

Ozonioterapia como método coadjuvante no tratamento endodôntico: uma revisão integrativa

Ozone therapy as an adjuvant method in endodontic treatment: an integrative review

La ozonoterapia como método coadyuvante en el tratamiento endodôntico: una revisión integradora

Recebido: 20/02/2022 | Revisado: 01/03/2022 | Aceito: 07/03/2022 | Publicado: 14/03/2022

Alyne Correia de Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9646-1789>
Faculdade Nova Esperança, Brasil
E-mail: alynecorreia@gmail.com

Myllenna Nayara de França Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7544-2730>
Faculdade Nova Esperança, Brasil
E-mail: myllenna.nayara@gmail.com

Maria Eduarda de Araujo Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9562-3512>
Faculdade Nova Esperança, Brasil
E-mail: mariaeduardaac@gmail.com

Niebla Bezerra de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0571-8006>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: nieblabezerra@hotmail.com

Fernanda Clotilde Mariz Suassuna

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5846-288X>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: fernandacosta3@hotmail.com

Luiza de Almeida Souto Montenegro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5678-0144>
Universidade Federal da Paraíba
E-mail: luizasmontenegro@gmail.com

Amanda Lira Rufino de Lucena

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8006-0155>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: amandalira@gmail.com

Herrison Félix Valeriano da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6714-3151>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: herrison.felix.vds@gmail.com

Jussara da Silva Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6123-5266>
Universidade Estadual da Paraíba, Brasil
E-mail: jussara.barbosa@facene.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa acerca do uso do ozônio como terapia auxiliar no tratamento endodôntico. As buscas dos artigos foram feitas nas bases: Scielo e Pubmed. Foram considerados como critérios de inclusão, artigos publicados entre 2016 a 2021, com acesso on-line. As chaves de busca utilizadas foram: *Ozone and root canal and endodontic e Ozone and canal radicular*. 88 artigos foram encontrados nas bases de dados selecionadas, após triagem por título e resumo de 26 estudos foram selecionados, dentre eles, 17 foram selecionados para leitura completa; 11 artigos foram excluídos por não estarem disponíveis para a leitura completa em PDF e 6 estudos foram incluídos para a presente revisão integrativa. As formas de utilização do ozônio no presente estudo foram: a água ozonizada e o gás de ozônio. A utilização do ozônio demonstrou resultados positivos, na maioria dos estudos, nas duas formas aplicadas quando comparado ao uso apenas dos irrigantes convencionais.

Palavras-chave: Ozônio; Odontologia; Cavidade oral; Endodontia.

Abstract

Ozone therapy is an adjuvant and optional therapeutic treatment with ozone administration. In dentistry it is promising for its biological attributes such as antimicrobial effect, analgesia, anti-inflammatory property and tissue resting. The

objective of this work was to carry out an integrative review of the use of ozone as an auxiliary therapy in endodontic treatment. Searches for articles were performed in the following databases: Scielo and Pubmed. Inclusion criteria published between 2016 to 2021, with online access, were considered. The search keys used were: Ozone and root canal and endodontic and Ozone and root canal. 88 articles were found in the selected databases, after screening by title and abstract 26 studies were selected, among the 26 articles, 17 of them were selected for full reading, 11 articles were excluded for not being available for full reading in PDF and 6 studies were included for this integrative review. The ways of using ozone in the present study were ozonized water and ozone gas. The use of ozone has positive results, in most studies in both forms, when compared to the use only of conventional irrigants.

Keywords: Ozone; Dentistry; Oral cavity; Endodontics.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión integradora sobre el uso del ozono como terapia auxiliar en el tratamiento endodóntico. La búsqueda de artículos se realizó en las bases de datos: Scielo y Pubmed. Los criterios de inclusión considerados fueron los artículos publicados entre 2016 y 2021, con acceso online. Las claves de búsqueda utilizadas fueron: Ozono y canal radicular y endodoncia y Ozono y canal radicular. Se encontraron 88 artículos en las bases de datos seleccionadas, tras el cribado por título y resumen se seleccionaron 26 estudios, entre ellos, 17 fueron seleccionados para su lectura completa; 11 artículos fueron excluidos por no estar disponibles para su lectura completa en PDF y 6 estudios fueron incluidos para la presente revisión integradora. Las formas de uso del ozono en este estudio fueron: agua ozonizada y gas ozono. El uso del ozono mostró resultados positivos, en la mayoría de los estudios, en las dos formas aplicadas cuando se comparó con el uso de regantes convencionales solos.

Palabras clave: Ozono; Odontología; Cavidad oral; Endodoncia.

1. Introdução

O tratamento endodôntico tem com o objetivo eliminar, em sua totalidade, ou reduzir significativamente, os microrganismos patogênicos por meio de uma preparação químico-mecânica dos canais radiculares. Bactérias e seus subprodutos são considerados os principais agentes etiológicos das patologias pulpares e periapicais, causando, em muitos casos, uma persistência da infecção e, conseqüentemente, levando ao insucesso no tratamento endodôntico (Endo et al., 2013).

