

EFEITO DA OZONIOTERAPIA NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO: REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

EFFECT OF OZONIOTHERAPY ON ENDODONTIC TREATMENT: INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW

Bruna Haubert¹, Pedro Henrique Fortes Guerim², Mariana de Carlo Bello³, Mônica Pagliarini Buligon³,
Patricia Kolling Markezan⁴, Flávia Kolling Markezan⁵

¹ Graduada no Curso de Odontologia – Universidade Franciscana – UFN

² Graduando do curso de Odontologia – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

³ Professora Doutora do Curso de Odontologia – Universidade Franciscana – UFN

⁴ Professora Doutora do Curso de Odontologia – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM

⁵ Professora Mestra do Curso de Odontologia – Universidade Franciscana – UFN

RESUMO

Objetivo: Revisar a literatura quanto à eficácia da utilização da ozonioterapia em relação à redução bacteriana presente no interior dos canais radiculares infectados, quando comparado às técnicas convencionais de desinfecção que utilizam o hipoclorito de sódio como solução irrigadora. **Materiais e Métodos:** Foram realizadas buscas de estudos sobre o tema através das bases de dados PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), Web of Science, EMBASE e Cochrane Library, compreendendo o período dos últimos 10 anos, sem restrições de idioma. Os descritores utilizados incluíram a combinação dos termos: “Endodontics” e “Ozone”, seus derivados e termos livres relacionados, adaptados para cada banco de dados. Para a união dos termos de busca, foram utilizados os operadores booleanos “AND” e “OR”. **Síntese dos dados:** A partir de 60 estudos potencialmente elegíveis, 10 artigos científicos foram selecionados para análise na íntegra e incluídos na revisão integrativa de literatura. Deste modo, os estudos demonstraram que a utilização do ozônio durante o preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares é capaz de gerar significativa redução antimicrobiana. **Conclusão:** A utilização da ozonioterapia na endodontia não substitui as técnicas convencionais que utilizam o hipoclorito de sódio como solução irrigadora, o qual permanece sendo o padrão ouro e o irrigante mais utilizado atualmente.

Palavras-Chave: Água ozonizada; Atividade antimicrobiana; Endodontia;

Hipoclorito de sódio; Ozônio gasoso.

ABSTRACT

Objective: To review the literature regarding the effectiveness of using ozone therapy in relation to the bacterial reduction present inside infected root canals, when compared to conventional disinfection techniques that use sodium hypochlorite as an irrigating solution. **Materials and Methods:** Searches were carried out for studies on the subject through the PubMed/MEDLINE, Virtual Health Library (VHL), Web of Science, EMBASE and Cochrane Library databases, covering the period of the last 10 years, without language restrictions. The descriptors used included the combination of terms: “Endodontics” and “Ozone”, their derivatives and related free terms, adapted for each database. To join the search terms, the Boolean operators “AND” and “OR” were used. **Results:** From 60 potentially eligible studies, 10 scientific articles were selected for full analysis and included in the integrative literature review. Thus, studies have shown that the use of ozone during the chemical-mechanical preparation of the root canal system is capable of generating a significant antimicrobial reduction. **Conclusion:** The use of ozone therapy in endodontics does not replace conventional techniques that use sodium hypochlorite as an irrigating solution, which remains the gold standard and the most used irrigant today.

Keywords: Ozonized water; Antimicrobial activity; Endodontics; Sodium hypochlorite; Ozone gas

Contato: flavia.marquezan@ufn.edu.br

ENVIADO: 08/02/2023
ACEITO: 27/10/2023
REVISADO: 16/12/2023

INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico é composto por diversas etapas operatórias que visam o sucesso clínico, histológico, radiográfico e, consequentemente, a saúde geral do paciente. Através de um criterioso diagnóstico é avaliada a necessidade da realização do tratamento do sistema de canais radiculares, baseando-se na condição do tecido pulpar, o qual pode apresentar-se com ou sem vitalidade (LEONARDO; LEONARDO, 2017).

O preparo químico-mecânico dos canais radiculares é a etapa do tratamento que visa limpeza, ampliação e modelagem do canal radicular principal, por meio da remoção dos microrganismos e do tecido pulpar. Devido à complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, é necessário associar a ação mecânica dos instrumentos endodônticos à ação química de soluções irrigadoras utilizadas no processo de irrigação-aspiração, potencializando a limpeza do sistema de canais radiculares (LOPES et al., 2015).

Dentre as propriedades físico-químicas esperadas pelas soluções irrigadoras empregadas no preparo químico-mecânico está a redução dos microrganismos presentes no interior dos canais radiculares. O hipoclorito de sódio é uma das soluções irrigadoras mais utilizadas mundialmente devido a sua elevada atividade antimicrobiana e dissolução de tecido pulpar (LOPES et al., 2015). Entretanto, as técnicas de preparo e as soluções atuais não são capazes de eliminar completamente os microrganismos encontrados no sistema de canais radiculares (BYSTROM; SUNDQVIST, 1985; SIQUEIRA Jr et al., 2018).

