

APLICAÇÕES CLÍNICAS DO OZÔNIO NA ODONTOLOGIA: REVISÃO DE LITERATURA

CLINICAL APPLICATIONS OF OZONE IN DENTISTRY: LITERATURE REVIEW

1 Ana Laura Teles Dourado, analauraalbuquerque23@gmail.com, Acadêmica do curso de odontologia da Universidade Paulista (UNIP) – Campus Brasília.

2 Andressa Fabro Luciano dos Santos, andressafabro@yahoo.com.br, Doutora em Ciências da Saúde pela Universidade de Brasília, Professora titular da Universidade Paulista (UNIP) – Campus Brasília.

3 Railane da Cruz Rocha, railanecruz@hotmail.com, Graduada do curso de odontologia da Universidade Paulista (UNIP) – Campus Brasília.

Contato do responsável pela correspondência:
Railane da Cruz Rocha – railanecruz@hotmail.com

Declaração de conflitos de interesse:
O autor alega não haver conflito de interesses.

Transferência de Direitos autorais:
O autor concorda com o fornecimento de todos os direitos autorais a Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências da Saúde

RESUMO

Objetivo: Abordar as aplicações clínicas do ozônio nas inúmeras áreas de atuação do cirurgião-dentista.

Material e Métodos: a revisão de literatura foi realizada através da busca de informações no banco de dados das bases Lilacs, BIREME, Pubmed e Scielo. O levantamento bibliográfico compreendeu estudos desde 1988 até 2019, cujo objetivo estivesse coerente ao interesse da presente revisão, totalizando 37 artigos. **Revisão de Literatura:** O ozônio é um composto alotrópico do oxigênio e apresenta características singulares que permitem a sua aplicação na terapêutica de várias patologias no âmbito odontológico. Seu mecanismo de ação se dá através da elevada capacidade oxidativa devido a liberação de agentes antioxidantes, o que proporciona a sua ação antimicrobiana de forma específica, além da ação imunoestimulatória e

cicatrizante. A utilização clínica do ozônio é atual e eficiente nas diversas especialidades odontológicas, sendo uma alternativa para o combate de patologias por ser eficaz tanto na eliminação de micro-organismos quanto na reparação tecidual. **Conclusão:** Pode-se concluir que a terapia com ozônio é uma ótima técnica para substituir tratamentos convencionais ou para atuar como coadjuvante a outras técnicas utilizadas, sendo mais uma alternativa para as situações clínicas.

Palavras-chave: Ozônio; Odontologia; Ozonioterapia.

ABSTRACT

Objective: To address the clinical applications of ozone in the numerous areas of operation of the dentist. **Material and Methods:** the literature review was performed by searching for information in the database of Lilacs, BIREME, Pubmed

and Scielo databases. The bibliographic survey comprised studies from 1988 to 2019, whose objective was consistent with the interest of the present review, totaling 37 articles. **Literature Review:** Ozone is an allotropic compound of oxygen and has unique characteristics that allow its application in the treatment of various pathologies in the dental field. Its mechanism of action occurs through the high oxidative capacity due to the release of antioxidant agents, which provides its specific antimicrobial action, in addition to the immunostimulating action and in the

aid of healing. The clinical use of ozone is current and efficient in several dental specialties, being an alternative to fight pathologies or it is effective both in the elimination of microorganisms and in tissue repair. **Conclusion:** It can be concluded that ozone therapy is a great technique to replace conventional treatments or to act as an adjunct to other techniques used, being another alternative for clinical situations.

Keywords: Ozone; Dentistry; Ozone Therapy.

Enviado: julho 2020
Revisado: outubro 2020
Aceito: dezembro 2020

INTRODUÇÃO

O ozônio tem sido assunto de vários estudos por possuir características singulares. Isso permite a sua utilização em inúmeras especialidades médicas e odontológicas devido ao grande potencial antimicrobiano e na estimulação do sistema imunológico¹. É um composto alotrópico de oxigênio estruturado a partir do rompimento de moléculas de oxigênio, que se ligam com outras moléculas isoladas do mesmo composto, formando três átomos covalentes ligados, exercendo propriedades físicas distintas². Encontra-se facilmente na camada atmosférica³ e tem o objetivo de proteger-nos da radiação ultravioleta que é irradiada pelos raios solares⁴.

Dentre as várias propriedades do ozônio descritas na literatura bem como suas indicações em terapias odontológicas, seu potencial antimicrobiano é o mais demonstrado⁵, além de apresentar bons resultados na reparação tecidual⁶.

Atualmente, a utilização clínica do ozônio está sendo bastante estudada. Na Odontologia, se mostrou útil em uma diversidade de aplicações e em várias especialidades como: tratamento de lesões cariosas, na endodontia, periodontia, prótese, cirurgia, estomatologia e

na disfunção temporomandibular^{7,8,9}.

