



---

## *Desinfecção em amostras de água de um rio*

*Disinfection in riverwater samples*

Thayná de Jesus<sup>1</sup>, Giovanna Santana<sup>2</sup>, Maria Eduarda Pereira<sup>3</sup>, Amanda Farias Lopes Martins Ribeiro<sup>4</sup>, Larissa da Silva Ferreira Serafim<sup>5</sup>, Mariah Eduarda Lopes Barcelos<sup>6</sup>, Maria Luíza Pereira da Silva<sup>7</sup>, Anna Carolina de Oliveira Mendes<sup>8</sup> e Hugo Renan Bolzani<sup>9</sup>

224

1,2,3,4,5,6,7

Estudantes do Ensino Médio/Profissionalizante da Fundação Osório, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>8,9</sup>Professores da Fundação Osório, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: [hugo@fosorio.g12.br](mailto:hugo@fosorio.g12.br)

### **Resumo**

A água é um recurso natural renovável e fundamental para a vida dos seres vivos da Terra. A poluição e a degradação da qualidade desse recurso acabam suscitando uma redução significativa em sua disponibilidade para a população, além de resultar na perda de segurança hídrica. Nesse sentido, o presente trabalho teve por finalidade realizar uma pesquisa sobre a desinfecção da água de um Rio, no intuito de encontrar um método mais eficaz dentre quatro meios de desinfecção elencados a seguir: cloro, luz UV, gás ozônio e o calor do fogo para a fervura. Para isso fizemos uso de quatro experiências científicas, uma com cada elemento. Todas as experiências foram feitas a partir de um meio de cultivo. Outro interesse seria saber qual os meios seria o melhor em larga escala a partir do preço. Assim, constatou-se por meio da contagem nos meios de cultivo que o cloro era o mais eficaz na limpeza e concluímos que ele era o elemento elegido para larga escala por também ser um elemento barato em relação aos outros.

**Palavras-chave:** Desinfecção, poluição hídrica, agentes desinfetantes

### **Abstract**

Water is a renewable natural resource, essential to all living beings on Earth. Pollution and quality degradation of this resource end up to a significant reduction of its availability for the general population at the same time it leads to loss in hydric safety. In this way, the present study aimed at carrying on a survey on water disinfection for a given river, with the clear purpose of finding a more efficient method of disinfection amongst four known ways of doing so, namely: chloride, UV light, ozone gas and fire heat for boiling water. To conduct the experiment, four scientific tests were carried, one for each method. All the experiments were conducted from a culture medium. A secondary interest would be which of the culture mediums would be the best in terms of large scale considering its cost. Thus, it was possible to observe that the chloride culture medium was the most efficient for cleaning, which led us to conclude it was the method chosen for disinfection in large scale also due to its cost in comparison with the others.

**Keywords:** Disinfection, water pollution, disinfectants agents



## 1. Introdução

A água é um recurso natural renovável e fundamental para a vida dos seres vivos da Terra. A poluição e a degradação da qualidade desse recurso acabam suscitando uma redução significativa em sua disponibilidade para a população, além de resultar na perda de segurança hídrica (FERREIRA; CUNHA-SANTINO, 2015). De acordo com a Agência Nacional das Águas (ANA), no Brasil, observam-se diferentes usos para a água, dentre eles a irrigação de lavouras, abastecimento público, atividades industriais, geração de energia, extração mineral, aquicultura, navegação, turismo e lazer. E cada um deles depende e pode afetar a qualidade e a quantidade das águas.

O lançamento de efluentes nos corpos d'água, majoritariamente de esgotos domésticos, também pode ser entendido como uso da água, visto que inviabiliza esse recurso para outros usos devido à poluição hídrica. Outrossim, a insuficiência de coleta e tratamento de esgotos nas principais cidades brasileiras resulta em um aumento considerável da carga poluidora que chega nesses corpos d'água, o que possibilita o surgimento de problemas de saúde para a população além, de danos consideráveis aos ecossistemas aquáticos em questão, bem como aos múltiplos usos dos recursos hídricos (BRASIL, 2017).

Dentre os usos múltiplos dos corpos d'água, a finalidade do tratamento da água para consumo humano é torná-la potável, conforme padrão definido atualmente na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021), ou seja, tornar a água segura e sem riscos de causar doenças de transmissão hídrica. Entre as etapas de tratamento da água em um Sistema de Abastecimento está a desinfecção que tem como objetivo a destruição ou inativação de organismos patogênicos, pela aplicação de um agente desinfetante (CONTRENAS, 2014).

