

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

CRISTOVÃO JAKS DE OLIVEIRA FILHO

**TERAPIA FOTODINÂMICA E SUA VIABILIDADE COMO COADJUVANTE NO
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO: revisão de literatura**

São Luís

2021

CRISTOVÃO JAKS DE OLIVEIRA FILHO

**TERAPIA FOTODINÂMICA E SUA VIABILIDADE COMO COADJUVANTE NO
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO: revisão de literatura**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Graziela Araújo Ribeiro

São Luís

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Oliveira Filho, Cristovão Jaks de

Terapia fotodinâmica e sua viabilidade como coadjuvante no retratamento endodôntico: revisão de literatura. / Cristovão Jaks de Oliveira Filho. __ São Luís, 2021.

41f.

Orientador: Profa. Dra. Ana Graziela Araújo Ribeiro.

Monografia (Graduação em Odontologia) - Curso de Odontologia – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2021.

1. Endodontia. 2. Fotoquimioterapia. 3. Lasers.
4. Retratamento endodôntico. I. Título.

CDU 616.314.18

CRISTOVÃO JAKS DE OLIVEIRA FILHO

**TERAPIA FOTODINÂMICA E SUA VIABILIDADE COMO COADJUVANTE NO
RETRATAMENTO ENDODÔNTICO: revisão de literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, como requisito parcial para a Graduação em Odontologia.

Orientador: Profa. Dra. Ana Graziela Araújo Ribeiro

Aprovada em 18/06/2021

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Graziela Araújo Ribeiro (orientadora)
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Prof. Dr. Alex Sandro Mendonça Leal
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Profa. Dra. Érica Martins Valois
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou com a vida, me permitiu viver momentos incríveis, me deu propósito, me deu uma família, discernimento para lidar com os mistérios da vida, me abençoou com inteligência e sempre foi fiel para me manter no caminho certo, me manter de cabeça erguida e me segurar pela mão nesta caminhada.

Agradeço ao meu finado pai, Cristovão Jaks de Oliveira, por ter me ensinado os aspectos bons e ruins da vida, ter moldado meu caráter, ter sido exemplo de trabalho, integridade, coragem, força de vontade e felicidade. Que Deus o guarde na vida eterna.

Agradeço a minha mãe, Ana Silvia Fiquene Lustosa, pelo infindável apoio a todas as minhas escolhas, pelo seu amor incondicional, pela sua força inabalável para suportar nossa família nos momentos difíceis, pelos ensinamentos sobre honra, pelas orações, por ter me oferecido a melhor educação e pela oportunidade da graduação

Agradeço a minha avó, Ana Maria Fiquene Lustosa, por ter me acolhido tantas vezes em momentos difíceis, pela companhia e apoio ao decorrer da minha vida.

Agradeço as minhas irmãs, Amanda Fiquene Lustosa de Oliveira e Danielly Cristina Brito de Oliveira, pelos momentos felizes, pela fraternidade, pelo amor e confiança depositados em mim.

Agradeço a minha futura esposa, Beatriz Pereira de Abreu, pela cumplicidade e companheirismo, por ter acreditado em mim, por ter escolhido me amar, por cuidar de mim todos os dias e por caminhar junto comigo nesta jornada linda que é a vida.

Agradeço aos meus amigos irmãos, Gabriel Nascimento Espinola e Camila Alexsander de Melo Carneiro, pela longa amizade, pelo companheirismo, pelos momentos felizes e pelo apoio.

Agradeço a minha orientadora, Ana Graziela Araújo Ribeiro, pela paciência, pelo apoio, pelos ensinamentos, pelo companheirismo ao longo da graduação e pelo apoio e orientação na confecção deste trabalho.

“Tenho-vos dito estas coisas, para que em mim tenhais paz. No mundo tereis atribuições; mas tende bom ânimo, eu venci o mundo”.

