

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 19/08/2024



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

Maicon Henrique Caetano

**Água ozonizada – Estudo de atividade antimicrobiana contra
patógenos hospitalares**

São José do Rio Preto
2022

Maicon Henrique Caetano

**Água ozonizada – Estudo de atividade antimicrobiana contra
patógenos hospitalares**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Microbiologia, junto ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Margarete Teresa
Gottardo de Almeida

Coorientador: Prof. Dr. Adriano Menis Ferreira

São José do Rio Preto
2022

C128a

Caetano, Maicon Henrique

Água ozonizada - Estudo de atividade antimicrobiana contra patógenos hospitalares / Maicon Henrique Caetano. -- São José do Rio Preto, 2022

56 f. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Margarete Teresa Gottardo de Almeida

Coorientador: Adriano Menis Ferreira

1. Água ozonizada. 2. Patógenos hospitalares. 3. Ação antimicrobiana. 4. Desinfecção. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Maicon Henrique Caetano

**Água ozonizada – Estudo de atividade antimicrobiana contra
patógenos hospitalares**

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Microbiologia, junto ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Margarete Teresa Gottardo de Almeida
FAMERP – Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Scroferneker
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dr^a. Viviane Decicera Colombo Oliveira
FAMERP – Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto

Prof. Dr. Marcelo Alessandro Rigotti
UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Wilfredo Milquiades Irrazabal Urruchi

São José do Rio Preto
19 de agosto de 2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe Rosemeire Conceição do Bem Caetano, à minha irmã Emanuely Caetano e à minha avó, Alzira Conceição Teixeira do Bem, pelo incentivo, apoio e preces a mim direcionadas. Obrigado por acreditarem em meu potencial e estarem felizes por eu ter chegado até aqui. Ao meu querido pai Manoel Aparecido Caetano (*in memoriam*) que sempre torceu e me acompanhou em todos os momentos, um exemplo de homem, uma pessoa iluminada e que faz muita falta. Ao meu querido avô José do Bem Filho (*in memoriam*) que sempre acreditou em mim e sempre disse que eu seria um Doutor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo ingresso e conclusão deste trabalho. Por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia. Obrigado, meu Deus, por me dares muito mais do que eu preciso, e por me abençoares muito mais do que eu mereço.

Aos meus pais Rosemeire Conceição do Bem Caetano e Manoel Aparecido Caetano (in memoriam), que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, pois sem eles este trabalho e muito dos meus sonhos não se realizariam. Não é só pela vida que vocês me deram que eu devo agradecer. É também por me ensinarem todos os valores que achavam importantes e por me tornarem a pessoa que sou hoje. À minha irmã do coração Emanuely Caetano, que me ama muito e por sempre estar do meu lado. À minha Vó Alzira Conceição Teixeira do Bem, que sempre ajudou e me acompanhou em todos os momentos da minha vida. Sempre torcendo e vibrando com as minhas conquistas. Sem ela este trabalho não seria possível. Amo vocês!

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Margarete Teresa Gottardo de Almeida, primeiramente pela oportunidade, confiança e ter acreditado que eu seria capaz de realizar este projeto. Agradeço também por tudo que me ensinou, pela paciência, dedicação, carinho e por mostrar-se sempre disposta a me ajudar. Obrigado pelos conselhos, amizade e por fazer parte do meu crescimento pessoal e profissional. Para mim você é uma inspiração e um grande exemplo de vida, foi muito bom trabalhar ao seu lado. Você foi mais que uma orientadora, foi uma mãe, uma amiga. Muito obrigado do fundo do meu coração!

Ao meu coorientador Prof. Dr. Adriano Menis Ferreira, que foi fundamental na realização deste trabalho, sempre ajudando, dando conselhos e dicas para o meu crescimento profissional e pessoal. Muito obrigado!

À Emília Cristina Gianizella e Thiago Henrique Lemes, duas pessoas especiais, que eu conheci no laboratório e tornaram-se grandes amigos, irmãos, parceiros, formando um trio. Agradeço a amizade de vocês, os conselhos, conversas e ótimos momentos juntos, por me aturar, sempre me ajudar e estar do meu lado em todos os momentos.