No sistema de canais radiculares com infecções evidentes, o tratamento endodôntico torna-se essencial na luta contra as bactérias, onde o preparo mecânico agregado ao conjunto de soluções irrigadoras ajuda a reduzir a quantidade de microrganismos presentes (Sivieri *et al.*, 2013). Quando avaliamos o tratamento endodôntico convencional, podemos observar que, muitas vezes, ele é falho no processo de eliminação das endotoxinas bacterianas, que quando são liberadas, dificultam o sucesso da terapia (Santos *et al.*, 2017). Uma significativa porcentagem da superfície do canal radicular permanece intacta, independentemente dos instrumentos usados no preparo mecânico (Siqueira et al., 2018; Slaughter et al., 2019).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é o irrigante de canal radicular mais comumente utilizado, apresentando efetividade em uma ampla gama de bactérias, reduzindo significativamente os níveis de endotoxinas (Neelakantan et al., 2019). Contudo, alguns estudos demonstraram que uma eliminação completa não pode ser alcançada de forma integral com qualquer protocolo de desinfecção atual (Silva et al., 2019). Portanto, esforços têm sido dados para desenvolver novas técnicas, no intuito de fornecer uma desinfecção adicional para o sistema de canais radiculares, dentre elas, podendo destacar a Ozonioterapia.

A Ozonioterapia foi aceita como uma medicina alternativa nos Estados Unidos da América (EUA) a partir de 1880 e tem sido usada há mais de 130 anos em vinte países em todo o mundo. Durante a Primeira Guerra Mundial, o gás ozônio (O³) foi utilizado para o tratamento pós-traumático de gangrena, feridas infectadas, queimaduras com gás mostarda e fístulas em soldados alemães. E. A. Fisch foi o cirurgião-dentista precursor do uso do ozônio em sua clínica nos anos 30. Ele utilizou água ozonizada durante cirurgias dentárias para auxiliar na desinfecção e cura de feridas (Das S., 2011).

O ozônio é um agente bactericida efetivo contra bactérias gram-positivas e gram-negativas. Isso acontece devido à alta capacidade oxidativa que age exatamente sobre os ácidos graxos da membrana celular bacteriana, aumentando a permeabilidade, causando prejuízo de suas funções ao oxidar enzimas, proteínas, DNA e RNA, levando a morte bacteriana (Berreta & Federici, 2017). Na odontologia existem três formas de utilização do ozônio: Forma Gasosa, onde uma máquina gera o gás de ozônio através

de um sistema de sucção; Água ozonizada, utilizada como colutório, matando bactérias, vírus e fungos em várias situações, como na halitose, doenças gengivais e como irrigante de canal radicular; e o Óleo ozonizado, muito utilizado no tratamento de gengivites, periodontites e após procedimentos cirúrgicos (Suh et al., 2019).

A partir disso, o uso do ozônio, na Odontologia, tem sido estabelecido pela sua ampla indicação como um potente oxidante, com atividade antimicrobiana e modulador imuno-metabólico, além de suas propriedades curativas (Srinivasan & Chitra, 2015). Ele passou a ser utilizado em diversas áreas da odontologia, como: periodontia (Tasdemir, Alkan & Albayrak, 2016), distúrbios na articulação temporomandibular (Dogan et al., 2014), estomatologia (Kazancioglu & Erisen, 2015), dentística (Azarpazhooh et al., 2008; Tessie et al., 2010), cirurgia oral (Kazancioglu & Erisen, 2015; Ripamonti et al., 2012) e endodontia (Halbauer et al., 2013).

Na endodontia, o ozônio é utilizado para desinfetar os condutos radiculares após o preparo químico-mecânico, mantendo-os limpos por um Bomtempo (Halbauer et al., 2013). Após a instrumentação endodôntica, pode-se utilizar a água ozonizada ou o gás de ozônio, apresentando efetividade sobre bactérias presentes nos canais (Subiksha, 2016). Partindo desses estudos, o objetivo deste trabalho foi avaliar a efetividade da Ozonioterapia como um método coadjuvante no tratamento endodôntico frente a outros agentes irrigantes, já utilizados, e descrever os protocolos para utilização do ozônio, suas formas de uso, equipamentos e técnicas utilizadas, por meio de uma revisão integrativa da literatura.

2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma pesquisa qualitativa, documental e descritiva, do tipo revisão integrativa da literatura científica. A revisão integrativa é uma abordagem metodológica que permite a inclusão de estudos experimentais e não-experimentais para uma compreensão completa do fenômeno analisado. Combina, também, dados da literatura teórica e empírica, além de incorporar um vasto leque de propósitos: definição de conceitos, revisão de teorias e evidências, e análise de problemas metodológicos de um tópico particular (Whittemore & Knafi, 2005). A revisão integrativa da literatura foi escolhida por possibilitar a síntese e análise do conhecimento científico já produzido sobre o tema investigado. Portanto, nosso propósito foi discutir as principais abordagens utilizadas no tratamento com Ozônio na odontologia, dando ênfase na desinfecção dos canais radiculares, comparando a sua eficácia, associando-o, ou não, aos irrigantes já utilizados na Endodontia.

