

# OZONIOTERAPIA COMO ADJUVANTE NAS TERAPIAS DA PERIODONTIA E CIRURGIA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

## OZONIOTHERAPY AS ADJUVANT IN PERIODONTAL AND SURGERY THERAPIES: AN INTEGRATIVE REVIEW

IGOR OTÁVIO DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, BRYAN GABRIEL RODRIGUES<sup>1</sup>, NIKSON PEREIRA FERNANDES<sup>2</sup>, MATHEUS ALMEIDA BARBOSA<sup>2\*</sup>, NATÁLIA GONÇALVES SANTANA<sup>3</sup>, DJANGO JAMES DA SILVA FILHO<sup>3</sup>, JOÃO ANTÔNIO VIEIRA DOS SANTOS<sup>3</sup>, JOÃO VITOR DE JESUS GONÇALVES<sup>4</sup>

1. Graduado no curso de Odontologia do Centro Universitário Euro-Americano do Distrito-Federal (UNIEURO-DF); 2. Acadêmico do curso de Odontologia da Universidade Católica de Brasília do Distrito-Federal (UCB-DF); 3. Graduado no curso de Odontologia da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP); 4. Graduado no Curso de Odontologia do Centro Universitário de Belo-Horizonte.

\* Universidade Católica de Brasília (UCB), departamento do curso de odontologia, QS 7 LOTE 1, Taguatinga, Brasília (DF), Brasil, CEP: 71966-700. [matheusbarbosa1313@gmail.com](mailto:matheusbarbosa1313@gmail.com)

Recebido em 28/04/2023. Aceito para publicação em 02/06/2023

### RESUMO

O ozônio é um gás instável, composto por três moléculas de oxigênio. No âmbito odontológico, o ozônio é tratado como uma novidade para muitos profissionais, embora seja utilizado desde os primórdios da 1ª Guerra Mundial, relacionando benefícios em seu uso terapêutico. Diante da constante busca por evidências, o presente estudo apresenta-se como uma revisão integrativa da literatura, com o objetivo de pesquisar acerca do uso do ozônio no âmbito odontológico, especialmente em procedimentos cirúrgicos e periodontais. O estudo usou os bancos de dados “PubMED/Medline”, “LILACS”, “BVS” e “SCIELO” entre o período de 2000 até 2023. Nesse contexto, as pesquisas relatam vantagens no uso do ozônio como um agente bactericida, podendo agir como estimulador de produção de tecido ósseo. O ozônio conta com a apresentação em forma de água ozonizada, óleo ozonizado e gás ozonizado. Por apresentar ação fisiológica, o ozônio pode ser utilizado em procedimentos cirúrgicos, durante a irrigação, diminuindo as chances de infecções pós-cirúrgicas. Além disso, apresenta vantagens como adjuvante no tratamento das doenças periodontais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ozônio; Ozonioterapia; Periodontia; Cirurgia

### ABSTRACT

Ozone is an unstable gas, composed of three oxygen molecules. In the dental field, ozone is treated as a novelty for many professionals, although it has been used since the early days of World War I, relating benefits in its therapeutic use. In view of the constant search for evidence, this study presents itself as an integrative review, with the objective of researching the use of ozone in dentistry, especially in surgical and periodontal procedures. This study used the database of “PubMED/Medline”, “LILACS”, “BVS” e “SCIELO”, between the period of 2000 and 2023. In this context, research reported advantages in the use of ozone as a bactericidal agent and may act as a stimulator of bone tissue production. Ozone is presented in the form of ozonated water, ozonated oil, and ozonated gas. Because it has a

physiological action, ozone can be used in surgical procedures, during irrigation, reducing the chances of post-surgical infections. In addition, it has advantages as an adjuvant in the treatment of periodontal diseases.

**KEYWORDS:** Ozone; Ozone therapy; Periodontics; Surgery.

### 1. INTRODUÇÃO

O ozônio (O<sub>3</sub>) é um composto alotrópico do oxigênio (O<sub>2</sub>). Sendo assim, formado através de descargas elétricas sobre a molécula de oxigênio, na qual a molécula se quebra liberando átomos, onde se liga a outra molécula de oxigênio, formando o O<sub>3</sub>. Por ser extremamente oxidante e instável, ele retorna à sua forma molecular de oxigênio com facilidade<sup>1</sup>.

Ao obter informações sobre o ozônio, pode-se aplicá-lo na odontologia em várias especialidades. Dentre estas, destaca-se a prevenção de doenças orais, como por exemplo, a cárie atuando como uma opção conservadora para o tratamento das lesões principalmente pelo seu potencial antibacteriano<sup>2</sup>. De maneira semelhante, pode atuar sobre as doenças periodontais, onde se tem o controle bacteriano efetivo causado pela oxidação da membrana bacteriana<sup>3</sup>. Além disso, o ozônio pode ser aplicado na forma de água ozonizada ou gás em áreas inflamadas, infecções e abscessos<sup>4</sup>.

Embora o ozônio possa proporcionar inúmeros benefícios, existem algumas contraindicações. Pode-se citar: gravidez, anemia grave, intoxicação ao álcool aguda, hipertireoidismo, hipoglicemia, em quadros de hemorragia e alergia ao ozônio<sup>5</sup>.

