

RELATO DE AULA PRÁTICA: CLORO RESIDUAL LIVRE NA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO

PRACTICAL CLASS REPORT: FREE RESIDUAL CHLORINE IN DRINKING WATER

Clarisse Jarbas Cotta¹; Cristiane da Silva Paula de Oliveira^{2*}

1 - Aluna do Curso de Farmácia da Universidade Federal do Paraná, Monitora da disciplina Vigilância em Saúde.

2 - Docente do Departamento de Saúde Coletiva e do curso de Farmácia da Universidade Federal do Paraná. Professora da disciplina de Vigilância em Saúde.

RESUMO:

A qualidade da água é determinante para a saúde pública e seu controle tornou-se essencial desde a comprovação da relação entre água contaminada e doenças de veiculação hídrica no século XIX. A cloração, introduzida no início do século XX, consolidou-se como método eficaz e de baixo custo para a desinfecção da água, sendo amplamente utilizada no Brasil desde 1925. O presente estudo tem como objetivo relatar uma experiência prática de determinação do cloro residual livre realizada na disciplina de Vigilância em Saúde do curso de Farmácia de uma instituição de ensino superior em Curitiba, no segundo semestre de 2025. Os estudantes coletaram 22 amostras de água de abastecimento domiciliar provenientes de 17 bairros distintos, seguindo as orientações do Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde. A determinação do cloro residual livre foi realizada pelo método colorimétrico com reagente DPD, utilizando dois equipamentos: um fotômetro portátil e um disco comparador de cor. Todas as amostras apresentaram concentrações dentro dos limites estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021 ($\geq 0,2$ mg/L), evidenciando conformidade com o padrão de potabilidade. Observou-se que o fotômetro apresentou maior precisão e facilidade de leitura em comparação ao disco comparador. A atividade possibilitou aos estudantes compreender a importância do controle de cloro residual livre como parâmetro essencial para a segurança da água de consumo humano e aplicar, de forma prática, conhecimentos sobre vigilância e monitoramento da qualidade da água.

PALAVRAS-CHAVE: cloro residual livre; vigilância em saúde; qualidade da água; desinfecção; ensino em saúde.

ABSTRACT:

Water quality is a determining factor for public health, and its control has become essential since the 19th century, when the relationship between contaminated water and waterborne diseases was established. Chlorination, introduced in the early 20th century, has become a low-cost and highly effective method for water disinfection and has been widely used in Brazil since 1925. This study aims to report a practical experience on the determination of free residual chlorine conducted in the Health Surveillance course of a Pharmacy undergraduate program at a higher education institution in Curitiba, Brazil, during the second semester of 2025. Students collected 22 household water samples from 17 different neighborhoods, following the guidelines of the Practical Manual for Water Analysis of the National Health Foundation. The determination of free residual chlorine was performed by the colorimetric DPD method using two instruments: a portable photometer and a color comparison disc. All samples showed chlorine concentrations within the limits established by the Brazilian Ministry of Health Ordinance GM/MS No. 888/2021 (≥ 0.2 mg/L), indicating

compliance with drinking water standards. The photometer demonstrated greater accuracy and ease of use compared to the color disc. The activity enabled students to understand the importance of monitoring free residual chlorine as an essential parameter for ensuring the safety of drinking water and to apply, in practice, concepts related to surveillance and water quality control.

KEYWORDS: free residual chlorine; health surveillance; water quality; disinfection; health education.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a qualidade da água e sua relação com a saúde remonta às civilizações antigas. Hipócrates, na Grécia Antiga, em sua obra 'Água, ar e lugares' já fazia referência às relações de causa e efeito entre o meio físico e doenças (FORTES, BARROCAS, KLIGERMAN, 2019). Além disso, existem indícios de que o uso de água fervida já era recomendado em 500 a.C., mas alguns historiadores julgam que esta prática era adotada desde o começo da civilização (LABUSCH, 1971; MEYER, 1994).