Critérios de Elegibilidade

Para a elaboração desta revisão integrativa foram realizadas pesquisas secundárias por meio de um levantamento de dados nos bancos eletrônicos: PubMed e Scielo. Para a realização das pesquisas foram utilizados os seguintes descritores: “Ozone”, “Dentistry”, “Oral Cavity”, “Endodontics”, com o auxílio do operador booleano “AND”. Para os critérios de inclusão foram utilizados artigos publicados nos últimos 5 anos, nos idiomas: inglês e português.

Após a busca, os estudos encontrados passaram por uma triagem para que fossem selecionados os artigos que foram incluídos e excluídos deste estudo. Tanto a análise quanto a síntese dos dados extraídos dos artigos foram realizadas de forma descritiva, possibilitando observar, contar, descrever e classificar os dados, com o intuito de reunir o conhecimento produzido sobre o tema explorado na revisão. Os tipos de estudos utilizados foram: *in vivo*, *in vitro*, ensaio clínico cego, prospectivo, randomizado e controlado e *ex vivo*.

Seleção dos Estudos e Extração dos Dados

Para a elaboração dos resultados deste estudo foram selecionados artigos que estivessem de acordo com os processos de elaboração da revisão integrativa. A sequência foi: elaboração da pergunta norteadora busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e apresentação da revisão integrativa. Com isso, foi

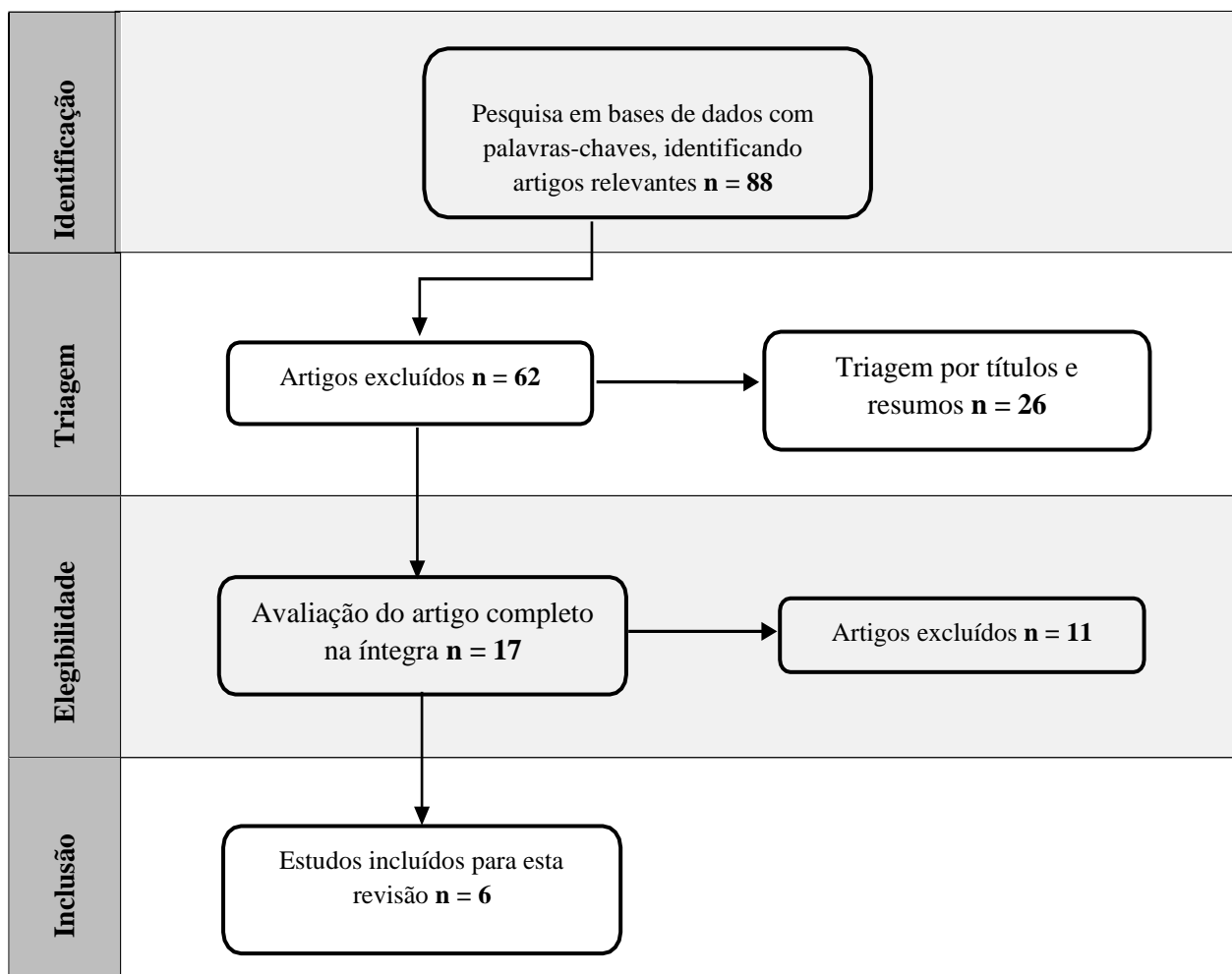
possível selecionar as referências finais, obtendo as informações necessárias relacionadas ao tema para que os respectivos resultados fossem concluídos.

