

ACADEMIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – AC&T

BÁRBARA VIDIGAL FONSECA

**ÁGUA OZONIZADA: EFEITO DE DESINFECÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NA  
MEDICINA**

SÃO JOSE DO RIO PRETO

2023

BÁRBARA VIDIGAL FONSECA

**ÁGUA OZONIZADA: EFEITO DE DESINFECÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NA  
MEDICINA**

Artigo científico apresentado à Academia de  
Ciência e Tecnologia como requisito para a  
obtenção do título de Especialista em  
Microbiologia Clínica e Laboratorial.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Margarete Teresa  
Gottardo de Almeida

SÃO JOSE DO RIO PRETO

2023

## RESUMO

Com a descoberta do ozônio diversas aplicabilidades começaram a ser estudadas, resultando na descoberta da sua capacidade de atuar na sanitização de superfícies e também no âmbito médico, como bactericida, fungicida, antiviral, cicatrizante e anti-inflamatório. A partir disso, o objetivo da devida revisão foi buscar na literatura estudos e relatos dessas propriedades atribuídas à água ozonizada, assim como entender sobre a molécula, sua incorporação em meio líquido e atuação sobre os microrganismos e células, resultando nas principais indicações de aplicação na medicina. Para este, o método utilizado foi pesquisa em bases de dados de plataformas online.

**Palavras-chave:** água ozonizada, ozonioterapia, sanitização, desinfecção, bactericida, fungicida, antiviral, anti-inflamatória, cicatrizante.

## ABSTRACT

With the discovery of ozone, several applications began to be studied, resulting in the discovery of its ability to act in sanitizing surfaces and also in the medical field, as a bactericide, fungicide, antiviral, healing and anti-inflammatory. From this, the objective of the proper review was to search the literature for studies and reports of these properties attributed to ozonated water, as well as to understand the molecule, its incorporation in a liquid medium and its action on microorganisms and cells, resulting in the main indications for application in medicine. For this, the method used was research in databases of online platforms.

**Keywords:** ozonized water, ozone therapy, sanitization, disinfection, bactericide, fungicide, antiviral, anti-inflammatory, healing.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	4
2. METODOLOGIA .....	5
3. ÁGUA OZONIZADA.....	6
4. DESINFECÇÃO DE SUPERFÍCIES E ALIMENTOS.....	6
5. APLICAÇÕES NA MEDICINA .....	7
5.1. BACTERICIDA.....	7
5.2. FUNGICIDA.....	9
5.3. INATIVAÇÃO VIRAL.....	10
5.4. CICATRIZANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA .....	10
6. CONCLUSÃO .....	12
REFERÊNCIAS .....	13

## 1. INTRODUÇÃO

Toda superfície se encontra susceptível à contaminação e cotidianamente os seres humanos convivem com diversas ameaças à saúde. Embora os perigos químicos e físicos sejam importantes, tratando-se superfícies, água e alimentos, o que chama atenção são os perigos microbiológicos já que qualquer contaminação pode comprometer o estado de saúde de indivíduos imunocomprometidos.

A sanitização é uma importante etapa em procedimentos tanto médicos quanto usuais. As tecnologias tradicionais são efetivas, porém nos casos de higienização de alimentos podem causar danos à saúde do consumidor por utilizarem soluções de hipoclorito e compostos de quaternário de amônio<sup>1</sup>, além de que o uso indiscriminado destes está contribuindo para a seleção de microrganismos mais resistentes<sup>2</sup> e causam impactos nas características sensoriais e nutricionais.

Com a descoberta do ozônio no século XIX sua aplicabilidade como oxidante e desinfetante não parou de ser estudada e aplicada. Atualmente tem sido utilizado na indústria alimentícia, estética, medicina, odontologia, entre outros, sendo em sua forma natural, em água ou em óleos.<sup>3</sup> Mais especificamente o uso da água ozonizada tem emergido como uma triunfante alternativa de sanitização pela eficácia em baixas concentrações e em curto tempo.<sup>4</sup>

Diante o exposto, este trabalho possui como objetivo demonstrar as inúmeras propriedades da água ozonizada no dia a dia e suas aplicações terapêuticas através de uma revisão da literatura a respeito da eficiência desse produto.