Esta etapa de tratamento da água pode ser realizada por meio de agentes químicos e físicos. A escolha do método a ser utilizado varia em relação a alguns fatores, como as propriedades físico-químicas da água, sua finalidade, o tipo desejado de desinfecção e o volume de água a ser tratado. Os agentes químicos mais empregados nesse processo são: oxidantes de Cloro, Dióxido de Cloro, Bromo, Iodo, Ozônio, Permanganato de Potássio, Ferrato de Potássio, Peróxido de Hidrogênio, Ácido



Peracético e os íons metálicos de Prata e Cobre. Por agentes físicos podemos citar o calor e a radiação ultravioleta (UV) (SILVA, 2017).

Os desinfetantes, tanto físicos quanto químicos, são potencialmente reativos. Sua eficácia pode ser observada no que tange a capacidade de gerar distúrbios na atividade microbiana que fomentem a redução ou a interrupção da propagação dos microrganismos patogênicos (Collivignarelli, 2017). No presente estudo, foram utilizados os seguintes métodos de desinfecção: Cloro, Ozônio, calor e radiação UV.

O Cloro pode ser empregado tanto na oxidação como na desinfecção ao longo do processo de tratamento da água. Enquanto agente oxidante, seu objetivo é controlar o crescimento microbiano e eliminar compostos que produzem sabor, odor e cor à água. Como pré-desinfetante, propicia o controle da proliferação microbiana na rede de distribuição e como pós-desinfetante, é aplicado após o uso de outros agentes de desinfecção, como ozônio, radiação UV (VELOSA, 2015).

A desinfecção com o ozônio (O<sub>3</sub>) é utilizada mundialmente no tratamento de água desde o século XIX e, no Brasil, existe a previsão legal para seu uso na desinfecção da água. Este processo possui uma grande eficiência na remoção de microrganismos patogênicos como vírus, fungos e bactérias. Além disso, age como oxidante da matéria orgânica presente na água (BRASIL, 2017).

A utilização da radiação UV para desinfecção surgiu como alternativa à cloração. É muito utilizada para desinfecção da água, uma vez que apresenta a vantagem de não gerar a formação de subprodutos, como trihalometanos e ácidos haloacéticos, que são prejudiciais à saúde (VELOSA, 2015). A radiação UV é suficiente para gerar um deslocamento físico de elétrons e a consequente quebra das ligações do DNA (ácido desoxirribonucleico) do microrganismo. Além de modificar seu metabolismo e reprodução, gera lesão aos sistemas de reprodução da célula, levando-o à morte (Guerrero-Beltrán; Barbosa-Cánovas, 2004).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi comparar diferentes métodos de desinfecção de água visando o uso para abastecimento público.



---

2. **Questão Problema:** Qual método de desinfecção de água de rio é mais eficaz?

### 3. **Objetivo**

O objetivo do trabalho foi comparar a eficiência de diferentes agentes desinfetantes aplicados em amostras de água do Rio Comprido por meio de contagem de colônias de microrganismos em geral em meio de cultura artesanal.

### 4. **Materiais e Métodos**

#### **Local de Estudo**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ciências da Fundação Osório, localizada no Bairro Rio Comprido, cidade de Rio de Janeiro/RJ, Brasil. As amostras de água foram coletadas em um ponto do Rio Comprido, localizado nas coordenadas 22°56'04.8"S e 43°12'38.4"O.

O Rio Comprido é o rio que drena o bairro de mesmo nome, também parte do Estácio (margem direita) e da Tijuca (margem esquerda). Nasce na Serra do Sumaré, junto ao Morro do Sumaré, aproximadamente na cota 590 m, em área de mata nativa. Já na cota 150 m, se nota a pesada ação de ocupação por comunidades que se estabeleceram às suas margens (FUNDAÇÃO RIO-ÁGUAS, 2020). Devido à ausência de saneamento básico na região, o ponto amostrado se localiza após a área ocupada por comunidades e recebe contribuições de esgoto doméstico não tratado das residências ribeirinhas.

#### **Coleta e preparação do meio de cultura**

A água do rio foi coletada em frasco de 5 litros previamente higienizado em uma sexta-feira às 13h00.

Antes de iniciar a preparação do meio de cultura, as bancadas do laboratório foram higienizadas com álcool 70% e todos os procedimentos laboratoriais foram executados próximos à chama para evitar contaminação e com uso de máscara cirúrgica descartável e luvas descartáveis.



O meio de cultura artesanal foi preparado com a mistura de água destilada, gelatina incolor, caldo de carne e açúcar. A solução foi obtida com pouco volume de água destilada para que o meio de cultura pudesse permanecer sólido em temperatura ambiente.

Após a sua preparação, o meio de cultura líquido foi despejado em potes plásticos de sobremesa transparentes com tampa previamente higienizados com álcool 70% e foi aguardado até a total solidificação do meio para iniciar as inoculações. Os potes utilizados eram novos e foram retirados da embalagem no início do experimento.

