



Artigo de Revisão

APLICAÇÕES CLÍNICAS DO OZÔNIO NA ODONTOLOGIA

CLINICAL APPLICATIONS OF OZONE IN DENTISTRY

Resumo

André Frutuoso de Oliveira¹
Haroldo José Mendes¹

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
Jequié – BA – Brasil

E-mail
hjmendes@uesb.br

O ozônio é um composto alotrópico do oxigênio, e possui propriedades únicas que proporcionam uma vasta aplicação aos sistemas biológicos e tratamentos clínicos. Apesar de sua descoberta datar-se no ano de 1840, o seu emprego clínico é atual, encontrando na Odontologia uma aplicabilidade em diversas especialidades. O presente artigo tem por objetivo revisar as aplicações clínicas do ozônio em diversas especialidades odontológicas. Através de mecanismos de oxidação não elucidados, o composto proporciona uma alta capacidade purificadora, responsável por ações microbicidas (bactérias, fungos e vírus), fazendo do mesmo uma alternativa para o combate de enfermidades. Em Odontologia o ozônio pode ser empregado em processos de esterilização de instrumentais e purificação do sistema de irrigação do equipo, servindo como uma ótima estratégia no controle e prevenção de infecções cruzadas no ambiente odontológico. Não obstante, o ozônio quando administrado em baixa concentração por via sistêmica induz a proliferação tecidual e neovascularização, sendo, portanto, um indutor cicatrizante, característica que o torna atrativo do ponto de vista clínico, pois permite tanto a eliminação de bactérias como o reparo das estruturas anatômicas. Possui uso limitado no tratamento de infecções endodônticas e lesões de cáries dentárias. O ozônio pode ser empregado no tratamento de diversas patologias orais, reduzindo o curso clínico das doenças, alcançando resultados superiores em comparação às terapias convencionais. Apesar da literatura demonstrar resultados positivos com o uso do ozônio na cariologia, cirurgia, periodontia e endodontia, há necessidade de estudos mais aprofundados com metodologias padronizadas para que se chegue a uma conclusão definitiva sobre sua aplicabilidade.

Palavras-chave: ozônio, odontologia, microbiologia, farmacologia.

Abstract

The ozone is an allotropic form of oxygen whose unique properties offer a wide application to biological systems and clinical treatments. Although discovered in the year 1840, its clinical use is current, finding applicability in various specialties in the dentistry practice. This article aims to review the clinical applications of ozone in various dental specialties. The compound provides a high purifying capacity, responsible for microbicidal actions (bacteria,

fungi and viruses), through oxidation mechanisms not yet elucidated, makes it an alternative against the diseases. In dentistry practice, the ozone can be employed in process of sterilization of instruments and purification system of irrigation to dental unit, serving as a good strategy in the control and prevention of cross-infection in the dental environment. However, the administration of ozone at low concentration by systemic way induces tissue proliferation and neovascularization, and thus inducing a healing, a characteristic that makes it attractive from the clinical, as it allows both the elimination of bacteria such as the repair of anatomical structures. It has limited use in treating endodontic infections and tooth decay. The ozone can be used in the treatment of various oral diseases, reducing the clinical course of disease, achieving superior results in comparison to conventional therapies. Despite the literature showing positive results with the use of ozone in cariology, surgery, periodontics and endodontics, there is need for further studies with standardized methodologies to reach a definitive conclusion about its applicability.

Key words: ozone, dentistry, microbiology, pharmacology.

Introdução

O ozônio tem sido assunto de diversos estudos devido a suas propriedades químicas ímpares, que lhe dão a possibilidade de ser utilizado em diversas especialidades médicas, inclusive na Odontologia, devido ao seu grande potencial bacteriológico e imunoestimulante.

O composto ozônio é uma forma alotrópica do elemento oxigênio, formado por 3 átomos ligados covalentemente com um ângulo de 127° entre eles¹. É encontrado em abundância na estratosfera², servindo como barreira contra a radiação ultravioleta (UV) emitida pelo sol³. Por ser um composto muito instável se desintegra facilmente em O₂, voltando a sua conformação original graças à reação endotérmica da radiação UV e/ou descarga elétrica^{1,3}.

Apesar da grande importância desempenhada pela camada de ozônio, a presença do gás na superfície terrestre é nociva à saúde humana, já que misturas gasosas contendo ozônio e outros compostos, são altamente tóxicas para os pulmões¹, trato nasorrespiratório^{4,5} e olhos², pois estes sistemas não possuem um eficiente meio de modular a ação oxidante desta mistura¹. Bell et al, 2004⁴, relacionaram número de mortes decorrentes de problemas respiratórios e cardiovasculares em 95 grandes centros urbanos buscando associar a poluição por ozônio. Os resultados mostraram uma média de 26 ppb de ozônio nestes grandes centros, concluindo que as comunidades com maior concentração de ozônio apresentam mais casos de mortes por doenças respiratórias e cardiovasculares.