Diante do exposto, novos protocolos de desinfecção são pesquisados com o objetivo de eliminar microrganismos presentes no interior do sistema de canais radiculares. O uso da ozonioterapia no tratamento endodôntico, vem sendo testada como uma nova fonte de desinfecção complementar ou, ainda, como

um método alternativo ao hipoclorito de sódio durante o preparo químico-mecânico, visando melhores resultados na terapia endodôntica (SILVA et al., 2020).

A ozonioterapia é uma nova abordagem terapêutica alternativa que consiste na administração de ozônio no organismo (ELVIS; EKTA, 2011). Devido aos seus efeitos terapêuticos, ela vem sendo utilizada na prática clínica como um método alternativo em diversos tratamentos odontológicos (CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA, 2015). Em razão da sua potente ação antimicrobiana, a utilização do ozônio como irrigante dos canais radiculares tem demonstrado resultados favoráveis (PAWAR et al., 2022).

A desinfecção do sistema de canais radiculares ainda é um desafio para os profissionais. Frente a essa nova alternativa promissora para este fim, buscou-se esclarecer por meio de uma revisão integrativa de literatura quais os benefícios da utilização da ozonioterapia no tratamento de canais radiculares infectados, visando contribuir com a comunidade científica e com o entendimento dos profissionais da área sobre os efeitos deste novo protocolo.

O presente estudo tem como objetivo revisar a literatura quanto à eficácia da utilização da ozonioterapia em pacientes que necessitam de tratamento endodôntico, em relação à redução da microbiota presente no interior dos canais radiculares infectados, quando comparado às técnicas convencionais de desinfecção que utilizam o hipoclorito de sódio como solução irrigadora.

MATERIAIS E MÉTODOS

A revisão integrativa da literatura seguiu os preceitos do estudo descritivo, sendo realizada através de uma pesquisa bibliográfica em livros e artigos sobre a temática. As buscas eletrônicas foram realizadas nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual

de Saúde (BVS), Web of Science, EMBASE e Cochrane Library, além da utilização complementar do Google Acadêmico. Todas as buscas foram realizadas por um único pesquisador durante o mês de março de 2023, compreendendo o período dos últimos 10 anos, não havendo restrições em relação ao idioma. Os descritores utilizados incluíram a combinação dos termos: “Endodontics” e “Ozone”, seus derivados e termos livres relacionados, adaptados para cada banco de dados (Quadro 1).

Os estudos foram selecionados, primeiramente, por meio de títulos e resumos independentemente, sendo eliminados os artigos duplicados. Para a coleta das informações, foi realizada a leitura exploratória

de todo o material selecionado, com o registro das informações extraídas das fontes em uma tabela específica, dividida em autores (ano), estudo (título), delineamento, objetivo e conclusão. A interpretação dos resultados foi realizada por meio de uma leitura analítica com a finalidade de organizar a apresentação dos achados. Para a união dos termos de busca, foram utilizados os operadores booleanos “AND” e “OR”. Foram incluídos os artigos relacionados ao tema com delineamento experimental (ex vivo e in vitro), assim como estudos in vivo e revisões sistemáticas. Foram excluídos os estudos fora do período temporal determinado, não disponíveis na íntegra ou utilizando a ozonioterapia em dentes decíduos ou associada à óleos.

Quadro 1 – Estratégia de busca: bases de dados, descritores, palavras-chave e quantitativo de bibliografia selecionada.

Pesquisa	Estudos encontrados
PubMed/MEDLINE	
#1	
((((((((((((((((irrigants, root canal[MeSH Terms]) OR (preparation, root canal[MeSH Terms])) OR (root canal therapies[MeSH Terms])) OR (root canal therapy[MeSH Terms])) OR (endodontic inflammations[MeSH Terms])) OR (endodontic inflammation[MeSH Terms])) OR (root canal therapy)) OR (endodontic therapy)) OR (endodontics)) OR (endodontic)) OR (root canal preparation)) OR (endodontic preparation)) OR (root canal irrigants)) OR (root canal disinfection)) OR (root canal treatment)) OR (endodontic treatment)) OR (canal irrigants)) OR (endodontic irrigants)) OR (canal irrigant)) OR (root canal irrigant)) OR (endodontic irrigant))	61.907
#2	
((((((((((((ozone[MeSH Terms]) OR (ozone)) OR (ozone therapy)) OR (ozone dentistry)) OR (ozone endodontic)) OR (ozone therapy dentistry)) OR (ozone endodontics)) OR (ozone endodontic)) OR (ozone root canal))	29.451
#1 AND #2 (últimos 10 anos)	88
BVS	
#1	
((irrigants, root canal) OR (preparation, root canal) OR (root canal therapies) OR (root canal therapy) OR (endodontic inflammations) OR (endodontic inflammation) OR (root canal therapy) OR (endodontic therapy) OR (endodontics) OR (endodontic) OR (root canal preparation) OR (endodontic preparation) OR (root canal irrigants) OR (root canal disinfection) OR (root canal treatment) OR (endodontic treatment) OR (canal irrigants) OR (endodontic irrigants) OR (canal irrigant) OR (root canal irrigant) OR (endodontic irrigant))	55.081
#2	
((ozone) OR (ozone) OR (ozone therapy) OR (ozone dentistry) OR (ozone endodontic) OR (ozone therapy dentistry) OR (ozone endodontics) OR (ozone endodontic) OR (ozone root canal))	29.491