Além disso, a inalação de ozônio em altas concentrações e por muito tempo, pode afetar os pulmões negativamente, devido a sua oxidação. Desse modo, pode-se gerar radicais livres que aumentam o volume de ácidos graxos que estão presente nas células de revestimento pulmonares, e, peroxidação de lipídios.

A partir disso, são liberados mediadores endógenos de inflamação<sup>5-6</sup>.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão integrativa da literatura atual sobre: os principais riscos e benefícios da terapia com ozônio nas mais diversas áreas da odontologia, com ênfase do uso de ozônio como um adjuvante em tratamentos periodontais e em cirurgias.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura (RIL), desenvolvido com a finalidade de reunir e sintetizar resultados de estudos científicos, com o intuito de contribuir para o aprofundamento do conhecimento relativo ao tema investigado. O estudo permeou as etapas preconizadas pelo Joanna Briggs Institute para uma RIL (JBI, 2011): formulação da questão para a elaboração da revisão integrativa da literatura; especificação dos métodos de seleção dos estudos; procedimento de extração dos dados; análise e avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa da literatura; extração dos dados e apresentação da revisão/síntese do conhecimento produzido e publicado

A pesquisa foi executada entre os meses de novembro a fevereiro de 2023, nas bases de dados online “PubMED/Medline”, “LILACS”, “BVS” e “SCIELO”, utilizando os descritores: “Ozone”, “Ozone therapy”, “Periodontics”, “Surgery”. Definiram-se como critérios de inclusão: texto completo disponível; tipo de documento: artigo; recorte temporal de 2000 a 2023, adicionados artigos e livro clássicos ao tema que ultrapassam a linha temporal. Foram excluídos os artigos que não se referiram estritamente ao tema.

## 3. DESENVOLVIMENTO

### Ozônio

Descoberto por Schonbein no século XIX, por meio de estudos, um odor característico quando o oxigênio foi submetido a uma descarga elétrica. Dessa forma, devido à frequência em que o fato ocorria, inicialmente foi chamado de oxigênio ozonizado, e logo após, nomeado como ozônio ou “aquilo que cheira”<sup>5-6</sup>.

Nesse contexto, observa-se presente em nossa atmosfera com abundância o ozônio (O<sub>3</sub>), porém em grandes altitudes por volta de 50.000 a 100.000 pés. O ozônio tem um cheiro característico e único, e sua molécula é composta por três átomos de oxigênio, e naturalmente apresentam-se na camada atmosférica protegendo os organismos vivos dos raios ultravioletas<sup>7</sup>. Diferente do ozônio utilizado para fins industriais, o ozônio medicinal é formado através do oxigênio medicinal puro. Sendo formado pela inclusão de um terceiro átomo à molécula de oxigênio, tornando-o mais ativo na sua ação biológica. O ozônio presente na atmosfera age como um filtro dos raios ultravioleta que são emitidos pelas radiações solares, porém ele é também um poderoso agente oxidante,

bactericida e desinfetante<sup>7</sup>.

Nos primeiros estudos a respeito do ozônio, foram publicados diversos métodos de utilização. Dentre estes, um método de auto-hemoterapia com ozônio, em que o sangue humano retirado do paciente era exposto a uma mistura de ozônio e oxigênio por alguns minutos em vidros adequados, reinfundindo no paciente. Desde então, esse método é utilizado para fins terapêuticos<sup>8</sup>. Sabe-se que o ozônio inalado, é extremamente agressivo aos alvéolos pulmonares. Contudo, outros métodos de administração têm se mostrado de grande valor terapêutico, por inúmeras formas de aplicações nos diferentes ramos da medicina. Ademais, quando utilizado em doses terapêuticas tem poucos ou nenhuns efeitos colaterais<sup>9-10</sup>.

A ozonioterapia tornou-se um elemento inerente ao tratamento da infecção em áreas como cirurgia, dermatologia, cosmética e odontologia<sup>11</sup>. A concentração de ozônio utilizada pode variar entre 1 e 100gm/ml (0,05-5%) de acordo com a indicação médica/dentária e a condição do paciente. A aplicação controlada de ozônio tem se mostrado extremamente segura, livre de efeitos colaterais e longe da maioria dos medicamentos, incluindo antibióticos. Também estimula a circulação sanguínea e a resposta imune. A atividade bactericida, viricida e fungicida do ozônio são geralmente conhecidas e tem sido explorada há anos na indústria e na medicina<sup>5-6</sup>. A terapia com ozônio apresenta propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, antimicrobianas, bioenergéticas, biossintéticas, imunomodulantes e hemostáticas, podendo ser aplicado em três maneiras distintas: água ozonizada, óleo ozonizado e ozônio gasoso<sup>5-6</sup>.

Atualmente o uso do ozônio na prática odontológica está em crescimento entre os cirurgiões dentistas, já que as principais vantagens de se utilizar é que não há a produção de resíduos ou rejeitos prejudiciais à saúde humana, pois sua ação oxidante produz como subproduto apenas o oxigênio<sup>5-6</sup>.