O gás ozônio foi descoberto em 1785 por Martins Van Marum^{2,3}, e batizado em 1840 por Christian Friedrich Schönbein³, quando ao liberar descargas elétricas numa campânula de vidro contendo oxigênio, observou a aparição de um gás de coloração azulada, de odor forte e penetrante, o qual chamou de ozônio, que do grego *ozein* significa odorante. É um composto

extremamente oxidativo¹, capaz de interagir com todos os metais, deslocar cadeias de hidrogênio e destruir diversos materiais orgânicos⁶.

Os primeiros relatos do uso clínico do ozônio datam da I Guerra Mundial^{1,3}, onde úlceras gangrenosas foram tratadas através da insuflagem direta do gás sobre os tecidos^{2,3}. Contudo o grande marco na ozonoterapia se deu no ano de 1935¹, quando o cirurgião-dentista E. A. Fisch publicou o primeiro tratado sobre as aplicações do ozônio, intitulado “O Tratamento com Ozônio na Cirurgia”, representando assim o início da prática clínica do ozônio na Odontologia. No mesmo ano, o Dr. E. Payr, que também era cirurgião-dentista, publicou casos clínicos de tratamento de gangrena pulpar, obtendo índices de sucesso em torno de 75% com o uso do ozônio^{1,7}.

O uso indiscriminado do ozônio seja pela infusão venosa em altas doses, ou mesmo através da utilização por práticos, fez com que houvesse grande número de pessoas mortas por embolia, resultando na proibição pelo Food Drugs Administration em diversos estados americanos. É importante ressaltar que por, na época, inexistir materiais adequados para a aplicação do gás, aliados a descoberta e difusão de antibióticos, o ozônio caiu em desuso durante muito tempo^{1,2}.

A grande retomada do uso do ozônio se deu após a descoberta de materiais plásticos altamente resistentes, tais como o Teflon e o silicone, sendo capazes de se adequar às superfícies corpóreas sem aderir à pele, o que é de suma importância para o tratamento de queimaduras, permitindo desta forma a distribuição uniforme do gás sobre a superfície².

Muitos países utilizam o ozônio em diversos processos industriais, redes de tratamento de água e condicionamento de alimentos^{3,6}. A Rússia possui o maior centro de pesquisas envolvendo a ozonoterapia³, havendo crescente interesse desta terapia na Odontologia.

O presente artigo tem por objetivo revisar as aplicações clínicas do ozônio em diversas especialidades odontológicas. Para garantir a relevância das informações contidas nesta publicação, foram realizadas buscas nos bancos de dados da Medline/Pubmed, utilizando os unitermos ozônio; odontologia; imunização e farmacologia. Foram também pesquisados livros, artigos da área médica e odontológica de relevância para o tema.

Mecanismo de ação

O ozônio possui mecanismos de ação distintos a depender do meio em que é aplicado, sendo estes passíveis de classificação de acordo com seu comportamento predominante. A umidade, a oxigenação e a temperatura exercem grande efeito sobre a ação do ozônio sendo diretamente proporcional à sua eficácia^{8,9}.

Um dos principais e mais conhecido mecanismo de ação do ozônio está relacionado à sua atividade altamente oxidativa^{2,11,12}, sendo um agente potencialmente biocida, atuando contra fungos^{11,13}, colônias bacterianas^{12,14,15,16,17,18}, vermes¹⁹ e vírus^{10,20,21}. Nenhum outro agente tem sido capaz de combater tantos patógenos como o ozônio¹. Comparando o efeito de diferentes gases (Gás Carbônico e Hélio à concentração de 99,99% e Ozônio à

concentração de 0,4%) sobre o crescimento de diversas cepas bacterianas (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*) num estudo *in vitro*, Pereira et al¹², concluíram que o ozônio promoveu a esterilização de 100% dos espécimes.

Existem diversas teorias que tentam explicar como o ozônio atua contra bactérias, sendo as mais aceitas aquelas que correlacionam a alta oxidação do gás sobre as cadeias ácido-lipídicas da parede celular, matando rapidamente os microorganismos²². Supõe-se que o ataque primário do ozônio aconteça na parede celular e, após a sua difusão, no interior da célula, onde ao recombinar-se com elementos citoplasmáticos, oxida aminoácidos e ácidos nucléicos¹⁴. Os seres menos desenvolvidos (bactérias, fungos e vírus) não possuem sistemas complexos de reparo a estruturas nobres, tais como o DNA e RNA, portanto o ozônio reage com tais cadeias, clivando-as, impedindo a replicação celular e produção de aminoácidos, levando o organismo à desnaturação e morte². Em um estudo conduzido por Emerson et al²⁰, 1981, o ozônio administrado durante 2 minutos sob concentração de 4,68mg/l foi capaz de inativar o vírus da coxiela e da poliomielite. Wells et al¹⁰, 1991, demonstraram a utilidade do ozônio na purificação de bolsas de sangue contaminadas com o HIV tipo 1, sem prejuízo às células e aos fatores sanguíneos.