## **2. METODOLOGIA**

Trata-se de um estudo de revisão da literatura com abordagem descritiva, utilizando as bases de dados das plataformas online SciELO (Scientific Eletronic Librar Online) PubMed® MEDLINE, BVS (Biblioteca Virtual em Saúde) e Google Acadêmico, além da página on-line da Associação Brasileira de Ozonioterapia (ABOZ). Foram combinados com as associações e desfechos de interesse: água ozonizada, ozônio, ozonioterapia, sanitização, desinfecção, bactericida, fungicida, antiviral, anti-inflamatória, cicatrizante, utilizando os operadores booleanos [AND] e [OR].

Foram utilizados critério para selecionar artigos, livros, ilustrações e monografias, sendo escolhidos 47 entre aqueles que estavam disponíveis na íntegra em língua portuguesa, inglesa e espanhola entre 1982, com referências históricas, e 2023.

### 3. ÁGUA OZONIZADA

O ozônio ( $O_3$ ) é uma molécula gasosa de estrutura cíclica descoberta em meados do século XIX. Em sua composição encontram-se três átomos de oxigênio e tal molécula se demonstra relativamente instável, não conseguindo manter essa estrutura por longos períodos.<sup>5</sup> Na natureza o ozônio é produzido de dois modos: durante tempestades ou através dos raios ultravioletas emitidos pelo sol, onde uma molécula de oxigênio ( $O_2$ ) recebe uma descarga elétrica e é dividida em átomos individuais que, posteriormente, combinam-se individualmente a outra molécula de  $O_2$ .<sup>6</sup>

Além das formas naturais é possível produzir esse gás artificialmente, a partir de três diferentes sistemas, afim de ser utilizado em nível medicinal e industrial. O sistema ultravioleta produz baixas concentrações e é amplamente utilizado na estética e na purificação do ar, enquanto o sistema de plasma frio atua apenas purificando ar e água.<sup>7</sup> Já o modo mais abrangente e usual é o processo de descarga carona, onde elétrons dissociam as moléculas de oxigênio no momento em que o ar passa entre dois eletrodos submetidos a uma elevada diferença de potencial.<sup>6</sup> Normalmente produz-se o  $O_3$  a partir de um tanque de  $O_2$  líquido ou a partir do ar previamente filtrado, comprimido, resfriado e desumudificado.<sup>8</sup>

Para a obtenção da água ozonizada é necessário, além de gerar o ozônio, incorporá-lo na solução aquosa. Por ser um gás instável e parcialmente solúvel em água, seu tempo de meia vida em meio aquoso é curto, sendo cerca de 20 minutos à  $20^\circ C$ .<sup>9</sup> A utilização deste gás no tratamento da água iniciou-se no final do século XIX devido à capacidade de eliminação de compostos orgânicos e inorgânicos, porém apenas nos anos 90 comprovou-se que essa água ozonizada teria os mesmos efeitos que o gás em sua forma natural, atuando como oxidante, bactericida, fungicida, cicatrizante, entre outros.<sup>10</sup>

### 4. DESINFECÇÃO DE SUPERFÍCIES E ALIMENTOS

A higienização adequada de itens é determinante para a redução no número de infecções, sejam elas oriundas de mãos, superfícies, instrumentos ou alimentos contaminados, causando desde gastroenterites até patologias mais graves provocadas por contaminação cruzada. Para isso, diversas maneiras de desinfecção foram instituídas e, entre elas, a higienização de materiais com água ozonizada têm ganhado evidência nos últimos anos.

As propriedades da água ozonizada se devem tanto à ação da molécula de ozônio quanto dos radicais que se formam pela sua incorporação à água, sendo eles hidroperóxido ( $\text{HO}_2^-$ ), radical de hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) e superóxido ( $\text{O}^-$ ).<sup>11</sup> Sendo assim, o processo de desinfecção a partir deste material se destaca pela grande capacidade de oxidação de matéria orgânica e inorgânica, além de romper membrana citoplasmática, paredes celulares e conteúdos intracelulares de microrganismos, como enzimas, lipídios e ácidos nucleicos.<sup>12</sup>

Frente à demais agentes oxidantes, como soluções de hipoclorito, a água ozonizada demonstra-se até vinte vezes mais eficaz, além de levar menos tempo para a obtenção do resultado desejado.<sup>13</sup> Sua utilização na estocagem de frutas e hortaliças à baixas temperaturas também demonstra efeito retardador no processo de amadurecimento devido à oxidação do gás etileno, estendendo a vida de prateleira e mantendo a superfície desses itens livre de contaminantes.<sup>14</sup>

Além disso, demais estudos demonstram eficiência em superfícies de mesas cirúrgicas<sup>15</sup> e materiais utilizados em ambientes hospitalares, como máquinas de hemodiálise<sup>16</sup> e bisturis<sup>17</sup> prevenindo infecções associadas à assistência à saúde.