### Ozonioterapia e microbiologia oral

Broadwater, Hoehn & King (1973)<sup>12</sup> realizaram uma pesquisa para avaliar as doses mínimas de ozônio necessárias para matar as células vegetativas de *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* e *Bacillus megaterium*. Para isso, utilizaram monoculturas das bactérias selecionadas e um equipamento gerador de ozônio. As células foram coletadas através de centrifugação e submetidas a contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Foi seguido um protocolo de ozonização durante 5 minutos com uma dose específica. Depois de um dia de incubação, as unidades formadoras de colônias foram contadas novamente

A concentração letal para as células de *B. cereus* foi 0,12 mg/L, enquanto para *E. coli* e *B. megaterium* foi de 0,19 mg/L. Concluiu-se que o ozônio, em baixas concentrações, apresenta efeito bactericida contra as três espécies bacterianas testadas. Na prática, o ozônio deve ser aplicado na dosagem de

0,5-10 mg/L por 2-10 minutos<sup>12</sup>. Martins *et al.* (2012)<sup>13</sup> através de uma pesquisa de cultura bacteriana, demonstraram o efeito bactericida de um gerador de alta frequência de ozônio sobre *Staphylococcus aureus*, bactéria presente no biofilme dental. Nesse estudo, foram usadas 36 placas de Petri inoculadas com a bactéria e divididas em 6 grupos. Sendo 4 deles tratados (os dois primeiros, durante cinco vezes na semana por 15 e 10 minutos respectivamente e os dois últimos, por três dias semanais durante 15 e 10 minutos respectivamente) pelo aparelho de alta frequência<sup>13</sup>.

Como as bactérias são organismos muito sensíveis ao O<sub>3</sub>, os resultados foram positivos, o aparelho mostrou efeito bactericida na cultura de *S. aureus* in vitro depois de 15 intervenções, sendo 15 aplicações semanais com tempo de exposição de 15 minutos por dia. Com os resultados, a conclusão foi animadora e novas pesquisas devem ser feitas, com possibilidade de usar outros microrganismos, diferentes tempos e frequência de aplicação<sup>13</sup>.

### Ozonioterapia na odontologia

A ozonioterapia vem sendo mencionada com o intuito de trazer avanços na odontologia, por conta de suas características e forma de ação. Nesse interim, tem sido o tratamento, ou complemento, de inúmeras patologias. Assim sendo, esta é muito segura se utilizada da maneira adequada por profissionais habilitados<sup>14</sup>.

Além de ser um ótimo coadjuvante nos tratamentos odontológicos, pesquisas mostram uma redução significativa de até metade dos níveis de ATP microbiano quando a água ozonizada é utilizada para a descontaminação de equipamentos e ambiente. Dessa forma, em comparação a outras soluções de descontaminação, por exemplo, se usada na alimentação da cadeira odontológica o ozônio realiza uma esterilização ficando apenas água e ozônio como resíduos, evita a formação de biofilme dentro do sistema de enxugamento da cadeira e é utilizado para descontaminar o ambiente odontológico<sup>15-17</sup>.

O ozônio tem ações germicidas (fungos, vírus e bactérias) além de sua propriedade purificadora, que devido a sua estrutura caracteriza desempenhos anti-inflamatórios, imunoestimulantes e analgésicas. Aplicado ao tecido ou sítio desejado tem ação direta nos ácidos graxos da membrana celular bacteriana, elevando sua penetrabilidade ocasionando a disfunção bacteriana<sup>18</sup>.

Das várias áreas que o ozônio abrange a odontologia, a dentística está inclusa. Sendo assim, observa-se resultados que mostram sua eficácia antimicrobiana frente a lesões primárias de cárie radicular, proximais, de fissuras e fósulas, lesões ativas não cavitadas utilizando água ozonizada, foi visualizado uma grande redução de *S. mutans* e *S. sobrinus* comparado as amostras iniciais<sup>5-6</sup>. Além do que há relatos de sucesso para tratamento de hipersensibilidade cervical com o uso do gás de ozônio<sup>19-20</sup>

A quantidade final de microrganismos em lesões de caries não cavitadas se apresentou em uma quantidade inferior do que em lesões maiores e mais proximais a margem gengival após a utilização de ozônio<sup>21-22</sup>. Dessa forma, os estudos não apresentam um protocolo exato, porém foi relatado que quando o ozônio é aplicado em caries não cavitadas sua progressão pode ser revertida, já em lesões de carie cavitadas a probabilidade de sucesso é reduzida<sup>23-24</sup>.

A respeito da endodontia encontra-se vários desafios. Sendo assim, existem diversas bactérias envolvidas, e pode-se dizer que a *Enterococcus Faecalis* é a principal bactéria compreendida, além dela também há fungos e vírus achados no interior do canal radicular. Com isso, alguns estudos têm demonstrado uma eficácia considerável sobre o ozônio quando é utilizado juntamente com o tratamento endodôntico, em suas formas de gás e água ozonizada para a irrigação dos condutos, e em sua composição de óleo ozonizado para medicação intra-canal. No entanto, foi visualizado que algumas endotoxinas se apresentam resistentes ao seu uso, e que apesar do ozônio reduzir significativamente o número de bactérias após um período de tempo a *Enterococcus Faecalis* voltavam com valores similares<sup>2-4,6</sup>. Demonstra uma biocompatibilidade superior quando é comparada com a clorexidina e hipoclorito de sódio, além de levar mais oxigênio para os tecidos periapicais estimulando sua regeneração<sup>2-4,6</sup>.