#1 AND #2 (últimos 10 anos)	70
WEB OF SCIENCE	
#1	
(irrigants, root canal) OR (preparation, root canal) OR (root canal therapies) OR (root canal therapy) OR (endodontic inflammations) OR (endodontic inflammation) OR (root canal therapy) OR (endodontic therapy) OR (endodontics) OR (endodontic) OR (root canal preparation) OR (endodontic preparation) OR (root canal irrigants) OR (root canal disinfection) OR (root canal treatment) OR (endodontic treatment) OR (canal irrigants) OR (endodontic irrigants) OR (canal irrigant) OR (root canal irrigant) OR (endodontic irrigant)	39.255
#2	
(ozone) OR (ozone) OR (ozone therapy) OR (ozone dentistry) OR (ozone endodontic) OR (ozone therapy dentistry) OR (ozone endodontics) OR (ozone endodontic) OR (ozone root canal)	106.610
#1 AND #2 (últimos 10 anos)	61
EMBASE	
#1	
('root canal treatment'/exp OR 'root canal irrigant' OR 'root canal preparation'/exp OR 'root canal cleaning' OR 'root canal preparation' OR 'root canal shaping' OR 'endodontic procedure'/exp OR 'endodontic method' OR 'endodontic procedure' OR 'endodontic technique' OR 'pulp canal therapy' OR 'root canal procedure' OR 'root canal therapy' OR 'pulpitis'/exp OR 'acute dental pulpitis' OR 'dental pulp inflammation' OR 'endodontal infections' OR 'endodontal inflammation' OR 'endodontic infection' OR 'endodontic inflammation' OR 'pulp infection' OR 'pulpal infection' OR 'pulpal inflammation' OR 'pulpitis' OR 'tooth pulp infection' OR 'tooth pulp inflammation' OR 'tooth pulpitis' OR 'endodontics'/exp OR 'endodontic therapy' OR 'endodontic preparation' OR 'canal irrigants' OR 'endodontic irrigants')	40.647
#2	
('ozone'/exp OR 'ozon' OR 'ozone' OR 'ozone therapy'/exp OR 'ozone dentistry' OR 'ozone endodontics' OR 'ozone endodontic' OR 'ozone therapy dentistry' OR 'ozone root canal')	43.789
#1 AND #2 (últimos 10 anos)	46
COCHRANE	
#1	
(irrigants, root canal) OR (preparation, root canal) OR (root canal therapies) OR (root canal therapy) OR (endodontic inflammations) OR (endodontic inflammation) OR (root canal therapy) OR (endodontic therapy) OR (endodontics) OR (endodontic) OR (root canal preparation) OR (endodontic preparation) OR (root canal irrigants) OR (root canal disinfection) OR (root canal treatment) OR (endodontic treatment) OR (canal irrigants) OR (endodontic irrigants) OR (canal irrigant) OR (root canal irrigant) OR (endodontic irrigant)	5141
#2	
(ozone) OR (ozone) OR (ozone therapy) OR (ozone dentistry) OR (ozone endodontic) OR (ozone therapy dentistry) OR (ozone endodontics) OR (ozone endodontic) OR (ozone root canal)	1118
#1 AND #2 (últimos 10 anos)	23