Aos meus queridos amigos e companheiros do laboratório, uma segunda família: Natalia Seron Brizzotti, Emília Cristina Gianizella, Thiago Henrique Lemes, Luceli Ferreira de Souza, Mariela Domiciano Ribeiro, Bianca Gottardo de Almeida, João Paulo Zen Siqueira, Taiza Maschio de Lima, Letícia de Queiroz Mozaner, Veridiana Camilo Pattini, Letícia Monteiro Bianco, Elza Maria Castilho e Cleuzenir Toschi Gomes Barbieri, pela amizade de vocês, carinho, parceria e ajuda. Obrigado pelos ótimos momentos de descontração durante todo esse tempo! Vocês moram no meu coração!

Aos professores Dr. João Paulo Zen Siqueira e Dr^a. Cátia Rezende por participarem da banca examinadora de qualificação, contribuindo com a melhoria deste projeto.

Aos membros da comissão examinadora deste trabalho, Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Scroferneker, Prof^a. Dr^a. Viviane Decicera Colombo Oliveira, Prof. Dr. Marcelo Alessandro Rigotti e Prof. Dr. Wilfredo Milquiades Irrazabal Urruchi, por terem aceitado o convite e por dispensarem seu tempo na correção deste trabalho, agregando experiência e conhecimento ao mesmo.

Ao laboratório de Microbiologia e à FAMERP, pela infraestrutura de ensino e pesquisa, essenciais para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia, professores, coordenadores e equipe técnica, pela disponibilidade, dedicação aos alunos e prontidão em esclarecer todas as dúvidas.

À CAPES – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro.

Enfim, a todos os meus amigos, colegas e professores que não foram citados, mas que fizeram parte da minha formação e acreditaram em meu potencial.

Meus sinceros agradecimentos!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther king

RESUMO

As infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) representam um grave problema de saúde pública, por aumentar as taxas de morbidade, mortalidade e os custos. Microrganismos potencialmente patogênicos, principalmente os multirresistentes aos antimicrobianos podem estar presentes em superfícies hospitalares, aumentando ainda mais os riscos de infecções. É imprescindível a busca por novos processos de desinfecção em serviços de saúde. A água ozonizada pode elevar os padrões de qualidade das superfícies por meio da redução da carga microbiana, atuando sobre os microrganismos através da oxidação de componentes estruturais da célula, especialmente das membranas celulares, provocando a sua destruição e decorrente morte celular. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia da atividade antimicrobiana da água ozonizada sobre microrganismos e na desinfecção de superfícies hospitalares. Para isto, foi utilizada uma torneira comercial como fonte de água ozonizada (0,6 ppm de ozônio). Frascos reagentes estéreis receberam 200 ml de água e 200 µl dos inóculos de microrganismos em concentração ajustada em espectrofotômetro, na escala 0,5 de McFarland. Posteriormente, 100 µl das amostras foram retirados, após 10 s, 30 s, 1 min e 2 min de contato com a água e plaqueadas em meio de cultura contendo *Brain Heart Infusion Agar* DIFCO® (BHI) para as bactérias e *Sabouraud Dextrose Agar* OXOID® (AS) para as leveduras e fungos filamentosos. As placas foram incubadas a 36,5°C com conseqüente avaliação quantitativa quanto ao número de unidades formadoras de colônias (UFCs). Para avaliar a eficácia da água ozonizada em um cenário real, cinco superfícies de 19 leitos de UTI, de um hospital terciário do interior do estado de São Paulo (mesa próxima ao leito, puxador da gaveta, monitor, bomba de infusão e lateral da cama) foram avaliadas quanto à presença de microrganismos. *Imprints* foram estabelecidos com placas RODAC™ (com inibidor do quaternário de amônio), em cada superfície, por meio de pressionamento, por 10 s, antes e após a limpeza com água ozonizada. Os resultados mostraram a eficácia da atividade antimicrobiana da água ozonizada contra bactérias e fungos, sendo eliminados a partir do tempo de 10 s. Para todas as superfícies analisadas houve redução significativa da carga microbiana, com percentuais de 78,8% a 98,7%, após a limpeza com a água ozonizada, quando comparadas com as placas controles. Este procedimento rápido, de fácil condução, poderá fazer parte dos protocolos de limpeza e desinfecção

hospitalar, uma vez que, microrganismos são eliminados rapidamente, principalmente das superfícies hospitalares.