3. Resultados

Obtenção dos Estudos

A obtenção dos estudos está descrita no fluxograma abaixo (Figura 1). Um total de 88 artigos foram encontrados nas bases de dados selecionadas. Após triagem por título e resumo dos 26 estudos foram selecionados, de acordo com os critérios de elegibilidade. Dentre os 26 artigos, 17 deles foram selecionados para leitura completa. Porém, 11 artigos foram excluídos por não estarem disponíveis para a leitura completa. Ao final, 6 estudos foram incluídos para a presente revisão integrativa para análise completa de seus resultados.

Figura 1. Fluxograma.



Fonte: Autores.

Análise Qualitativa

Na Tabela 1 estão descritos os principais dados dos estudos incluídos para presente revisão.

Tabela 1 – Dados referentes aos estudos selecionados para esta revisão.

Autor	Ano	Título	Tipo de estudo	Objetivo	Amostra	Conclusões ou Resultados
Ajeti, et al.	2018	The Effect of Gaseous Ozone in Infected Root Canal	In vivo	Realiza irrigação com 0,9% NaCl, 2,5% NaOCl e clorexidina 2% combinados com Ozônio Gasoso.	Amostra aleatória com 40 indivíduos de ambos os sexos, com idades entre 15 e 65 anos.	Combinação do ozônio gasoso com irrigantes NaCl 0,9% e NaClO 2,5% e Clorexidina 2% reduziram o número de colônias de bactérias aeróbias e anaeróbias.
Kist, et al.	2017	Comparison of ozone gas and sodium hypochlorite/ chlorhexidine two-visit disinfection protocols in treating apical periodontitis: a randomized controlled clinical trial	Ensaio clínico cego, prospectivo, randomizado e controlado	Avaliar a eficácia do gás ozônio comparado como protocolo de desinfecção NaOCl e clorexidina para tratamento do canal radicular com periodontite apical.	60 dentes permanentes de 57 pacientes tratados endodoticamente e com um protocolo de gás de ozônio (n = 30) ou NaOCl e clorexidina como controle (n = 30).	Os protocolos aqui utilizados não mostraram qualquer diferença na redução bacteriana nas áreas dos canais radiculares.
Mehta, et al.	2020	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	In vivo	Avaliar e comparar individualmente a atividade antibacteriana aeróbica e anaeróbica do extrato de Allium sativum, ozônio aquoso, laser de diodo, e 3% de hipoclorito de sódio (NaOCl) como irrigantes de canais radiculares.	Quarenta e oito pacientes foram selecionados e distribuídos aleatoriamente a um dos quatro grupos (n = 12 cada) de acordo com o irrigante a ser utilizado em cada grupo.	O extrato de A. sativum, ozônio aquoso, laser de diodo, e 3% NaOCl mostraram uma atividade antibacteriana significativa contra bactérias aeróbias e anaeróbias.
Moraes, et al.	2021	The antimicrobial effect of different ozone protocols applied in severe	Ex vivo	Avaliar 3 diferentes protocolos de irrigação utilizando ozônio em biofilme de monocultura de Enterococcus faecalis	50 raízes disto-buciais dos primeiros molares superiores	Os 3 protocolos de ozônio avaliados são semelhantes no que diz respeito à redução de E. faecalis. No entanto, 2,5% de NaOCl foi o único método para apresentar a eliminação total do E. faecalis.

		curved canals contaminated with Enterococcus faecalis: ex vivo study				
Bitter, et al.	2017	Effects of Diode Laser, Gaseous Ozone, and Medical Dressings on Enterococcus faecalis Biofilms in the Root Canal Ex Vivo	Ex vivo	Comparar os efeitos antibacterianos da desinfecção adjuntiva usando laser de diodo e ozônio gasoso em comparação com hidróxido de cálcio (Ca(OH) ₂) e gel de clorexidina (CHX-Gel) em biofilmes Enterococcus faecalis em canais radiculares humanos ex vivo.	Canais radiculares de 180 dentes extraídos humanos	O tratamento do canal radicular em única sessão, incluindo a irrigação antibacteriana usando NaOCl combinado com instrumentação e desinfecção adjuntiva usando ozônio ou laser, obteve reduções bacterianas de <i>E. faecalis</i> comparáveis à aplicação de hidróxido de cálcio e clorexidina.
Goes, et al.	2016	Ozone therapy as an adjuvant for endodontic protocols: microbiologic al – ex vivo study and cytotoxicity analyses	Ex vivo	Este estudo avaliou a eficácia antimicrobiana da ozonoterapia em dentes contaminados Com <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , e <i>Staphylococcus Aureus</i> utilizando um modelo de biofilme mono-espécie. E avaliar a citotoxicidade do ozônio para fibroblastos gengivais humanos.	180 dentes de raiz única foram contaminados com um biofilme monoespécie de <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , e <i>Staphylococcus aureus</i> .	A Ozonoterapia melhorou a descontaminação do canal radicular ex vivo. O ozônio era tóxico para as células no primeiro contato, mas a viabilidade celular foi recuperada. Assim, estes resultados sugerem que o ozônio pode ser útil para melhorar a limpeza do canal radicular.

