é relevante e não possui significado sanitário, podendo a água ser consumida sem restrições nos casos em que a alcalinidade apresenta concentrações moderadas. A Portaria GM/MS n° 888/2021 não estabelece valor máximo permitido para este parâmetro.

4 Considerações finais

Os dados apresentados no presente estudo mostram que a água para consumo fornecida nos bebedouros do IFTM - *Campus* Uberlândia encontra-se dentro dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação, com exceção dos parâmetros pH e cloro residual. No entanto, apesar destes parâmetros apresentarem, respectivamente, valores acima e abaixo dos estabelecidos na legislação, não foi detectada a presença de Coliforme Totais e *E. Coli* nas amostras analisadas, sugerindo que o processo de desinfecção está sendo eficiente.

Apesar disso, os valores de cloro evidenciaram a necessidade de monitoramento e ajuste contínuo da sua dosagem para a garantia da qualidade microbiológica da água. Para tanto, é importante que a coleta de amostras de água para determinação de cloro e dos parâmetros microbiológicos seja realizada em local a montante ao primeiro ponto de consumo. Além disso, é imprescindível que seja mantida a manutenção frequente dos bebedouros e dos respectivos

filtros, conforme os prazos estabelecidos pelos fornecedores, o que se observou ser realizado na instituição.

Referências

AGÊNCIA Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 2011, 325 p.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Águas Subterrâneas. **Boletim Informativo da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, v. 171, p. 1–16, 2007.

AMERICAN Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, v. 21, p. 258–259, 2005.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021**: Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: ed. 96, seção I, 24 mai. 2021.

BRASIL. **Curso básico de vigilância da qualidade da água para consumo humano: módulo II: abastecimento de água: aula 2: etapas do abastecimento de água para consumo humano** [recurso eletrônico]. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. 39 p.

BRASIL. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

HIRATA, R. *et al.* **A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento**. Estudo de águas subterrâneas. Instituto Trata Brasil, 2018?.

LEAL, E. S. **Modelagem da degradação de cloro residual livre em sistemas de adução de água de abastecimento de porte médio**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) — Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012.

MUNIZ, J. M. **Avaliação microbiológica, física e química da água de escolas públicas municipais de Uberaba-MG**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2013.

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Burden of disease attributable to unsafe drinking-water, sanitation and hygiene, 2019 update**. Geneva: World Health Organization, 2023.

PEREIRA, R.C.S.O. **Saúde e ambiente: a água para o consumo humano em assentamentos rurais**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Territorial na América Latina e Caribe). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. São Paulo, 2016.

REIS, L. F.; PRADO, M.F.; NUNES, C. C. **Análise do sistema de tratamento de água para consumo humano utilizado no IFTM - Campus Uberlândia**. Resumos do VIII Seminário

de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica do IFTM, 2018. Disponível em: <https://iftm.edu.br/sin/2019/pesquisa.html>. Acesso em: 27 abr. 2023.

REZENDE, T.G. V. *et al.* Avaliação da qualidade da água dos poços utilizados para abastecimento do IFTM - *Campus Uberlândia*. **Resumos do X Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica do IFTM**, 2020. Disponível em: <https://iftm.edu.br/sin/2020/pesquisa.html>. Acesso em: 27 abr. 2023.

RICHTER, C.A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blucher, 2009.

SAMPAIO, C. A. P. *et al.* **Análise técnica de água de fontes rurais**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 24, n.2, 2019.

SANTOS, R. S.; MOHR, T. Saúde e qualidade da água: Análises Microbiológicas e Físico-Químicas em Águas Subterrâneas. **Revista Contexto & Saúde**, v. 13, n. 24/25, jan./jun., jul./dez. 2013.

SOUSA, I. F.; NASCIMENTO, M. F. Avaliação da qualidade da água utilizada para consumo humano no IFTM - *Campus Uberlândia*. **VII Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica do IFTM**, 2018. Disponível em: <https://iftm.edu.br/sin/2018/pesquisa.html>. Acesso em: 27 abr. 2023.

TAVARES, R.G. *et al.* Alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos. **Revista GEAMA – Ciências Ambientais e Biotecnologia**, v. 6, n. 1, p. 58-63, 2020. Versão Online. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/3411/482483410>. Acesso em: 27 abr. 2023.

VALIATTI, T. B. *et al.* Análise microbiológica da água de bebedouros de uma instituição de ensino superior de Rondônia, Brasil. **Revista Saúde**, Santa Maria, v. 47, n. 1, 2021.

VIANA, M. S.; LEITE, M. V.; SILVA, S. F. da. Qualidade físico-química das águas para abastecimento humano no município de Manhumirim (MG). **Revista Científica da Faminas**, v. 6, n. 3, p. 42-62, set./dez. 2010.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2005.