Palavras-chave: Água ozonizada. Patógenos hospitalares. Ação antimicrobiana. Desinfecção.

ABSTRACT

Healthcare-associated infections (HAI) represent a major problem of public health, raising morbidity and mortality rates and associated costs. Potentially pathogenic microorganisms may be present in hospital surfaces, increasing infection risk. The constant search for alternative disinfection methods is essential in the healthcare setting. Ozonized water can raise the quality standards of surfaces by reducing their microbial load, causing oxidation of structural components of microorganisms, especially cell membranes, leading to their destruction and resulting in cell death. The objective of this study was to evaluate the antimicrobial efficacy of ozonized water against bacteria and fungi and in the disinfection of hospital surfaces. For this purpose, a commercial faucet was used as the source of ozonized water (0.6 ppm of ozone). In sterile reagent bottles, it was added 200 ml of water and 200 µl of microorganism inoculum adjusted on a spectrophotometer to the 0.5 MacFarland standard. After 10 s, 30 s, 1 min, and 2 min of exposure to the ozonized water, 100 µl of the solution were inoculated in Brain-Heart Infusion agar (BHI, Difco®) or Sabouraud-Dextrose agar (SDA, Oxoid®), according to the type of microorganism (bacteria in BHI, yeast and filamentous fungi in SDA). The plates were incubated at 36.5 °C for quantitative analysis of colony forming units (CFU). To assess the efficacy of ozonized water on a real setting, five surfaces of 19 hospital beds of an intensive care unit of a tertiary hospital of the interior of São Paulo state were evaluated before and after ozonized water cleaning: table next to bed, drawer handle, monitor, infusion pump, and bedside rail. The presence of microbial contamination was determined by imprints of 10 seconds using Rodac plates® (with ammonium quaternary inhibitor), which were incubated at 36.5 °C for CFU counting. Results showed significant activity of ozonized water against bacteria and fungi, from 10 s of exposure. All surfaces analyzed also showed great reduction of microbial load after ozonized water cleaning (78.8% to 98.7% reduction, in comparison to control plates). This method proved to be fast and easy to carry out, and it could be included in hospital cleaning and disinfection protocols to improve microorganism reduction of surfaces.

Keywords: Ozonized water. Hospital pathogens. Antimicrobial activity. Disinfection.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Histórico-ozônio	16
2.2 Produção do ozônio	17
2.3 Propriedades físico-químicas do ozônio	18
2.4 Ação antimicrobiana do ozônio	20
3 OBJETIVOS	22
3.1 Objetivo geral	22
3.2 Objetivos específicos	22
4 REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO 2 – Artigo I	29
Resumo	30
Introdução	30
Materiais e Métodos	32
Resultados	34
Discussão	36
Conclusão	39
Referências	40
CAPÍTULO 3 – Artigo II	44
Resumo	45
Introdução	46
Método	47
Resultados	49
Discussão	50

Conclusão.....	51
Referências.....	52
CAPÍTULO 4.....	54
4 CONCLUSÕES.....	55

Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

As infecções relacionadas à assistência à saúde (IRAS) são um dos mais importantes problemas que impactam a qualidade de vida dos seres humanos e, por consequência, aos programas de política pública. IRAS compreendem quaisquer infecções adquiridas após a admissão do paciente e que se manifestam durante a internação ou após a alta hospitalar. Estes eventos, acarretam sérios problemas aos serviços de saúde, por altas taxas de morbidade, mortalidade, gastos com o tratamento, e, com a segurança dos pacientes (ZEHURI, SLOB, 2018; ANVISA, 2021).