Em concentrações ideais o ozônio é atóxico para os tecidos e células humanas e de extremo poder destrutivo para bactérias e demais microorganismos. Huth et al²³, 2006, testaram a citotoxicidade do gás ozônio e água ozonizada frente a células humanas epiteliais orais e fibroblastos gengivais, comparados com antimicrobianos convencionais tais como digluconato de clorexidina a 2%, hipoclorito de sódio a 5,25% e 2,25% e peróxido de hidrogênio a 3% durante o intervalo de tempo de 1 minuto. Também foi comparado com a ação do metronidazol durante 24 h sobre as mesmas espécies celulares. O ozônio não apresentou nenhum efeito tóxico sobre as células orais em comparação aos outros agentes microbianos que se revelaram tóxicos aos espécimes do estudo.

Além do efeito biocida, o ozônio se comporta de maneira diferente quando administrado nos sistemas biológicos, exercendo ação estimulante sobre os sistemas circulatório²⁴, imunológico²⁵, reparativo^{23,25,26} e neurológico^{1,24}. Matsumoto et al²⁵, demonstraram a eficácia do óleo ozonizado aplicado em pacientes com fístulas e feridas recorrentes. Foram selecionados 20 pacientes que apresentavam feridas e fístulas incuráveis pelos métodos convencionais, sendo submetidos à administração de 1 a 3 ml de óleo ozonizado previamente a curetagem e drenagem das feridas e fístulas. Dos 20 pacientes tratados, 19 apresentaram cura ou remissão dos sinais e sintomas da infecção, havendo eliminação de pus, reepitelização e fechamento das feridas^{1,25}.

Diversos autores buscam elucidar o complexo mecanismo imunoestimulatório proporcionado pelo ozônio. Agrillo et al²⁷, 2006, relataram os efeitos positivos do ozônio sobre defeitos ósseos através da oxidação pré-condicionante, estimulando e preservando o sistema antioxidante endógeno, bloqueando assim a geração de radicais livres. Desta forma, o ozônio estimula a formação de células sanguíneas vermelhas, a diapedese e fagocitose, bem como a concentração de hemoglobina, ativando o complexo de retículos-

histiócitos. Além de todas estas propriedades, ele atua ainda sobre o metabolismo de cálcio, fósforo e ferro, sem causar danos aos tecidos^{27, 28}.

Existem duas vias de metabolização do ozônio ao entrar na corrente sanguínea. A primeira via consiste na redução do ozônio pelos sistemas antioxidantes do corpo (ácido ascórbico, catalase, glutathione peroxidase, vitaminas A e E) levando a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), as quais engatilharão uma série de vias metabólicas no sangue. Porém o efeito das ROS é transitório, sendo novamente reduzidas às espécies menos reativas. A segunda via é caracterizada como “peroxidação lipídica”, onde compostos hidrofóbicos presentes no plasma sanguíneo (ácido aracdônico, quilomícrons) reagem com o ozônio, produzindo produtos lipídicos oxidativos (LOS), os quais desencadearão reações em cascata em diversos sistemas pelo corpo. São as LOS que atuarão na ativação de fatores angiogênicos, imunológicos, sanguíneos e neurológicos¹.

Formas de administração

Existem diversas modalidades de aplicações do ozônio, sendo algumas de uso restrito à prática médica¹. As vias clássicas que interessam à Odontologia são: aplicação do gás diretamente aos tecidos; água ozonizada; óleo ozonizado.

A aplicação do ozônio sob a forma de gás é a via mais antiga a ser empregada, sendo também a mais irritante e perigosa, pois uma vez inalado, o ozônio produz grave dano pulmonar⁵, sendo explosivo quando produzido em altas concentrações. Estes problemas podem ser controlados através de geradores seguros e eficientes¹. Diversos dispositivos geradores de ozônio têm surgido, desenvolvidos especialmente para a eliminação bacteriana em lesões cáries na Odontologia^{29,30,31,32}. Para evitar o escape de gás utiliza-se dispositivos de silicone em forma de taças, isolando a área a ser tratada, impedindo qualquer inalação acidental por parte do operador como do paciente³¹.

O ozônio é aproximadamente 10 vezes mais solúvel em água quando comparado ao oxigênio³³. Dissolvido em água destilada possui meia-vida de 9-10 horas (pH 7 a 20° C) sendo a 0°C este valor duplicado, portanto a água ozonizada assume grande importância já que é de fácil manipulação quando comparada ao gás³², permitindo armazenamento para posterior utilização. A água ozonizada permite absorção total do gás produzido, reduzindo assim riscos à saúde, sendo eficientemente empregada na irrigação cirúrgica em exodontias^{26, 32}, irrigação de canais dentários³³ e em bolsas periodontais³⁴.

