

## **PADRÕES DE QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL E CONTAMINAÇÃO COM CLORO RESIDUAL**

Ediran Ericles Pontes dos Anjos<sup>1</sup>; (Universidade Potiguar) e-mail:  
ediranerikles@gmail.com

Francisco Leandro Medeiros de Lucena Jales<sup>2</sup>; (Universidade Potiguar) e-mail:  
franciscoleandrobio89@gmail.com

Maria Aparecida Medeiros Maciel<sup>3</sup> (DRA). (Universidade Potiguar) e-mail:  
mamaciel@hotmail.com

### **RESUMO**

Apesar dos padrões de qualidade no abastecimento de água potável no setor público, um grande desafio é controlar a poluição dos mananciais causada pelos esgotos domiciliares. Este estudo foca no controle de cloro residual aplicado como desinfetante, abordando suas reações, riscos à saúde e impacto na qualidade da água no Brasil. A concentração de cloro na água deve variar entre 0,2 e 2,0 mg/L para evitar gosto, odor e riscos toxicológicos. O cloro é consumido ao reagir com substâncias nas redes de distribuição, reduzindo riscos patogênicos. No entanto, fatores como a concentração de microrganismos, dispersão do desinfetante, tempo de contato e características físico-químicas da água podem afetar a eficácia da desinfecção. Por isso, o monitoramento da concentração de cloro é essencial, sendo possível por meio de modelagem e simulação das redes de distribuição, garantindo que a água fornecida atenda aos padrões de qualidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água potável. Contaminação com cloro. Riscos à saúde.

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil é o país mais rico em recursos hídricos da América Latina, possuindo 8.233 km<sup>3</sup> de água doce por ano, o que corresponde a 53% da água disponível na América do Sul. O Brasil também abriga o maior rio do planeta, o Amazonas. No entanto, grande parte dessa água é especializada na região Amazônica, e os esgotos domiciliares são um dos principais problemas que afetam a qualidade dos recursos hídricos em várias regiões. A má gestão da água, vazamentos e ligações clandestinas comprometem ainda mais o abastecimento. Estima-se que 80% da população viva em áreas urbanas, mas um grande percentual da água tratada se perde devido a falhas no sistema. Embora 84,1% da população tenha acesso à água potável, mais de 75% da população enfrenta dificuldades de acesso à água tratada e segurança devido ao lixo e à poluição dos mananciais,

especialmente por esgotos. O Brasil ainda sofre com o desmatamento e a manipulação ambiental, o que compromete o abastecimento de água em diversas regiões. A poluição das águas por sólidos, metais pesados, matéria orgânica e contaminantes como o cloro é uma preocupação constante, afetando diretamente a saúde pública. A água potável deve atender aos padrões estabelecidos pela legislação, como a Portaria nº 2.914 de 2011, que define os requisitos para a potabilidade da água, prevenindo doenças e mortes causadas pela água contaminada. A poluição da água compromete não apenas a saúde humana, mas também a fauna e a flora. O cloro, utilizado como desinfetante nas águas de abastecimento, deve ser controlado em níveis controlados, entre 0,2 e 2,0 mg/L, para garantir a segurança da água. O controle adequado do cloro residual e a aplicação de metodologias de simulação podem contribuir para a manutenção da qualidade da água distribuída, minimizando riscos à saúde pública.

## **MÉTODO**

Na revisão bibliográfica do presente trabalho foram analisadas publicações dos portais PubMed, Scielo, Science Direct e Google Acadêmico, em que foram selecionadas descrições detalhadas sobre o tema. Os descritores utilizados foram: recursos hídricos e padrões de potabilidade; distribuição e consumo de águas potáveis do Brasil; contaminação de águas potáveis com cloro residual; cloro residual e riscos à saúde. Um total de 70 artigos foram avaliados, dos quais 36 foram escolhidos em função das abordagens voltadas para o tema proposto.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

O cloro, utilizado como desinfetante na água potável, é um elemento não conservador, o que significa que sua concentração diminui com o tempo e a qualidade da água, resultando em diferenças entre a água tratada nas estações de tratamento e a água que chega aos consumidores. Para garantir a potabilidade, é essencial monitorar os níveis de cloro residual imediatamente após o tratamento e ao longo do tempo. O planejamento da verificação com cloro é baseado em uma abordagem cinética de ocorrência, que permite prever o declínio da concentração de cloro ao longo do Simuladores hidráulicos,