Neste cenário, a multiplicidade de microrganismos com padrões biológicos complexos, isto é, virulência, resistência aos antimicrobianos, estão associados à condição dos pacientes, que pode apresentar graves patologias e muitas vezes imunossupressão. Aí, se apresenta o risco aumentado às IRAS, grande problemática mundial. No ambiente hospitalar, especialmente nas Unidades de Terapia Intensiva (UTI), os procedimentos invasivos são práticas frequentes, e acarretam novas possibilidades de colonização com consequente infecção por microrganismos oportunistas, bem como patógenos primários de importância clínica. (BORDIGNON, LIMA, 2017; RODRIGUES et al., 2018).

Os microrganismos podem colonizar ou infectar pacientes pós contato direto ou indireto com mucosas e superfícies corpóreas. Relatos científicos reiteram esta afirmativa, uma vez que, alguns patógenos, capazes de permanecer por longos períodos no ambiente hospitalar, são comumente transferidos de superfícies animadas ou inanimadas e, entram em contato com pacientes aumentando risco de infecção. Tem-se como exemplo, *Enterococcus* resistente à vancomicina, *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), identificados em superfícies de ambiente hospitalar, e como causa de doenças respiratórias ou sistêmicas. Apesar dos protocolos Institucionais de higiene e limpeza hospitalar, estes eventos estão presentes com alta frequência, e constituem riscos para a propagação de patógenos (ASSADIAN et al., 2021; LUCENA et al., 2022).

Inúmeras variáveis contribuem para o aumento de risco das IRAS, a saber: mãos dos profissionais de saúde, com higienização inadequada e, como meio comum de transmissão cruzada de microrganismos, os processos químicos e físicos de desinfecção inapropriados, a variação genética dos patógenos que se apresentam

cada vez mais resistentes, capacitando a sobrevivência em ambiente hostil, entre outros, (SOARES et al., 2019; LUCENA et al., 2022). Neste contexto, ressalta a importância de medidas de controle e prevenção de disseminação de microrganismos mais efetivas, e de novos protocolos de desinfecção, a fim de aprimorar os processos de limpeza e desinfecção.

Ressalta-se que a recomendação para a desinfecção de superfícies hospitalares consiste na limpeza prévia do local a ser desinfetado usando sabão ou detergente, com o auxílio de panos de mobília. Posteriormente a realização de fricção com álcool a 70% ou outro desinfetante estabelecido pelo serviço de controle de infecção hospitalar (SCIH) (ANVISA, 2020).

Nos últimos anos o uso do ozônio tornou-se evidente, por ser um potente agente oxidante utilizado em diversas áreas como controle antimicrobiano. O O_3 atua sobre os microrganismos, por meio da oxidação de constituintes celulares, especialmente das membranas, causando a sua destruição e consequente morte celular (MARTINS; KOZUSNY-ANDREANI; MENDES, 2015; TORMIN et al., 2016).

As propriedades antimicrobianas da água ozonizada têm sido demonstradas com excelentes resultados, com relatos de estudos na área de desinfecção de superfícies (LIMA et al., 2022), tratamentos endodônticos (CARDOSO; OLIVEIRA; KOGA-ITO; JORGE, 2008; GALLO, SCRIBANTE, 2021), em alimentos (SKOWRONK et al., 2019), tratamentos para água potável (SHIN et al., 2003; DEMIR et al., 2015) e na desinfecção das mãos, como alternativa aos desinfetantes tradicionais à base de álcool e líquidos (BREIDABLIK et al. 2019).

Desta maneira, a água ozonizada mostra-se um promissor composto para controle antimicrobiano. Com o crescente e preocupante aumento de microrganismos multirresistentes, em ambientes hospitalares, aos desinfetantes disponíveis no mercado, a utilização da água ozonizada apresenta-se como uma opção efetiva e de baixo custo. Contudo, são necessários mais estudos para demonstrar suas possibilidades e eventuais limitações de uso.