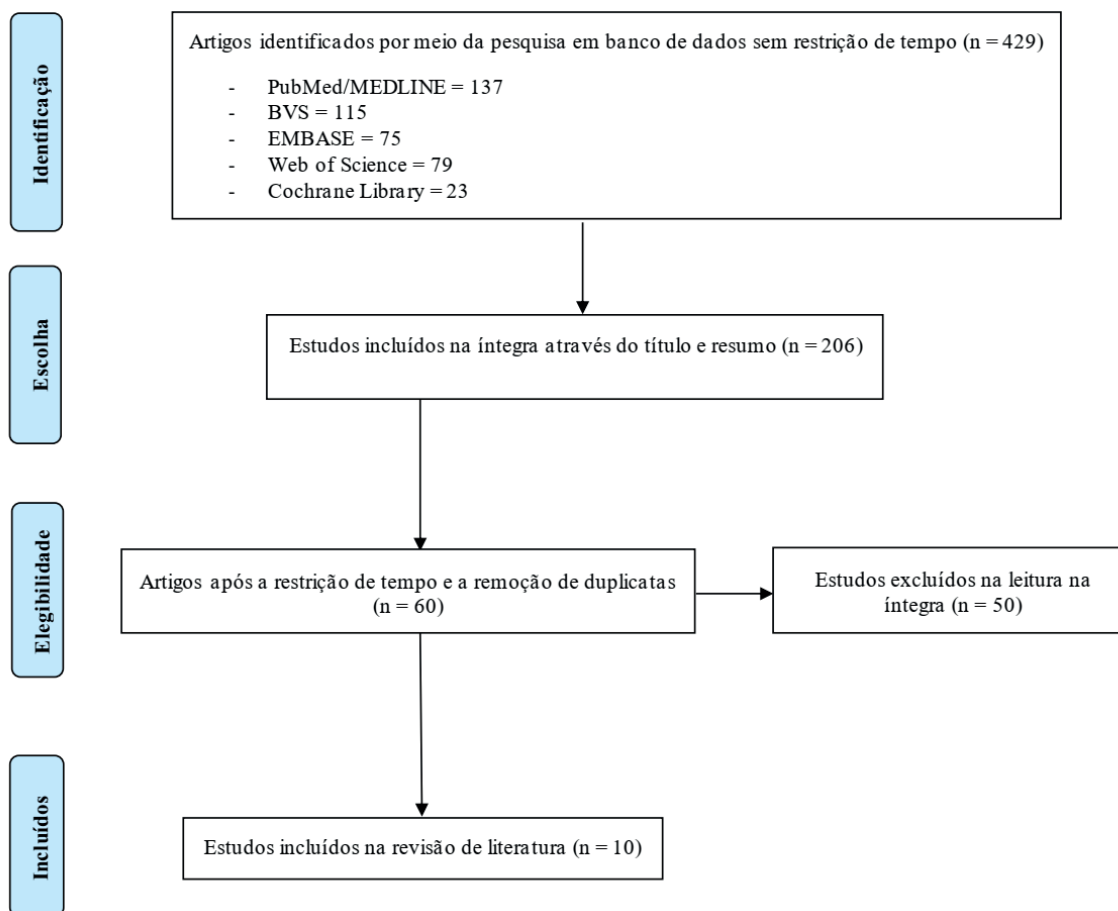
Fonte: Autores (2023)

RESULTADOS

O fluxograma (Figura 1) apresentado descreve o número de artigos encontrados e os não elegíveis pelos critérios de exclusão.

Figura 1 - Fluxograma dos estudos atribuídos na revisão de literatura.z

Figura 1 - Fluxograma dos estudos atribuídos na revisão de literatura.



Fonte: Autora (2023).

Após a pesquisa bibliográfica, a partir de 60 estudos potencialmente elegíveis, 10 artigos científicos foram selecionados para análise na íntegra e incluídos na revisão integrativa de literatura. Dos 10 artigos incluídos, 6 apresentam delineamento experimental, sendo 4 estudos experimentais ex vivo e 2

in vitro. Dos 3 estudos in vivo, 1 se enquadra como ensaio clínico e 2 ensaios clínicos randomizados. Apenas 1 revisão sistemática foi incluída no presente estudo. As demais informações a respeito dos estudos incluídos encontram-se no Quadro 2.

Autores (ano)	Estudo (título)	Delineamento	Objetivo	Conclusão
NOITES et al., 2014.	Synergistic antimicrobial action of chlorhexidine and ozone in endodontic treatment.	Estudo Experimental (ex vivo).	Determinar se a irrigação com hipoclorito de sódio (1-3%), clorexidina (0,2%-2%) e gás ozônio, isoladamente ou em combinação, são eficazes contra <i>Enterococcus faecalis</i> e <i>Candida albicans</i> .	O protocolo de desinfecção, combinando irrigação com clorexidina 2% e gás ozônio por 24 segundos, pode ser vantajoso no tratamento de canais radiculares infectados.
HUBBEZOGLU et al., 2014.	Antibacterial efficacy of aqueous ozone in root canals infected by <i>Enterococcus faecalis</i> .	Estudo Experimental (ex vivo).	Avaliar e comparar o efeito antibacteriano do ozônio aquoso com diferentes concentrações (8ppm; 12ppm; 16ppm) e técnicas de aplicação contra <i>Enterococcus faecalis</i> em canais radiculares humanos.	A atividade bactericida do ozônio aquoso (16ppm) aplicado por 180 segundos com a técnica de aplicação ultrassônica mostrou eficácia semelhante à do NaOCl 5,25% em canais radiculares.
BOCH et al., 2016	Effect of gaseous ozone on <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm-an in vitro study.	Estudo Experimental (in vitro).	Avaliar o efeito antimicrobiano do ozônio gasoso (2100ppm) aplicado por 60 segundos como método de desinfecção isolado ou em combinação com NaOCl 3% ou ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) 20% contra <i>Enterococcus faecalis</i> .	O ozônio gasoso é capaz de reduzir a quantidade de <i>E. faecalis</i> . No entanto, este método de desinfecção não é uma alternativa ao NaOCl.
KIST et al., 2016	Comparison of ozone gas and sodium hypochlorite/chlorhexidine two-visit disinfection protocols in treating apical periodontitis: a randomized controlled clinical trial.	Ensaio Clínico Controlado Randomizado.	Comparar a eficácia de um protocolo de desinfecção com gás ozônio (32gm - 3) ou NaOCl 3%, CHX 2% no tratamento endodôntico da periodontite apical.	Os protocolos de gás ozônio (32gm -3) por 120 segundos e NaOCl 3%, CHX 2% por 15 minutos não mostraram diferença na redução bacteriana dos canais radiculares no tratamento da periodontite apical.