Nesse sentido, pode-se remover bactérias e suas toxicidades do sistema de canais radiculares por meio da elevada atividade metabólica dos fibroblastos<sup>2-4,6</sup>. Demonstrando então resultados satisfatórios na eliminação de microrganismos microaerófilos e anaeróbios, conveniente ao seu poder oxidativo e apresenta baixa toxicidade tecidual. O protocolo preconizado é utilizar o hipoclorito de sódio ozonizado para irrigação do conduto durante o preparo químico, sendo as limas embebidas em óleo ozonizado para facilitar a lubrificação e desinfecção do canal radicular, sendo que antes da obturação é administrado ozônio gasoso em moderada concentração por 1 minuto<sup>2-4,6</sup>. Estudos comparativos trazem como informação que não a diferença entre a pasta HPG e o óleo ozonizado como medicação intra-canal o tornando uma boa alternativa como medicação<sup>2-4,6</sup>.

### Ozonioterapia na periodontia

No que se refere a periodontia o ozônio é amplamente utilizado tanto na configuração de óleo, gás ou água ozonizada. Dessa maneira, sendo aplicado nos abscessos, sulcos e em regiões de infecção, contribuindo tanto para a redução da impregnação de placa quando comparado a outros enxaguantes bucais, como a clorexidina, quanto a hemostasia da higiene oral, atuando na moderação de sangramentos a sondagem, simultaneamente anulando culturas como a *Staphylococcus aureus*<sup>4,25-26</sup>. Além do ozônio eliminar os causadores da doença periodontal, tem demonstrado resultados mais promissores quando é aplicado como

coadjuvante no tratamento de raspagem e alisamento radicular tanto em óleo quanto como água ozonizada<sup>27-30</sup>.

A periodontite e a gengivite são doenças inflamatórias do periodonto, que como adversidade podem causar sensibilidade, abscessos, má oclusão, sangramento, edema e mobilidade dentária. Como mencionado o ozônio pode ser aplicado nessas regiões e reduz a quantidade de patógenos subgengivais Gram-positivas quanto Gram-negativos, havendo uma melhora no quadro inflamatório e infeccioso<sup>4,9,15-17,20,31</sup>. A irrigação das bolsas com ozônio é capaz de reduzir a carga patogênica sistêmica e local<sup>4,16,31</sup>.

Na literatura é discutido algumas formas de protocolos a serem implementados no que concerne a periodontia. Dentre estes, preconiza usar a água ozonizada durante os procedimentos periodontais, como a raspagem por exemplo, irrigando bem as bolsas durante todo esse processo, após finalizar é prescrito para o paciente que ele faça aplicação tópica de óleo ozonizado em casa duas vezes ao dia, esse protocolo mostra uma redução do índice de placa e de sangramento gengival quando é colocado em comparação com a clorexidina<sup>4,17</sup>. Ademais pode ser usado como uma alternativa segura em pacientes com gengivite ulcerativa necrosante aguda<sup>4</sup>. Ainda se faz necessário mais estudos randomizados controlados por um período maior para análise.

### Ozonioterapia na cirurgia

Na cirurgia oral o óleo ozonizado é comumente utilizado tanto na forma tópica quanto diluído no soro fisiológico (antisséptico, irrigação, hemostasia), pois como mencionado anteriormente tem características bactericidas, ademais há uma influência na oxigenação alusivo ao ozônio que proporciona uma aceleração na cicatrização e regeneração tecidual.<sup>32-33</sup> Em exodontias após o procedimento cirúrgico uma boa irrigação é usada como protocolo para ter um pós operatório com o risco menor de complicações e utilizar o ozônio como coadjuvante nesse procedimento, potencializa uma cicatrização melhor, rápida e reduz ainda mais o risco de qualquer complicação pós cirúrgica.<sup>4</sup>

O estudo conduzido por Ahmedi (2016)<sup>34</sup> foi desenvolvido com o intuito de avaliar a eficiência do gás de ozônio na diminuição de alveolite após a extração cirúrgica de terceiros molares alocados na mandíbula. Essa análise envolveu 30 pacientes como amostra, que foram divididos em 2 grupos, grupo 1 (base) e grupo 2 (ozonioterapia). Todas as cirurgias foram feitas por um mesmo cirurgião-dentista, no grupo base o alvéolo foi irrigado abundantemente com solução salina e no grupo prático foi utilizado ozônio no alvéolo por 12 segundos. Todos os pacientes receberam as mesmas orientações e prescrição medicamentosa, foram avaliados 2 vezes, 48 horas após e no sétimo dia. Foi observado que a alveolite foi de 16,67% no grupo base e de 3,33% no grupo controle. Conclui-se que o uso do ozônio pode reduzir o risco de alveolite e tempo de recuperação pós

procedimento cirúrgico.

Essa ação tem mostrado outros benefícios como um efeito positivo acerca do metabolismo ósseo, em pacientes com tratamento de câncer, por exemplo, a osteonecrose apresenta-se íntima a procedimentos cirúrgicos odontológicos, e o ozônio tem demonstrado uma eficiência no tratamento dessas lesões osteonecroticas derivadas do uso de bisfosfonatos<sup>4,16,24,32,35</sup>. Estudos realizados em pacientes com osteonecrose avascular na mandíbula, agregado ao uso de bisfosfonatos, concluíram que podem ser feitas de forma segura exodontias nesses pacientes quando o adequado tratamento de ozônio terapia for realizado<sup>36</sup>.