juntamente com modelos de qualidade da água, são ferramentas essenciais para estimar as condições hidráulicas das redes de distribuição e prever os índices de cloro residual. Essas simulações ajudam a calibrar o sistema, possibilitando ajustes na concentração de cloro para níveis aceitáveis, conforme exigido pela legislação. A modelagem do comportamento do desinfetante também é crucial para diagnosticar vulnerabilidades no sistema. A simulação do comportamento do cloro na rede de abastecimento leva em consideração o caminho que a água percorre pelas tubulações, incluindo as junções e cruzamentos, e as reações químicas que ocorrem ao longo do processo. O monitoramento adequado permite avaliar o crescimento, declínio e transformação dos elementos nos estudos de modelagem, as equações hidráulicas são usadas para correlacionar vazão e velocidade do escoamento, identificando a concentração de matéria na água e as alterações que ocorrem devido ao processo de mistura. Inicialmente, modelos estáticos podem ser usados para variações aproximadas, mas para maior precisão, é necessário adotar modelos dinâmicos que considerem as variações no sistema ao longo do tempo. Fatores como a temperatura ambiental e a interação do cloro com matéria orgânica influenciam significativamente o processo de infecção. Em temperaturas mais baixas, como no inverno, o cloro se degrada mais lentamente, enquanto em temperaturas mais altas, como no verão, o cloro sofre um declínio muito mais rápido. Além disso, a presença de matéria orgânica na água pode aumentar a demanda de cloro, comprometendo a eficácia da infecção. A aglomeração de microrganismos também cria uma barreira à penetração do desinfetante, exigindo ajustes na concentração de cloro e no tempo de ocorrência para garantir a eliminação eficaz dos patógenos. Assim, o controle preciso da concentração de cloro e a aplicação de modelos de simulação adequados são essenciais para melhorar o processo de desinfecção e garantir a qualidade da água fornecida aos consumidores.

## **CONCLUSÕES**

No Brasil, a Portaria nº 2914/2011 estabelece que a concentração residual de cloro nos sistemas de abastecimento deve ser mantida entre 0,2 e 2,0 mg/L para garantir a potabilidade da água. Valores acima dessa faixa podem causar riscos toxicológicos à saúde humana e ao meio ambiente. Para monitorar essa

concentração, o uso de simulações matemáticas e modelagem das redes de distribuição é uma ferramenta eficiente, permitindo o controle contínuo da qualidade da água. Os fatores que influenciam a funcionalidade da desinfecção incluem a espécie e concentração dos microrganismos a serem eliminados, a concentração e tipo de desinfetante, o tempo de contato, as características físico-químicas da água e a dispersão do desinfetante. Algumas espécies de microrganismos, como as formadoras de esporos, são mais resistentes ao tratamento, ou que exigem cuidados especiais no processo de infecção. O objetivo principal da infecção é a eliminação de patógenos capazes de causar doenças ou proliferar outros organismos indesejáveis, mas, em algumas situações, a infecção pode não eliminar completamente todas as formas vivas, embora frequentemente o processo seja interrompido até o ponto de esterilização. Em resumo, o controle da qualidade da água para o consumo humano exige um acompanhamento rigoroso da concentração de cloro e outros parâmetros, considerando a resistência dos microrganismos e as variáveis ambientais que influenciam a eficácia do tratamento.

## **REFERÊNCIAS**

FERREIRA, A. Isotermas de Adsorção de Langmuir, Bet e Gibbs. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2018.

FERREIRA, A.M.S.; MARQUES, J.A.S. Métodos Lagrangeanos “time driven method” e “event driven method” na Modelação da Qualidade da Água - estudo da sua adequabilidade. In: 7º Congresso da Água. Lisboa. APRH, 2004.

FISCHER, I.; KASTL, G.; KASTL, G.; ARUMUGAM SATHASIVAN, A.; JEGATHEESAN, V. Suitability of chlorine bulk decay models for planning and management of water distribution systems. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, n. 41, p. 1843-1882, 2011.

GARCIA, R. Reportagem. Revista Galileu, edição 178, 2007. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT498426-1719-2,00.html>  
Acesso: 09 de julho 2022.

JUNQUEIRA, R. Modelagem Matemática de Cloro Residual em Redes de Distribuição de Água: Estudo de Caso no Jardim Higienópolis em Maringá-PR. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Maringá, 2010.

LAUBUSCH, E.J. Chlorination and Other Disinfection Processes. In: Water Quality and Treatment: A Handbook of Public Water Supplies (American Water Works Association), pp. 158-224, New York: McGraw-Hill Book Company, 1971.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Átomo, 2008. LIU, M.J., CRAIK, S.; ZHU, D.Z. Determination of cast iron pipe wall decay coefficient for combined chlorine in a municipal water distribution system. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 42, p. 250-258, 2015.

MADZIVHANDILA, V., CHIRWA, E.M.N. Modeling chlorine decay in drinking water distribution systems using aquasim. *Chemical Engineering Transactions*, v. 57, p. 1111- 1116, 2017.