Além da forma gasosa e líquida, o ozônio ainda pode se apresentar sob a forma de óleo^{13, 21}, exercendo vantagem sobre as formas já listadas, uma vez que o veículo se mantém em contato com as superfícies por mais tempo, exercendo suas funções por um período superior¹. Enquanto a meia vida do ozônio sob a forma gasosa é efêmera, sob a forma de óleo o mesmo permite estocagem por vários meses, dispensando com isto a necessidade de gerador^{1, 3}. Estas vantagens oferecidas fazem com que haja diminuição dos custos, servindo como estratégia interessante do ponto de vista biológico e econômico.

O óleo ozonizado tem sido utilizado com sucesso em Cuba, nos tratamentos de estomatites protéticas¹³ e alveolites¹⁵.

Cirurgia e Estomatologia

É na cirurgia e no tratamento de infecções que o ozônio atua de forma plena, proporcionando grande melhora do quadro sintomatológico podendo levar até a cura^{13,15,21,25,27,35}. A ozonoterapia 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^{8,10,11,12,14,16,19,20,30}, induz a regeneração tecidual^{15,25,26}, o que é de vital importância para infecções orais de caráter misto e complexo^{15,25}.

A água ozonizada aparece como meio auxiliar durante a técnica exodôntica³², 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 alveolite¹⁵ o ozônio tem se mostrado promissor frente às abordagens tradicionais. Num estudo conduzido por Guerra et al¹⁵, foi estudada a ação do óleo ozonizado comparado com o Alvogil 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 al¹³, 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. Goldstein (1962)²¹, por sua vez, tratou um grupo de 54 crianças com gengivoestomatite herpética durante a epidemia de poliomielite em 1949 nos Estados Unidos. As crianças apresentavam febre, prostração e fraqueza, sendo empregados cotonetes embebidos de óleo ozonizado aplicados por pelo menos 3 horas, durante quatro a cinco dias. Houve a remissão completa dos sinais e sintomas em todos os casos num intervalo de tempo de uma semana.

O uso de compostos bifosfonados (ácido zoléico e pamidronato) tem sido correlacionados com a manifestação de osteonecrose mandibular, câncer nos pulmões e seios, após procedimentos dentários ou radioterapia de cabeça e pescoço^{26, 28}. Os bifosfonados são prescritos para a prevenção e tratamento de fraturas patológicas decorrentes de mielomas múltiplos³⁵, atuando de maneira bastante eficiente. Procedimentos cirúrgicos aliados a ozonoterapia têm proporcionado resultados satisfatórios em pacientes que fazem uso de bifosfonados, evitando com isto o surgimento de osteonecrose^{27,28}. O ozônio pode ser aplicado ainda no tratamento de osteorradionecrose³².

Periodontia

A periodontia tem se mostrado um campo promissor na aplicação da ozonoterapia, pois os agentes etiológicos causadores das periodontites são na sua grande maioria bactérias sensíveis ao uso do ozônio^{8,9,32,34}. Nagayoshi et al⁸, estudaram o efeito da água ozonizada sobre cepas bacterianas envolvidas em processos infecciosos orais (*Porphyromonas gingivalis*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas endodontais*, dentre outros) *in vitro*. Foi observada uma diminuição significativa no número de colônias bacterianas.

Ramzy⁹ investigou a ação da água ozonizada aplicada em bolsas periodontais em pacientes com periodontite agressiva localizada e generalizada. Neste estudo foram selecionados 22 pacientes, com idades variando de 13 a 25 anos. Os mesmos foram clinicamente e radiograficamente examinados, seguindo-se a escarificação, alisamento radicular, tomada de índice de placa e aplicação ou não de água ozonizada (10ml) nas bolsas periodontais. Após quatro semanas de tratamento houve a diminuição da profundidade das bolsas mesiais e distais de ambos os grupos tratados. Porém no grupo submetido à irrigação com água ozonizada houve uma diminuição maior na contagem bacteriana em comparação com a terapia convencional, além de ligeira diminuição na profundidade das bolsas.

Brauner³⁴ comparou o efeito da água ozonizada, limpeza profissional e a combinação de ambas na diminuição da placa visível e sangramento gengival. Embora os resultados indiquem que o ozônio reduza o número de colônias bacterianas na placa dental, estes índices são inferiores aos obtidos pela limpeza profissional na eliminação da placa. Estes resultados indicam que apesar do ozônio ser um potente agente oxidante, ele encontra dificuldades em se difundir aos tecidos devido à grande quantidade de matéria amorfa (placa e cálculo) que serve de barreira e abrigo aos microorganismos, evitando que o ozônio atue nos seus alvos.

O ozônio não é somente útil para a periodontia por suas propriedades bactericidas, Stubinger et al³² relatam sua utilização na terapia de reimplantação de dentes avulsionados, havendo estimulação celular na superfície radicular (cementoblastos e fibroblastos periodontais) quando comparado com solução isotônica de sódio. Investiga-se ainda o uso do ozônio em terapias regenerativas periodontais⁹.