De maneira similar, pacientes com queixas de dor na região da articulação temporomandibular (ATM) foram submetidos a tratamento com o gás de ozônio e relataram diminuição da dor, potencializando o ozônio como terapia para disfunção temporomandibular (DTM)<sup>2,4</sup>.

### Toxicidade do ozônio

Sabe-se que o uso do ozônio se tratando de finalidades terapêuticas, apresenta toxicidade e que o uso por profissionais não capacitados pode ocasionar problemas, e por essa razão, faz com que o uso seja proibido em alguns países<sup>37</sup>.

Em 2015, o Conselho Federal de Odontologia (CFO), que ampara e qualifica as atuações odontológicas, reconheceu e regulamentou a prática da ozonioterapia em tratamentos odontológicos. Essa resolução foi publicada no Diário Oficial da União e difere da orientação do Conselho Federal de Medicina, que define a terapia com ozônio como um procedimento apenas experimental para a prática médica.

Em um estudo realizado por Swanson & Chapman (2022)<sup>38</sup> com a intenção de verificar a toxicidade do ozônio, não se pode determinar o nível exato e a duração da exposição ao ozônio que pode criar um caso de toxicidade, além disso, a toxicidade varia para cada ser humano, algumas pessoas podem ser mais sensíveis, como pacientes com problemas respiratórios.<sup>39</sup> No mais, os autores concluíram que o ozônio é um agente oxidante com potencial tóxico ou útil dependendo da sua concentração, localização e a duração da exposição.

## 4. DISCUSSÃO

A Odontologia em si está sempre em constante evolução e, dessa forma, tem se estudado a utilização do ozônio em diversas especialidades odontológicas. Dentre as maneiras de utilizar, destaca-se a forma gasosa (Tópico ou sistêmico), oleosa (Tópico) e aquosa (Tópico). A primeira vez que o ozônio foi utilizado, foi durante a I Guerra Mundial (1914-1918), onde úlceras gangrenosas foram tratadas com a utilização direta do ozônio sobre as feridas infectadas<sup>40</sup>.

A doença periodontal tem como característica marcante o fato de que ela não atinge especificamente o dente, ela afeta também tecidos que estão ao redor do

mesmo e que garantem a sua proteção e sustentação causando no indivíduo problemas como retração gengival, reabsorção dos tecidos periodontais, formação de abscessos, mobilidade dentária e até mesmo a perda do elemento dentário<sup>41</sup>.

Além das complicações restritas à cavidade oral, a doença periodontal está relacionada também a complicações sistêmicas. Isso derivado da capacidade de bactérias, que se proliferam no local afetado, de migrar para a circulação sistêmica, atingindo pulmões e, até mesmo, o coração. Casos de complicações sistêmicas podem ser graves e, por exemplo, desencadearem a endocardite bacteriana e favorecerem a instalação de outras infecções<sup>2,5-6,10</sup>.

Atualmente uma das doenças bucais mais comuns é a doença periodontal. Existem diferentes terapias para eliminar ou minimizar as infecções periodontais, sendo a ozonioterapia uma alternativa promissora. O Ozônio tem poder antimicrobiano, capaz de eliminar os agentes etiológicos causadores da doença periodontal sendo então eficaz diminuindo o índice de placa, reduzindo bolsas periodontais e diminuindo o índice de sangramento, além do mais pode ser utilizado para o tratamento de lesões iniciais de cárie, na desinfecção de cavidades, irrigação de canais radiculares, irrigação de bolsas periodontais<sup>40</sup>.

A água ozonizada se mostrou o meio mais eficaz como tratamento abrangendo todos os estágios da doença periodontal. É importante que o ozônio seja utilizado em concentrações e técnicas precisas, evitando possíveis riscos ao paciente e ao cirurgião-dentista<sup>40</sup>.

A produção da água ozonizada é feita através de um sistema conhecido como corona ou corona fria, onde a energia da descarga elétrica permite a dissociação das várias moléculas de oxigênio (O<sub>2</sub>), levando a formação do ozônio (O<sub>3</sub>), que por fim tem-se uma mistura de 5% de ozônio (O<sub>3</sub>) e 95% de oxigênio (O<sub>2</sub>)<sup>2,5-6,10</sup>.

É de suma importância que o gerador de ozônio promova segurança, seja atóxico e que evite o escape de gás. O ozônio existe como gás incolor, com um odor pungente à temperatura ambiente, detectável mesmo em concentrações tão baixas quanto 0,02-0,05 ppm. Sua meia-vida varia com a variação de temperatura. A 20°C tem uma meia-vida de 40 minutos à 0°C por cerca de 140 minutos. O ozônio causa a inativação de bactérias, vírus e fungos e perturba a integridade do envelope celular bacteriano pela oxidação de fosfolipídios e lipoproteínas. Em baixa concentração (0,1 ppm) é suficiente para inativar células bacterianas. Em fungos, o ozônio (O<sub>3</sub>) inibe o crescimento celular em certas fases, sendo as células em formação mais sensíveis. Já com os vírus, o ozônio (O<sub>3</sub>) danifica o capsídeo viral e perturba o ciclo reprodutivo interrompendo o contato vírus-célula com a peroxidação. O efeito antisséptico do ozônio é resultado da sua ação sobre as células, através da destruição da membrana citoplasmática, e com a modificação do seu conteúdo intracelular, por efeitos

oxidantes secundários. A ação do ozônio sobre as células microbianas é seletiva e não causa danos as células humanas por ser antioxidante, sendo eficaz sobre bactérias resistentes à antibióticos<sup>42</sup>.