Em tratamentos odontológicos, existe um número limitado de pesquisas que demonstram métodos determinados com resultados pertinentes a sua utilização. Assim, o objetivo deste trabalho é mostrar através da revisão de literatura a utilização do ozônio nas especialidades odontológicas, uma vez que, essa terapia possibilita mais uma alternativa de tratamento para as diversas situações clínicas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para participarem dessa seleção, os artigos deveriam relatar a aplicação clínica do ozônio em alguma área de atuação do cirurgião-dentista. Os estudos incluídos nesta revisão foram selecionados no banco de dados das bases Lilacs, BIREME, Pubmed e Scielo. Para tanto, foram utilizadas combinações das palavras chave, ozônio; odontologia; ozonioterapia, para fins de busca.

A partir do resultado da busca, os artigos foram selecionados pela leitura do título, do resumo e finalmente, do artigo completo, quando estes apresentavam os critérios de inclusão.

Foram incluídos trabalhos publicados nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola,

encontrados através dos critérios de busca citados que se enquadrassem dentro dos objetivos dessa pesquisa.

Os artigos científicos que aparecessem na busca eletrônica e não fossem considerados relevantes pelos alunos e orientador desse estudo, foram considerados excluídos.

O levantamento bibliográfico compreendeu estudos desde 1988 até 2019, cujo objetivo estivesse coerente ao interesse da presente revisão, totalizando 37 artigos.

REVISÃO DE LITERATURA

Mecanismo de ação

O ozônio dispõe de elevada capacidade oxidativa devido à liberação de agentes antioxidantes. Ao ser introduzido no corpo, forma espécies reativas de oxigênio que agem instantaneamente e são neutralizados pelos sistemas antioxidantes. Estas espécies reativas de oxigênio são rompidas e convertidas em radicais livres que são liberados para estimular a mitocôndria a gerar trifosfato de adenosina (ATP) extra, que não necessita da presença de glicose como no ciclo de Krebs, o que vai favorecer a viabilidade celular e o metabolismo das células por amplificar a oferta de oxigênio aos tecidos^{10,11}.

Os radicais livres são capazes de hostilizar inúmeros micro-organismos através da lise da membrana citoplasmática proveniente da oxidação do ozônio sobre as cadeias ácido-lipídicas. Também podem alterar o conteúdo intracelular, por oxidação de aminoácidos e ácidos nucleicos. Este evento concede produtos de oxidação lipídica que posteriormente se difunde pelos tecidos e tem a função de reduzir toxicidades potenciais¹¹.

Em concentrações ideais, a habilidade antioxidante do ozônio não promove danos às células humanas, e sim, comporta-se efetivamente sobre cepas resistentes a antibióticos, devido sua atividade específica e intensa¹².

A ação imunoestimulatória do ozônio ocorre por propagar, em baixas concentrações, células imunológicas, estimulando a função dos macrófagos, neutrófilos e algumas citocinas e

a produção de imunoglobulinas, sensibilizando os micro-organismos a fagocitose².

A incitação dos processos aeróbios, a aplicação de recursos energéticos pelo aumento da oxigenação e alterações do metabolismo celular dos tecidos inflamados, faz com que haja a redução da inflamação. Também há uma melhora na cicatrização, por conceder a migração acelerada de células, pela ação aumentada de fibroblastos, síntese de colágeno e expressão aumentada de citocinas. Tal fato inicia-se nos eritrócitos, possibilitando o aumento da síntese de 2,3 difosfoglicerato. Esta enzima é responsável pela quebra da ligação entre oxigênio e hemoglobina, liberando oxigênio aos tecidos, o que melhora a imunidade do paciente frente a um patógeno, por instigar efeitos biológicos, estimular a reparação, cura e retorno da função dos tecidos¹¹.

Formas de Apresentação

A elaboração do composto gasoso oxigênio-ozônio com aplicação terapêutica, na maioria das vezes é formada através de geradores chamados de ozonizadores de descarga corona (Figura 1)¹³.

Para prevenir a evasão de gás, utilizam-se artifícios de silicone ou teflon em forma de taças que são materiais plásticos extremamente resistentes, sendo capazes de se adequarem às superfícies de forma isolada, impedindo a evasão do gás¹⁴.

O oxigênio autêntico medicinal passa por um gradiente de alta voltagem (5-13Mv) com eletrodos que formam um campo eletromagnético designada corona. Suas moléculas são desintegradas, o que possibilita a formação do gás ozônio que contém cor azul, de odor forte e percuciente, a partir da combinação de moléculas e átomos de oxigênio¹⁵. Assim, com a descarga corona é capaz de gerar altas taxas de ozônio, é fácil de operar e a concentração pode ser mensurada. Ao fim, tem-se uma combinação de no máximo 5% de ozônio e 95% de oxigênio¹⁴.

Em odontologia e medicina, pode-se empregar o gás in natura ou incorporá-lo a um veículo que pode ser água bidestilada ou

um óleo, como o azeite de oliva, com intuito de prorrogar a instabilidade. A ozonização de água bidestilada ou de azeite é feita injetando a mistura gasosa (O₂-O₃) por cinco minutos ou até dois dias, respectivamente¹⁶.

