
ANÁLISE DE PARÂMETROS DE POTABILIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO OBTIDA DE BEBEDOUROS.

ANALYSIS OF WATER POTABILITY PARAMETERS FOR HUMAN CONSUMPTION OBTAINED FROM DRINKERS.

Isadora Padilha Adam¹; Cristiane da Silva Paula de Oliveira^{2*}

1 - Aluna do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

2 - Docente do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Paraná. Departamento de Saúde Coletiva UFPR.

RESUMO:

A água é um recurso essencial à vida e tem papel fundamental no funcionamento do organismo humano. Porém, pode conter microrganismos patogênicos e se tornar um veículo para transmissão de doenças. Por isso, a água destinada ao consumo humano deve seguir um padrão de potabilidade, que é atualmente estabelecido pela Portaria N^o 888, de 4 de maio de 2021. Para atender ao padrão exigido, a água passa por processos de tratamento e sua qualidade é avaliada através de parâmetros físico-químicos, organolépticos e microbiológicos, que devem ser monitorados periodicamente ao longo da rede de distribuição e nos pontos de consumo. O objetivo deste trabalho é analisar os parâmetros físico-químicos de potabilidade da água de bebedouros de uma instituição de ensino localizada na cidade de Curitiba, Paraná. Os parâmetros analisados foram cloro residual livre, pH, cloretos e dureza total, de acordo com os métodos descritos no Manual Prático de Análise de Água, da Fundação Nacional de Saúde. Os resultados obtidos demonstraram que três amostras não atenderam ao valor mínimo exigido de cloro residual livre (< 0,2 mg/L) e uma apresentou valor de dureza total acima do máximo permitido (> 300 mg/L CaCO₃), enquanto os demais resultados estavam de acordo com o estabelecido pela Portaria e com dados encontrados na literatura. É necessária a manutenção e higienização periódica dos bebedouros, que podem influenciar a qualidade da água disponível para consumo por serem potenciais fontes de contaminação.

Palavras-chave: água; potabilidade; qualidade; parâmetros; bebedouros.

ABSTRACT:

Water is an essential resource for life and plays fundamental role in the functioning of the human body. However, it may contain pathogenic microorganisms and become a vehicle for disease transmission. Therefore, water intended for human consumption must follow a potability standard, which is currently established by Ordinance N^o. 888, of May 4th, 2021. To meet the required standard, the water goes through treatment processes and its quality is evaluated through physical-chemical and microbiological parameters, which must be periodically monitored along the distribution network and at the points of consumption. The objective of this study is to analyze the physical-chemical parameters of potability of water from drinking fountains of an educational institution located in Curitiba, Paraná. The analyzed parameters were free residual chlorine, pH, chlorides and total hardness, according to the methods described in the Practical Manual of Water Analysis, from the National Health Foundation. The obtained results showed that three samples did not meet the minimum value required for free residual chlorine (< 0,2 mg/L) and one of them showed a total hardness

value above the maximum allowed ($> 300 \text{ mg/L CaCO}_3$), while the other results were in accordance with the established by the Ordinance and with data found in thre literature. Periodic maintenance and sanitation of drinking fountains is necessary, as they can influence the quality of water available for consumption as potentia sources of contamination.

Key-words: water; potability; quality; parameters; drinking fountains.

1. INTRODUÇÃO

Recurso natural essencial à sobrevivência, a água é o componente em maior abundância no organismo humano, além de estar presente em 70% da superfície terrestre e ser fundamental para a manutenção do clima do planeta (BRAULIO, 2020; GAIO, 2016; SERAFIM; VIEIRA; LINDEMANN, 2004). Ter acesso à água de qualidade e que não represente riscos à saúde e em quantidade suficiente, promove qualidade de vida à população e é um dos pilares do saneamento básico (DAMKE; PASINI, 2020).

Antes de ser usada pela população a água obtida dos mananciais deve ser tratada e tornar-se potável, e isso significa que para ser própria para o consumo humano deve atender uma série de padrões tais como os organolépticos, físico-químicos, bacteriológico ou de subprodutos do processo de desinfecção que irão atestar sua qualidade. Eles estão estabelecidos na Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021). Os padrões de potabilidade compreendem uma série de parâmetros que devem ser analisados, dentre eles estão a determinação de cloro residual livre, pH, dureza total e cloretos (BRASIL, 2021).