A ozonioterapia elimina os agentes patológicos da gengivite e periodontite, recuperando o metabolismo e adaptando o nível do oxigênio, causando a normalização da microbiota periodontal e aumentando a circulação sanguínea, ativando o sistema imunológico. Quando o ozônio é utilizado em uma concentração entre 30 e 55 µg/cc, lança uma cascata inteira de reações imunológicas. Exercendo influência sobre o sistema imune celular e humoral. Os efeitos benéficos de imuno-estimulação acontecem na presença de menores concentrações do ozônio, sendo que em concentrações maiores ele obtenha efeito imunodepressor. O ozônio (O<sub>3</sub>) atua como um evidenciador do sistema imune ativando neutrófilos e estimulando a síntese de algumas citocinas. O ozônio aumenta o transporte de oxigênio no sangue, através de alterações do metabolismo celular, ativando processos aeróbicos e utilizando recursos energéticos. Como resultado, melhora o metabolismo dos tecidos inflamados e reduz os processos inflamatórios. Ele possibilita uma ligeira cicatrização das feridas, visto que acarreta a migração acelerada de células, aumentando a atividade de fibroblastos, a síntese de colágeno e de citocinas<sup>2,5-6,10</sup>.

Apesar de o ozônio ser tóxico quando utilizado puro, em doses terapêuticas, têm demonstrado ser seguros e efetivos<sup>2,5-6,10</sup>. Quando utilizado corretamente, dificilmente acontecerá alguma reação adversa. As principais contraindicações da utilização do ozônio são: Hipertireoidismo descompensado; Diabetes mellitus descompensado; Hipertensão arterial severa descompensada; Anemia grave; Gestantes ou lactantes; Miastenia severa; Trombocitopenia; Intoxicação aguda por álcool; Infarto do miocárdio recente; Hemorragia de qualquer órgão; Alergia ao ozônio; Deficiência da enzima Glicose-6-Fosfato Desidrogenase (G6PD), mais conhecida como favismo. Para que a ozonioterapia seja utilizada, é necessário que ocorra a estabilização clínicas dessas situações. Já os efeitos colaterais podem ser: Irritação das vias aéreas; Rinite; Tosse; Dor de cabeça; Náusea; Vômitos; breve interrupção da respiração; Enfisema; Ataque cardíaco<sup>2,5-6,10</sup>.

A utilização do ozônio na odontologia pode ser feita através de algumas formas, como: Na forma gasosa, através de um sistema de sondas (como cânulas), utilizada em bolsas subgengivais. Na forma aquosa, onde a água destilada é transformada em água ozonizada através de um sistema ozonizador, servindo para irrigação de bolsas periodontais. O ozônio gasoso possui ótimos resultados antimicrobianos, porém por conta dos seus efeitos tóxicos, através de possíveis inalações do paciente, a água ozonizada e a forma oleosa são as mais utilizadas<sup>43</sup>. Quando tocamos no assunto: Cirurgia, o ozônio tem grande participação para cooperar com a recuperação do paciente. A

ozonioterapia tem se mostrado uma terapia alternativa muito interessante do ponto de vista clínico, exercendo propriedades únicas ao organismo, pois além de atuar de forma bactericida, induz a regeneração tecidual, o que é de vital importância para infecções orais de caráter misto e complexo.<sup>27</sup> A água ozonizada aparece como meio auxiliar durante a técnica exodôntica, sendo empregada como agente irrigante durante a ostectomia de terceiros molares, reduzindo a ocorrência de complicações infecciosas após a cirurgia, sendo indicada também para aplicações profiláticas contra infecções após osteomielite. Em casos de alveolite o ozônio tem se mostrado promissor frente às abordagens tradicionais. Num estudo conduzido por Guerra et al. (1997)<sup>27</sup>, foi estudada a ação do óleo ozonizado comparado com o Alveogy (pasta a base de fibras Penghawar para tratamento e prevenção de alveolite, utilizada em pós-extração dentária) associado a antibióticos. Os resultados obtidos demonstram que 46% dos pacientes tratados com óleo ozonizado obtiveram a cura, comparados com 41% do grupo controle. Também pode ser observado que a terapia com ozônio exibiu resultados mais rápidos, mesmo utilizando antibióticos para o grupo controle. López et al. (2003)<sup>44</sup>, compararam a ação do óleo ozonizado frente ao antifúngico nistatina, num grupo de 154 pacientes que apresentavam estomatite protética. Os resultados encontrados foram que 91% dos pacientes tratados com óleo ozonizado obtiveram cura, em comparação aos 76% dos pacientes tratados com nistatina.