Aplicações clínicas

Inúmeros estudos analisaram a eficácia da utilização do ozônio nas suas diversas formas de apresentação em várias especialidades no âmbito odontológico, principalmente devido a sua capacidade antimicrobiana no combate a infecções orais e dentárias e seu poder de reparação tecidual^{1,5,6,7,17}.

Dentística

O ozônio pode ser aplicado em lesões cariosas incipientes, cárie de raiz e em cicatrículas e fissuras, transparecendo um restringimento expressivo de micro-organismos como *Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Actinobacillus*, *Actinomyces comitans*, *Cândida albicans*, alcançando resultados muito significativos na eliminação da flora acidogênica e acidúrica^{18,19}.

Conforme seu mecanismo de ação, o ozônio pode entrar na célula de maneira descomplicada e promover a eliminação da microbiota presente. Além disso, possibilita a propagação de íons de cálcio e de fosfato pelas lesões cariosas. Isso faz com que os tecidos dentários afetados se remineralizem⁹. Porém, não foi comprovada a possibilidade de o ozônio permitir a remineralização da dentina²⁰.

O ozônio também é capaz de descarboxilar o ácido mais forte gerado espontaneamente pelas bactérias cariogênicas no decorrer da cariogênese, o ácido pirúvico, que se oxida a ácido acético^{21,22}.

O efeito do ozônio sobre o tecido cariado depende da extensão da cavitação, distância da margem gengival e da gravidade das lesões. Bayson e Beighton (2007)²³ afirmaram que o ozônio reagiria instantaneamente com inúmeras estruturas, como dentina amolecida e fibras colágenas, sendo capaz de paralisar o desenvolvimento da cárie anteriormente à curetagem da dentina desmineralizada.

O ozônio no tratamento da cárie apresenta maior efetividade em lesões cariosas que possuem considerável quantidade de matéria amorfa do que em pequenas lesões¹. Porém, existem relatos de que há uma diminuição maior de micro-organismos em pequenas lesões cariosas, devido ao acúmulo de placa bacteriana no interior de grandes lesões ser maior do que em pequenas lesões, o que dispersa o ozônio, diminuindo sua efetividade. Mesmo que o ozônio tenha alta capacidade oxidante, ele não é capaz de penetrar na placa bacteriana e no cálculo dental, servindo como barreira física e acobertando as bactérias, impedindo a atuação da água ozonizada^{14,24,25}.

Uma aplicação de 80 segundos do ozônio com o equipamento HealOzone (Figura 2) é um tratamento muito favorável para eliminação de microrganismos em cavidades profundas¹⁷. Os procedimentos realizados com os sistemas adesivos, posteriormente a aplicação do ozônio, podem ser comprometidos porque se houver oxigênio acessível enquanto acontece a polimerização do material, ele reagirá com os radicais livres das cadeias em crescimento e prejudicará a polimerização¹⁵. Foi proposto que um agente antioxidante precisaria ser administrado na porção exposta a radicais livres de oxigênio com objetivo de neutralizar os efeitos. O arcobato de sódio, constituído de vitamina C e sódio, é um agente antioxidante que exerce essa função. Desse modo, sua utilização possibilita que as restaurações sejam feitas logo após o contato do substrato com o ozônio⁷. Porém, estudos mais recentes, como o de Garcia et. al (2012)²⁶ demonstraram que a aplicação do gás ozônio e da água ozonizada antes dos procedimentos adesivos não foram capazes de interferir na resistência de união à tração das restaurações de resina composta. O estudo de Akturk et al (2019)²⁷ também corroboram com esses resultados, uma vez que, foi demonstrado que a água ozonizada não interferiu na resistência de união ao microcissalhamento de restaurações de resina compostas. Ambos autores, indicam esta abordagem antes dos procedimentos adesivos, haja vista que não foram

observados prejuízos a estas restaurações.

Endodontia

A terapia com ozônio se manifesta prosperamente como adequada ao tratamento endodôntico. Por causa da sua dinâmica oxidante, estimula efeitos biológicos com o seu comportamento específico sobre os ácidos graxos poli-insaturados da membrana bacteriana, ampliando a produção de oxigênio tecidual e modulando a imunidade. Assim, instiga a reabilitação tecidual, recuperando a saúde e devolvendo função ao dente acometido, atingindo o propósito do tratamento endodôntico¹⁴.

O ozônio, devido a sua ação antimicrobiana, está sendo utilizado também como um agente antisséptico. Para que a terapia com ozônio seja eficaz, ele deve ser administrado em uma concentração que seja eficiente, com o tempo e forma de aplicação corretos. É indicada a aplicação após a limpeza, desinfecção e modelagem dos canais. O ozônio tem maior ação em áreas com menor quantidade de resíduos orgânicos²⁴. Isso explica a recomendação para utilizá-lo após a completa irrigação e modelagem no tratamento endodôntico. Não há relatos de resistência bacteriana nos casos em que foi indicado ozônio, isso comprova que o ozônio é eficiente quando se trata de extinguir esses micro-organismos durante o tratamento endodôntico^{14,25}.