O cloro residual livre é formado após a adição do cloro (gasoso ou líquido) à água durante o tratamento na etapa de desinfecção, para eliminar os microrganismos que podem ser patogênicos. Quando o cloro é adicionado a uma água quimicamente pura e com pH acima de 4, ocorre uma reação, em décimos de segundo para formar o ácido hipocloroso (HOCl) que se dissocia em íons hipoclorito. O somatório destes dois elementos é conhecido como residual livre que garante a desinfecção pois penetram na célula do microrganismo, principalmente o HOCl, ocasionando reações químicas no seu sistema enzimático com comprometimento da atividade metabólica (MEYER, 1994). A ação residual do cloro garante que os microrganismos que eventualmente recontaminem, sejam destruídos durante todo o percurso da água, desde a estação de tratamento até o local onde ela será utilizada. Desta forma a manutenção de um teor mínimo de $0,2 \text{ mg/L}$ é obrigatório em qualquer ponto da rede de distribuição (BRASIL, 2021).

O pH (potencial hidrogeniônico), que representa a concentração de íons hidrogênio em uma solução, é um fator de extrema importância principalmente nos processos de tratamento. Na rotina dos laboratórios das estações de tratamento ele é medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação e para o controle do processo de desinfecção (BRASIL, 2013). Soares e Maia (1999) reportaram que o valor do pH apresenta relação direta com o crescimento bacteriano, já que para a maioria das bactérias o pH ótimo para seu desenvolvimento se concentra entre 6,5 e 7,5. Além disso o pH baixo pode, associado a outros fatores, acelerar o processo de corrosão da tubulação condutora de água (KELLNER; OLIVEIRA, 2022). Segundo Liu et al. (2018), o acúmulo de metais pesados proveniente do processo de corrosão da tubulação, entre eles o cobre, e suas liberações nos sistemas de água potável podem ter impactos críticos na segurança, embora os riscos associados ainda não estejam suficientemente avaliados (KELLNER; OLIVEIRA, 2022). Sobre a água com pH alcalino, pode haver a deposição de uma película ou incrustação de matéria orgânica ou inorgânica, isolando desta forma as paredes da tubulação do contato com a água, que podem inclusive restringir sua passagem (RIBEIRO et al., 2005). Segundo Bucks e Nakayama (1986) é mais provável a ocorrência de obstrução quando se utiliza água com valores de pH maiores que 8.

Outro parâmetro, a dureza total é calculada como sendo a soma das concentrações de íons cálcio e magnésio presentes na água, expressos como carbonato de cálcio. Ela pode ser temporária ou dureza de carbonatos, causada pela presença de bicarbonatos, que é resistente à ação dos sabões e provoca incrustações. É temporária porque os bicarbonatos, pela ação do calor, se decompõem em gás carbônico, água e carbonatos insolúveis que precipitam. A dureza também pode ser chamada de permanente ou de não carbonatos, causada pela presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, que resiste também à ação dos sabões, mas não produz incrustações por serem seus sais muito solúveis na água (BRASIL, 2013).

A ocorrência das incrustações provocadas pela dureza da água pode também levar ao entupimento das tubulações ou comprometimento de equipamentos. Pitts et al. (1990) classificaram a água como de baixo risco de entupimento quando a dureza total é menor que 150 mg/L de CaCO_3 , médio para valores maiores de 150 e menores que 300 e alto para valores acima de 300 mg/L. Neste sentido, a legislação estabelece para dureza total o valor máximo permitido de 300 mg/L para água potável (BRASIL, 2021).

Sobre os cloretos, geralmente estão presentes em águas brutas e tratadas em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/L na forma de

cloretos de sódio, cálcio e magnésio, além disso, o cloro usado no processo de desinfecção também pode ser responsável pela presença deste elemento (BRASIL, 2013; SOUZA et al., 2016). Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar (BRASIL, 2013). Águas contendo 250 mg Cl-/L podem ter um sabor salino detectável, se o cátion que propicia o equilíbrio iônico da solução for o sódio (Na⁺). Quando o cátion predominante é o cálcio ou magnésio, o gosto salino pode ser perceptível somente quando a concentração de cloreto estiver acima de 1000 mg Cl-/L. Tendo em vista o cloreto de sódio ser um ingrediente comum nas dietas, a presença de concentrações elevadas pode ser indicativa de poluição por efluentes domésticos ou industriais (POHLING, 2009). Desta forma, é estabelecido na Portaria um valor máximo permitido de 250 mg/L para água potável (BRASIL, 2021).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de apresentar e discutir os principais resultados obtidos através de análises de laboratório efetuadas em amostras de água obtidas de bebedouros de uma instituição de ensino localizada na cidade de Curitiba, Paraná.