Cariologia

A cariologia teve seu enfoque modificado ao longo dos anos, abandonando as antigas práticas curativo-restauradoras para adotar uma postura mais conservativa e preventiva através de abordagens menos invasivas, que visam a preservação dos tecidos saudáveis, possibilitando a revitalização de estruturas dentárias acometidas pelo processo carioso³¹.

A cárie dentária é a causa mais comum de perda dentária no mundo, acometendo crianças, adultos e idosos²². Apesar de grandes contradições, o ozônio surge como alternativa não-invasiva na abordagem de lesões cariosas incipientes, sobretudo no tratamento de lesões em raízes^{29,30,36} e em

cicatriculas³⁷. Alguns estudos *in vitro*^{8,9} investigaram a ação do ozônio frente aos principais patógenos envolvidos no desenvolvimento e instalação do processo cariioso (*Streptococcus mutans*, *Streptococcus sobrinus*, *Actinobacillus actinomycetemcomitans*), obtendo resultados muito expressivos na erradicação da flora acidogênica/acidúrica. A eliminação destes microorganismos cariogênicos específicos causa uma modificação da microbiota presente, redundando na colonização de microorganismos menos acidogênicos³⁷.

A forma mais comumente empregada do ozônio na cariologia consiste na aplicação do gás durante o período de 2 a 3 minutos através de um dispositivo injetor acoplado a copos de silicone de 5 a 8 mm de diâmetro²⁹. Este dispositivo impede o escape do gás quando pressionado contra a área que se deseja tratar, sendo indicada a aplicação após uma solução de fluoreto de sódio 2% e xilitol 5%, buscando promover a remineralização da área^{29,38,39}.

Diversos estudos^{40,41} questionam a efetividade do ozônio em eliminar as bactérias presentes nas lesões cariosas de grandes cavidades, pois de acordo com Baysan & Beighton⁴⁰, o ozônio reagiria rapidamente com diversos compostos tais como dentina amolecida e fibras colágenas, fator que impede um gradiente de concentração adequado se difunda entre os túbulos dentinários, havendo redução dos resultados clínicos. Este efeito não é observado em pequenas lesões cavitadas (até 1mm²)^{29,40}, já que não haveria tanta matéria amorfa para interagir com o ozônio, possibilitando erradicação da flora cariogênica.

Num estudo conduzido por Baysan & Lynch²⁹, verificou-se o efeito do ozônio sobre a microflora cavitária e o aspecto clínico das lesões de cáries primárias após o tratamento com o gás. Foram examinadas 65 lesões cariosas primárias em raiz, sendo promovida uma biópsia do tecido cavitário antes e após a aplicação de 10s e 20s de ozônio, sendo as amostras submetidas à contagem microbiana. Houve uma redução dramática no número de microorganismos após a aplicação de 20s de ozônio, não provocando nenhum efeito adverso nos intervalos de 3 e 5,5 meses de acompanhamento. Das 65 lesões em raiz, 33 se tornaram mineralizadas, 27 melhoraram seu aspecto clínico com a diminuição da severidade, enquanto que 5 lesões permaneceram iguais.

McComb⁴¹, em revisão Cochrane de literatura, enfatiza que a falta de controle das lesões e qualquer monitoramento da recolonização bacteriana comprometem os valores de 3 e 5,5 meses de verificação, tornando as evidências científicas muito frágeis. O autor afirma ainda que apenas lesões de cáries superficiais em raiz são abordadas nestes estudos, sendo a frequência de tratamento e os resultados a longo prazo, em diferentes tipos de lesões e populações, incertos.

Parece que o futuro da ozonoterapia no tratamento de lesões de cáries não está intimamente relacionado ao seu uso único e exclusivo, mas sim como uma terapia adjuvante na eliminação de microorganismos, devendo ser incorporada a terapias convencionais, possibilitando melhores resultados clínicos, prolongando a durabilidade das restaurações^{17, 22}.

Devido a sua difusibilidade comprometida, não é possível provar a eficácia do ozônio em lesões de cáries de dentina não cavitadas⁴⁰,

necessitando a exposição da cavidade para a ação do mesmo³⁰. Através da dramática redução na flora microbiana, é erradicado o nicho ecológico de microorganismos acidúricos e acidogênicos, permitindo uma recolonização da cavidade pela flora comensal, a qual não impede que a remineralização ocorra²⁹. Porém Zaura et al³⁹, não confirmaram a hipótese que o ozônio promova a remineralização em dentina, embora não produza dano a superfície dentária quando comparada ao hipoclorito de sódio a 10%, contrastando com os achados de Huth et al³⁷.

Contudo, não podemos desprezar os resultados clínicos desempenhados pelo ozônio, pois o mesmo surge como uma alternativa potencialmente efetiva ao tratamento convencional de “remoção e preenchimento” das lesões cáries^{29,37}, contribuindo na abordagem de pacientes pediátricos ansiosos e não cooperadores²². A ozonoterapia é interessante do ponto de vista técnico quando comparada aos tratamentos convencionais utilizados na terapia de lesões de cáries radiculares, devido ao acesso dificultoso das lesões, dificuldade de visualização, proximidade com a polpa e a umidade presente do meio²⁹.

