

Esterilização por ozônio em materiais hospitalares contaminados com *Escherichia coli*

Aline Daniele Casari, CEI- Centro Universitario Integrado, Brasil,
alinecasari2@gmail.com

Samara Santos Bueno, CEI- Centro Universitário Integrado, Brasil,
samara.s.bueno2000@gmail.com

Mariana Felgueira Pavanelli, CEI- Centro Universitário Integrado, Brasil,
mariana.pavanelli@grupointegrado.br

Resumo: Esse artigo relata um estudo realizado sobre o potencial bactericida do ozônio em materiais hospitalares, com o objetivo de pesquisar formas de esterilização e evitar contaminações de IRAs. Para isso, materiais usados no cotidiano hospitalar como jaleco, equipo Pvc flexível, espátula inox e vidro foram contaminados com *Escherichia coli*. Tais materiais foram expostos ao ozônio e ao hipoclorito de sódio por 5 e 15 minutos para avaliação da ação microbicida. Os resultados obtidos para o jaleco foram redução bacteriana de 74,3% em 5 minutos e 87,2% em 15 minutos. Os demais materiais testados tiveram 100% de redução da carga microbiológica, o mesmo resultado obtido com o hipoclorito de sódio em todos os materiais. Portanto pode-se concluir que o ozônio apresenta potencial bactericida elevado, podendo ser uma opção para descontaminação e até mesmo esterilização de materiais utilizados no ambiente médico e hospitalar.

Palavras-chave: Ozônio. Bactérias. Descontaminação.

Abstract: This article reports a study about the bactericidal potential of ozone in hospital materials, with the objective of researching ways to sterilize and avoid contamination of ARIs. To this end, materials used in daily hospital life such as lab coats, flexible PVC equipment, stainless steel and glass spatulas were contaminated with *Escherichia coli*. These materials were exposed to ozone and sodium hypochlorite for 5 and 15 minutes to evaluate the microbicidal action. The results obtained were: for the lab coat there was a bacterial reduction of 74.3% in 5 minutes and 87.2% in 15 minutes. The other materials tested had a 100% reduction in the microbiological load, the same result obtained with sodium hypochlorite in all materials. Therefore, it can be concluded that ozone has a high bactericidal potential, and may be an option for decontamination and even sterilization of materials used in medical and hospital environments.

Keywords: Ozone. Bacteria. Decontamination.

SIMPAR

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



Núcleo de
Empreendedorismo,
Pesquisa e Extensão
Integrado

Apoio



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

INTRODUÇÃO

A incidência do aumento de IRAs (Infecções Relacionadas à assistência à Saúde) vem sendo relatada com mais frequência, causando preocupação principalmente nos ambientes hospitalares. De acordo com o boletim do Sistema Online de Notificação de Infecções Hospitalares (SONIH), durante o ano de 2019 ocorreram cerca de 300 contaminações por diversos microrganismos por mês no setor. Neste mesmo ano, o número total de IRAs foi de 28.031 e a taxa de óbito foi 3.564. Dentro os principais microrganismos responsáveis por essas infecções destaca-se o bacilo *Escherichia coli*, que ficou em segunda lugar na lista de microrganismos mais recorrentes, com 1.518 casos notificados.(1)

A *Escherichia coli* pode resistir a diferentes ambientes e temperaturas, podendo se instalar sobre superfícies de instrumentos e Equipamentos de Proteção Individual (Epis), causando infecções leves ou graves, podendo levar o indivíduo à morte. O que pode ser preocupante em pacientes mais debilitados como os imunodeprimidos e aqueles internados em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (2,10).

Devido ao grande fluxo de pessoas e da quantidade de pacientes debilitados nos hospitais, é de suma importância que esses locais tenham uma esterilização adequada para evitar riscos à saúde de pacientes e funcionários. Porém deve-se tomar precauções com o método descontaminante utilizado, pois alguns podem ocasionar problemas de saúde aos funcionários, como dermatites de contato e hipersensibilidade, além de danos ao aparelho respiratório, decorrentes da inalação de produtos tóxicos (3,11).