PINHEIRO et al., 2018.	Antimicrobial efficacy of 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, and ozonated water as irrigants in mesiobuccal root canals with severe curvature of mandibular molars.	Estudo Experimental (ex vivo).	Avaliar a eficácia antimicrobiana de hipoclorito de sódio 2,5%, clorexidina 2% e água ozonizada (40µg/mL) em biofilmes de <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Streptococcus mutans</i> e <i>Candida albicans</i> em canais MV com curvatura severa de molares inferiores.	Todos os irrigantes testados neste estudo mostraram atividade antimicrobiana semelhante. Assim, a água ozonizada pode ser uma opção para redução microbiana no sistema de canais radiculares.
AJETI; PUSTINA-KRASNIQI; APOSTOLSKA, 2018.	The effect of gaseous ozone in infected root canal.	Ensaio Clínico.	Determinar o efeito antibacteriano do ozônio gasoso, combinado com 0,9% cloreto de sódio (NaCl), 2% CHX e 2,5% NaOCl.	Quando o ozônio gasoso foi combinado com irrigantes como cloreto de sódio 0,9%, NaOCl 2,5% e Clorexidina 2% concluiu-se que o número de colônias de bactérias aeróbias e anaeróbias foi reduzido.
MEHTA et al., 2020.	Comparative evaluation of antibacterial efficacy of <i>Allium sativum</i> extract, aqueous ozone, diode laser, and 3% sodium hypochlorite in root canal disinfection: an in vivo study.	Ensaio Clínico Controlado Randomizado.	Avaliar e comparar individualmente a atividade antibacteriana aeróbica e anaeróbica do extrato de <i>Allium sativum</i> , ozônio aquoso, laser de diodo e NaOCl a 3% como irrigantes do canal radicular.	A. sativum, NaOCl 3%, laser de diodo e ozônio aquoso apresentam considerável eficácia antibacteriana contra microorganismos anaeróbicos e aeróbicos.
SILVA et al., 2020.	The effect of ozone therapy in root canal disinfection: a systematic review.	Revisão Sistemática.	Investigar se o uso da ozonioterapia em canais radiculares contaminados é comparável às técnicas quimiomecânicas convencionais que utilizam NaOCl, em relação à redução da carga microbiana.	A ozonioterapia apresenta resultados inferiores quando comparada com as técnicas quimiomecânicas convencionais que utilizam NaOCl. Como adjuvante, a intervenção com ozônio foi ineficaz em aumentar o efeito antimicrobiano do NaOCl.
PAWAR et al., 2022.	Efficacy of ozone to eliminate endopathogenic microorganism in root canal biofilm.	Estudo Experimental (in vitro).	Verificar a eficácia do ozônio aquoso contra <i>Enterococcus faecalis</i> como desinfetante do canal radicular, juntamente com a comparação de sua eficácia na erradicação de <i>Enterococcus faecalis</i> com hipoclorito de sódio (NaOCl) 3%.	A água ozonizada tem eficácia antibacteriana comparável ao NaOCl 3%. Melhores resultados foram obtidos quando a água ozonizada foi combinada com a agitação ultrassônica. São necessários mais testes in vivo.

Fonte: Autores (2023).