Fonte: Autores.

Já na Tabela 2, é possível observar a descrição dos protocolos clínicos utilizados em cada um dos estudos selecionados para compor esta revisão, como também as formas de uso do Ozônio.

Tabela 2 – Descrição dos protocolos clínicos.

Autor	Ano	Título	Forma do Ozônio	Protocolo Clínico
<u>Ajeti</u> , et al.	2018	The Effect of Gaseous Ozone in Infected Root Canal	Gasoso	<p>Grupos experimentais:</p> <ul style="list-style-type: none"> • G1 (n=10): desinfecção com Ozônio gasoso + NaCl 0,9%; • G2 (n=10): desinfecção com Ozônio gasoso + NaOCl 2,5%; • G3 (n = 10) - desinfecção com Ozônio gasoso + Clorexidina 2%. <p>- Após cada instrumentação o canal foi irrigado com 5 ml de NaClO 0,9%, NaClO 2,5%; ou Clorexidina 2%, sendo a irrigação final realizada com a mesma substância;</p> <p>- Após isso foi utilizado cone de papel estéril para secagem e, em seguida utilizou-se ozônio gasoso, com uma duração de 6, 12, 18 e 24 segundos</p> <p>- Em cada exposição ao ozônio gasoso foram colhidas duas amostras do canal, uma para as bactérias aeróbicas e outra para anaeróbicas.</p>
<u>Kist</u> , et al.	2017	Comparison of ozone gas and sodium hypochlorite/chlorhexidine two-visit disinfection protocols in treating apical periodontitis: a randomized controlled clinical trial	Gasoso	<ul style="list-style-type: none"> - O canal foi irrigado após cada nova lima com pelo menos 2 ml de NaOCl estéril 0,9 %; - Depois disso, o canal foi enxaguado com 5-ml 17 % EDTA para remover a camada de esfregaço; - Após a secagem do canal, posteriormente, a desinfecção química do canal foi conduzida utilizando gás ozônio 32g m-3 (120 s) aplicado com a cânula específica do dispositivo healOzone Compact X4 e 15ml de NaOCl com um tempo de contato de 15 min como controle; - No caso de um abscesso, para desinfecção final do sistema de canais, os dentes tratados com ozônio foram novamente desinfetados com gás ozônio, tal como descrito anteriormente, e os dentes de NaClO foram lavados com 5-ml de digluconato de clorexidina a 2%
Mehta, et al.	2020	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	Água e gasoso	<ul style="list-style-type: none"> - O dente e a área circundante foram desinfetados por esfregaço com tintura de iodo; - Grupo I: 20g de alho em pó (preparado por esmagamento, foi diluído em etanol e água destilada em frascos cônicos estéreis numa proporção de 1:1. Este extrato estéril foi depositado nos canais utilizando agulhas de irrigação com ventilação lateral e a irrigação foi feita durante 30 min. - Grupo II: 5 ml de água ozonizada foram preparados a partir de um gerador de ozônio doméstico comumente disponível; O ozônio aquoso preparado foi depositado nos canais radiculares através de uma agulha de irrigação com ventilação lateral, e a irrigação foi feita durante 30 min. - Grupo III: Um laser com um comprimento de onda de 940nm com uma potência de saída de 1,5W foi utilizado. A