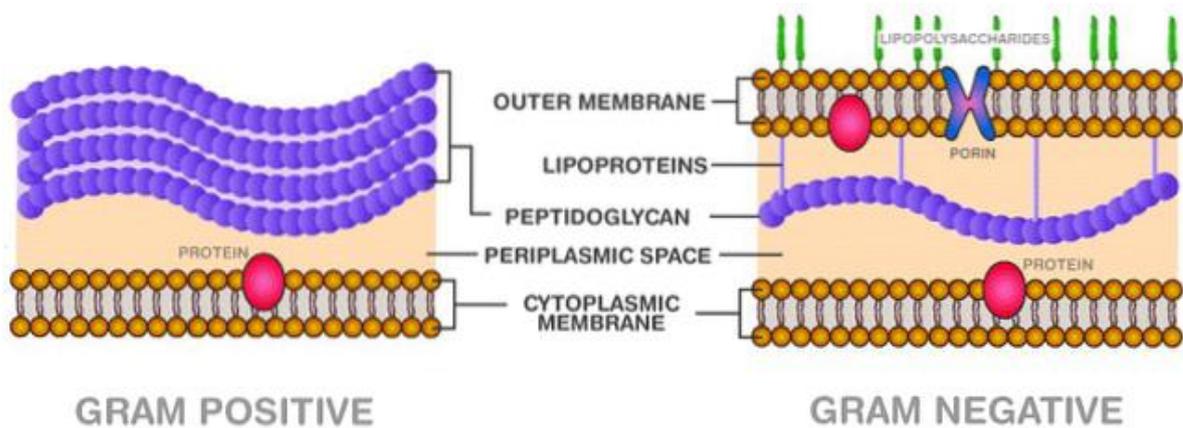
## **5. APLICAÇÕES NA MEDICINA**

O  $\text{O}_3$  atua sobre os microrganismos atacando seus constituintes celulares, como proteínas, lipídios, enzimas e ácidos nucleicos, porém a inativação desses consiste em um processo complexo e variável entre cada um, sendo eles fungos, vírus, bactérias ou protozoários.<sup>18</sup> Ademais, diferentes variáveis como pH, temperatura, concentração e tempo de exposição, determinam o efeito germicida final.<sup>19</sup>

### **5.1. BACTERICIDA**

O efeito bactericida do ozônio é dado pela remoção do biofilme e interrupção da integridade da membrana através da peroxidação dos fosfolipídios e lipoproteínas<sup>20</sup>, ou seja, a geração de radicais livres a partir do contato com a água ozonizada, alterando a permeabilidade conforme a estrutura e composição da parede celular, invadindo a célula, inativando enzimas, inibindo genes e degradando o material genético, levando à morte celular.<sup>21</sup>

As bactérias, conforme as propriedades físico-químicas de sua parede celular, são divididas em dois grandes grupos através da técnica de coloração de Gram. As Gram negativas são formadas por uma fina camada de peptídeoglicano mas possuem uma membrana citoplasmática interna composta por fosfolipídios e proteínas, além de uma membrana externa de polímeros, tornando-as mais complexas e resistentes.<sup>20,22</sup> Em contrapartida as bactérias Gram positivas contam com uma menor complexidade já que o que ganha destaque em sua membrana é a espessa camada de peptídeoglicano, sendo esta apenas mais resistente à degradação pelo álcool-acetona utilizado na técnica de coloração.<sup>22</sup> Dentre os Gram negativos destacam-se microrganismos como *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* e, entre os Gram positivos, *Staphylococcus aureus*.