Referências

1. Haque M, Sartelli M, McKimm J, Abu Bakar M. Health care-associated infections - An overview. *Infect Drug Resist* [Internet]. 2018; 11:2321–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30532565>. <https://doi.org/10.2147/IDR.S177247>
2. Villacís J, Lopez M, Passey D, Santillán MH, Verdezoto G, Trujillo F, et al. Efficacy of pulsed-xenon ultraviolet light for disinfection of high-touch surfaces in an Ecuadorian hospital. *BMC Infect Dis* [Internet]. 2019; 19(1):575. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31269912/>. <https://doi.org/10.1186/S12879-019-4200-3>
3. Donskey CJ. Does improving surface cleaning and disinfection reduce health care-associated infections? *Am J Infect Control* [Internet]. 2013; 41(5 Suppl):S12–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23465603/>. <https://doi.org/10.1016/J.AJIC.2012.12.010>
4. Mitchell BG, Dancer SJ, Anderson M, Dehn E. Risk of organism acquisition from prior room occupants: A systematic review and meta-analysis. *J Hosp Infect* [Internet]. 2015; 91(3):211–7. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195670115003126>. <https://doi.org/10.1016/J.JHIN.2015.08.005>
5. Rigotti MA, Ferreira AM, Nogueira MCL, Almeida MTG de, Guerra OG, Andrade D de. Avaliação de três técnicas de fricção de superfície para remoção de matéria orgânica. *Texto Context - Enferm* [Internet]. 2015; 24(4):1061–70. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072015000401061&lng=en&tlng=en. <https://doi.org/10.1590/0104-0707201500003690014>
6. Reddy SA, Reddy N, Dinapadu S, Reddy M, Pasari S. Role of ozone therapy in minimal intervention dentistry and endodontics - A review. *J Int Oral Heal JIOH* [Internet]. 2013; 5(3):102–8. Available from: </pmc/articles/PMC3769872/>.
7. Li CS, Wang YC. Surface germicidal effects of ozone for microorganisms. *Am Ind Hyg Assoc J* [Internet]. 2003; 64(4):533–7. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15428110308984851>. <https://doi.org/10.1080/15428110308984851>
8. Grignani E, Mansi A, Cabella R, Castellano P, Tirabasso A, Sisto R, et al. Safe and effective use of ozone as air and surface disinfectant in the conjuncture of covid-19. *Gases* [Internet]. 2021; 1(1):19–32. Available from: <https://www.mdpi.com/2673-5628/1/1/2/htm>. <https://doi.org/10.3390/GASES1010002>
9. Gallo S, Scribante A. Ozone therapy in dentistry: From traditional applications towards innovative ones. A review of the literature. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* [Internet]. 2021; 707(1):012001. Available from: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/707/1/012001>. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/707/1/012001>
10. Skowron K, Walecka-Zacharska E, Grudlewska K, Kwiecińska-Piróg J, Wiktorczyk N, Kowalska M, et al. Effect of selected environmental factors on the microbicidal effectiveness of radiant catalytic ionization. *Front Microbiol* [Internet]. 2019; 10:3057. Available from: </pmc/articles/PMC6989485/>. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2019.03057>
11. Demir F, Atguden A. Experimental investigation on the microbial inactivation of domestic well drinking water using ozone under different treatment conditions. *Ozone Sci Eng* [Internet]. 2015; 38(1):25–35. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01919512.2015.1074534>. <https://doi.org/10.1080/01919512.2015.1074534>
12. Martins RB, Castro IA, Pontelli M, Souza JP, Lima TM, Melo SR, et al. SARS-CoV-2