				ponta foi inserida em cada canal, mantida 1mm abaixo do comprimento de trabalho e a irradiação laser foi realizada com movimento para cima e para baixo da ponta, em três ciclos de 5 s cada, com um intervalo de 10 s entre cada ciclo; - Grupo IV: A irrigação foi feita com 20 ml de NaOCl a 3% durante 20 minutos.
Moraes, et al.	2021	The antimicrobial effect of different ozone protocols applied in severe curved canals contaminated with <i>Enterococcus faecalis</i> : ex vivo study	Água e gasoso	- A água ozonizada foi obtida por borbulhar gás de ozônio durante 5 minutos numa coluna de vidro com 50 cm de altura, 5 cm de largura com difusor de microbolhas no dispositivo de ozônio cheio com água bidestilada refrigerada até 14 °C. -O gerador de ozônio foi calibrado para produzir 40 µg/ml e a concentração final de ozônio na água foi de 8 µg/ml. O ozônio gasoso foi obtido a partir do mesmo dispositivo calibrado a 8 µg. - A amostra foi dividida em 4 grupos: - No grupo GWO, o ozônio de água, 15mL de água de ozônio (40 µg/ml) foi utilizado durante 3 minutos a um caudal de 5mL/min com a ajuda de uma bomba peristáltica e uma agulha de 24G inserida a 4 mm do CRT. - No grupo GGO, os canais foram inundados com ozônio aquoso (40 µg/ml); depois, a solução foi borbulhada com 15mL de ozônio gasoso (40 µg/ml) aplicada durante 3 min com uma agulha 24G, a 4 mm do ápice. - No grupo GWO + CUI, 15mL de ozônio aquoso (40 µg/ml) foi ativado com uma ponta ultra-sônica a 60% de potência sob uma taxa de fluxo de 5mL/min. Foi inserida a 4 mm do ápice e ativada durante 3 min. - O grupo CG foi irrigado com 15mL 2,5% NaOCl durante 3 min. a um caudal de 5mL/min. com a ajuda de uma bomba peristáltica a 4 mm do ápice.
Bitter, et al.	2017	Effects of Diode Laser, Gaseous Ozone, and Medical Dressings on <i>Enterococcus faecalis</i> Biofilms in the Root Canal Ex Vivo	Gasoso	Três grupos (G1-G3); - No G1: Controle; - No G2 foi utilizando solução salina estéril; - NaOCl 1%; - Nos grupos 2 e 3, foram utilizados os demais protocolos; - Aplicação de ozônio gasoso foi realizada com uma peça de mão usando calotas de silicone estéreis e descartáveis (HealOzone Delivery Cup, 6 mm, KaVo) e cânulas endodônticas; - O ozônio gasoso foi aplicado duas vezes por 60s com uma vazão de 100 mL/min em cada período; - A aplicação do laser de diodo foi executada através do programa endodôntico do Laser GENTLERay 980 com a seguinte configuração: 2,5 W a uma média de 0,8 W, comprimento de onda de 980 nm. - A fibra de vidro do laser de diodo (Fibra Nua NIR Q 300 K, 200 µm; Asclepion Laser Technologies, Jena, Alemanha) foi jogado cuidadosamente nos canais radiculares ao comprimento de trabalho -1 mm, na direção apical-coronal com uma velocidade de 3 mm por segundo para 10s - Curativos médicos de Ca(OH) ₂ e CHX-Gel 1%, foram aplicados no canal radicular em um movimento apical-coronal com cânula descartável estéril até que o canal foi completamente preenchido. `Curativo por 7 dias.
Goes, et al.	2016	Ozone therapy as an adjuvant for endodontic protocols: microbiological – ex vivo study and cytotoxicity analyses	Água e gasoso	- O ozônio foi gerado por descarga elétrica em oxigênio puro (Respirox LTDA, São Paulo, SP, Brasil). - Um frasco de vidro foi ligado ao gerador de ozônio, e o ozônio foi borbulhado na água fria bidestilada durante 5 minutos; - Para os grupos: previamente, os dentes foram quimicamente preparados com hipoclorito de sódio a 1% associado ao gel Endo-PTC (peróxido de uréia, carbopol, polietilenoglicol, e Tween 80); -Grupo I (45 dentes)– controle da contaminação: Os dentes foram imersos individualmente em 10 mL de solução de tiosulfato de sódio a 0,1%. - Grupo II (45 dentes) - controle do tratamento: Dentes foram submetidos a um enxague intracanal de 10 mL de EDTA a 17% e uma irrigação final de hipoclorito de sódio a 1%, compreendendo um volume total de 15 mL de hipoclorito de sódio a 1%; -Grupo III (45 dentes): - O canal radicular foi seco com pontos de papel e uma seringa de 10 mL foi ligada ao gerador de ozônio, cheia com gás ozônio numa concentração de 40 µg/mL e injetada no canal radicular com NaviTips® durante 30 segundos; - Grupo IV (45 dentes): após a irrigação final com hipoclorito de sódio a 1%, o canal radicular foi seco e 10 mL de ozônio aquoso a 8 µg/mL, preparado conforme descrito acima, foi aplicado com um ponto de irrigação num movimento para a frente e para trás a fim de proporcionar uma turbulência intracanal.

Fonte: Autores.

4. Discussão

No tratamento endodôntico, uma porcentagem significativa da superfície do canal radicular permanece intocada, independentemente dos instrumentos usados para o preparo mecânico (Siqueira et al., 2018). É possível identificar os efeitos positivos do ozônio na endodontia desde os experimentos realizados por Hyslop et al. (1988), Filippi (2001), os quais constataram uma diminuição significativa na citotoxicidade para células orais após a utilização do gás ozônio em comparação com irrigantes endodônticos convencionais.

Neste estudo, tivemos como finalidade a abordagem de algumas técnicas de aplicação do ozônio em suas duas formas: água e gás, onde a pesquisa foi realizada nas principais bases de dados relacionados ao tema do uso do “Ozônio”. Partindo dos estudos selecionados para este trabalho, a pesquisa de Ajeti et al. (2018) foi realizado *in vivo* (Tabela 2), dividido em três grupos, e o ozônio foi utilizado em sua forma gasosa sempre depois da utilização dos irrigantes convencionais com finalidade de atuar como um tratamento coadjuvante. O resultado deste estudo foi bastante positivo, visto que ao tratar o canal radicular infectado com ozônio gasoso, combinado com irrigantes 0,9%, 2,5% NaOCl e 2% CHX, houve redução do número de colônias de bactérias aeróbias e anaeróbias. Dados estatísticos mostram que a aplicação de ozônio gasoso, combinado com 2,5% de NaOCl, tem um melhor efeito antibacteriano comparado com 0,9% de NaCl e 2% de CHX.