Também é válido lembrar que a esterilização com o uso de calor (como a autoclave) pode prejudicar materiais termossensíveis, sendo assim necessário outros métodos para remover os microrganismos, como por exemplo o uso do gás ozônio. O ozônio, representado pela molécula O_3 , é facilmente solúvel em água e tem taxa alta de oxidação bacteriana (4,12).

Considerando esse potencial microbicida do ozônio e o papel da bactéria *Escherichia coli* como uma dos principais agentes causadores das IRAs, esse artigo tem o objetivo de analisar o potencial bactericida do ozônio em materiais médico-hospitalares de diferentes composições.

MÉTODO

Ativação das culturas de bactérias e preparo do inóculo

Uma cepa comercial (Newprov) da bactéria *Escherichia coli* foi ativada em caldo Brain Heart Infusion (BHI) conforme as recomendações do fabricante. A partir

da cultura pura, foi realizada uma diluição na proporção 1:1000 com solução fisiológica estéril (NaCl 0,9%).

Seleção e contaminação dos materiais

Para avaliar diferentes composições/superfícies, duas unidades de diferentes materiais de uso hospitalar foram selecionados de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1 – Materiais selecionados para a avaliação de diferentes superfícies.

Tipo de Superfície	Material
Tecido (poliéster e algodão)	Fragmento de Jaleco de 10 x 10 cm
Plástico (pvc flexível)	Equipo Intravenoso
Vidro	Lâmina de vidro
Aço Inox	Espátula de inox

Para a contaminação dos materiais anteriormente citados estes ficaram de molho no respectivo inóculo bacteriano durante 5 minutos. Decorrido o tempo foi aguardado o material secar para fixação da bactéria na superfície.

Cada um destes materiais foi utilizado para a confecção das culturas controle positivo (CP) por meio da fricção de swab estéril sobre a superfície do material contaminado e inoculação em ágar específico, em triplicata. Também foram confeccionadas placas controle negativo (CN) a partir da fricção de um swab estéril no ágar específico.

Ensaio de descontaminação e aspectos microbiológicos

Duas unidades de cada material foram contaminadas e posteriormente uma unidade foi submetida à descontaminação por ozônio e outra, por hipoclorito de sódio. A aplicação do ozônio se deu pela inserção do material previamente contaminado em uma bag destinada à ozonioterapia e o ozônio foi aplicado diretamente no material à uma concentração de 18.000 g/hora por 5 e 15 minutos.

Para a avaliação da descontaminação com hipoclorito de sódio, foi preparada uma solução contendo 15 mL do hipoclorito puro em 1 L de água purificada. O material contaminado ficou de molho nesta solução também por 5 e 15 minutos.

Em ambos os modelos de descontaminação, decorrido o tempo de exposição (5 e 15 minutos), um swab estéril umedecido em solução fisiológica estéril foi friccionado sobre o material e inoculado em ágar Ágar Macconkey, em triplicata. A semeadura se deu por meio de estria superficial e as placas foram incubadas por 48 horas na estufa a $35 \pm 1^\circ\text{C}$.

Decorrido o tempo de incubação as Unidades Formadoras de Colônia (UFC) foram quantificadas e os resultados expressos em média e desvio padrão (DP). As médias obtidas em cada ensaio foram comparadas ao respectivo CP do material por meio do teste T de Student, utilizando o software GraphPad Prism versão 5.0. Foram considerados significativos os valores de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Todas as placas CN não apresentaram crescimento bacteriano. Os resultados de cada CP podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantidade de UFC para cada controle positivo por tipo de material analisado.

Material	Crescimento em UFC (média ± DP)
Tecido	892,00 ± 372,00
Inox	122,67 ± 113,52
Vidro	168,00 ± 96,99
Plástico	484,00 ± 390,38

O molho com solução de hipoclorito de sódio foi capaz de eliminar 100% da carga microbiana nos dois tempos experimentais. O mesmo foi atingido com a ação do ozônio nos materiais de vidro, plástico e inox. Com relação à ação do ozônio sobre o tecido, este promoveu redução bacteriana significativa de 74,3% aos 5 minutos ($p=0,037$) e 87,2% em 15 minutos ($p=0,022$) (Figura 1).