2. METODOLOGIA

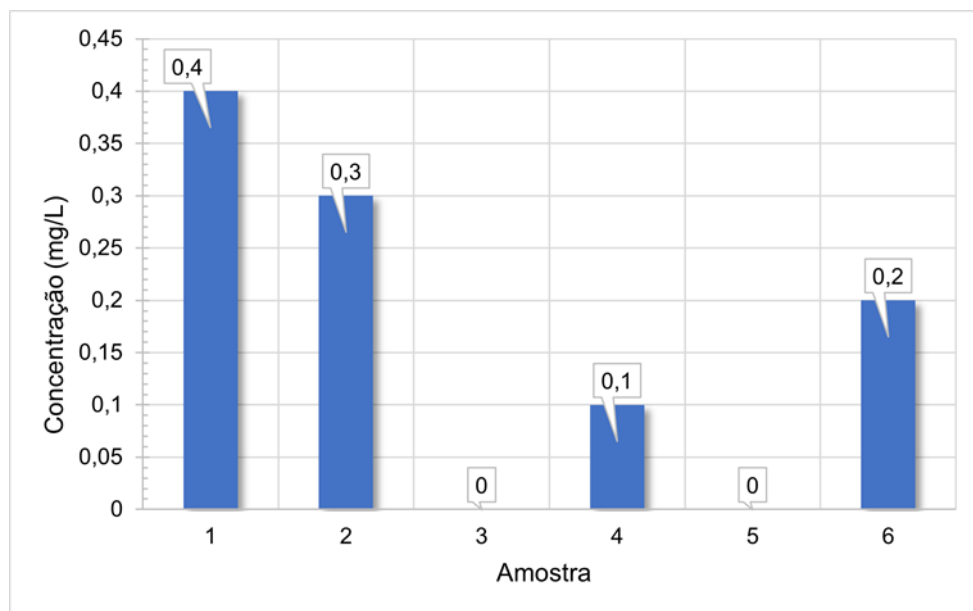
Os parâmetros de potabilidade avaliados foram cloro residual livre, pH, dureza total e cloreto analisados no mesmo dia da coleta da amostra de água. Os procedimentos de análise realizados foram baseados nas técnicas descritas no Manual Prático de Análise de Água, da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (BRASIL, 2013). Foram coletadas amostras de água de 6 bebedouros de uma instituição de ensino localizada na cidade de Curitiba, Paraná, escolhidos aleatoriamente. Foi feita a limpeza do local da saída da água no bebedouro com gazes esterilizadas embebidas em álcool etílico 70%. Com o uso de garrafa plástica com tampa rosqueada coletou-se 700mL da amostra de água de cada bebedouro. A análise de cloro residual livre foi realizada imediatamente após a coleta com o uso de método colorimétrico utilizando reagente dietil-p-fenilendiamina (DPD) da marca Microquant® da Merck, com leitura em comparador colorimétrico. Os resultados foram obtidos por comparação da coloração obtida com a “paleta de cores/concentração” do comparador. Para a determinação do pH foi utilizado pHmetro da marca TecnoPON®, modelo mPA-210/ mPA-210P constituído por eletrodo e circuito potenciômetro. A leitura do aparelho é feita em função da leitura da tensão que o eletrodo gera quando submerso na

amostra e a intensidade da tensão medida é convertida para uma escala de pH que pode variar de 0 a 14. Para a determinação da dureza total foi utilizada a titulometria por complexação com a solução-padrão de EDTA 0,01M como agente titulante. Os volumes gastos na titulação foram utilizados para o cálculo da DT com o uso da fórmula Dureza total (mg/L CaCO₃) = (mL gasto de EDTA x 1000 x Fc) / mL de amostra. A determinação da presença de cloretos na água foi realizada com o uso do método de Mohr. Os volumes gastos na titulação foram anotados e o teor de cloretos foi determinado a partir da fórmula: Cl (mg/L) = (A x N x 35,45) / mL de amostra em que: A = volume (mL) do titulante gasto na amostra; N = normalidade do titulante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação ao teor de cloro residual livre, pode-se observar no Gráfico 1 que 3 das 6 amostras analisadas não atenderam ao teor mínimo de 0,2 mg/L exigido pela Portaria Nº 888 de 2021 (BRASIL, 2021).

GRÁFICO 1 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE CLORO RESIDUAL LIVRE



FONTE: A autora (2022).

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Seco, Burgos e Pelayo (2012), que avaliou a qualidade bacteriológica e físico-química da água disponível para consumo em bebedouros de um campus universitário da cidade de Londrina, Paraná. A concentração de cloro residual encontrada foi de 0 mg/L nas 19 amostras analisadas. No estudo de Campos et al. (2017), a água dos 19 bebedouros selecionados de uma instituição de ensino em Maringá, Paraná, também apresentou valores de cloro residual abaixo do estabelecido, bem como a água da caixa d'água e da torneira selecionada para análise, variando de 0 mg/L a 0,04 mg/L. Ambos os estudos utilizaram a técnica de comparação colorimétrica utilizando o reagente DPD, de modo semelhante à realizada neste trabalho.

Considerando a importância da presença do cloro residual na água para o monitoramento do processo de desinfecção e para atender ao padrão de potabilidade estabelecido (COSTA; SILVAS; CASTRO, 2015), torna-se necessário investigar e sugerir hipóteses que tentem explicar os motivos pelos quais os valores encontrados nas amostras 3, 4 e 5 estão abaixo do exigido pela Portaria.