23

Um estudo de 2001 avaliou a atividade antibacteriana da água ozonizada, *in vitro*, sobre o *Staphylococcus aureus*, onde observou-se inativação total das colônias, mesmo em suspensões concentradas, em curto período de tempo, obtendo resultado satisfatório utilizando água com residual de 0,6 mg/l de ozônio.<sup>24</sup> Assim como neste, outras pesquisas demonstraram sucesso na ação da substância em diversas superfícies, como chão, parede e bancadas de um laboratório de pesquisa<sup>25</sup> e salas de cirurgia ortopédica.<sup>21</sup>

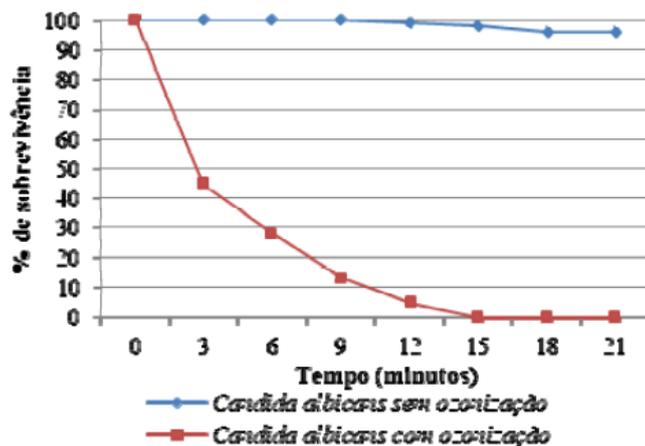
Tratando-se das Gram negativas a água ozonizada também têm demonstrado ótimos resultados. Em 2015 um estudo relatou efetiva ação, na concentração de 1,0 mg/l, sobre coliformes totais e coliformes termotolerantes presentes em alface americana, onde a inativação microbiológica elevava gradualmente conforme o tempo de imersão, resultando em inativação total após três minutos e mantendo a contagem microbiana de *Escherichia coli* e demais coliformes inalterada por 10 dias de estocagem.<sup>26</sup>

## 5.2. FUNGICIDA

Assim como nas bactérias, a ação antifúngica do ozônio consiste em danificar a parede celular, ocasionando sua ruptura devido à oxidação de glicolipídios, glicoproteínas e aminoácidos, além de atuar sobre enzimas e ácidos nucleicos.<sup>27</sup> O uso dessa substância sobre os fungos ganhou destaque nos últimos anos, principalmente no setor agrário, combatendo diversas espécies que afetam desde sementes até a estocagem dos grãos e alimentos após a colheita, reduzindo a necessidade do uso de fungicidas químicos, muitas vezes prejudiciais à saúde humana, evitando perdas quantitativas e melhorando a qualidade dos produtos.<sup>28</sup>

Dentro do agronegócio uma pesquisa demonstrou eficácia da água ozonizada sobre grãos de milho<sup>29</sup>, onde são encontrados comumente agentes como *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. e *Fusarium* spp., todos estes altamente resistentes, contaminantes e tóxicos à saúde humana e animal.<sup>30</sup> Nesta foram testadas diferentes concentrações de O<sub>3</sub> em períodos de exposição de 12 a 60 horas, o qual atuou como agente inibidor do crescimento e desenvolvimento de espécies como *Aspergillus flavus*, *Fusarium verticillioides*, *Stenocarpella maydis* e *Penicillium* spp. resultando em redução de 96% do índice de ocorrência desses fungos<sup>29</sup> devido à lise do envoltório celular e escoamento do conteúdo citoplasmático.<sup>31</sup> Assim como esse, outros estudos demonstraram sucesso ao ozonizar grãos de arroz<sup>32</sup> e amendoim<sup>33</sup>.