Al Shamsi et al⁴², enfatiza que a aplicação prévia do ozônio sobre esmalte para a eliminação e controle de microorganismos envolvidos a braquetes ortodônticos não prejudica a força adesiva de compósitos resinosos, o que permite um maior controle da atividade cariogênica em pacientes que fazem uso de aparelho ortodôntico.

Apesar das grandes contradições da ozonoterapia na cariologia, a tentativa em aplicá-la é válida e promissora, merecendo por parte dos praticantes estarem alerta com as limitações de dados das pesquisas⁴¹, necessitando uma maior padronização das mensurações e grandezas, bem como as condições em que são submetidos os experimentos.

Endodontia

Apesar das pioneiras aplicações endodônticas do ozônio no tratamento de pulpites e gangrenas pulpareas⁷, a literatura atual se mostra muito conflitante quanto aos resultados experimentais obtidos¹⁸. De acordo com Estrela et al³³, o fato da contínua presença de culturas positivas após a instrumentação, desinfecção e uso de hidróxido de cálcio justifica a investigação de novas substâncias antimicrobianas.

O *Enterococcus faecalis* tem sido freqüentemente identificado em casos de retratamento de condutos (74%)³³, sendo o microorganismo predominante encontrado em canais obturados. Bactérias aliadas a fatores de virulência tais como os complexos lipopolissacarídeos (LPS), possibilitam a manutenção do processo infeccioso na região periapical, devendo ser neutralizados¹⁸.

Virtej et al⁴³, compararam o efeito antimicrobiano de diversos agentes químicos, como o Endox Endodontic System, MTAD, hipoclorito de sódio a 3% e o HealOzone (ozônio) em canais humanos contaminados. Não houve diferença estatística entre a ação do hipoclorito de sódio a 3%, o MTAD e o ozônio, havendo recolonização bacteriana em todos os grupos testados após 1 semana de incubação. Cardoso et al¹⁸, relatam que a água ozonizada (24

mg/l) é muito efetiva contra *Candida albicans* e *Enterococcus faecalis*, porém não exibindo efeitos residuais, nem ação sobre as endotoxinas (LPS).

A eliminação de microorganismos durante o tratamento endodôntico é de suma importância para promover a correta cicatrização da região periapical¹⁸, tendo o ozônio um grande potencial antimicrobiano⁴³, proporcionando uma redução da flora periapical e estimulando a regeneração óssea apical⁷, diminuindo com isto a necessidade de procedimentos cirúrgicos periapicais (Baradun & Boitel, 1962)⁷. Cabe ressaltar que existem questões ainda não esclarecidas do efeito da ozonoterapia sobre a microbiota, como a concentração ideal, a penetração do composto nos túbulos dentinários e o tempo ideal de aplicação³³.

Biossegurança

O cirurgião-dentista está exposto diretamente a riscos ocupacionais inerentes a sua profissão, principalmente a manipulação de fluídos biológicos, os quais representam risco à contaminação tanto do profissional quanto aos pacientes atendidos¹⁴.

O ozônio tem comprovado efeito biocida, exercendo ação imediata no combate de patógenos envolvidos nos processos patológicos¹¹, apontando como uma estratégia na esterilização de instrumentais odontológicos¹⁶. Velano et al¹⁴, testaram a eficácia do gás ozônio dissolvido em água (0,6 mg/l) sobre o *Staphylococcus aureus* que é um patógeno relacionado a enfermidades como abscessos, bacteremias e osteomielites, sendo resistente a diversas drogas¹⁶. O grande problema relacionado ao microorganismo está na sua capacidade de se agregar entre si, formando os biofilmes, dificultando a ação dos desinfetantes. O emprego da água ozonizada obteve esterilização do meio de cultura num intervalo de tempo de 5 min e 25s¹⁴.

Este resultado se deve ao fato que o ozônio ao mesmo tempo em que desnatura o biofilme também oxida as bactérias, sendo seu uso apropriado na rede de distribuição de água dos equipos odontológicos¹⁶. Estrela et al¹⁶, também testaram a efetividade do ozônio aliado a sistemas ultrassônicos de limpeza, alcançando resultados muito satisfatórios. O autor afirma ainda que a ação deletéria de patógenos como o HIV e a hepatite C demandam maior cuidado com a biossegurança durante os procedimentos endodônticos, podendo estes cuidados serem extrapolados para as demais especialidades.

Conclusão

O ozônio tem sido assunto de diversos estudos devido a suas propriedades químicas ímpares, que lhe dão a possibilidade de ser utilizado em diversas especialidades médicas, inclusive na odontologia, devido ao seu grande potencial bacteriológico e imunoestimulante.