Dentre os diversos estudos sobre a concentração ideal de ozônio para eliminação de micro-organismos, não se chegou a uma conclusão exata, porém a concentração de 40 µg/mL reduziu significativamente a quantidade de bactérias como: *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. Essa concentração demonstrou melhor desempenho tanto na ação antimicrobiana quanto na biocompatibilidade, sendo um ótimo aliado para tratamentos endodônticos¹⁴.

Nagayoshi et al (2004)²⁸ concluíram que a água ozonizada demonstrou efeito antimicrobiano extremamente semelhante ao hipoclorito de sódio 2,5 %, porém com alto grau de biocompatibilidade. Ao associar o sistema de

limpeza com ultrassom e água ozonizada, os resultados foram ainda melhores, diminuindo com maior eficiência o número de bactérias nos canais radiculares, especialmente contra *Staphylococcus aureus*¹⁴.

É visto que ausência de micro-organismos no decorrer do tratamento endodôntico é de grande relevância para que a região perirradicular se recupere de forma efetiva. O ozônio se mostrou grande aliado por ser antimicrobiano e apresentar boa biocompatibilidade, reduzindo as bactérias do periápice e regenerando a região apical, fazendo com que haja uma diminuição da necessidade de tratamentos cirúrgicos no periápice²⁵. Entretanto, não há padronização sobre a concentração, tempo e penetração do ozônio nos túbulos dentinários, o que comprova a necessidade de estudos mais profundos sobre sua utilização¹.

Periodontia

A utilização da ozonioterapia em periodontia tem se mostrado favorável, visto que os micro-organismos responsáveis pela doença periodontal são bactérias vulneráveis ao uso do ozônio. A utilização de ozônio na forma aquosa sobre os agentes etiológicos que fazem parte de processos infecciosos bucais, fez com que decrescesse consideravelmente a quantidade dessas colônias bacterianas, sendo elas: *Porphyromonas gingivalis*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas endodontalis*, dentre outros¹⁸.

Em doenças periodontais como a gengivite, bochechos com ozônio diluído em água contribuem com a redução da aderência da placa bacteriana à superfície dos dentes e também é capaz de paralisar culturas de *Staphylococcus aureus*^{5,13}. Nas infecções subgengivais emprega-se a ozonioterapia por meio da irrigação de bolsas periodontais e ao redor de implantes no decorrer da raspagem subgengival e supragengival. Esse protocolo faz com que haja uma redução do sangramento gengival, diminui a profundidade à sondagem e neutraliza a cultura bacteriana².

O ozônio é capaz de eliminar os agentes etiológicos da doença periodontal, reconstruir

o metabolismo ajustando a quantidade de oxigênio e regularizando a flora periodontal. Além disso, pode ser notado um acréscimo na circulação do sangue e estimulação da imunidade dos pacientes submetidos ao tratamento².

Um estudo feito sobre a eficiência do ozônio aquoso contraposto à eliminação mecânica da placa bacteriana pelo cirurgião dentista e a conjugação das duas técnicas na redução da placa aparente e da gengivite, mostrou que o ozônio diminuiu a quantidade de micro-organismos na placa bacteriana, porém a eliminação mecânica foi mais efetiva^{14, 24, 25}.

Desta forma, mesmo que o ozônio tenha alta capacidade oxidante, ele não é capaz de penetrar na placa bacteriana e no cálculo dental. Sendo assim, a forma mais eficaz de eliminação da placa bacteriana é mecanicamente. Então deve-se utilizar a irrigação de água ozonizada como terapia complementar a raspagem subgengival¹.

Prótese

Além das bactérias presentes na cavidade bucal, existem também fungos como *Cândida albicans*, espécie que se encontra na humanidade, em quase metade da população, normalmente sem provocar danos à saúde¹³. Contudo, algumas patologias sistêmicas como diabetes e AIDS, nutrição, antibioticoterapia de amplo espectro, uso de medicamentos imunossupressores e causas locais como o uso de próteses e aparelhos e a predisposição a formação de placa bacteriana, ampliam a ocorrência de patologias causadas por fungos e bactérias. Dessa forma, *Cândida albicans* é capaz de agir como agente patógeno, causando a candidose crônica atrófica, impossibilitando a utilização de próteses e aparelhos²⁹.

Além de *Candida albicans*, *Candida parapsilosis* também tem se salientado como um dos causadores da candidíase, vinculado a próteses e aparelhos³⁰. Sua capacidade patogênica está associada a sua habilidade de incorporar-se às superfícies estáticas, e, portanto, a formação de placa bacteriana¹³.

Há diferentes procedimentos mecânicos e químicos de higienização e desinfecção de

dispositivos protéticos. Métodos químicos normalmente utilizados são: sabão neutro, soluções efervescentes de bicarbonato de sódio, hipoclorito de sódio 1% e gluconato de clorexidina de 2% a 4%³¹. Entretanto, a manipulação destes produtos diariamente prejudica as propriedades físicas dos materiais, causando porosidades e modificando a coloração da peça protética³¹. Assim, a ozonioterapia está sendo de grande relevância por ser de fácil aplicação, ter um custo reduzido e devido à agilidade no procedimento^{1, 31}.