A qualidade da água tornou-se questão de saúde pública no final do século XIX e início do século XX, devido à compreensão da relação entre água contaminada e a ocorrência de doenças (BRASIL, 2020). Um fato histórico importante que consolidou o entendimento da água como veículo de transmissão de agentes patogênicos ocorreu em 1854 quando John Snow, o pai da epidemiologia, demonstrou a associação entre o consumo de água contaminada e a disseminação da cólera em Londres (FORTES, BARROCAS, KLIGERMAN, 2019). Antes disso, no ano de 1835, o Dr. Robley Dunlingsen, em seu livro "Saúde Pública" já recomendava a adição de uma pequena quantidade de cloro para que a água fosse adequada para uso, e em 1881, Robert Koch demonstrou em laboratório que o cloro inativava bactérias (GEHLING, 2025). O primeiro sistema de abastecimento de água a usar cloro foi em o de Middelkerke, na Bélgica, em 1902 (GEHLING, 2025). Em 1905 na Inglaterra Sir. Alexander Houston deu início a cloração da água e passou a ser considerado o pai da cloração (AZEVEDO NETO, 1978). Nos Estados Unidos em 1908 Johnson adotou a cloração contínua das águas de Bubby Creek em Chicago com o uso do cloreto de cal e em 1910 aconteceu a primeira aplicação de cloro gasoso para desinfecção de água em Fort Meyer na Virgínia (AZEVEDO NETO, 1978).

No Brasil a cloração da água teve início em 1925 em São Paulo (AZEVEDO NETO, 1978; MURTHA, CASTRO, HELLER, 2015) e com o avanço tecnológico e o fortalecimento institucional do setor, a cloração consolidou-se como etapa obrigatória do tratamento convencional, permanecendo até hoje como padrão de referência nos sistemas de abastecimento público (BRASIL, 2020).

O cloro, elemento químico pertencente ao grupo dos halogênios (BITENCOURT, PAULA, 2014) é o desinfetante mais comumente utilizado e considerado altamente eficaz, pois atua sobre os microrganismos patogênicos, prevenindo desta forma, as doenças de transmissão hídrica (BRASIL, 2020; SILVA et al., 2023). Nas dosagens recomendadas para desinfecção, não apresenta riscos à saúde humana, sendo ainda de baixo custo, de fácil aplicação e não altera significativamente as características físico-químicas da água. Além disso, mantém um residual ativo, ou seja, sua ação desinfetante persiste mesmo após a aplicação, garantindo proteção contínua contra possíveis contaminações (BRASIL, 2014).

Na desinfecção da água destinada ao consumo humano, o cloro é geralmente utilizado na forma molecular (Cl_2), tanto líquida quanto gasosa e sua quantidade é expressa como Cl_2 (cloro elementar), HOCl (ácido hipocloroso) e OCl^- (íon hipoclorito), denominada de cloro residual livre, parâmetro essencial para a manutenção da qualidade microbiológica da água, pois impede o crescimento e a proliferação de bactérias inclusive se houver contaminações ao longo do percurso entre a estação de tratamento e o ponto de consumo (MEYER 1994; BRASIL, 2014; MOURA, 2021).

No Brasil, as normas de potabilidade da água existentes seguem basicamente os padrões recomendados pela OMS, contidas no 'Guidelines for Drinking Water Quality' (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2017). Desde a publicação do Decreto Federal nº 79.367, de 09 de março de 1977, o Ministério da Saúde (MS) tem a responsabilidade de elaborar normas e o padrão de potabilidade de água para consumo humano, que definem os limites máximos para as diversas características físicas, químicas e biológicas inerentes às águas para consumo (FORTES, BARROCAS, KLIGERMAN, 2019). A Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece a obrigatoriedade da manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo (BRASIL, 2021). Em se tratando do cloro residual livre, o monitoramento da sua concentração é fundamental para a avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano, constituindo um parâmetro de controle da dosagem aplicada durante o processo de tratamento (COSTA; SILVAS; CASTRO, 2015).

A empresa de saneamento, responsável pelo abastecimento, monitora o teor mínimo de cloro na água distribuída para a população, e se necessário, faz ajustes da dosagem deste agente desinfetante. O ajuste pode ser feito na saída da Estação de Tratamento de Água e em pontos estratégicos da rede de distribuição, caso os valores não estejam em conformidade com o estabelecido na Portaria GM/MS Nº 888/2021 (BRASIL,

2020). Além disso, o monitoramento também é realizado pela autoridade de Saúde Pública por meio de ações do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2019) que integra as ações de Vigilância Ambiental do Sistema Único de Saúde (SUS), componente específico da Vigilância em Saúde responsável pela identificação, avaliação e monitoramento de fatores ambientais que possam impactar a saúde humana.