O ozônio quando utilizado como antisséptico em cirurgias bucais, na irrigação de feridas cirúrgicas e na hemostasia transoperatória, contribui com o processo de reparo, através do estímulo à vascularização e maior oxigenação local. Existem também algumas evidências da efetividade do ozônio aquoso aplicado para a descontaminação de superfícies de implantes dentários<sup>2,5-6,10</sup>. A água ozonizada foi utilizada como meio auxiliar durante a técnica exodôntica, sendo empregada como agente irrigante durante a ostectomia de terceiros molares, reduzindo a ocorrência de complicações infecciosas após a cirurgia, sendo indicada também para aplicações profiláticas contra infecções após osteomielite<sup>2,5-6,10</sup>.

## 5. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi abordado o assunto: ozonioterapia na odontologia, onde aborda a utilização do ozônio nos tratamentos odontológicos, dando ênfase à periodontia e a cirurgia. Classificada como opção terapêutica, minimamente invasiva e conservadora. Os estudos que foram apresentados neste trabalho trouxeram a terapia com ozônio como a importância no arsenal clínico, e que juntamente a outras terapias, podem trazer um bom resultado ao tratamento.

Carregam uma proposta interessante, devido ao seu poder antimicrobiano, imunoestimulante e bactericida. Contudo, ainda são necessários estudos para o esclarecimento de concentrações e períodos de

administração do ozônio. Ademais, ensaios clínicos feitos com amostragem correta, cegamento de participantes e examinadores e desfechos clinicamente relevantes precisam ser realizados.

A ozonioterapia ainda é uma área pouco explorada e utilizada na odontologia devido à existência de substâncias mais acessíveis e conceituadas no mercado com propriedades equivalentes. Amplos são seus efeitos benéficos com muito baixo risco de efeitos adversos. Ainda que raros, existem perigos ao se aplicar terapia de ozônio, tais como irritação das vias respiratórias superiores, rinite, tosse, dor de cabeça, ocasional náusea, e vômitos.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] Soriano MCD, Pérez SC, Baqués MIC. Electroestética profesional aplicada: teoría y práctica para la utilización de corrientes en estética. SOR Internacional, 2000.
- [2] Bastos PL, Ottoboni GS, Karam AM, da Silva Sampieri MB, de Araújo EF. Ozonioterapia na odontologia: revisão sistemática de literatura. Research, Society and Development, 2022;11(4):e46711427474.
- [3] Ferreira MB. Efeito na reparação óssea periapical da ozonioterapia como coadjuvante ao tratamento endodôntico. Estudo clínico-radiográfico (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo), 2011.
- [4] Domb WC. Ozone therapy in dentistry: a brief review for physicians. Interventional neuroradiology, 2014; 20(5):632-636.
- [5] Rapone B, Ferrara E, Santacroce L, Topi S, Gnoni A, Dipalma G, Inchingolo F. The Gaseous Ozone Therapy as a Promising Antiseptic Adjuvant of Periodontal Treatment: A Randomized Controlled Clinical Trial. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022; 19(2):985.
- [6] Barczyk I, Masłyk D, Walczuk N, Kijak K, Skomro P, Gronwald H, Lietz-Kijak D. Potential Clinical Applications of Ozone Therapy in Dental Specialties—A Literature Review, Supported by Own Observations. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023; 20(3):2048.
- [7] Nogales CG, Ferreira MB, Marques L, Silva JL. Avaliação da ação da água ozonizada frente a bactérias encontradas em casos de periodontite apical secundária persistente. Brazilian Oral Research, 2009;23, 188.
- [8] Tylicki L, Rutkowski B. Ozone therapy seems to be safe, but is it really clinically effective? The International journal of artificial organs. 2004; 27(8):731-733.
- [9] Suh Y, Patel S, Kaitlyn R, Gandhi J, Joshi G, Smith NL, Khan SA. Clinical utility of ozone therapy in dental and oral medicine. Medical gas research. 2019; 9(3):163.
- [10] Sen S, Sen S. Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. Medical gas research. 2020; 10(4):189.
- [11] Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. Oral microbiology and immunology. 2004; 19(4):240-246.
- [12] Broadwater WT, Hoehn RC, King PH. Sensitivity of three selected bacterial species to ozone. Applied Microbiology. 1973; 26(3):391-393.