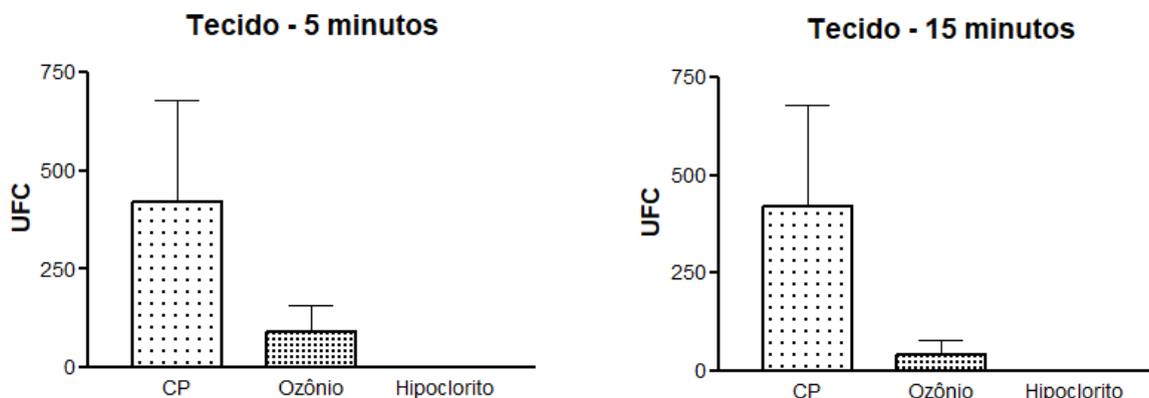


Figura 1 - Crescimento em UFC das amostras de tecido contaminadas, expostas ao ozônio e hipoclorito em dois tempos experimentais. Valores expressos em média ± DP.

DISCUSSÃO

Neste estudo o ozônio apresentou total eficácia na remoção de *E. coli* dos materiais de vidro, plástico e inox, e um efeito bem expressivo na descontaminação do tecido, mesmo com 5 minutos de exposição.

A eficácia do ozônio contra bactérias foi evidenciada por Gonzaga e Andreani (7) em resíduos de serviços de saúde. Com 20 minutos de exposição houve eliminação de 98% de microrganismos como *Escherichia coli*, *Pseudomonas*

aeruginosa, *Proteus spp*, *Staphylococcus spp*, *Candida albicans* e *Rhizopus spp*. Em outro estudo realizado por Remuszka (8), com dois e três minutos de exposição ao ozônio houve 99,9% de eliminação de *Escherichia coli* e *Salmonella choleraesuis*. (7,8)

A respeito da descontaminação por ozônio em diferentes superfícies ainda há poucos estudos na literatura, especialmente com enfoque nos materiais hospitalares. Em uma revisão bibliográfica foram observados resultados positivos com aço inoxidável e polímeros, havendo inibição significativa dos microrganismos. Resultados esses também alcançados no presente estudo. (5)

Os diferentes tipos de materiais podem ser mais ou menos susceptíveis à ação do ozônio, o que influencia no potencial de eliminação do microbioma daquele local. No presente estudo o ozônio foi 100% eficaz na descontaminação de aço inox, vidro e plástico, mas não no tecido. Assim, pode-se afirmar que o gás é um potencial agente esterilizante, mas estudos sobre a interação do ozônio com as diferentes superfícies de materiais devem ser incentivados. (5)

A ação bactericida do ozônio é obtida através da oxidação de enzimas, ácidos graxos e ácidos nucleicos do microrganismo, ocasionando a lise da parede celular. A capacidade oxidativa pode se sobressair em relação ao ácido peracético e ao peróxido de hidrogênio (6). O gás ozônio tem a vantagem de não ser nocivo ao meio ambiente, pois apresenta fácil obtenção e rápida decomposição, sendo que em uma temperatura de 30°C ocorre a redução de 50% do ozônio, voltando a forma de O₂ sem gerar resíduos. Em comparação com a ação do ozônio, o hipoclorito de sódio (NaClO), pode ser classificado como desinfetante de baixo a alto nível dependendo da concentração, valor de Ph, e tempo de exposição. Sendo que em alta concentração é bem efetivo na redução da carga microbiana, mas nocivo à saúde, pois é inibidor de cloro e pode acarretar problemas como irritações aos olhos e peles, agravos ao sistema respiratório, além de deixar resíduos (4,9).