Tratando-se de estudos in vitro, um estudo publicado em 2014 verificou a eficácia da água ozonizada sobre *Candida albicans*, utilizando a linhagem padrão ATCC25923.<sup>34</sup> Tal espécie causa infecções oportunistas, podendo se apresentar de maneira branda, superficial ou profunda. Mesmo sendo naturalmente sensível a diversos antifúngicos, casos de resistência adquirida à fluconazol, cetoconazol, itraconazol e anfotericina B têm sido relatados.<sup>35</sup> No estudo em questão foi observada redução de 45% da carga fúngica inicial após três minutos de exposição à água ozonizada, alcançando redução de 100% com 15 minutos de ação.<sup>34</sup>



### 5.3. INATIVAÇÃO VIRAL

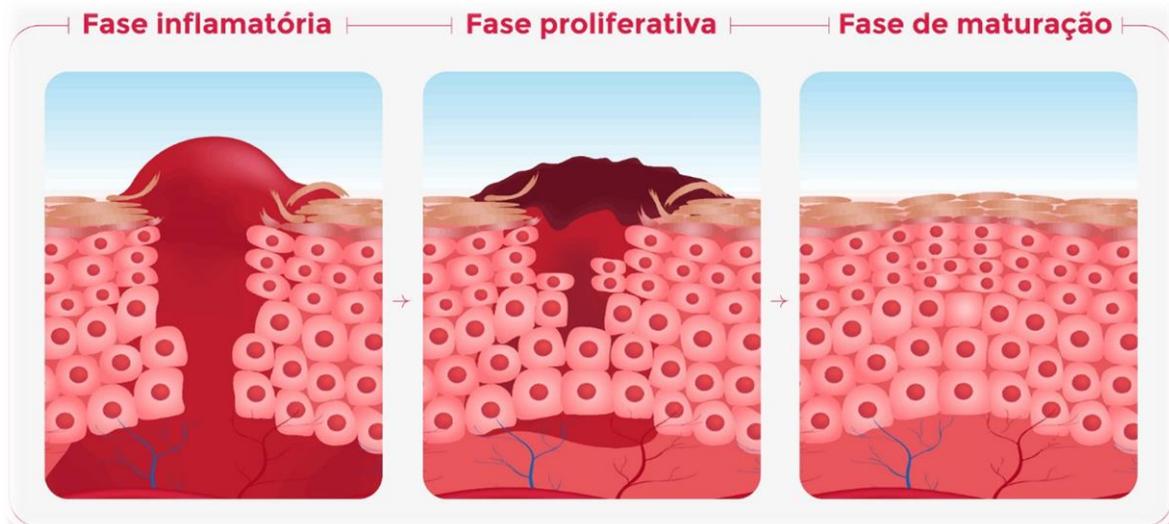
Os vírus são organismos acelulares revestidos por uma capsula de glicoproteínas e fosfolípidios que envolve os ácidos nucleicos (DNA, RNA ou ambos) e proteínas estruturais.<sup>20</sup> Sendo assim para o ozônio atuar sobre eles se faz necessário danificar o capsídeo viral e interferir no ciclo reprodutivo do vírus, interrompendo o seu contato com uma célula por meio da peroxidação.<sup>36</sup>

Durante a pandemia de Covid-19 muito se preocupou com as formas de contágio e do vírus SARS-CoV-2, onde diversas maneiras de sanitização ganharam foco. Com isso estudos inserindo o ozônio como uma alternativa voltaram à tona e uma revisão da literatura publicada em 2021 relatou eficácia do gás ozônio sobre matrizes aquáticas, reduzindo a carga viral, mas ainda necessitando de maior investigação para o enriquecimento dos bancos de dados tratando-se de um vírus encapsulado.<sup>37</sup> Enquanto isso, *in vitro*, sobre uma cultura de células, a ozonização apresentou redução de 95,4% na concentração de SARS-CoV-2 em 10 horas de exposição ao O<sub>3</sub>.<sup>38</sup>

Já sobre outras espécies o tratamento de água de esgoto doméstico através da ozonização demonstrou redução entre 91 e 100%. No devido estudo verificaram e analisaram a presença de diversos vírus, como adenovírus, norovírus, sapovírus, parechovirus, vírus E, astrovírus, pecovirus, picobirnavirus, parvovírus e gokushovíru, e concluíram que, embora a ozonização já fosse um método promissor na remoção de microcontaminantes, também deveria receber o devido destaque pelo benefício de redução da propagação de vírus patogênicos por meio da água.<sup>39</sup>

### 5.4. CICATRIZANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA

O processo cicatricial é uma atividade sistêmica e dinâmica do organismo, seguindo uma perfeita cascata de eventos celulares, moleculares e bioquímicos.<sup>40</sup> O mecanismo de cicatrização consiste, respectivamente, em três fases, sendo elas: inflamação, proliferação celular e remodelação ou maturação.<sup>41</sup>