### **Desinfecção e inoculação**

Primeiramente, com auxílio de um cotonete, a água bruta do rio (sem tratamento) foi inoculada em formato estrias no recipiente contendo o meio de cultura solidificado.

Em seguida, as amostras de água bruta do rio foram submetidas a quatro tipos de processos de desinfecção individuais: elevação da temperatura (fervura), ozônio, radiação UV e cloro líquido. O volume de água utilizado em cada processo foi padronizado em 1 L e o tempo de contato entre o agente desinfectante e microrganismos foi padronizado em 20 minutos. Todo o experimento foi realizado em escala laboratorial.

Para o processo de fervura, foram utilizados tela de amianto, tripe, bécquer e lamparina com álcool e a contagem do tempo de desinfecção foi iniciado a partir do início da geração de bolhas. No processo com a radiação UV, foi utilizada uma lâmpada UV submersível de 13W da marca Roxin®. A ozonização foi obtida por meio de um gerador de ozônio com vazão de ar de 3 L/min, modelo AZ-1G-G, Marca Vosoco®, conectado em uma mangueira de borracha com uma pedra porosa na extremidade. Por fim, a cloração foi feita com aplicação de 20 mL de cloro líquido para uso em piscinas da marca Cris Água®.

Após o tempo de contato de 20 minutos, as amostras de água tratada por cada processo de desinfecção foram inoculadas, com auxílio de cotonete, em formato de



estrias no recipiente contendo o meio de cultura solidificado. Todas as inoculações das amostras de água bruta e tratada foram realizadas em triplicata.

Após a inoculação das amostras, as mesmas foram mantidas incubadas no escuro e em temperatura ambiente por um período de 7 dias.

### **Contagem de colônias e análise estatística**

Após 7 dias, foi realizada a contagem do número de colônias das amostras inoculadas com água bruta e amostras de água tratada pelos quatro processos de desinfecção. Os resultados foram apresentados com a média das triplicatas.

A eficiência na diminuição do número de colônias para cada tratamento de desinfecção foi obtida através da Equação 1.

$$E(\%) = \frac{NCi - NCf}{NCi} \cdot 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Sendo:

E (%) = Eficiência de remoção em porcentagem;

NCi = Número de colônias inicial;

NCf = Número de colônias final.

Em todas as comparações realizadas, a probabilidade de  $p < 0,050$  foi considerada para indicar se ocorreu diferença significativa ou não entre os tratamentos. Foram realizados testes de comparação (Teste t) e os dados foram avaliados por meio do software SigmaPlot (versão 12.0).



## 5. Resultados e Discussão

Os resultados da contagem do número de colônias de microrganismos e da eficiência de tratamento após um período de incubação de 7 dias estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Resultados obtidos após o período de incubação de 7 dias

Parâmetros	Água bruta	Após fervura	Após luz UV	Após ozônio	Após cloro líquido
Número de colônias	40	14	10	15	10
Eficiência de remoção	NA	65,0%	75,0%	62,5%	75,0%

NA: não se aplica.

A água bruta apresentou 40 colônias, o que já era esperado por ser uma amostra de água de rio sem ter passado por processo de desinfecção. Além disso, as contribuições com esgoto doméstico sem tratamento a montante do ponto de coleta do Rio Comprido podem ter favorecido o elevado número de colônias.

Os quatro processos de desinfecção utilizados obtiveram remoção significativa considerando o número de colônias ( $p < 0,050$ ). Entretanto, a análise estatística evidenciou que não houve diferença significativa ( $p > 0,050$ ) entre os tratamentos.

Os resultados do uso do cloro líquido e radiação UV foram iguais e apresentaram o menor número de colônias, com média de 10 colônias e eficiência de 75,0%. A fervura obteve uma média de 14 colônias e uma eficiência de 65,0%. Por fim, o tratamento com gás ozônio registrou o pior resultado, com média de 15 colônias e 62,5% de eficiência de remoção.

Apesar da ausência de diferença significativa entre os tratamentos, é possível indicar o método com maior custo-benefício a partir da sua eficiência e aspectos econômicos.

O processo de desinfecção por cloração apresentou a maior vantagem visando aplicação em uma estação de tratamento de água (ETA). Em larga escala, é o tratamento



que possui custos iniciais relativamente baixos, bem como apresenta simplicidade no processo de dosagem e aplicação (LOPES et al., 2013).

A radiação UV e o gás ozônio podem apresentar custos iniciais moderados a elevados, bem como necessitar de manutenção periódica dos equipamentos em comparação com o uso de cloro (FOLLMER et al., 2019). Já a fervura, por ser um método mais caseiro, se torna inviável em uma ETA, além de também possuir custos elevados em larga escala (JESUS et al., 2023).