Na Figura 1 é possível visualizar o comparador colorimétrico utilizado e o resultado do teste realizado com a amostra 4 com valor de 0,4mg/L de cloro residual livre.

FIGURA 1 - ANÁLISE COLORIMÉTRICA DE CLORO RESIDUAL LIVRE

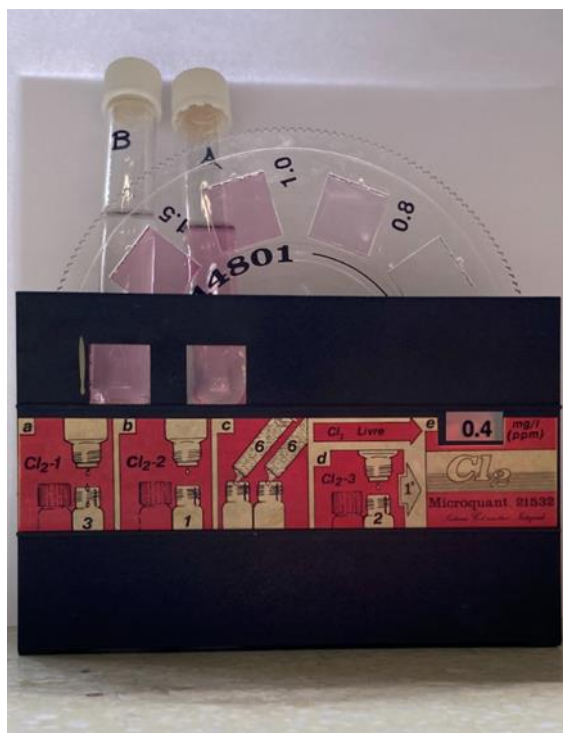


FOTO: A autora (2022).

Uma das hipóteses que poderia explicar os resultados abaixo de 0,2mg/L e a de que os bebedouros de pressão, também conhecidos como purificadores de coluna, contam com sistema interno de purificação por métodos de filtração para garantir a qualidade da água para o consumo (CAPISTRANO; MENEZES; OLIVEIRA, 2011). Na Figura 2 é possível visualizar as imagens dos bebedouros da instituição de ensino que foram utilizados para a coleta das amostras deste trabalho.

FIGURA 2 - IMAGEM DOS BEBEDOUROS SELECIONADOS PARA COLETA DE AMOSTRAS



FONTE: A autora (2022).

Além disso, de acordo com Araújo et al. (2014), bebedouros podem ser considerados fontes potenciais de contaminação pois muitas pessoas os utilizam diariamente, o que poderia justificar os resultados obtidos pois sendo o cloro um forte agente oxidante, ao encontrar microrganismos ou impurezas pode reagir e ter seu teor reduzido. Além disso, a devida higienização e uma possível falta de manutenção do equipamento, também poderia influenciar nos resultados.

Em relação à sua composição, os filtros internos podem ser de porcelana (ou materiais similares) ou de carvão ativado (TAVARES et al., 2020). Possuem as funções de retirar sólidos suspensos, entre eles areia, argila e outras possíveis impurezas, reter contaminantes biológicos, como bactérias, vírus e cistos, e reter elementos químicos que possam interferir nas características organolépticas da água (CAPISTRANO; MENEZES;

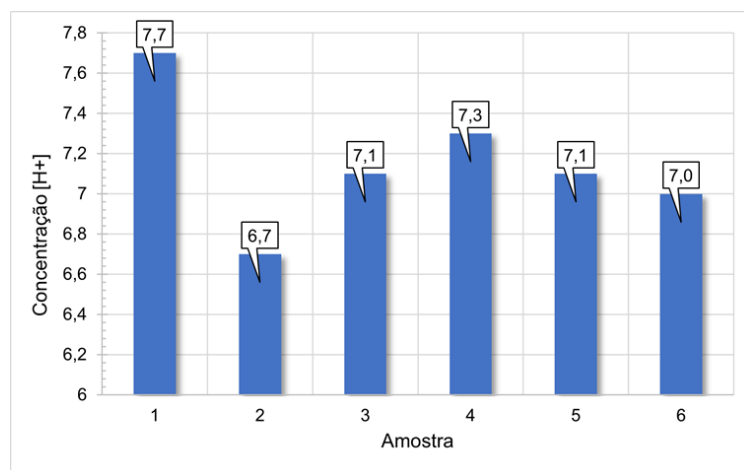
OLIVEIRA, 2011). Dentre suas funções, o sistema de filtração por carvão ativado é utilizado para remover cloro residual e compostos orgânicos, como aldeídos, terpenos e compostos húmicos, que podem conferir sabor e odor à água (PEDRO et al., 1997). Essa remoção pode estar relacionada aos baixos teores de cloro residual livre encontrados nas amostras 3, 4 e 5. Seria necessário, no entanto, informações detalhadas, sobre a composição de cada um destes bebedouros para concluir que estes resultados estão relacionados à eficácia do elemento carvão ativado na remoção do cloro.