42

A ozonioterapia é amplamente aplicada durante o processo de cicatrização de feridas, principalmente com a utilização de água e óleos ozonizados. O  $O_3$  atua de diversas maneiras na cicatrização de feridas, sendo uma delas o estímulo do metabolismo do  $O_2$ .<sup>43</sup> Quando o produto ozonizado entra em contato com uma ferida a taxa glicolítica dos eritrócitos se eleva, estimulando a produção do intermediário 2,3-difosfoglicerato e aumentando a quantidade de oxigênio entregue aos tecidos. Todo esse processo, conseqüentemente, estimula a produção de ATP e enzimas captadoras de radicais livres e protetoras da parede celular, como superóxido dismutase, glutatona peroxidase e catalase.<sup>44</sup> Esses fatores atuam promovendo então o crescimento do tecido de granulação pela regularização do sistema antioxidante e, conseqüentemente, proliferação de queratinócitos para o fechamento das feridas.<sup>43</sup>

Além desse modo, estudos relatam que  $O_3$  apresenta alta capacidade de ativar plaquetas, induzindo então a liberação de fatores cicatrizantes no sangue. Com isso, a água ozonizada sobre uma ferida é capaz de estimular a formação do tecido de granulação de forma mais rápida e com redução no tamanho da ferida quando comparado ao uso de terapias convencionais.<sup>45</sup>

Já durante a fase inflamatória, o ozônio atua na redução e inativação dos mediadores neuroquímicos inflamatórios, como histamina e quinina<sup>46</sup>, e de dor, como interleucinas, leucotrienos e prostaglandinas, uma vez que possui alta permeabilidade nos tecidos.<sup>47</sup>

## 6. CONCLUSÃO

Em suma, através dessa revisão de literatura é evidenciado que diversas são as aplicações terapêuticas do gás ozônio, o qual têm ganhado reconhecimento e vêm sendo estudado cada vez mais. Além de atuar diretamente na resposta imunológica, o O<sub>3</sub> também demonstra sucesso como bactericida, fungicida, antiviral e se apresenta como um potencial cicatrizante, favorecendo o reparo de feridas de modo mais rápido e tratando infecções, desde superficiais até sistêmicas, variando conforme modo de uso, aplicação, temperatura, umidade e concentração.

Sendo assim, o futuro do uso da água ozonizada e demais produtos com ozônio se apresentam promissores em diversos âmbitos devido à demonstração de sua eficiência em casos distintos e a acessibilidade aos equipamentos necessários para a aplicação das técnicas, uma vez sendo vista como uma proposta alternativa e eficaz na medicina.

## REFERÊNCIAS

1. CAVALCANTE, Daniel Augusto et al. Sanitização de alface americana com água ozonizada para inativação de *Escherichia coli* O157: H7. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 21, n. 1, p. 373-378, 2014.
2. KHADRE, M. A.; YOUSEF, A. E.; KIM, J.-G. Microbiological aspects of ozone applications in food: a review. **Journal of food science**, v. 66, n. 9, p. 1242-1252, 2001.
3. MOREIRA, Lucas Lappe; ZIMMER, Roberto; DE CARLO BELLO, Mariana. Efetividade da ozonioterapia contra microrganismos endopatógenos: revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, v. 62, n. 1, p. 90-97, 2021.
4. RICE, Rip G. Ozone in the United States of America—state-of-the-art. In: **13 Ozone World Congress**. 1999. p. 1029-1040.
5. BRAIDY, Nady et al. Therapeutic relevance of ozone therapy in degenerative diseases: Focus on diabetes and spinal pain. **Journal of cellular physiology**, v. 233, n. 4, p. 2705-2714, 2018.
6. DA SILVA, Suse Botelho et al. Potencialidades do uso do ozônio no processamento de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 659-682, 2011.
7. PENIDO, Bruno Rocha; DE AGUIAR LIMA, Camila; FERREIRA, Luiz Fernando Lucas. Aplicações da ozonioterapia na clínica veterinária. **Pubvet**, v. 4, p. Art. 974-979, 2010.
8. Lapolli FR, Santos LF dos, Hassemer MEN, Aisse MM, Piveli RP. Desinfecção de efluentes sanitários por meio da ozonização. In: **Desinfecção de Efluentes Sanitários. Rio de Janeiro: ABES; 2003**.
9. WYSOK, Beata; URADZIŃSKI, Jan; GOMÓLKA-PAWLICKA, M. Ozone as an alternative disinfectant-A review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 15, n. 1, p. 3, 2006.
10. DE MENDONÇA SILVA, Andressa Medeiros; GONÇALVES, Alex Augusto. Potencialidade do uso de água ozonizada no processamento de peixes/Potential use of ozonized water in fish processing. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 2, n. 1, p. 15-28, 2014.
11. BASTARRICA, Sara Aguirre. Estudio para comprobar la eficacia del poder bactericida y viricida del agua ozonizada. **inoQua – Instituto de Salud Alimentaria**. 2020.
12. MARÍN LEÓN, Valeria. Evaluación del efecto de la aplicación de ozono gaseoso sobre las características físico-químicas y parámetros de calidad poscosecha de mora fresca (*Rubus*