Já no estudo de Kist et al (2017), realizou-se um ensaio clínico cego, prospectivo, randomizado e controlado (Tabela 2), e o Ozônio foi utilizado em sua forma gasosa. Este estudo quando comparado ao de Ajeti et al. (2018) não apresentou bons resultados. Não foram reveladas diferenças nos resultados radiográficos e clínicos durante o período de observação em curto prazo (1 ano).

No estudo de Mehta et al. (2020), foi realizado *in vivo* o ozônio foi utilizado em sua forma líquida (água) e gasosa, dividido em quatro grupos. O resultado apresentou uma eficácia antibacteriana considerável contra microrganismos anaeróbios e aeróbios. Já no estudo *ex vivo* de Moraes, et al. (2021), o ozônio foi utilizado em sua forma líquida (água) e gasosa e o experimento foi dividido em quatro grupos. Com base nos resultados deste estudo, pode concluir-se que os 3 protocolos de ozônio avaliados são semelhantes no que diz respeito à redução de *E. faecalis*. No entanto, 2,5% de NaOCl foi o único método para apresentar a eliminação total da *E. faecalis*. Corroborando o estudo *ex vivo* de Bitter, et al. (2017), o ozônio foi utilizado em sua forma líquida (água) que combinou a irrigação antibacteriana usando NaOCl com instrumentação e desinfecção adjuntiva usando ozônio ou laser, obtendo também reduções bacterianas de *E. faecalis*.

Goes et al. (2016), o ozônio foi utilizado em sua forma líquida (água) e gasoso. O experimento foi dividido em 3 grupos. Os resultados foram significativos ao associar o protocolo endodôntico padrão com a ozonioterapia, e especificamente, o ozônio aquoso, conseguiu realizar a descontaminação do canal radicular em estudo *ex vivo*. Em paralelo, neste mesmo estudo, o ozônio apresentou-se tóxico para fibroblastos gengivais no primeiro contato, mas a viabilidade celular foi recuperada até ao final da experiência. Assim, estas descobertas sugerem que o ozônio tem potencial para participar no tratamento endodôntico.

5. Conclusão

Em virtude dos fatos mencionados neste artigo, conclui-se que a ozonioterapia tem uma proposta interessante como meio auxiliar de tratamento odontológico devido à grande maioria das bactérias serem sensíveis ao ozônio e ao grande número de doenças infecciosas descritas na Odontologia. De acordo com os protocolos de utilização do ozônio apresentados neste artigo, esta terapia teve resultados bastante positivos, como potencial antimicrobiano, quando associados ao tratamento convencional. É necessário que estudos laboratoriais e clínicos sejam intensificados, a fim de fortalecer e difundir o uso do ozônio na odontologia, como recurso terapêutico coadjuvante.