O presente trabalho tem como objetivo relatar uma atividade prática de determinação do cloro residual livre desenvolvida no âmbito da disciplina de Vigilância em Saúde, ofertada por uma instituição de ensino superior localizada na cidade de Curitiba, Paraná.

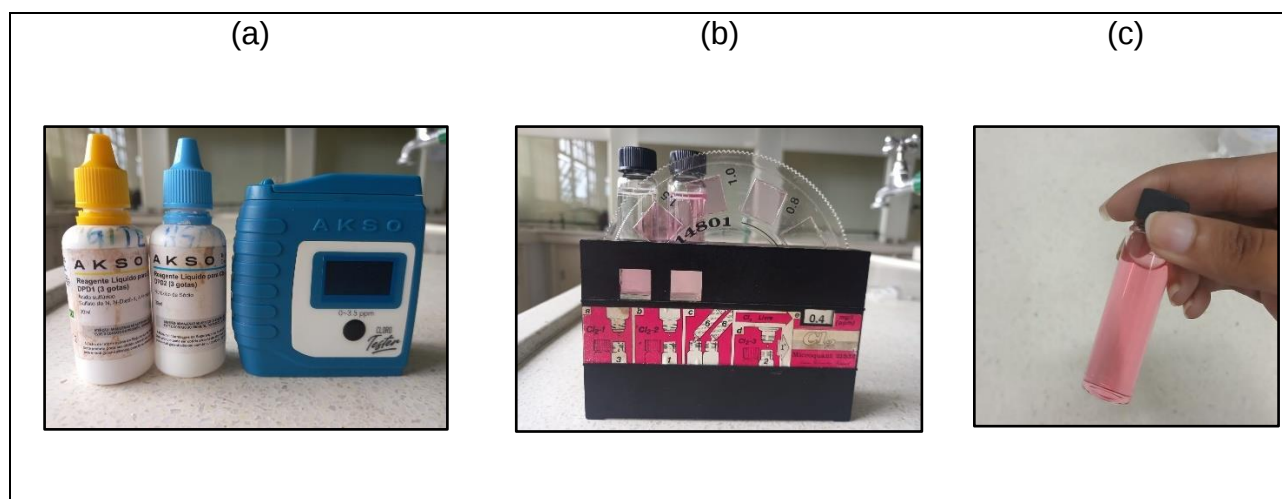
2. O RELATO DE EXPERIÊNCIA

O presente estudo configura-se como um relato de experiência, no 2º semestre do ano de 2025, desenvolvido durante uma aula prática da disciplina de Vigilância em Saúde do curso de Farmácia de uma instituição de ensino superior, na qual os estudantes matriculados tiveram contato com a técnica colorimétrica para a determinação de cloro residual livre em amostras de água para consumo humano. Em uma primeira etapa os estudantes tiveram uma aula teórica onde conheceram os parâmetros de potabilidade da água para consumo humano definidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 que inclui a determinação de cloro residual livre (BRASIL, 2021). Em uma segunda etapa, os estudantes receberam orientações sobre como proceder a coleta de amostras de água obtidas da rede pública de abastecimento, e foram convidados a contribuir com a aula trazendo amostras obtidas a partir de torneiras do cavalete de suas residências localizadas em diferentes bairros da cidade. O período de coleta compreendeu o intervalo entre os dias 6 a 10 de setembro de 2025. O procedimento amostral seguiu as recomendações do Manual Prático de Análise de Água da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (BRASIL, 2013), que estabelece a higienização das mãos e a desinfecção da torneira com álcool etílico a 70% seguido da sua abertura para escoamento por 2 a 3 minutos antes da coleta. De acordo com o referido Manual, as análises de cloro residual livre devem ser realizadas imediatamente após a coleta, preferencialmente em campo, com tempo máximo entre 30 minutos a 2 horas. Considerando que, neste estudo, a determinação seria efetuada no laboratório de aula prática e não in loco, recomendou-se o acondicionamento das amostras

em frascos de polietileno tereftalato (PET) previamente higienizados. Um total de 22 amostras coletadas na cidade de Curitiba foram utilizadas na aula.