DISCUSSÃO

De acordo com a maioria dos estudos incluídos nesta revisão integrativa de literatura, o uso do ozônio como irrigante dos canais radiculares demonstrou significativa redução microbiana. Segundo a literatura, ao comparar a eficácia da água ozonizada ao hipoclorito de sódio, a ação antimicrobiana gerada por ambos foi semelhante (HUBBEZOGLU et al., 2014; PAWAR et al., 2022), ou seja, a água ozonizada pode ser uma opção de solução irrigadora a ser utilizada no tratamento endodôntico (PINHEIRO et al., 2018). Os estudos analisando a associação da água ozonizada com agitação ultrassônica obtiveram melhores resultados em comparação ao uso do ozônio com técnica de irrigação manual (HUBBEZOGLU et al., 2014; PAWAR et al., 2022).

Apesar de diversos estudos afirmarem a eficácia desta nova técnica de desinfecção, resultados conflitantes foram relatados. Mehta e colaboradores (2020) realizaram um ensaio clínico randomizado com 48 indivíduos avaliando a ação antimicrobiana da água ozonizada, extrato aquoso da planta *Allium sativum*, laser de diodo e hipoclorito de sódio 3% por meio da inoculação e incubação de amostras para o crescimento bacteriano. Apesar da atividade antibacteriana significativa da água ozonizada, seu resultado não foi comparável ao gerado pelo hipoclorito de sódio 3%, capaz de alcançar a maior redução microbiana por meio da contagem das unidades formadoras de colônias. Uma limitação encontrada no estudo foi o tamanho limitado da amostra, pois apenas 12 pacientes participaram do grupo avaliando o ozônio aquoso. Sendo assim, os resultados favoráveis da água ozonizada não podem ser definitivamente relacionados ao sucesso clínico, sendo necessário o desenvolvimento de outros estudos in vivo para afirmar sua eficácia.

Moraes e colaboradores (2021) avaliaram através de um estudo ex vivo o efeito do ozônio gasoso e da água ozonizada, com ou sem ativação ultrassônica, na redução de *Enterococcus faecalis* e compararam com a redução gerada pelo hipoclorito de sódio 2,5%. As colônias de *Enterococcus faecalis* foram inseridas nos canais radiculares dos

dentes extraídos, incubadas a 37° por 21 dias e, posteriormente, a contagem bacteriana das placas foi realizada. Os diferentes protocolos de ozônio foram eficientes contra *Enterococcus faecalis* e não houve diferença entre os grupos testados, ou seja, a ativação ultrassônica não gerou melhores resultados quando comparada ao ozônio. O grupo que utilizou o hipoclorito de sódio 2,5% foi o único capaz de gerar eliminação total das bactérias, sendo considerado a melhor opção em relação aos protocolos de ozônio. O estudo recomenda que diferentes protocolos de ozônio sejam testados, principalmente em biofilmes mais complexos, para que então sua aplicação clínica seja recomendada.

As distintas metodologias utilizadas pelos estudos podem explicar as discrepâncias encontradas nos resultados. O estudo experimental ex vivo de Noites e colaboradores (2014) testou a eficácia do hipoclorito de sódio (1-3%), clorexidina (0,2-2%) e gás ozônio aplicado por diferentes períodos em 220 dentes unitários inoculados com *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*. Foi observada uma diferença estatisticamente significativa relacionada a eficácia do ozônio gasoso quando aplicado por maiores períodos de tempo, como 120 e 180 segundos. Entretanto, mesmo após longos períodos de aplicação, o ozônio gasoso não foi completamente eficiente. Portanto, a duração da ação do gás pode ser uma consideração importante no seu efeito antibacteriano. Já o uso da associação de clorexidina 2% ao ozônio gasoso, mesmo em curtos períodos (24 segundos), foi capaz de promover a eliminação completa dos microrganismos testados, o que pode ser explicado pelo distinto modo de ação de cada irrigante.

Boch e colaboradores (2015) avaliaram a eficácia do ozônio gasoso utilizado de forma isolada ou em associação com o hipoclorito de sódio ou solução de ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA) contra *Enterococcus faecalis*. O estudo ex vivo incubou *Enterococcus faecalis* por 72 horas nos canais radiculares, então, amostras foram retiradas de cada grupo antes e após o tratamento utilizando pontas de papéis estéreis. As amostras foram cultivadas em placas de ágar sangue e todos os métodos utilizados reduziram significativamente a carga microbiana. O uso isolado do ozônio gasoso

eliminou 85,5% de *Enterococcus faecalis*, a combinação de EDTA e ozônio reduziram 98,3% da carga bacteriana, enquanto a associação de hipoclorito de sódio e ozônio reduziram 99,9% de *Enterococcus faecalis*. Entretanto, a irrigação somente com o hipoclorito de sódio 3% apresentou a mesma eficácia que a associação de hipoclorito de sódio e ozônio gasoso.