Referências

- Ajeti, N. N., Pustina, K. T., & Apostolska S. (2018). The Effect of Gaseous Ozone in Infected Root Canal. *Open Access Maced J Med Sci*; 14;6(2):389-396.
- Azarapazhooh, A., Limeback, H., Lawrence H. P., & Fillery E. D., (2008). Evaluating the effect of an ozone delivery system on the reversal of dentin hypersensitivity: a randomized, double-blind clinical trial. *J Endod.* 35:1-9.
- Beretta, M., & Federici, C. F., (2017). A new method for deep caries treatment in primary teeth using ozone: A retrospective study. *Europe an Journal of Paediatric Dentistry.* 2(18):111–115.
- Bitter, K., Vlassakidis, A., Niepel, M., Hoedke, D., Schulze, J., Neumann, K., Moter, A., & Noetzel, J. (2017). Effects of Diode Laser, Gaseous Ozone, and Medical Dressings on *Enterococcus faecalis* Biofilms in the Root Canal Ex Vivo. *Biomed Res Int.*;2017:6321850.
- Das, S. (2011). Application of ozone therapy in dentistry. *Indian J Dent Adv.* 3:538–542.
- Doğan, M., Ozdemir, D. D., Düger, C., Ozdemir, K., Akpınar, A., Mutaf, B., & Akar, T. (2014). Effects of high frequency bio-oxidative ozone therapy in temporomandibular disorder related pain. *Med Princ Pract.* 23(6):507-10.
- Endo, M. S., Ferraz, C. C., Zaia, A. A., Almeida, J. F., & Gomes, B. P. (2013). Quantitative and qualitative analysis of microorganisms in root filled teeth with persistent infection: monitoring of the endodontic retreatment. *Eur J Dent.* 7(3):302-9.
- Filippi, A. (2001). The effects of ozone zed water on epithelial wound healing (in German). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift.* 56:104-8.
- Halbauer, K., Prskalo, K., Jankovic, B., Tarle, Z., Panduric, V., & Kalenic, S. (2013). Efficacy Of Ozone On Microorganisms In The Tooth Root Canal. *Coll Antropol.* 37:101-107.
- Hyslop, P., A., Hinshaw, D. B., Halsey, W. A. (1988). Mechanisms of oxidant-mediated cell injury. The glycolytic and mitochondrial pathways of ADP phosphorylation are major intracellular targets inactivated by hydrogen peroxide. *The Journal of Biological Chemistry.* 263:1665-1675.
- Kazancioglu, H. O., & Erisen, M., (2015). Comparison of flow-level laser therapy versus ozone therapy in the treatment of oral lichen planus. *Ann Dermatol.* 27:485-491.
- Kist, S., Kollmuss, M., Jung, J., Schubert, S., Hickel, R., & Huth, K. C. (2017). Comparison of ozone gas and sodium hypochlorite/chlorhexidine two-visit disinfection protocols in treating apical periodontitis: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* May;21(4):995-1005.
- Mehta, N., Gupta, A., Mahesh, S., Abraham, D., Singh, A., Jala, S., Chauhan, N., & Sreen, D. (2020). 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. *J Conserv Dent.* Nov-Dec;23(6):577-582.
- Moraes, M. M., Coelho, M. S., Nascimento, W. M., Nogales, C. G., de Campos, F. U., de Jesus Soares, A., & Frozoni, M. (2021). The antimicrobial effect of different ozone protocols applied in severe curved canals contaminated with *Enterococcus faecalis*: ex vivo study. *Odontology.* Jul;109(3):696-700.
- Neelakantan, P., Herrera, D. R., Pecorari, V. G. A., & Gomes, B. (2019). Endotoxin level after chemomechanical preparation of root canals with sodium hypochlorite or chlorhexidine: a systematic review of clinical trials and meta-analysis. *International Endodontic Journal.* 52:19-27.
- Nogales C. G., Ferreira, M. B., Montemor, A. F., Rodrigues, M. F., & Marques, J. L., Antoniazzi, J. (2016). Ozone therapy as an adjuvant for endodontic protocols: microbiological – ex vivo study and cytotoxicity analyses. *Original articles J. Appl. Oral sci.* Nov-dec:24 (6).
- Ripamonti, C. I., Maniezzo, M., Pessi, M. A., & Boldini, S., Treatment of osteonecrosis of the jaw (ONJ) by medical ozone gas insufflation. (2012). A case report. *Tumori.* 98:72-75.
- Santos, M. G. et al. (2017). Análise do uso da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico com base em um Congresso Odontológico. *RFO,* 1(22):49-53.
- Silva, E. J., Carvalho, C. R., Belladonna, F. G., Prado, M. C., Lopes, R. T., Deus, G. et al. (2019). Micro CT evaluation of different final irrigation protocols on the removal of hard tissue debris from the mesiobuccal root of mandibular molars. *Clinical Oral Investigations.* 23:681-7.
- Siqueira, J. J. F., Rocas, I. D. N., Marceliano, A. M. F., Perez, A. R., & Ricucci, D. (2018). Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Brazilian Oral Research.* 32:65.
- Sivieri, A. G. et al. (2013). Terapia fotodinâmica na endodontia: uma estratégia coadjuvante no combate à infecção endodôntica. 2 (33º Jornada Acadêmica “Prof. Dr. Edmur Aparecido Callestini”), 3.º Congresso da Faculdade de Odontologia de Araçatuba. Araçatuba, São Paulo, Brasil: Unesp - Campus de Araçatuba.
- Slaughter, R. J., Watts, M., Vale, J. A., Grieve, J. R., & Schep, L. J. (2019). The clinical toxicology of sodium hypochlorite. *Clinical Toxicology (Philadelphia, Pa.).* 57:303-11.
- Srinivasan, K., & Chitra, S. (2015). The Application of Ozone in Dentistry: A Systematic Review of Literature. *Scholars Journal of Dental Sciences.* 2(6):373-377.
- Subiksha, P. S. (2016). Ozone and its uses in root canal therapy – a review. *J PharmSci Res.* 8:1073.
- Suh, Y., Patel, S., Kaitlyn, R., Gandhi, J., Joshi, G., Mith, N. L., & Khan, S. A. (2019). Clinical utility of ozone therapy in dental and oral medicine. *Med Gas Res.* 9(3):163-167.
- Taşdemir, Z., Alkan, B. A., & Albayrak, H. (2016). Effects of Ozone Therapy on the Early Healing Period of Deepithelialized Gingival Grafts. A Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. *J Periodontol.* 87(6):663-71.

Tessier, J., Rodriguez, P. N., Lifshitz, F., Friedman, S. M., & Lana, E. J. (2010). The use of ozone to light en teeth: An experimental study. *Acta Odontol Latinoam.* 23:84-89.

Whittemore, R., & Knaf, K. (2005). The integrative review: up date methodology. *J AdvNurs.* 52(5):546-53.