Por fim, os estudantes conheceram a metodologia para a determinação do cloro residual livre baseada em teste colorimétricos aplicando o método DPD (N,N-dietil-p-fenileno-diamina). O composto DPD é incolor em sua forma original, porém, na presença de um agente oxidante, como o cloro, ocorre a formação do radical livre intermediário $\text{DPD}^{\bullet+}$ (conhecido como corante de Wurster), que apresenta coloração rosa (Figura 1c). Dessa forma, a reação do cloro com o DPD resulta na formação de um complexo cuja intensidade da cor é diretamente proporcional à concentração de cloro livre presente na amostra.

Figura 1 – Equipamentos utilizados em aula prática para a determinação do cloro residual livre e cor característica desta reação colorimétrica.



Nota: (a) Kit de Testes Dpd1 (ácido sulfúrico e DPD) e Dpd2 (hidróxido de sódio) + Medidor de Cloro livre, digital portátil marca Akso (0,00 a 3,5 mg/L) (b) Disco Comparador rotativo marca Merck (Mcolortest cloro livre 0,1-2mg/L) (c) Cor “Rosa” verificada pela reação do reagente DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina) com o cloro.

Para leitura dos resultados foram utilizados dois instrumentos. O primeiro foi um medidor de cloro livre, Fotômetro portátil, da marca Akso (Figura 1a), que trabalha com comprimento de onda de 525 nm capaz de medir concentrações entre 0 e 3,5 mg/L. Também foi utilizado um Disco Comparador visual (marca Merck Microquant, modelo 21532) com intervalo de medição entre 0 e 2,0 mg/L (Figura 1b). Ambos foram idealizados para serem levados a campo.

O procedimento de uso do fotômetro é: em um tubo (Tubo 1) adicionou-se 10mL da amostra para zerar o equipamento e, posteriormente, 3 gotas de cada reagente do kit

(Dpd1 = ácido sulfúrico + Sulfato de N, N-Dietil-p-fenileno-diamina e Dpd2 = Hidróxido de sódio). Homogeneizou-se o conteúdo do Tubo 1 por inversão e realizou-se a leitura no equipamento (Figura 1 (a)). Paralelo a isso, 10mL da amostra foi adicionada a um Tubo 2 (branco) para uso no disco comparador colorimétrico (Figura 1 (b)). O disco possui dois orifícios para acondicionar os Tubo 1 e Tubo 2, para a comparação da coloração formada. Com a mesma amostra usada na leitura no fotômetro (Tubo 1), na sequência, foi feito a leitura com o uso do disco comparador colorimétrico (Figura 1b). Para isso, o Tubo 2 contendo somente a amostra de água foi colocado na parte posterior por onde gira o discos com padrões de concentrações (coloridos), e o Tubo 1 no outro orifício. A leitura foi realizada, girando o disco até que pudessem ser observadas cores similares nos dois visores (MERCK, 2026). O procedimento foi repetido para cada amostra coletada. De acordo com a Portaria é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre e seu valor máximo permitido (VMP) 5 mg/L (BRASIL, 2021). Foi verificado se dentre as amostras fornecidas havia alguma em que a quantidade de cloro residual livre estava fora de conformidade com a Portaria. Os estudantes contribuíram voluntariamente com a aula prática fornecendo 22 amostras de água coletadas nas suas residências, totalizando amostras de 17 bairros de Curitiba. A distribuição das amostras coletadas por bairro pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição das amostras de água de abastecimento domiciliar coletadas pelos estudantes em diferentes bairros de Curitiba, para uso em atividade prática acadêmica.

Bairro	Número de amostras (n)	Observações
Boa Vista	2	Endereços distintos
Jardim Botânico	2	Endereços distintos
Xaxim	2	Endereços distintos
Centro	3	Endereços distintos
Bairro Alto	1	—
Capão da Imbuia	1	—
Capão Raso	1	—
Cristo Rei	1	—
Fazendinha	1	—
Juvevê	1	—
Novo Mundo	1	—
Pilarzinho	1	—
Santa Felicidade	1	—
São João	1	—
Vila Izabel	1	—
Vista Alegre	1	—
Total	22	17 bairros distintos

Legenda: As coletas foram realizadas voluntariamente pelos estudantes matriculados na disciplina em seus endereços residenciais. O período de coleta compreendeu o intervalo de 6 a 10 de setembro de 2025. **Fonte:** As autoras (2025)

Os resultados obtidos a partir da verificação de cloro residual livre nas amostras de água coletadas nas residências estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de Cloro Residual Livre obtidos em aula prática a partir de amostras de água coletadas em residências no município de Curitiba