A intervenção da viabilidade celular com ozônio aquoso em placa bacteriana madura, que é a forma mais complicada de obter resposta biológica, composta por *C. albicans*, *C. parapsilosis* e *S. aureus*, desenvolvido sobre resina e silicone, certificou que *C. parapsilosis* foi a espécie mais atingida pelo ozônio. Da mesma forma, o ozônio aquoso de 2 a 4mg/L em combinação com ultrassom durante 60 segundos foi eficaz na diminuição de *C. albicans* aglutinada às próteses totais^{13, 17}.

Cirurgia

O tratamento com ozônio oferece vários benefícios ao organismo, desempenhando características singulares^{1, 6}. O ozônio tem habilidade de impulsionar diferentes atividades biológicas benéficas ao processo de reparação tecidual, possibilitando recuperação satisfatória da sintomatologia e também sendo capaz de alcançar a cura em muitos casos, o que é a intenção de todos os procedimentos cirúrgicos^{32, 6}.

Na administração do ozônio em um sítio específico, há uma manifestação de propriedades contra a inflamação e contra a dor. Sua ação é através da paralisação de mediadores químicos da inflamação que está associado à sensação dolorosa. Portanto, é utilizado como auxiliar na terapêutica de dores persistentes. Além disso, inibi a ciclooxigenase II salientando a diminuição dos sinais da inflamação⁵.

As irrigações trans-operatórias têm finalidade de oferecer uma limpeza mecânica, reduzindo o número de bactérias⁶. Durante o ato cirúrgico o ozônio aquoso pode ser usado

como irrigador para desinfecção durante a utilização de instrumentos rotatórios e brocas, para estimular a formação dos vasos sanguíneos e para a hemostasia durante o ato cirúrgico^{6, 8}.

O processo de cicatrização da mucosa oral também foi acelerado com a utilização do ozônio diluído em água. Esse processo pode ser observado nas primeiras 48 horas após a cirurgia⁵. Stübinger et al (2006)⁸ demonstraram que a aplicação local do ozônio em infecções de feridas intraorais pós-radioterapia foi eficaz.

A terapia com ozônio apresenta benefícios também em casos de alveolite seca em relação aos tratamentos tradicionais. Verificou-se que o óleo ozonizado apresentou maior eficiência e obteve melhores resultados em relação a reparação tecidual e no alívio da dor comparado com o Alvogil via oral associado a antibióticos, tratamento convencional da alveolite¹.

Estomatologia

O desempenho do ozônio em óleo no tratamento da estomatite herpética foi mais eficaz do que o antifúngico Nistatina, que é utilizado convencionalmente. Sugeriu-se a terapêutica das lesões em crianças com gengivoestomatite herpética aguda através da aplicação com algodão ou gaze embebido de óleo ozonizado durante 3 horas por 4 a 5 dias ou quatro vezes ao dia¹. Foi verificada total eliminação dos sinais e sintomas em todos os casos, num período inferior a 7 dias, sendo que a maioria das crianças obtiveram a cura em 3 dias. Não foi constatada nenhuma reação nociva ao medicamento^{1, 11}.

O óleo de girassol ozonizado foi eficaz contra diferentes espécies de bactérias como: Micobacteria, Streptococcus, Pseudomonas, Staphylococcus, Enterococcus, Pseudomonas, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Enterococcus faecalis e Candida albicans. Uma vez que as Micobacterias foram as mais afetadas na presença do óleo ozonizado¹⁷.

A utilização do óleo ozonizado em casos de herpes labial e osteomielite mandibular apresentaram menores tempos de reparação tecidual frente ao uso de terapias convencionais¹⁷. Desta forma, a aplicação de

óleo ozonizado direto na lesão é prático e deve ser empregado assim que o paciente notar os sinais e sintomas prondrômicos de herpes bucal. Contudo, não se deve deixar de usar medicamentos como Aciclovir³³.

DTM

O desalinhamento interno da articulação temporomandibular (ATM) expressa à presença de alterações no acomodamento do disco na fossa articular que prejudicam o desempenho adequado da articulação³⁴. A disfunção temporomandibular (DTM) pode ocorrer em casos de atividade intensa dos músculos ou transtorno involuntários de movimentos e/ou doenças que alteram o funcionamento das células implícitas no interior da articulação⁵.

Os sinais e sintomas básicos da disfunção temporomandibular são os estrepitos das articulações seguidas de sensação dolorosa durante abertura e fechamento da boca, cefaléia crônica, dor muscular durante a mastigação e limitações nos movimentos que envolvem a articulação. O diagnóstico é determinado através do histórico e exame clínico do paciente. Contudo, casos em que não há precisão no diagnóstico, é solicitado o exame de ressonância magnética³⁴.

O tratamento da disfunção temporomandibular pode ser realizado através de procedimentos não invasivos e invasivos. A terapêutica não invasiva integra o tratamento fisioterapêutico, administração de medicamentos, através do uso talas, aspiração do líquido sinovial da articulação, entre outros³⁵. A terapêutica invasiva integra principalmente, a reparação e reposicionamento do disco na fossa⁴². Entretanto, deve-se optar pelos métodos não invasivos inicialmente. Em casos que não houve remissão ou cura da disfunção temporomandibular com tratamentos não cirúrgicos, considera-se os métodos cirúrgicos^{34, 35, 36}.