Um dos principais e mais conhecido mecanismo de ação do ozônio está relacionado à sua atividade altamente oxidativa, sendo um agente potencialmente biocida, atuando contra fungos, colônias bacterianas, vermes e vírus.

Existem diversas modalidades de aplicações do ozônio, sendo algumas de uso restrito à prática médica. As vias clássicas que interessam à Odontologia são: aplicação do gás diretamente aos tecidos; água ozonizada; óleo ozonizado.

Pode ser empregado no tratamento de diversas patologias orais, reduzindo o curso clínico das doenças, alcançando resultados superiores em comparação às terapias convencionais. Servindo como opção eficiente no fornecimento de água aos equipos odontológicos e esterilização dos instrumentais, evitando a contaminação cruzada durante o atendimento. Contudo possui uso limitado no tratamento de infecções endodônticas e lesões de cáries dentárias, necessitando estudos mais aprofundados com metodologias padronizadas para que se chegue a uma conclusão definitiva. O ozônio não deve ser encarado como medida paliativa ou inespecífica de tratamento, devendo ser compreendido seus mecanismos de ação e doses terapêuticas, para que aliado ou não as terapias convencionais possibilite resultados clínicos expressivos em menor tempo, diminuindo custos e possibilitando mais uma alternativa para a prática clínica.

Referências Bibliográficas

1. Bocci V. Ozone: a New Medical Drug. Dordrecht: Ed. Springer; 2005.
2. Sunnen GV. Ozone in medicine: overview and future directions. *Journal of Advancement in Medicine* 1988; 1(3):159-74.
3. Jorge RA, Rodriguez YL, Rodriguez AC, Ruiz A. Producción científica sobre aplicaciones terapêuticas del ozono en el web science. *ACIMED [online]* 2006; 14(1).
4. Bell ML, Samot JM, Zeger SI, Dominici F, Mcdermott A. Ozone and short-term mortality in 95 US urban communities, 1987-2000. *The Journal of the American Medical Association* 2004; 292: 2372-8.
5. Salmon M, Koto H, Lynch OT, Haddad E, Lamb N, Quinlan GJ, et al. Proliferation of airway epithelium after ozone exposure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1998; 157:970-7.
6. Cho M, Chung H, Yoon J. Desinfection of water containing natural organic matter by using ozone-initiated radicals reactions. *Applied and Environmental Microbiology* 2003; 69(4):2284-91.
7. Baradun A, Boitel RH. Thirteen years of experience with the Barandun irrigator and ozone. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 1962; 15(8):986-95.
8. Nagayoshi M, Fuzuizumi T, Kitamura C, Yano J, Terashita M, Nishihara T. Efficacy of ozone on survival and permeability of oral microorganisms. *Oral Microbiology and Immunology* 2004; 19:240-6.
9. Ramzy MI, Gomaa HE, Mostafa MI, Zaki BM. Management of aggressive periodontitis using ozonated water. *Egypt Med J NRC*. 2005; 6(1):229-45.
10. Wells KH, Latino J, Gavalchin J, Poiesz BJ. Inactivation of Human Immunodeficiency Virus Type 1 by ozone in vitro. *Blood* 1991; 78(7):1882-90.
11. Shargawi JM, Theaker ED, Drucker DB, Macfarlane T, Duxbury AJ. Sensivity of *Candida albicans* to negative air ion streams. *Journal of Applied Microbiology* 1999; 87:889-97.