O teor de cloro residual livre também sofre influência do pH (MEYER, 1994). Apesar do pH não ser parâmetro obrigatório de ser verificado na rede e nos pontos de distribuição da água para consumo humano, servem de orientação para o tempo mínimo de contato necessário dos agentes desinfetantes com a água durante o tratamento na Estação de Tratamento de Água, assegurando a eficácia do processo. Isso é estabelecido nos Anexos 3 e 6 da Portaria, que determina que os valores de pH estejam na faixa de 6,0 a 9,0 (BRASIL, 2021).

Em relação ao cloro, menor tempo de contato é necessário quando a água apresenta pH próximo a 6,0, pois a reatividade do desinfetante diminui em valores elevados de pH. Abaixo desse valor, a ionização do ácido hipocloroso é baixa, o que não é interessante já que é necessária para a formação do íon hipoclorito que juntos formam o cloro residual livre (MEYER, 1994).

Para prevenir a corrosão da tubulação ou formação das incrustações seria interessante que fosse também monitorado. No Gráfico 2 é possível verificar os resultados obtidos neste estudo, que são semelhantes aos encontrados por Campos et al. (2017) que obteve medições de 6,87 a 7,81 nas amostras de água de bebedouros e, pelos autores Soares e Oliveira (2017), que estudaram a qualidade da água dos bebedouros de uma instituição de ensino em Goiás e obtiveram valores entre 7,00 e 7,78.

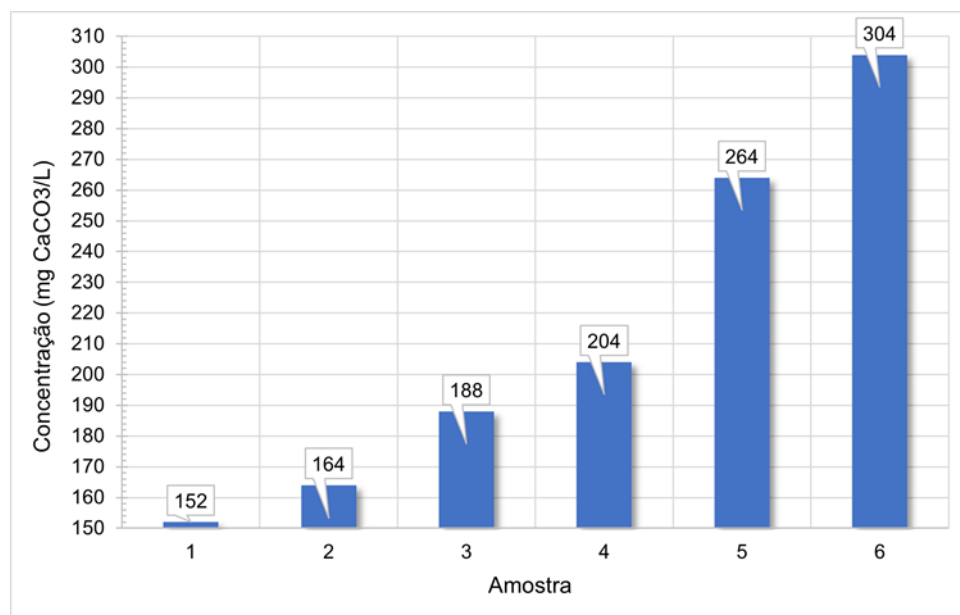
GRÁFICO 2 - RESULTADOS DA DETERMINAÇÃO DO PH



FONTE: A autora (2022).

No Gráfico 3 é possível visualizar os resultados obtidos na determinação da dureza total.

GRÁFICO 3 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE DUREZA TOTAL



FONTE: A autora (2022).

Com exceção da amostra 6, os resultados obtidos nas análises do parâmetro dureza total classificam as amostras como de médio risco de entupimento, ou seja, apresentam concentração de CaCO₃ entre 150 e 300 mg/L, de acordo com a classificação de Pitts et al. (1990), e estão de acordo com o padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria Nº 888 (BRASIL, 2021). A amostra 6, entretanto, foi classificada como de risco elevado para entupimento, pois sua concentração de CaCO₃ se encontra acima de 300 mg/L, valor máximo permitido pela Portaria (BRASIL, 2021; SILVA FILHO et al., 2020).