## 6. Considerações Finais

Todos os processos de desinfecção apresentaram eficiência de remoção significativa ( $p < 0,050$ ), mas não obtiveram diferença quando comparados entre si ( $p > 0,050$ ). O cloro líquido e a radiação UV foram os mais eficientes, com remoção de 75% no número de colônias. Contudo, a radiação UV pode apresentar elevados custos de implantação e manutenção em larga escala, diferente do cloro líquido, o que torna a cloração o processo de desinfecção analisado com o maior custo-benefício em uma ETA.

Para as próximas etapas do projeto, serão realizados testes com diferentes tempos de contato para todos os processos de desinfecção, bem como diferentes dosagens de cloro líquido para otimização na eficiência de remoção do número de colônias. Além disso, será inserida uma etapa de análise da morfologia das colônias de microrganismos.

## 7. Agradecimentos

A nossa coorientadora Anna Carolina de Oliveira Mendes pelo enorme incentivo desde o muito antes desse projeto se tornar realidade e pela enorme dedicação a ele e para o campo das ciências biológicas. Ao nosso orientador Hugo Renan Bolzani, que desde o primeiro dia se dedicou e abraçou todas as ideias que foram apresentadas e as transformou, com sua orientação, em realidade. A toda equipe formada pela Amanda Farias Lopes Martins Ribeiro, Larissa da Silva Ferreira Serafim, Maria Luiza Pereira da Silva e Mariah Eduarda Lopes Barcelos por toda a dedicação em todas as etapas do



processo e empenho para que tudo ocorresse da melhor forma possível. E por fim, a todos que demonstraram apoio e preocupação com a nossa pesquisa do início ao fim.

## 8. Referências

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação nº 05. “Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde”**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html). Acesso em: 01 out. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 888, de 04 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”**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 01 out. 2023.

COLLIVIGNARELLI, M.C.; ABBÀ, A.; ALLOISIO, G.; GOZIO, E.; BENIGNA, I. Disinfection in Wastewater Treatment Plants: Evaluation of Effectiveness and Acute Toxicity Effects. **Sustainability**. v. 9, n. 10, 2017. p.1704. <https://doi.org/10.3390/su9101704>.

CONTRENAS, A.G.M. Produção e caracterização de filtro para purificação de água a partir de cinza de casca de 31 arroz impregnada com nanopartículas de Prata. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. 76 f.

FERREIRA, C.S.; CUNHA-SANTINO, M.B. Monitoramento da qualidade da água do Rio Monjolinho: A limnologia como uma ferramenta para a gestão ambiental. **REA – Revista de estudos ambientais (Online)**, n. 16, v. 1, 2015, p.27-37. <http://dx.doi.org/10.7867/1983-1501.2014v16n1p27-37>.

FOLLMER, D.L.S., BISOGNIN, R.P., DE SOUZA, E.L., VASCONCELOS, M.C., GUERRA, D., SILVA, D.M. Construção e eficiência de um fotorreator de radiação ultravioleta de baixo custo para desinfecção de água. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 4, 2020, p.165–181. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e42019165-181>.



FUNDAÇÃO ÁGUA-RIO. **Rios de Janeiro**: um manual dos rios, canais e corpos hídricos da cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio de Janeiro, 2020.

GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Advantages and limitations on processing foods by UV light. **Food Science and Technology International**, [s.l.], [s.n.], v.10, n. 3, 2004, p.137-147. <https://doi.org/10.1177/1082013204044359>.

233

JESUS, F.O.; BENTES, V.S.; SEGURA-MUÑOZ, S.I.; MESCHÉDE, M.S.C. Eficácia das medidas domiciliares de desinfecção da água para consumo humano: enfoque para o contexto de Santarém, Pará, Brasil. **Cadernos De Saúde Pública**, v. 39, n. 2, 2023, e00205322. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT205322>.

LOPES, W.R.R.; OLIVEIRA, R.M.S.; SERRA, J.C.V. Avaliação comparativa entre os métodos de desinfecção empregando cloro e ozônio de águas destinadas ao abastecimento de pequenas comunidades. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 11, 2013, p. 463-472.

SILVA, L.B. Avaliação dos parâmetros da qualidade de água produzida na estação de tratamento de água oeste. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Química Analítica e Físico-Química**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. 85f. Disponível em: [http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/29769/1/2017\\_tcc\\_lbsilva.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/29769/1/2017_tcc_lbsilva.pdf). Acesso em: 18 set. 2023.

VELOSA, A.C. Avanços tecnológicos no tratamento de águas de mananciais. **Holos Environment**, [s.l.], v. 15, n. 2, 2015. p.194-210. <http://dx.doi.org/10.14295/holos.v15i2.9629>.

WHITE, D.M.; GARLAND, D.S.; NARR, J.; WOOLARD, C.R. Natural organic matter and DBP formation potential in Alaskan water supplies. **Water Research**, v. 37, n. 4, 2003, p.939-947. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00425-6](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00425-6).