O tratamento de paciente com disfunção temporomandibular através do ozônio introduzido no interior da articulação com seis aplicações regulares com a concentração de 10 g/MI, apresentou resultados promissores em comparação ao tratamento com medicamentos

anti-inflamatórios não estereoidais e relaxantes musculares^{5, 34}. Não houve ocorrência de efeitos indesejáveis no trans-operatório e pós-operatório, apenas uma pequena sensação dolorosa no momento e após a aplicação com poucas horas de duração³⁴.

O estresse mecânico na articulação temporomandibular, faz com que acumule radicais livres nos tecidos, que incitam a síntese de moléculas que causam a inflamação. Porém, o estresse oxidativo do ozônio, recupera e neutraliza os radicais livres acumulados. O desempenho do ozônio é capaz de eliminar a progressão do distúrbio e ativar a reparação dos tecidos alterados. Além disso, elevou o comportamento fisiológico celular devido ao seu mecanismo de ação que converte os radicais livres em moléculas de ATP aumentando a oferta de oxigênio para os tecidos³⁴.

DISCUSSÃO

Dentre os diversos estudos sobre a concentração ideal de ozônio para eliminação de micro-organismos, não se chegou a uma conclusão exata¹⁴, porém, para evitar a toxicidade e oferecer o estresse oxidativo adequado, a faixa de concentração de ozônio de 40-70 µg/ml foi a mais efetiva, dependendo do estágio da doença do paciente e de sua condição sistêmica^{2, 14}.

As formas mais eficientes de aplicação do ozônio encontram-se na forma de ozônio diluído em água bidestilada resfriada e na forma in natura, apesar desta última ser altamente instável e apresentar a possibilidade do escape de gás o que pode causar citotoxicidade^{14, 2}. Em contrapartida, o óleo ozonizado permanece em contato íntimo com a região em que foi aplicado, oferecendo a eliminação de micro-organismos e a bioestimulação por um período superior do que aos outros métodos aplicados¹.

Alguns autores como Baysan et al (2000)⁹ e Soares et al (2008)²² afirmam que o ozônio possui propriedades remineralizantes. Entretanto Zaura et al (2007)²⁰ não comprovaram a possibilidade de remineralização em dentina que o ozônio pode promover. Contudo, não se deve subestimar os resultados propostos pelo ozônio por se apresentar como alternativa

eficaz à terapêutica tradicional de eliminação e remineralização das lesões cariosas¹.

Para o tratamento de canais radiculares, Estrela et al (2007)²¹ afirmam que o *Enterococcus faecalis* é o micro-organismo mais encontrado em canais obturados. O ozônio como irrigante no tratamento endodôntico foi eficaz sobre *Enterococcus faecalis* somente sobre a forma planquitônica depois de 4 minutos¹⁵. Cardoso et al (2008)²⁸ afirmam que a água ozonizada não exerce efeito depois e sim durante a aplicação. O ozônio também foi incapaz de paralisar as endotoxinas (LPS) durante o tratamento endodôntico²⁸. Estrela et al (2007)²¹ concluíram que o uso por 20 minutos de clorexidina 2%, hipoclorito de sódio 2,5% e ozônio, foram insuficientes contra *Enterococcus faecalis*. Isso pode ser explicado porque em biofilme o ozônio não apresenta bons resultados^{14, 24, 25}. Casos em que os micro-organismos estejam suspensos por causa da agitação, a ozonioterapia apresentou bons resultados¹⁵. Isso está de acordo com a recomendação para utilizá-lo após a completa irrigação e modelagem no tratamento endodôntico²⁴.

Em relação à irrigação transoperatória de alvéolos durante cirurgias dentais, a água ozonizada foi mais efetiva do que a irrigação convencional com soro fisiológico na estimulação de cementoblastos e fibras periodontais ao redor das raízes em casos de reimplantação de dentes avulsionados².

O ozônio também foi indicado para utilização após osteomielite, prevenindo a ocorrência de novas infecções. A terapia convencional da osteomielite crônica com oxigênio hiperbárico e vancomicina apresentaram casos de recidiva ao fim do tratamento. Então, o ozônio como auxiliar a terapia convencional demonstrou uma diminuição do número de bactérias mais significativa do que sem a aplicação do ozônio⁵.

Estudos comprovaram a formação de novos vasos sanguíneos através da utilização do óleo ozonizado (Bioperoxoil®) em feridas feitas na pele de rato. Desta forma, a utilização tópica do ozônio diluído de óleo estimula a reparação tecidual de feridas cutâneas⁵.

Alguns autores relataram que apesar de

todos os benefícios que o ozônio proporciona, pode causar a inibição da agregação plaquetária³⁶, mas em contrapartida, o ozônio manifesta resultados positivos no controle de sangramentos colaborando na reparação pela neovascularização e aumento da oferta de oxigênio^{1, 5, 6, 7, 17}.