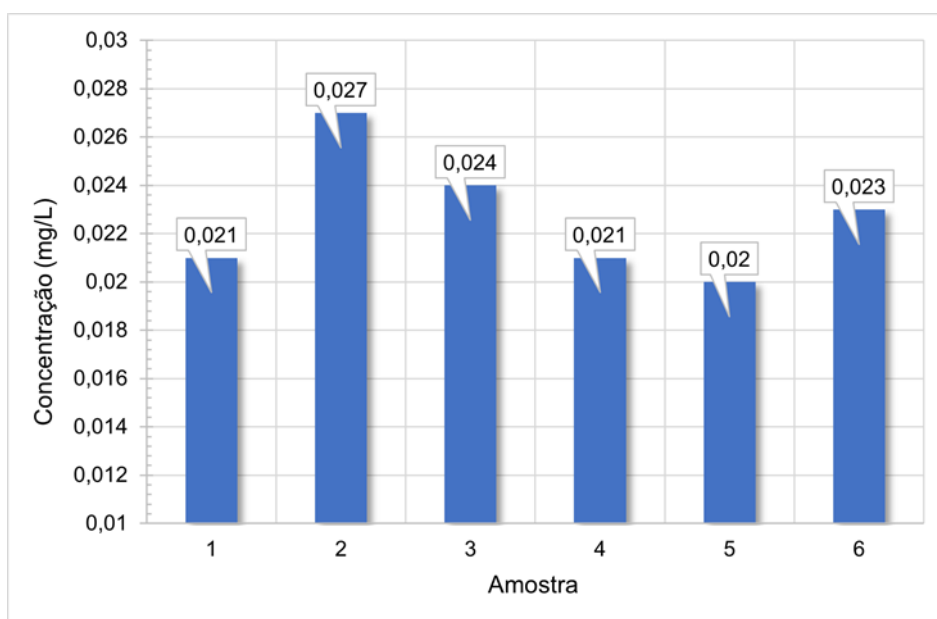
A água com valores superiores ao valor máximo permitido também pode afetar o padrão organoléptico da água, deixando-a com gosto desagradável ao paladar, além de dificultar a dissolução do sabão, prejudicando processos de limpeza, e gerar substâncias insolúveis que se depositam nas tubulações, potencializando a formação de incrustações que podem provocar entupimentos e aumento nos custos de manutenção (BUENO, 2019).

Águas provenientes de fontes subterrâneas ou profundas tendem a apresentar valores de dureza total mais elevados quando comparadas a águas superficiais, como observado pelos resultados do estudo de Crispim et al. (2017) que realizou análise físico-

química das águas de três poços localizados na cidade de Pombal, Paraíba. No estudo, as águas dos poços obtiveram valores de dureza total entre 271 mg/L e 423 mg/L, classificando algumas amostras como fora do padrão de potabilidade.

Em relação aos resultados obtidos da determinação de cloretos, todos se encontram significativamente abaixo do valor máximo permitido pela Portaria Nº 888/2021, como se observa no Gráfico 4.

GRÁFICO 4 - RESULTADOS DAS ANÁLISES DE CLORETOS



FONTE: A autora (2022).

A análise deste parâmetro é importante, pois a presença de cloreto em água doce em quantidade maior a estabelecida na portaria pode indicar contaminação por efluente doméstico ou resíduos industriais, o que não é desejado para água de consumo humano (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2018). Dejetos humanos e de animais apresentam elevado teor de íons cloreto devido ao cloreto de sódio, sal consumido na dieta e eliminado de forma inalterada (LIMA et al., 2015). Os resultados determinados indicam também que a água atende aos padrões organolépticos, visto que, o sabor salino pode ser verificado quando a concentração está acima de 250 mg/L de íons cloreto (MORAIS et al. , 2014). Além disso, concentrações elevadas de cloreto na água podem provocar efeito laxativo (CRUZ; CLAIN, 2010). Oliveira et al. (2019), em seu estudo da análise físico-química e microbiológica da água de bebedouros de 3 escolas municipais da

cidade de Jardim, Ceará, também encontrou teores de cloreto dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos das análises de parâmetros físico-químicos da água disponível para consumo na instituição de ensino selecionada demonstram que, em determinados pontos, a água está em desacordo com os valores estabelecidos pela Portaria Nº 888 de 4 de maio de 2021. Os parâmetros de cloro residual livre e dureza total de determinadas amostras se encontraram fora dos limites exigidos pela portaria. É importante frisar que o cloro está relacionado à qualidade microbiológica da água, sendo necessário uma concentração residual para garantir a desinfecção. Além de apresentar gosto desagradável ao paladar, a água dura pode afetar o sistema de distribuição, causando incrustações e entupimentos.

Embora as amostras de água analisadas tenham passado pelo processo de tratamento, variações ao longo da rede de distribuição até chegar aos pontos de consumo estão sujeitas de ocorrer. O monitoramento da qualidade da água é de extrema importância para garantir que para o consumo é segura e não apresenta riscos à saúde da população. A água disponível para consumo em bebedouros deve ser monitorada com frequência, pois sua qualidade é diretamente influenciada pela integridade e limpeza destes dispositivos que devem ser realizadas periodicamente.