Ponto	Coordenadas Geográficas (googlemaps.com.br)		Bairro	Leitura (mg/mL)	
	Latitude (S)	Longitude (O)		FT	DC
1	-25.41021°	-49.28837°	Vista Alegre	1,8	1,5
2	-25.42573°	-49.26120°	Centro	1,23	1,0
3	-25.48210°	-49.28465°	Novo mundo	1,3	0,8
4	-25.45004°	-49.23319°	Jardim Botânico	0,53	0,4
5	-25.45921°	-49.29594°	Vila Izabel	0,7	0,6
6	-25.39853°	-49.32524°	Santa Felicidade	1,11	0,6
7	-25.43177°	-49.27583°	Centro	0,51	0,4
8	-25.50473°	-49.26087°	Xaxim	1,52	1,0
9	-25.42059°	-49.20626°	Bairro alto	1,01	0,8
10	-25.43768°	-49.23738°	Cristo Rei	0,67	0,6
11	-25.50603°	-49.30082°	Capão Raso	2,76	2,0
12	-25.42715°	-49.25934°	Centro	0,6	0,4
13	-25.37394°	-49.24328°	Boa Vista	1,1	0,8
14	-25.49925°	-49.25997°	Xaxim	1,94	1,5
15	-25.39535°	-49.31435°	São João	1,06	0,6
16	-25.38636°	-49.28788°	Pilarzinho	2,26	1,5
17	-25.45160°	-49.24135°	Jardim Botânico	0,55	0,6
18	-25.43425°	-49.21250°	Capão da Imbuia	1,06	0,8
19	-25.47721°	-49.31530°	Fazendinha	1,02	0,8
20	-25.38634°	-49.23593°	Boa Vista	0,32	0,3
21	-25.41466°	-49.23112°	Juvevê	1,03	0,8
22	-25.52426°	-49.25121°	Boqueirão	1,59	1,0

Nota: FT = Fotômetro (525nm); DC = Disco Comparador.

Fonte: As autoras (2025)

É possível observar que todas as amostras analisadas apresentaram valores dentro da exigência estabelecida em Portaria GM/MS Nº 888/2021, tanto quando a verificação foi realizada com o uso do fotômetro como também com o disco comparador de cor.

O fotômetro empregado nas leituras, de acordo com o fabricante, é um equipamento portátil de alta precisão, projetado para a determinação rápida e confiável de cloro livre em diferentes tipos de amostras e utiliza o comprimento de onda de 525 nm. O instrumento apresenta interface digital de fácil operação, permitindo leituras instantâneas e reproduzíveis, o que o torna adequado tanto para análises em campo quanto em ambiente laboratorial (AKSO, 2025).

Já no disco comparador de cor, a concentração de cloro pode ser medida de maneira semiquantitativa através de comparação visual da cor da solução de medição com os campos coloridos do disco. Foi possível observar, durante a realização da aula prática, dificuldade por parte dos estudantes em definir a concentração na leitura de algumas amostras. Além disso, um estudante relatou ser daltônico o que tornou inviável a leitura com o uso do disco. Tendo em vista estes relatos, verifica-se que o equipamento digital pode ser o mais adequado. No entanto, não existe nenhuma exigência em legislação sobre qual o equipamento deve ser utilizado para a leitura, portanto, a escolha pode ser baseada nas preferências pessoais. Apesar disso, foi possível verificar a obtenção de valores diferentes, quando se comparou a leitura dos dois equipamentos utilizados com uma mesma amostra. Nessa perspectiva, pode ser possível que quando a concentração de cloro residual livre estiver próxima ao valor mínimo exigido pela legislação, a medição realizada com disco comparador pode indicar valores inferiores aos obtidos com o fotômetro. Considerando que, em todas as leituras realizadas, os resultados do disco comparador foram menores que os do fotômetro, existe a possibilidade de que uma amostra seja considerada fora do padrão para esse parâmetro, mesmo estando no limite quando utilizado o disco comparador de cor.

De acordo com informações do fabricante, o equipamento digital utilizado em aula possui exatidão de $\pm 0,05\text{ppm}$ e resolução de $0,01\text{ ppm}$ (AKSO, 2025). Em ambos os equipamentos, o método empregado foi o colorimétrico, utilizando o reagente DPD (N,N-dietil-p-fenilenodiamina).