- Inactivation by Ozonated Water: A Preliminary Alternative for Environmental Disinfection. *Ozone Sci Eng* [Internet]. 2020; :1–4. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01919512.2020.1842998>.
<https://doi.org/10.1080/01919512.2020.1842998>
13. Breidablik HJ, Lysebo DE, Johannessen L, Skare, Andersen JR, Kleiven OT. Ozonized water as an alternative to alcohol-based hand disinfection. *J Hosp Infect* [Internet]. 2019; 102(4):419–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30731184>.
<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2019.01.026>
 14. Santos-Junior AG, Ferreira AM, Frota OP, Rigotti MA, Barcelos L da S, Lopes de Sousa AF, et al. Effectiveness of surface cleaning and disinfection in a brazilian healthcare facility. *Open Nurs J* [Internet]. 2018; 12(1):36–44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29643951/>.
<https://doi.org/10.2174/1874434601812010036>
 15. Lax S, Sangwan N, Smith D, Larsen P, Handley KM, Richardson M, et al. Bacterial colonization and succession in a newly opened hospital. *Sci Transl Med* [Internet]. 2017; 9(391):eaah6500. Available from: <https://www.science.org/doi/10.1126/scitranslmed.aah6500>.
<https://doi.org/10.1126/SCITRANSLMED.AAH6500>
 16. Gildo MGP, Vandesmet LCS, Santos CRB dos, Fraga EG de S, Morais ICO de. Avaliação da eficácia antimicrobiana de desinfetantes utilizados na rotina de limpeza hospitalar. *Rev Expressão Católica Saúde* [Internet]. 2018; 2(2):34–9. Available from: <http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/recsaude/article/view/2211>. <https://doi.org/10.25191/RECS.V2I2.2211>
 17. da Silva EM, Sciuniti Benites Mansano E, de Souza Bonfim-Mendonça P, Olegário R, Tobaldini-Valério F, Fiorini A, et al. High colonization by *Candida parapsilosis* sensu stricto on hands and surfaces in an adult intensive care unit. *J Med Mycol* [Internet]. 2021; 31(2):101110. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1156523320302511?via%3Dihub>.
<https://doi.org/10.1016/J.MYCMED.2020.101110>
 18. Wu Y, Chen Z, Wen Q, Fu Q, Bao H. Mechanism concerning the occurrence and removal of antibiotic resistance genes in composting product with ozone post-treatment. *Bioresour Technol* [Internet]. 2021; 321:124433. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852420317077?via%3Dihub>.
<https://doi.org/10.1016/J.BIORTECH.2020.124433>
 19. Korany AM, Hua Z, Green T, Hanrahan I, El-Shinawy SH, El-kholy A, et al. Efficacy of ozonated water, chlorine, chlorine dioxide, quaternary ammonium compounds and peroxyacetic acid against *Listeria monocytogenes* biofilm on polystyrene surfaces. *Front Microbiol* [Internet]. 2018; 9:2296. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2018.02296>.
<https://doi.org/10.3389/FMICB.2018.02296>

4 CONCLUSÕES

Considerando-se os resultados obtidos nestes estudos, pode-se concluir que:

- A água ozonizada produzida por uma torneira comercial, na concentração de 0,5 a 0,6 ppm apresenta eficácia na remoção de microrganismos presentes em superfícies hospitalares.
- As superfícies hospitalares, mesmo após passarem por protocolos de limpeza, estão sujeitas a contaminação por microrganismos. Sendo assim, a água ozonizada mostra-se como um composto promissor para ser utilizado como estratégia adicional aos protocolos de limpeza e desinfecção de superfícies hospitalares.
- A especificidade da ação antimicrobiana da água ozonizada, contra bactérias Gram positivas e Gram negativas, abre novas perspectivas de controle de microrganismos em superfícies animadas ou inanimadas.
- A ação antimicrobiana da água ozonizada contra fungo filamentosos de importância clínica, é de extrema importância, pois ambientes hospitalares que recebem pacientes imunossuprimidos poderão passar por processos de desinfecção, minimizando a transferência destes organismos.
- A ação surpreendente da água ozonizada contra *Candida auris* poderá despertar interesse aos setores públicos de saúde, uma vez que sua permanência em ambiente poderá expor a graves riscos à saúde humana, evento de preocupação mundial.