5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. M.; BARAÚNA, A. C.; GRANJA, F.; MENESES, C. A. R.; CARDOSO, L. Análise bacteriológica da água consumida em escolas públicas na capital de Boa Vista-Rr. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 62, 2010, Natal. Anais... Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/62ra/resumos/resumos/2272.htm>. Acesso em: 12 nov. 2022.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. E-book. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf. Acesso em: 26 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 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. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 7 mai. 2021a. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 26 mar. 2022.

BRAULIO, E. B. Análise da qualidade da água do Igarapé Esperança no município de Benjamin Constant – AM. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Administração, Instituto de Natureza e Cultura, Universidade Federal do Amazonas, Benjamin Constant, 2020. Disponível em: <https://riu.ufam.edu.br/handle/prefix/5941>. Acesso em: 7 nov. 2022.

BUCKS, D. A.; NAKAYAMA, F. S. Trickle irrigation for crop Production: design, operation and management. Amsterdam: Elsevier, 1986, 163p.

BUENO, A. R. A. Avaliação de diversos poços tubulares profundos da região noroeste do estado de São Paulo. 2019. 217 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de Concentração Saneamento) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Bauru, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/190844>. Acesso em: 25 nov. 2022.

CAMPOS, D. A. G.; FRANCO, J. M.; ABREU FILHO, B. A.; BERGAMASCO, R.; YAMAGUCHI, N. U. Avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano em instituição de ensino. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 15, n. 1, p. 289-298, jan./jul. 2017. Disponível em: http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/3340/pdf_635. Acesso em: 7 dez. 2022.

CAPISTRANO, B. C.; MENEZES, E. M. de; OLIVEIRA, H. E. de. Qualidade da água nos bebedouros da UNICAMP. Revista Ciências do Ambiente On-Line. [S.l.], v. 7, n. 1, p. 24-27, jul. 2011. Disponível em: <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/281/217>. Acesso em: 8 dez. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Apêndice E – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade. In: COMPANHIA AMBIENTAL DO

ESTADO DE SÃO PAULO. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-das-ari%C3%A1veis-de-Qualidade.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2022.

COSTA, A. M.; SILVAS B. P. C.; CASTRO R. R. O. Análise da concentração de cloro livre, cloro total, pH e temperatura em alguns pontos de consumo abastecidos pela rede pública de distribuição na cidade de Curitiba/PR. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8025/2/CT_EC_2014_2_07.pdf. Acesso em: 16 abr. 2022.

CRISPIM, D. L.; OLIVEIRA, A.M.B.M.; CHAVES, A.D.C.G.; CHAVES, L.F.O.; ANDRADE, S.O. Análise físico-química das águas de três poços amazonas no centro da cidade de Pombal - PB. Geografia, Ensino & Pesquisa, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 155-163, set. 2017. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/320215913_Analise_Fisico-Quimica_das_Aguas_de_Tres_Pocos_Amazonas_no_Centro_da_Cidade_de_Pombal-PB_Resumo_Physical-Chemical_Analysis_of_the_Water_From_Three_Amazonas_in_the_City_Center_of_Pombal-PB. Acesso em: 16 jun. 2022.

CRUZ, J. N.; CLAIN, A. F. A Interferência do pH na Análise de Cloreto pelo Método de Mohr. Revista Eletrônica TECCEN, Vassouras, v. 3, n. 3, p. 29-44, jul./set. 2010. Disponível em: <http://editora.universidadevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/255>. Acesso em: 20 mai. 2022.

DAMKE, T; PASINI, F. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. Revista Teccen, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 8-15, jan./jun. 2020. Disponível em: <http://editora.universidadevassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/2200>. Acesso em: 12 nov. 2022.

GAIO, S. S. M. Produção de água potável por dessalinização: tecnologias, mercado e análise de viabilidade econômica. 2016. 76 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente) – Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, 2016. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/26066/1/ulfc120740_tm

_Susana_Gaio.pdf. Acesso em: 7 nov. 2022.

KELLNER, E.; OLIVEIRA, F.E.S. A agressividade da água e a possibilidade de alteração da qualidade para o consumo humano. *Eng. Sanit. Ambient.* v. 27. n.1, p. 159-168, 2022.

LIMA, R. B.; OLIVEIRA, D.S.; BATISTA, R.O.; ALVES, S.C. Análise físico-química da água de três poços subterrâneos no município de Mossoró-RN. In: ENCONTRO REGIONAL DE QUÍMICA, 5, ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA, 4, 2015, Mossoró. Anais... Mossoró, 2015. p. 505-514. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luiz-Di-Souza/publication/301445540_Analise_fisico-quimica_da_agua_de_tres_pocos_subterraneos_no_municipio_de_Mossoro-RN/links/57cf255308ae057987ac08a2/Analise-fisico-quimica-da-agua-de-tres-pocos-subterraneos-no-municipio-de-Mossoro-RN.pdf. Acesso em: 20 mai. 2022.