Analisando os resultados foi possível observar que todas as amostras analisadas atenderam ao padrão de potabilidade para o cloro residual livre, porque os resultados obtidos foram acima de $0,2\text{ mg/L}$, mínimo necessário para prevenir a recontaminação da água durante a distribuição (BRASIL, 2020).

Com a realização da prática os estudantes puderam aprender como a análise é realizada e verificar os diferentes resultados obtidos nas amostras de diversos bairros da cidade. Também ficaram sabendo que quando a autoridade de saúde pública encontra valores diferentes do estabelecido no padrão de potabilidade o respectivo prestador de serviço é notificado para que tome as providências cabíveis de ajuste. A quantificação de cloro livre é etapa essencial nos processos de controle de qualidade da água potável, uma vez que o cloro constitui o principal agente desinfetante utilizado para a inativação de microrganismos patogênicos, contribuindo para a garantia da potabilidade e para a prevenção de doenças de veiculação hídrica.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudantes puderam consolidar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas por meio da execução prática do teste para determinação do cloro residual livre. Durante a atividade, foram aplicadas as técnicas adequadas de coleta de amostras de água, bem como os procedimentos metodológicos de análise e a utilização de dois instrumentos de leitura, o que possibilitou a observação comparativa quanto à praticidade, precisão e eventuais dificuldades operacionais associadas a cada instrumento de leitura. Todas as amostras analisadas apresentaram valores em conformidade com o estabelecido na Portaria de Potabilidade da água.

4. REFERÊNCIAS

AKSO. **Manual de Instruções AK40 Medidor de Cloro**. Disponível em: <https://loja.akso.com.br/cloro-tester-medidor-de-cloro-livre-e-total>. Acesso em 02/11/25.

AZEVEDO NETO, J.M. Cronologia do tratamento da água. **Revista DAE**, n. 281, ed 116, p. 68-69, 1978.

BITTENCOURT, C.; DE PAULA, M.A.S. **Tratamento de água e efluentes: Fundamentos de Saneamento Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2014.

Brasil. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água** / Fundação Nacional de Saúde, 4. ed., Brasília: Funasa, 2013. 150 p.

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

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. **Curso básico de vigilância da qualidade da água para consumo humano** : módulo III :Brasília, Ministério da Saúde, 2020. 20 p.

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. 83, p. 127, 7 maio 2021.

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: 15 out. 2025.

FORTES, A.C.C.; BARROCAS, P.R.G.; KLIGERMAN, D.C. Vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde debate**, v. 43, spe3, p. 20-34, 2019.

GEHLING, G. Histórico do tratamento de água e esgotos e tecnologias de tratamento da água para consumo humano. In: IPH 02058: **Tratamento de Água e Esgoto**, Disponível em: http://avasan.com.br/pdf/cap3_tecnologias_tratamento_agua_consumo_humano.pdf Acesso em: 13/10/2025.

LAUBUSCH, E. J. Chlorination and other disinfection processes. In: **Water Quality and Treatment: A Handbook of Public Water Supplies** (American Water Works Association), New York: McGraw-Hill Book Company. p. 158-224, 1971.

MEYER, S.T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, v. 10, n. 1, p. 99-110; 1994.

MURTHA, N.A.; CASTRO, J.E; HELLER, L. Uma perspectiva histórica das primeiras políticas públicas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil. **Ambient. soc.**, v. 18, n. 3, p. 193-210, 2015.

OLIVEIRA, L.; REIS, D.R; HOFFMANN, N.K.S.A. Decay process of free residual chlorine concentration affected by travel time in water distribution systems. **Rev. Ambient. Água**. v. 17, n. 3, p. 1-14, 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Guidelines for Drinking-water Quality**. 4th ed. Geneva: World Health Organization, 2017.

SILVA, A. B.; SILVA FILHO, E. D.; DANTAS, G. M.; GUERRA, A. L. E R. Inspeção bacteriológica da água de torneiras nas escolas públicas da cidade de Esperança/PB. **Revista Acadêmica Online**, v. 9, n. 48, p. 1-14, 2023.

***Autor(a) para correspondência:**

Cristiane da Silva Paula de Oliveira

Email: cristiane.paula@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná

RECEBIDO: 18/11/2025 ACEITE: 30/01/2026