O ozônio se mostrou eficaz na sua utilização em pacientes que fazem o uso de bifosfonatos que são indicados para a prevenção e terapêutica eficiente de fraturas causadas por doenças como mielomas múltiplos, entretanto, esse medicamento tem como efeito colateral a osteonecrose³².

Métodos cirúrgicos conjugados ao tratamento com ozônio têm possibilitado efeitos favoráveis no impedimento da osteonecrose em pacientes que utilizam bifosfonatos por via intravenosa por um longo período⁵. Também é eficaz em casos de osterradionecrose, que é uma complicação da radioterapia em cabeça e pescoço⁸. O propósito na terapêutica de pacientes com osteonecrose é extinguir a dor, eliminar possíveis infecções e evitar o desenvolvimento da necrose³⁷.

CONCLUSÃO

A terapia com ozônio é um ótimo coadjuvante a outras técnicas utilizadas, sendo mais uma alternativa para as situações clínicas.

O ozônio apresenta características singulares como biocompatibilidade, é antimicrobiano e imunoestimulante, podendo assim, ser usado em diversos tratamentos médico-odontológicos.

A utilização da terapia com ozônio em consultórios odontológicos nas diferentes especialidades apresenta relevantes resultados, por ser eficaz diante de microorganismos que causam danos à saúde oral.

Mais estudos devem ser realizados, no intuito de padronizar e estabelecer protocolos de tratamento para as diversas aplicações do ozônio na Odontologia.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira AF, Mendes HJ. Aplicações clínicas do ozônio na odontologia. Rev.Saúde.

Com. 2009; 5(2): 128-140.

2. Ferreira R, Santa'ana ACP, Rezende MLR, Greggi SLA, Zangrando MSR, Damante CA. Ozonioterapia: uma visão crítica e atual sobre sua utilização em periodontia e implantodontia - revisão de literatura. *Innov Implant J, Biomater Esthet.* 2014; 9(2/3):35-39.

3. Sunnen GVMD. Ozone in Medicine: Overview and Future Directions. *Journal of advancement in medicine.* 1988; 1(3):159-74.

4. Arencibia JR, Leyva RY, Collymore RA, Araújo RJA. Producción científica sobre aplicaciones terapéuticas del ozono en el Web of Science. *ACIMED [Internet]* 2006 [citado 2017 nov. 01];14(1). Disponível em: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol14_1_06/aci07106.htm

5. Ferreira S; Mariano RC, Júnior IRG, Pellizer EP. Ozonioterapia no controle da infecção em cirurgia oral. *Rev. Odontol. Araçatuba*, 2013; v.34 (1):36-38.

6. Deboni MCZ. Antissepsia de alvéolos pós-exodontia empregando irrigações trans-operatórias de solução de ozônio diluído em água [tese]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2009.

7. Rodrigues PCF. Efeito da aplicação do gás ozônio na resistência de união entre resina composta e dentina [dissertação]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2009.

8. Stubinger S, Sander R, Filippi A. The use of ozone in dentistry and maxillofacial surgery: A review. *Quintessence Int.* 2006; 37(5): 353-359.

9. Baysan A, Whiley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on microorganisms associated with primary root carious lesion in vitro. *Caries Res.* 2000; 34(6): 498-501.

10. Bocci V. Ozone, a new medical drug. 1th ed. Itália: Springer; 2005. Chapter 1,

Physical-chemical properties of Ozone. Natural production of ozone. The toxicology of ozone; p. 5-8.

11. Ferreira MB. Efeito na reparação óssea periapical da ozonioterapia como coadjuvante ao tratamento endodôntico : estudo clínico radiográfico [tese]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2011.

12. Huth KC, Jakob FM, Saugel B, Cappello C, Paschos E, Hollweck R, et al. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. *Eur J Oral Sci.* 2006; 114: 435-440.

13. Sartim MG. Efeito da água ozonizada e gluconato de clorexidina sobre propriedades mecânicas e microbiológicas de materiais utilizados para confecção de próteses odontológicas [dissertação]. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho; 2015.

14. Nogales CG. Parâmetros da ação antimicrobiana e da citotoxicidade do ozônio para aplicação na Endodontia [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, 2011.

15. Rodrigues PCF, Souza JB, Soares CJ, Lopes LG, Estrela C. Effect of Ozone Application on the Resindentin Microtensile Bond Strength. *Oper. Dent.* 2011. 36(5); 537-544.

16. Bocci V. Ozone, a new medical drug. 1th ed. Itália: Springer; 2005. Chapter 3, Preparation of ozonated water and oil for the topical therapy. Ozone as a drinking water disinfectant. Ozone disinfection to prevent nosocomial infections; p. 12-18

17. Nogales CG, Ferrari PH, Kantorovich EO, Lage-Marques JL. Ozone Therapy in Medicine and Dentistry. *The Journal of Contemporary Dental Practice.* 2008 May;9(4):75-84.

18. Nagayoshi M, Fukuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiol Immunol.* 2004; 19: 240–246.

19. Ramzy MI, Gomaa HE, Mostafa MI, Zaki BM. Management of Aggressive Periodontitis Using Ozonized Water. *Journal of the Egyptian medical association.* 2005. 1; 229-245.