- [13] Martins A, Silva JTD, Graciola L, Fréz AR, Ruaro JA, Marquetti MDGK. Efeito bactericida do gerador de alta frequência na cultura de *Staphylococcus aureus*. *Fisioterapia e Pesquisa*.2012; 19:153-157.
- [14] Holmes J, Lynch E. Reversal of occlusal caries using air abrasion, ozone and sealing. *IADR Abs*. 2004.
- [15] Sem S, Sen, S. Ozone therapy a new vista in dentistry: integrated review. *Medical gas research*. 2020; 10(4):189.
- [16] Naik SV, Rajeshwari K, Kohli S, Zohabhasan, S, Bhatia S. Suppl-1, M7: Ozone-A Biological Therapy in Dentistry-Reality or Myth. *The open dentistry journal*. 2016; 10-196.
- [17] Tricarico G, Rodrigues Orlandin J, Rocchetti V, Ambrosio CE, Travagli V. A critical evaluation of the use of ozone and its derivatives in dentistry. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci*. 2020; 24:9071-9093.
- [18] Kim JG, Yousef AE, Khadre MA. Ozone and its current and future application in the food industry. 2023.
- [19] Dähnhardt JE, Gygax M, Martignoni B, Suter, P, Lussi A. Treating sensitive cervical areas with ozone. A prospective controlled clinical trial. *American journal of dentistry*. 2008; 21(2):74-76.
- [20] Kumar A, Bhagawati S, Tyagi P, Kumar P. Current interpretations and scientific rationale of the ozone usage in dentistry: A systematic review of literature. *European Journal of General Dentistry*. 2014; 3(03):175-180.
- [21] Balan B, Narayanan S. Ozone – A boon in the field of conservative dentistry and endodontics. *Research & Reviews: Journal Of Dental Sciences*. 2015 Out; 3:1-5.
- [22] Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone therapy in medicine and dentistry. *J Contemp Dent Pract*. 2008 May 1; 9(4):75-84.
- [23] Azarpazhooh A, Limeback H. The application of ozone in dentistry: A systematic review of literature. *Journal of Dentistry*. 2008 Feb; 36(2):104- 16.
- [24] Khan S, Suh Y, Patel S, Kaitlyn R, Gandhi J, Joshi G, et al. Clinical utility of ozone therapy in dental and oral medicine. *Med Gas Res*. 2019; 9(3):163.
- [25] Huth KC, Jakob FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollweck R, Brand K. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *European journal of oral sciences*.2006; 114(5):435-440.
- [26] Iliadis D, Millar BJ. Ozone and its use in periodontal treatment. 2013.
- [27] Guerra OC, Cepero SM, Jórdan MEM, Vásquez TC. Aplicación de la ozonoterapia en el tratamiento de la alveolitis. *Revista Cubana de Estomatología* 1997; 34(1):21-4.
- [28] Huth KC, Quirling M, Lenzke S, Paschos E, Kamereck K, Brand K, Ilie N. Effectiveness of ozone against periodontal pathogenic microorganisms. *European journal of oral sciences*.2011; 119(3):204-210.
- [29] Bocci V, Aldinucci C. Biochemical modifications induced in human blood by oxygenation-ozonation. *Journal of biochemical and molecular toxicology*. 2006; 20(3):133-138.
- [30] Garg R, Tandon S. Ozone: A new face of dentistry. *Int J Dent Sci*. 2009; 7(2).
- [31] Manish K, Abhishek H, Ravi G, Deepak M. Ozone therapy in dentistry- a review. *GCC Journal of Science and Technology* 2015; 1(5):181-185
- [32] Stübinger S, Sader R, Filippi A. The use of ozone in dentistry and maxillofacial surgery: a review. *Quintessence international*.2006; 37(5).
- [33] Reci del Pino E, Arias Serrano M, Rodríguez del Río M, Garrido MDLA. Aspectos de la ozonoterapia en pacientes con neuropatía periférica epidémica. *Revista Cubana de Enfermería*.1999; 15(2):114-118.
- [34] Ahmedi J, Ahmedi E, Sejfija O, Agani Z, Hamiti V. Efficiency of gaseous ozone in reducing the development of dry socket following surgical third molar extraction. *Eur J Dent*. 2016 Jul; 10(03):381-5.
- [35] Shah K, Makadia N, Vaghasia M, Mehta A, Vanker D, Pate P. Applications of Ozone in Dental Arena: A Revolution. *Int J Oral Health Med Res* 2016; 3(2):63-65.
- [36] Agrillo A, Sassano P, Rinna C, Priore P, Iannetti G. Ozone Therapy in Extractive Surgery on Patients Treated With Bisphosphonates. *Journal of Craniofacial Surgery*. 2007 Sep; 18(5):1068-70.
- [37] Bocci V. Ozone as Janus: this controversial gas can be either toxic or medically useful. *Mediators of inflammation*.2004; 13(1):3-11.
- [38] Swanson TJ, Jamal, Z, Chapman J. Ozone Toxicity. *StatPearls*. 2022.
- [39] Praizner M. Ozonioterapia: aplicações do ozônio de forma auxiliar no cotidiano odontológico. 2020.
- [40] Belegote IDS, Penedo GDS, da Silva ÍCB, Barbosa AA, Belo MDN, Neto OI. Tratamento de doença periodontal com ozônio. *Brazilian J Surg Clin Res*.2018; 23(2):101-4.
- [41] Steffens JP, Marcantonio RAC. Classificação das doenças e condições periodontais e peri-implantares 2018: guia prático e pontos-chave. *Revista de Odontologia da UNESP*. 2018; 47:189-197.
- [42] Ferreira R, Sant'ana ACP, Rezende MLRD, Greghi SLA, Zangrando MSR, Damante CA. Ozonioterapia: uma visão crítica e atual sobre sua utilização em periodontia e implantodontia: revisão de literatura. *Innovations Implant Journal: Biomaterials and Esthetics*.2014; 9(2/3):35-39.
- [43] Priyamak AA. Ozone: The Revolution in Dentistry. Copenhagen: Quintessence Publishing.2004; 155-64.
- [44] López EG, Martínéz AR, Ruiz AOB, García LOR. La ozonoterapia en el tratamiento de la stomatitis subprótesis. *Revista Cubana de Estomatología [online]* 2003; 40(2).