- adenotrichos) durante su almacenamiento a 2° C. Trabalho de conclusão de curso. **Facultad de Ciencias Agroalimentarias – Universidad de Costa Rica**. 2016.
13. DOMÉNECH, Javier. Ozono frente a cloro: desinfección y desinfectantes del agua para consumo humano. **Offarm: farmacia y sociedad**, v. 23, n. 5, p. 120-126, 2004.
  14. CAVALCANTE, Daniel Augusto. Avaliação do tratamento com água ozonizada para higienização de alface (*Lactuca sativa*). Tese de doutorado. **Unicamp – Universidade Estadual de Campinas**. 2007.
  15. DA SILVA LIMA, Fernanda et al. Água ozonizada: uma nova proposta na desinfecção de superfícies em salas de cirurgias ortopédicas. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 2, p. e9588-e9588, 2022.
  16. SANTOS, Fernando dos et al. Desinfecção de máquinas de hemodiálise com ozônio. **Brazilian Journal of Nephrology**, p. 14-18, 2007.
  17. ZANZARINI, Taise Jordão; KOZUSNY-ANDREANI, Dora Inés. Efeito do gás ozônio na descontaminação de canetas de bisturi elétrico. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 4, p. 112-120, 2019.
  18. CAETANO, Maicon Henrique. Gás ozônio: avaliação da eficácia de desinfecção de ambientes. Tese de mestrado. **UNIFESP – Universidade Estadual Paulista**. 2018.
  19. SADATULLAH, S.; MOHAMED, N. H.; RAZAK, F. A. Qualitative analyses of the antimicrobial effect of ozonated water on supragingival plaque and salivary microbes. **Annals of Medical and Health Sciences Research**, v. 4, n. 4, p. 526-531, 2014.
  20. SÁNCHEZ, Gregorio Martínez. Agua ozonizada, antecedentes, usos en medicina y bases preclínicas. **Revista Española de Ozonoterapia**, v. 9, n. 1, p. 5-31, 2019.
  21. DA SILVA LIMA, Fernanda et al. Água ozonizada: uma nova proposta na desinfecção de superfícies em salas de cirurgias ortopédicas. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 2, p. e9588-e9588, 2022.
  22. RODRÍGUEZ-CHUECA, J. et al. Inactivation of *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* present in treated urban wastewater by coagulation—flocculation and photo-Fenton processes. **Photochemical & photobiological sciences**, v. 12, n. 5, p. 864-871, 2013.
  23. TTSZ. Bactérias Gram-positiva e Gram-negativa. 14 out. 2014. Ilustração. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/pt/vetorial/gram-positivo-e-bact%C3%A9rias-gram-negativo-gm518294121-49051886>. Acesso em: 1 jul. 2023.