Pode ser difícil aplicar os resultados encontrados pelos estudos experimentais ex vivo com incubação de *Enterococcus faecalis* nos canais radiculares por um período igual ou menor que 72 horas (BOCH et al., 2015; HUBBEZOGLU et al., 2014; NOITES et al., 2014) para as diferentes situações clínicas, pois em condições in vivo a formação de biofilme pode levar um tempo ainda maior para se estabelecer. Essa particularidade pode ter interferido nos resultados favoráveis gerados pela ozonioterapia. Além disso, estudos que utilizaram apenas dentes unirradiculares também apresentam limitações (BOCH et al., 2015; HUBBEZOGLU et al., 2014; MEHTA et al., 2020; NOITES et al., 2014; PAWAR et al., 2022), já que não refletem a realidade clínica e diferentes resultados poderiam ser encontrados em dentes com múltiplos canais.

No estudo in vivo de Ajeti, Pustina-Krasniqi, Apostolska (2018), a desinfecção dos canais radiculares foi realizada através da aplicação do ozônio gasoso combinado com demais irrigantes como o cloreto de sódio 0,9%, hipoclorito de sódio 2,5% e clorexidina 2%. Amostras foram recolhidas dos canais radiculares antes e após a instrumentação e a cada exposição ao ozônio (6, 12, 18 e 24 segundos). A associação do ozônio gasoso com o hipoclorito de sódio 2,5% foi capaz de reduzir bactérias aeróbicas e anaeróbicas. Entretanto, uma limitação do estudo foi o tamanho da sua amostra, pois apenas 40 pacientes participaram do estudo. Além disso, o estudo não informou o tempo de acompanhamento dos pacientes e se alguma intercorrência, como o retorno da infecção radicular, foi observada após o tratamento com os grupos testados.

É importante enfatizar a necessidade da realização de ensaios clínicos randomizados, já que muitas das informações fornecidas sobre a utilização do ozônio são de estudos laboratoriais (BOCH et al., 2016; HUBBEZOGLU et al., 2014; MORAES et al.,

2021; NOITES et al., 2014; PAWAR et al., 2022; PINHEIRO et al., 2018). O ensaio clínico randomizado incluído nesta revisão, realizado por Kist e colaboradores (2016), apresentou como hipótese que os resultados clínicos e radiográficos dos dentes com periodontite apical que foram tratados com gás ozônio seriam semelhantes aos que foram tratados com hipoclorito de sódio 3% e clorexidina 2%. Os protocolos analisados não demonstraram diferenças na redução bacteriana, assim como nos resultados clínicos e radiográficos. Entretanto, o tempo de observação foi de apenas 12 meses, o que é considerado um período relativamente curto, não sendo possível observar insucessos que podem surgir em longo prazo. Portanto, estudos com maior acompanhamento são necessários para afirmar que o protocolo de ozônio gasoso é semelhante ao protocolo utilizando o hipoclorito de sódio.

Um aspecto importante a ser considerado é a falta de padronização do uso da ozonioterapia na endodontia, visto que ainda não há na literatura um protocolo estabelecido. Os estudos utilizam diversos tipos de protocolos, variando em relação ao tempo de aplicação e concentração do ozônio, seja ele utilizado em forma de gás ou em forma aquosa. Uma desvantagem a ser considerada é a concentração instável que o ozônio aquoso apresenta em um longo período, ou seja, apresenta uma vida útil considerada relativamente curta e precisa ser utilizado rapidamente após a sua obtenção por meio do gerador (HUBBEZOGLU et al., 2014; MORAES et al., 2021). O cirurgião-dentista que deseja utilizar este novo método necessita realizar o curso em ozonioterapia, com pelo menos 32 horas/aulas, para que o Conselho Federal de Odontologia emita sua habilitação (CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA, 2015). Em contrapartida, o uso do hipoclorito de sódio não necessita equipamento adicional, apresenta baixo custo e uso simples (MORAES et al., 2021).

Há somente uma revisão sistemática analisando a capacidade de redução da carga microbiana presente em canais radiculares por meio da ozonioterapia e comparando com a redução observada pelo hipoclorito de sódio durante o tratamento endodôntico (SILVA et al., 2020). Os autores afirmam que os atuais

resultados não incentivam o uso clínico da ozonioterapia na endodontia, não sendo indicada a substituição ou complementação das técnicas convencionais com hipoclorito de sódio até que o protocolo ideal seja desenvolvido. Além disso, a eficácia do ozônio está diretamente relacionada ao seu protocolo de utilização, sendo necessário mais estudos com alto nível de evidência sobre o assunto

Conclusão: Deste modo, segundo os resultados encontrados no presente estudo, foi possível concluir que a utilização do ozônio durante o preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares é capaz de gerar significativa redução antimicrobiana, podendo ser considerada uma técnica promissora. Entretanto, até que um protocolo seja estabelecido na literatura e mais estudos clínicos sejam desenvolvidos, a utilização da ozonioterapia na endodontia não substitui as técnicas convencionais que utilizam o hipoclorito de sódio como solução irrigadora, o qual permanece sendo o padrão ouro e o irrigante mais utilizado atualmente.