20. Zaura E, Buijs MJ, Cate JM. Effects of Ozone and Sodium Hypochlorite on Caries-Like Lesions in Dentin. *Caries Res.* 2007; 41: 489–492.

21. Estrela C, Estrela CRA, Decurcio DA, Hollanda ACB, Silva JA. Antimicrobial efficacy of ozonated water, gaseous ozone, sodium hypochlorite and chlorhexidine in infected human root canals. *International Endodontic Journal.* 2007; 40: 85–93.

22. Soares CJ, Soares PV, Filho PCFS, Armstrong SR. Microtensile Specimen Attachment and Shape - Finite Element Analysis. *Dental research journal.* 2008. 87(1); 89-93.

23. Baysan A, Beighton D. Assessment of the Ozone-Mediated Killing of Bacteria in Infected Dentine Associated with Non-Cavitated Occlusal Carious Lesions. *Caries Res.* 2007; 41: 337–341.

24. Baysan A, Lynch E. The Use of Ozone in Dentistry and Medicine. Part 2. Ozone and Root Caries. *Prim. Dent. Care.* 2006; 13(1): 37-41.

25. Botton G, Pires CW, Cadoná FC, Machado AK, Azzolin VF, Cruz IB, et al. Toxicity of irrigating solutions and pharmacological associations used in pulpectomy of primary teeth. *Int Endod J.* 2016; 49: 746-54.

26. Garcia EJ, Serrano AP, Urruchi WI, Deboni MC, Reis A, Grande RH, Loguercio AD. Influence of ozone gas and ozonated water

application to dentin and bonded interfaces on resi-dentin bond strength. *J Adhes Dent.* 2012, 14(4): 363-70.

27. Akturk E, Bektas OO, Ozkanoglu S, Akin EGG. Do ozonated water and boric acid affect the bond strength to dentin in diferente adhesive systems. *Niger J Clin Pract.* 2019, 22(12): 1758-64.

28. Nagayoshi M, Kitamura C, Fukuizumi T, Nishihara T, Terashita M. Antimicrobial effect of ozonated water on bacteria invading dentinal tubules. *Journal of endodontics.* 2004; 30(11): 778-81.

29. Calcaterra R, Pasquantonio G, Vitali LA, Nicoletti M, Girolamo MD, Mirisola C, et al. Occurrence of cândida species colonization in a population of denture-wearing immigrants. *Journal of immunopathology and pharmacology.* 2013 Nov 21; 26(1): 239-246.

30. Cantón E, Pemán J, Quindos G, Eraso E, Zapico IM, Ivarez MA, et al. Prospective Multicenter Study of the Epidemiology, Molecular Identification, and Antifungal Susceptibility of *Candida parapsilosis*, *Candida orthopsilosis*, and *Candida metapsilosis* Isolated from Patients with Candidemia. *Antimicrob. agents chemother.* 2011 Dec; 55(12): 5590–5596.

31. Pesqueira AA, Goiato MC, Santos DM, Haddad MF, Ribeiro PP, Sinhorette MAC, et al. Effect of Disinfection and Accelerated Aging on Color Stability of Colorless and Pigmented Facial Silicone. *Journal of Prosthodontics.* 2011 jun; 20(4): 305-309.

32. Petrucci MT, Gallucci C, Agrillo A, Mustazza MC, Foà R. Role of ozone therapy in the treatment of osteonecrosis of the jaws in multiple myeloma patients. *The hematology journal.* 2007; 92(9): 1289-1290.

33. Bocci V. Ozone, a new medical drug. 1th ed. Itália: Springer; 2005. Chapter 9, The clinical application of ozonotherapy. *Ozonotherapy in dentistry and stomatology*; p. 215-217.

34. Emad T. Role of intra-articular ozone gas injection in the management of internal derangement of the temporomandibular joint. *OOOO.* 2012, 113(6): 10-14.

35. Haketa T, Kino K, Sugisaki M, Takaoka M, Ohta T. Randomized Clinical Trial of Treatment for TMJ Disc Displacement. *Journal of Dental Research.* 2010 jun 3, 89(11): 1259-1263.

36. Zbang SY, Liu XM, Yang C, Cai XY, Cben MJ, Haddad MS, et al. New arthroscopic disc repositioning and suturing technique for treating internal derangement of the temporomandibular joint: Part II – Magnetic Resonance Imaging Evaluation. *Journal of oral and maxillofacial surgery.* 2010, 68; 1813-1817.

37. Moraes MB, Lopes GS, Nascimento RD, Gonçalves FCP, Santos LM, Rald FV. Use of ozone therapy together to low power laser in osteonecrosis induced bisphosphonates - Clinical case. *Braz Dent Sci.* 2016, 19(1): 129-134.

FIGURAS

Figura 1



Geração do ozônio pelo método descarga corona (FONTE: Sartim MG, 2015)

Figura 2



Gerador de ozônio HealOzone (FONTE: Baysan A e Lynch E, 2006).