LIU, Q.; HAN, W.; HAN, B.; SHU, M.; SHI, B. Assessment of heavy metals in loose deposits in drinking water distribution system. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 190, n. 7, 2018.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 99–110, jan./mar. 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/pQy9fHxmbtW7Jx7BkxNjtp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 abr. 2022.

MORAIS, A. K. et al. Determinação de cloreto em água mineral comercializada na região de Teresina-PI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 54, 2014, Natal. Anais... Natal, 2015. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/4/4883-16591.html>. Acesso em: 20 mai. 2022.

OLIVEIRA, E. J. C.; TEOTÔNIO, L.E.O; SOUSA JÚNIOR, D. L.; MARQUES, A. E. F. Análise físico-química e microbiológica da água de bebedouros de escolas municipais na cidade de Jardim – Ceará. *Visão Acadêmica*, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 55-67, jan./mar. 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/64217/38569>. Acesso em: 7 dez. 2022.

PEDRO, N. A. R.; BRÍGIDO. B.M.; BADOLATO, M.I.C.; ANTUNES, J.L.F.; OLIVEIRA, E.

Avaliação de filtros domésticos comerciais para purificação de águas e retenção de contaminantes inorgânicos. *Química Nova*, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 208-212, abr. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/cnq37wvWd9DhdghfD69TnqC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 8 dez. 2022.

PITTS, D. J.; HAMAN, D. Z.; SMAJSTLA, A. G. Causes and prevention of emitter plugging in microirrigation systems. Gainesville, University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, 1990, 258, p.12 Bulletin.

POHLING, R. Reações Químicas na Análise de Água. Fortaleza: Editora Arte Visual Gráfica e Editora Ltda. – ME, p.5, 2009.

RIBEIRO, T. A. P.; AIROLDI, R.P.S.; PATERNIANI, J.E.S.; DA SILVA, M.J.M. Variação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos da água em um sistema de irrigação localizada. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.* v. 9, n. 3, p.295-301, 2005.

SECO, B. M. S.; BURGOS T. N.; PELAYO, J. S. Avaliação bacteriológica das águas de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina-PR. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, Londrina, v. 33, n. 2, p. 193-200, jul./dez. 2012. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/10546/12166>. Acesso em: 7 dez. 2022.

SERAFIM, A. L.; VIEIRA, E. L.; LINDEMANN, I. L. Importância da água no organismo humano. *Vidya*, [S.l.], v. 24, n. 41, p. 147-157, jan./jun. 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/425/399>. Acesso em: 7 nov. 2022.

SILVA FILHO, E. D.; DA SILVA, A.B.; DOS SANTOS, J.S.I.; DA SILVA, M.V.A.; PEREIRA, M.N.; GONZAGA, F.A.S.; SILVEIRA, P.L.N. Verificação da qualidade da água do açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, PB, Brasil. *Interfaces Científicas – Saúde e Ambiente*, Aracaju, v. 8, n. 2, p. 215-229, 2020. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/8006/pdf>. Acesso em: 26 mai. 2022.

SOARES, L. J.; OLIVEIRA, S. D. Estudo da Qualidade da Água dos Bebedouros do IFG –

Campus Inhumas. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Licenciatura em Química, Instituto Federal de Goiás, Inhumas, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/164/1/Estudo%20da%20Qualidade%20da%20%C3%81gua%20dos%20Bebedouros%20do%20IFG-%20C%C3%A3mpus%20Inhumas.pdf>. Acesso em: 7 dez.2022.

SOARES, J. B.; MAIA, A. C. F. Água: microbiologia e tratamento. Fortaleza: UFC, 1999. 215p.

SOUZA, I. R. A. S. CORCINO, F. H. C.; SILVA, C. L. B.; DANTAS, A. N. S. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CLORETO EM ÁGUAS DE ABASTECIMENTO DA REGIÃO AGRESTE POTIGUAR. 4ª Semana de Química – IFRN, 2016. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/2526-4664.027>. Acesso em: 5 mar. 2023.

TAVARES, R. G.; GUSMÃO, A.C.S.; SILVA, R.S.O.; SILVA, G.F.M.; ANDRADE, P.K.B.; ROCHA, E.A. Alteração físico-química da água para consumo humano após uso de filtros domésticos. Revista GEAMA – Ciências Ambientais e Biotecnologia, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 58-63, abr. 2020. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/3411/482483410>. Acesso em: 8 dez. 2022.

***Autor para correspondência:**
Cristiane da Silva Paula de Oliveira
Universidade Federal do Paraná
RECEBIDO: 12/03/2023 ACEITE: 10/05/2023