12. Pereira MMS, Navarini A, Mimica LMJ, Pacheco Jr AM, Silva RA. Efeito de diferentes gases sobre o crescimento bacteriano: Estudo in vitro. Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgias 2005; 32(1):12-4.
13. López EG, Martínéz AR, Ruiz AOB, García LOR. La ozonoterapia en el tratamiento de la estomatitis subprótesis. Revista Cubana de Estomatología [online] 2003;40(2).
14. Velano HE, Nascimento LC, Barros LM, Panzeri H. Avaliação in vitro da atividade antibacteriana da água ozonizada frente ao *Staphylococcus aureus*. Pesquisa Odontológica Brasileira 2001; 15(1):18-22.
15. 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.
16. Estrela C, Estrela CRA, Decurio DA, Silva JA, Bammann LL. Antimicrobial potential of ozone in a ultrasonic cleaning system against *Staphylococcus aureus*. Brazilian Dental Journal 2006; 17(2):134-38.
17. Polydorou O, Pelz K, Hahn P. Antibacterial effect of an ozone device and its comparison with two dentin-bonding systems. European Journal of Oral Sciences 2006; 114:349-53.
18. Cardoso MG, Oliveira LD, Koga-Ito CY, Jorge AO. Effectiveness of ozonated water on *Cândida albicans*, *Enterococcus faecalis*, and endotoxins in root canals. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics 2008; 105:85-91.
19. Péres NIM, Fernandez JLC, Cepero SM. Ozonoterapia en el síndrome de malabsorción intestinal secundario a parasitismo por *Giardia lamblia*: estudo preliminar. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas 2003; 22(3):145-9.
20. Emerson MA, Sproul OJ, Buck CE. Ozone inactivation of cell-associated viruses. Applied and Environmental Microbiology 1982; 43(3):603-8.
21. Goldstein LS. The treatment of acute herpetic gingivostomatitis with ozonized olive oil. New York State Journal of Medicine 1950; 50(10):1252.
22. Dähnhardt JE, Jaeggi T, Lussi A. Treating open carious lesions in anxious children with ozone: A prospective controlled clinical study. American Journal of Dentistry 2006; 19(5):267-70.
23. Huth KC, Jakob FM, Capello C, Saugel B, Paschos E, Hollewenck, et al. Effect of ozone on oral cells compared with established antimicrobials. European Journal of Oral Sciences 2006; 114:435-40.
24. Clavo B, Catalá L, Pérez JL, Rodríguez V, Robaina F. Ozone therapy on cerebral blood flow: a preliminary report. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2004; 1(3):315-9.
25. Matsumoto, A, Sakurai S, Shinriki N, Suzuki S, Miura T. Therapeutic Effects of Ozonized Olive Oil in the Treatment of Intractable Fistula and Wound after Surgical Operation. Proceedings of the 15th Ozone World Congress; 2001 Sep 11-15; Ealing; London, Speedprint Macmedia, 2001. p. 77-84.
26. Agrillo A, Priori P, Iannetti G. Ozone therapy in extractive surgery on patients treated with bisphosphonates. The Journal of Craniofacial Surgery 2007; 18(5):1068-70.
27. Agrillo A, Petrucci, MT, Tedaldi M, Mustazaa MC, Marino SMF, Galucci, et al. New therapeutic protocol in the treatment of avascular necrosis of the jaws. The Journal of Craniofacial Surgery 2006; 17(6):1080-3.
28. Agrillo A, Ungari A, Priori P. Ozone therapy in the treatment of avascular bisphosphonate-related jaw osteonecrosis. The Journal of Craniofacial Surgery 2007; 18(5):1071-5.
29. Baysan A, Lynch E. Effect of ozone on the oral microbiota and clinical severity of primary root caries. American Journal of Dentistry 2004; 17(1):56-60.

30. Baysan A, Whyley RA, Lynch E. Antimicrobial effect of a novel ozone-generating device on micro-organisms associated with primary root carious lesions in vitro. *Caries Research* 2000; 34:493-501.
31. Baysan A, Lynch E. Use of ozone in dentistry and medicine. *Primary Dental Care* 2006;13:37-41.
32. Stubinger S, Sader R, Filippi A. The use of ozone in dentistry and maxillofacial surgery: a review. *Quintessence International* 2006; 37(5):353-9.
33. Estrela C, Estrela CRA, Decurio 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.
34. Brauner AW. *Periodontology: New Methods*. Ozone Science and Engineering 1992; 14:165-76.
35. Petrucci MT, Gallucci C, Agrillo A, Mustazza MC, Foa R. Role of ozone therapy in the treatment of osteonecrosis of the jaws in multiple myeloma patients. *Haematologica* 2007; 92:1289-90.
36. Baysan A, Lynch E. Clinical reversal of root caries using ozone:6 month results. *American Journal of Dentistry* 2007; 20:203-8.
37. Huth KC, Paschos E, Brand K, Hickel R. Effect of ozone on non-cavitated fissure carious lesions in permanent molars. A controlled prospective clinical study. *American Journal of Dentistry* 2006; 18(4):223-7.
38. Danish Center for Evaluation and Health Technology Assessment. Ozone therapy for the treatment of dental caries. *Sundhedsstyrelsen* 2005; 4(1):1-4.
39. Zaura E, Buijs MJ, Tem Cate JM. Effects of ozone and sodium hypochlorite on caries-like lesions in dentin. *Caries Research* 2007; 41:489-92.
40. Baysan A, Beighton D. Assessment of the ozone-mediated killing of bacteria in infected dentine associated with non-cavitated occlusal carious lesions. *Caries Research* 2007; 41:337-41.
41. McComb A. No reliable evidence that ozone gas stops or reverses tooth decay. *Evidence Based Dentistry* 2005; 6:34.
42. Al Shamsi AH, Cunningham JL, Lamey PJ, Lynch E. The effects of ozone gas application on shear bond strength of orthodontic brackets to enamel. *American Journal of Dentistry* 2008; 21:35-8.
43. Virtej A, Mackenzie CR, Raab WHM, Pfeffer K. Determination of the performance of various root canal disinfection methods after in situ carriage. *Basic Research Biology* 2007; 33(8):926-9.

Endereço para correspondência

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)
 Departamento de Saúde
 Av. José Moreira Sobrinho, s/n – Jequiezinho
 Jequié – Bahia - Brasil
 CEP: 45206-190

Recebido em 29/06/2009

Aprovado em 11/11/2009