24. VELANO, Helena Engel et al. Avaliação in vitro da atividade antibacteriana da água ozonizada frente ao *Staphylococcus aureus*. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 15, p. 18-22, 2001.
25. CAETANO, Maicon Henrique et al. Ação antimicrobiana do gás ozônio em superfícies e na aeromicrobiota. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 34, 2021.
26. CAVALCANTE, Daniel Augusto et al. Vida de prateleira de alface americana tratada com água ozonizada. **Ciência Rural**, v. 45, p. 2089-2096, 2015.
27. KONEV, S. V. et al. Action of ozone on the membrane-dependent functions of *Candida utilis* yeast cells. **Mikrobiologiya**, v. 51, n. 2, p. 220-223, 1982.
28. ARAÚJO, Vitor Cabral. Eficácia da água ozonizada no controle da cercosporiose do cafeeiro. Trabalho de conclusão de curso. **Universidade Federal de Uberlândia**. 2017.
29. RIBEIRO, Daniel Francis. Ozônio como agente fungicida e de degradação de micotoxinas em híbridos de milho. Tese de doutorado. **Universidade Federal de Viçosa**. 2016.
30. MOTARJEMI, Yasmine et al. (Ed.). **Encyclopedia of food safety**. London: Elsevier, 2014.
31. GREENE, Annel K.; GÜZEL-SEYDIM, Zeynep B.; SEYDIM, Atif Can. Chemical and physical properties of ozone. **Ozone in food processing**, p. 19-31, 2012.
32. SANTOS, Raquel R. et al. Ozone as fungicide in rice grains. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 230-235, 2016.
33. ALENCAR, Ernandes R. de et al. Decomposition kinetics of gaseous ozone in peanuts. **Engenharia agrícola**, v. 31, p. 930-939, 2011.
34. ANDREANI, G. et al. Avaliação do efeito fungicida da água ozonizada e de plantas medicinais sobre *Candida albicans*. In: **Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**. 2014.
35. TIRABOSCHI, Iris Nora et al. Brote de candidemia por *Candida albicans* en neonatología. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 24, n. 4, p. 263-267, 2007.
36. BELEGOTE, I. da S. et al. Tratamento de doença periodontal com ozônio. **Brazilian J Surg Clin Res**, v. 23, n. 2, p. 101-4, 2018.
37. ALVES, Michelle Martins Schinoff. Avaliação da contaminação e métodos alternativos de remoção do coronavírus em matrizes aquáticas com base na revisão da literatura. Trabalho de conclusão de curso. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. 2021.
38. MURATA, T.; KOMOTO, S.; IWAHORI, S.; SASAKI, J.; NISHITSUJI, H.; HASEBE, T.; HOSHINAGA, K.; YUZAWA, Y. Reduction of severe acute respiratory syndrome coronavirus-2 infectivity byadmissible concentration of ozone gas and water. **Microbiology**

and **Immunology**, v. 65, n. 1, p. 1-7, 2021.

39. WANG, H.; SIKORA, P.; RUTGERSSON, C.; LINDH, M.; BRODIN, T.; BJÖRLENIUS, B.; LARSSON, D. G. J. HELÉNE, N. Differential removal of human pathogenic viruses from sewage by conventional and ozone treatments. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 221, n. 3 p. 479-488, 2018.
40. GEORGE BROUGHTON, I. I.; JANIS, Jeffrey E.; ATTINGER, Christopher E. Wound healing: an overview. **Plastic and reconstructive surgery**, v. 117, n. 7S, p. 1e-S-32e-S, 2006.
41. Clark RAF: Wound repair. In: Kumar, Robbins, Cotran: Pathologic Basis of Disease, 7th ed., Ed. Saunders, p.112, 2005.
42. Equipe Medcel. Fases de cicatrização. 06 abr. 2022. Ilustração. Disponível em: <https://blog.medcel.com.br/post/fases-da-cicatrizacao>. Acesso em: 18 jul. 2023.
43. DE NEGREIROS, Rosângela Vidal et al. Utilização da água ozonizada como recurso otimizador no processo de cicatrização. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e2712239837-e2712239837, 2023.
44. XAVIER, Pedro Bezerra et al. Aplicação da ozonioterapia no tratamento de lesões de pele em idosos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 17, p. e229101724682-e229101724682, 2021.
45. BATINJAN, Goran et al. The use of ozone in the prevention of osteoradionecrosis of the jaw. **Saudi medical journal**, v. 35, n. 10, p. 1260, 2014.
46. NESI, Anny Karoliny. Ozonioterapia: o uso do ozônio na odontologia. Trabalho de conclusão de curso. **Centro Universitário São Lucas**. 2018.
47. SEN, Suman; SEN, Sheuli. Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. **Medical gas research**, v. 10, n. 4, p. 189, 2020.