Ademais, deve-se ter cuidado com a diluição do hipoclorito utilizado, seu armazenamento e presença de materiais orgânicos. A aplicação do hipoclorito a 10 ppm em metais pode causar corrosão do material, em outros materiais muitas vezes necessita de maior tempo de exposição para efeito microbicida aumentando seus efeitos destrutivos ao material utilizado (9).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ozônio é um gás 100% eficiente na remoção de *E. coli* de materiais de inox, vidro e plástico. Ademais apresentou resultados expressivos na descontaminação de tecidos, mesmo com cinco minutos de exposição. Comprovando assim, que o ozônio apresenta ação bactericida, podendo ser considerado uma alternativa para esterilização de materiais de uso hospitalar.

O ambiente hospitalar é um local de recuperação de muitos pacientes, sendo este também um local com afluente de circulação de pessoas e de microrganismos nocivos à saúde. Assim, testar métodos de descontaminação de objetos e espaços e com outras classes de bactérias são de suma importância para se evitar os casos de infecções hospitalares.

REFERÊNCIAS

- (1) SECRETARIA DA SAÚDE. Boletim epidemiológico das Iras: Boletim SONIH ano de 2019 **SESA/DAV/CVIS**, p. 1-3, 2019.
- (2) DRESCH, F; BIRKHEUER,C.F; REMPEL,C; MACIEL,J.M. Contaminação de superfícies localizadas em unidades de terapia intensiva e salas de cirurgia: uma revisão sistemática da literatura. **Revista de epidemiologia e controle de infecção** v. 8, n. 1, p. 85-91, 2017
- (3) CARRARA, G. L. R; MAGALHÃES,D.M; LIMA,R.C; Riscos ocupacionais e os agravos à saúde dos profissionais de enfermagem. **Revista Fafibe On-Line**, p. 265-286, 2015.
- (4) BOTELHO,A.; SOUZA,T. **Avaliação da eficácia e aplicabilidade de processo de esterilização por ozônio**. 2017. Tese (Doutorado Área de Produção e Controle Farmacêutico) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2017.
- (5) SOUSA, C. S; et al. Ozônio na esterilização de produtos para assistência à saúde: revisão integrativa da literatura. **Rev Esc Enferm USP**, p. 1243- 1249, 2011.
- (6) COUTO,E.P. **Efeito da Ozonização na contagem de *Staphylococcus aureus* em Leite**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- (7) GONZAGA,T.N; ANDREANI,D. I.K Utilização de gás Ozônio na desinfecção de resíduos de serviço de saúde. **Periódicos UNIARP**, v.7, n.2, p. 125-139, 2018.
- (8) REMUSZKA, B. **Desenvolvimento de equipamento sanitizante com tecnologia uvc e ozônio para auxílio aos esforços de combate à pandemia de COVID-19**. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020
- (9) SOUZA, J; et al Desinfetante: informações sobre o uso em estabelecimentos de saúde. **Repositório UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto**, p. 20-24, 2010.

SIMPAP

Simpósio de Pesquisa, Extensão e Inovação do Paraná

Realização



Núcleo de
Empreendedorismo,
Pesquisa e Extensão
Integrado

Apoio



FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA
Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

- (10) COELHO,F.L.T; JERICÓ,C.R; PEREIRA,J.T; SILVA,F.C; NAUE,R.C Perfil bacteriano das infecções hospitalares de pacientes cirúrgicos em um hospital terciário. **HU Rev**, v 74, p. 1-7, 2021
- (11) MARTINS,S.V; **Acidente com Hipoclorito de Sódio**. 2017. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) - Faculdade Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2017.
- (12) TORMIN,C.S; NAVARINI,A; ALMEIDA,F.C.O.J; HENRIQUE,L; TRAVASSOS,R; NEGRI,G.V.M; SILVA,A.R Análise do efeito bactericida do ozônio sobre bactérias multirresistentes. **Arq Med Hosp Fac Cienc Med Santa Casa**, v 51, p 138-141, 2016.