REFERÊNCIAS:

- Ajeti, N.; Pustina-Krasniqi, T.; Apostolska, S. The Effect of Gaseous Ozone in Infected Root Canal. *Macedonian journal of open access medical sciences*, 2018;6(2):389-392.
- Azarpazhooh, A.; Lmeback, H. The application of ozone in dentistry: a systematic review of literature. *Journal of Dentistry*, 2008;36(2):104-116.
- Bocci, V. *Ozone: a new medical drug*. 2. ed. New York: Springer Dordrecht, 2005.
- Boch T. et al. Effect of gaseous ozone on *Enterococcus faecalis* biofilm-an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 2016;20(7):1733-1739.
- Bystrom A.; Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *International Endodontic Journal*, 1985;18(1):35-40.
- Conselho Federal de Odontologia (Brasil). Resolução nº 166, de 24 de novembro de 2015. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, 8 dez. 2015. Seção 1, p. 95.
- Elvis A. M.; Ekta J. S. Ozone therapy: a clinical review. *Journal of Natural Science Biology and Medicine*, 2011;2(1):66-70.
- Hubbezoglu I. et al. Antibacterial efficacy of aqueous ozone in root canals infected by *Enterococcus faecalis*. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 2014;7(7):111-114.
- Huth, C. et al. Effectiveness of ozone against endodontopathogenic microorganisms in a root canal biofilm model. *International Endodontic Journal*, 2009;42(1):1-13.
- Kist, S. et al. Comparison of ozone gas and sodium hypochlorite/chlorhexidine two-visit disinfection protocols in treating apical periodontitis: a randomized controlled clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 2017;21(1):995-1005.
- Leonardo, M. R.; Leonardo, R. T. Diagnóstico das alterações patológicas pulpares e periapicais assintomáticas e sintomáticas, com ou sem radiolucência periapical, enquadrando-as em casos de biopulpectomia, necropulpectomia I e necropulpectomia II. In: LEONARDO, M. R.; LEONARDO, R. T. *Tratamento de Canais Radiculares: Avanços Técnicos e Biológicos de uma Endodontia Minimamente Invasiva em Nível Apical e Periapical*. 2. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2017:5- 21.
- Lopes H.P.; Siqueira Jr, J.F. *Endodontia. Biologia e técnica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.
- LUbojanski, A. et al. Application of Selected Nanomaterials and Ozone in Modern Clinical Dentistry. *Nanomateriais*, 2021;11(2):259-266.
- Mehta, N. et al. Comparative evaluation of antibacterial efficacy of *Allium sativum* extract, aqueous ozone, diode laser, and 3% sodium hypochlorite in root canal disinfection: An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, 2020;23(6):577-580.

Millar, B.; Hodson, N. Assessment of the safety of two ozone delivery devices. *Journal of Dentistry*, 2007;35(3):195-200.

Mohammadi Z. et al. A review of the properties and applications of ozone in endodontics: an update. *Iranian Endodontic Journal*, 2013;8(2):40-43.

Moraes, M. et al. The antimicrobial effect of different ozone protocols applied in severe curved canals contaminated with *Enterococcus faecalis*: ex vivo study. *Odontology*, 2021;109:696-700.

Nagayoshi M. et al. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *Journal of Endodontics*, 2004;30(11):778-781.

Noites R. et al. Synergistic antimicrobial action of chlorhexidine and ozone in endodontic treatment. *BioMed Research International*, 2014:1-6.

Neelakantan, P. et al. Endotoxin levels after chemomechanical preparation of root canals with sodium hypochlorite or chlorhexidine: a systematic review of clinical trials and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 2019;52(1):19-27.

Pawan, M. et al. Efficacy of Ozone to Eliminate Endopathogenic Microorganism in Rootcanal Biofilm. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*, 2022;14(1):876-879.

Pinheiro, S. et al. Antimicrobial efficacy of 2.5% sodium hypochlorite, 2% chlorhexidine, and ozonated water as irrigants in mesiobuccal root canals with severe curvature of mandibular molars. *European Journal of Dentistry*, 2018; 12(1):94-99.

Seidler V. et al. Ozone and its usage in general medicine and dentistry. A review article. *Prague Medical Report*, 2008; 109(1):5-13.

Sem S.; Sen S. Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. *Medical Gas Research*, 2020;10 (4):189-192.

Silva, E. J. N. L. et al. The effect of ozone

therapy in root canal disinfection: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 2020;53(3):317-332.

Siqueira J.; Rôças I. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 2008; 34(11):1291-1301.

Siqueira J. et al. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Brazilian Oral Research*, 2018; 32.

Stübinger S.; Sader R.; Filippi A. The use of ozone in dentistry and maxillofacial surgery: a review. *Quintessence International*, 2006; 35 (5): 353-359.