João 16:33

RESUMO

O tratamento endodôntico é um procedimento odontológico que visa manter um elemento dentário despolpado em função na cavidade bucal. É um tratamento complexo composto de vários passos, e a sua execução correta visa o sucesso do tratamento. Porém existem ocorrências em que, devido a determinados fatores, tal tratamento pode não resultar no parâmetro esperado assim configurando o insucesso e necessitando de retratamento endodôntico. Dentro de várias opções encontradas na literatura para a resolução dos casos de insucesso, existe a discussão acerca da terapia fotodinâmica antimicrobiana ser um método viável quando utilizado em coadjuvante ao tratamento convencional do preparo químico-mecânico. Para a realização deste trabalho, foi realizada a busca de artigos disponíveis nas bases de dados Scielo (Scientific Electronic Library Online), MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) e LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde). O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana como coadjuvante aos protocolos convencionais do tratamento e retratamento endodôntico. Foi observado que a terapia fotodinâmica antimicrobiana é eficaz na eliminação da principal bactéria responsável pelo insucesso do tratamento endodôntico, o *Enterococcus faecalis*, sem causar resistência bacteriana. Conclui-se que a terapia fotodinâmica antimicrobiana é viável no seu uso em coadjuvante nos casos de retratamento endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia. Fotoquimioterapia. Lasers. Retratamento.

ABSTRACT

The endodontic treatment is a dental procedure that aims to keep a pulpless dental element functioning in the oral cavity. It is a complex treatment made up of several steps, and its correct execution aims at the treatment's success. However, there are instances in which, due to certain factors, such treatment may not result in the expected parameter, thus configuring failure and requiring endodontic retreatment. Among several options found in the literature for the resolution of cases of failure, there is a discussion about the antimicrobial photodynamic therapy being a viable method when used as an adjunct to the conventional treatment of chemical-mechanical preparation. To construct this article, a search was carried out for papers available in the Scielo (Scientific Electronic Library Online), MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) and LILACS (Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences) databases. The objective of this research is to evaluate the antimicrobial Photodynamic therapy's efficacy as an adjuvant to the conventional endodontic treatment and retreatment protocols. It was observed that the antimicrobial photodynamic therapy is effective in eliminating the main bacteria responsible for the failure of endodontic treatment, *Enterococcus faecalis*, without causing bacterial resistance. The antimicrobial photodynamic therapy is viable in its use as an adjunct in cases of endodontic retreatment.

Keywords: Endodontics. Photochemotherapy. Lasers. Retreatment.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 METODOLOGIA	10
2.1 Tipo de pesquisa	10
2.2 Coleta de dados	10
2.3 Análise de dados	10
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 Histórico da Terapia Fotodinâmica	12
3.2 Mecanismo de ação	13
3.3 Aplicação na endodontia	14
3.4 aPDT em coadjuvante a instrumentação mecanizada	18
3.5 A aPDT como coadjuvante ao hidróxido de cálcio	18
3.6 Insucesso no retratamento endodôntico	19
4 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS	22
APÊNDICES	24
APÊNDICE A	25

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como objetivo principal a desinfecção e remodelação dos canais radiculares a fim de que haja o controle da microbiota intracanal. Estes microrganismos têm papel de destaque na infecção pulpar e periapical, sendo seus metabólitos tóxicos responsáveis pelo desenvolvimento do dano nestas regiões. Em termos convencionais, utiliza-se o protocolo padrão de preparo químico mecânico (PQM) para controle de bactérias e modelagem das paredes intrarradiculares, a fim de conseguir a máxima desinfecção e evitar a possibilidade de reinfecção (CHERCOLÉZ *et al.*, 2017).

Amaral *et al.* (2010) afirmam que, contudo, existem os casos de insucesso deste tratamento, quando parâmetros desejáveis de desinfecção do canal radicular não são atingidos, permitindo a reinfecção e resultando na necessidade de retratamento endodôntico. Dessa forma, a Terapia Fotodinâmica (aPDT-antimicrobial Photodynamic Therapy) surge como uma alternativa viável para auxiliar no controle da infecção e eliminação de patógenos endodônticos.

A aPDT é definida como a interação físico-química entre um ou mais fotossensibilizadores e uma fonte de luz, e através de reações oxidativas, causando efeito citotóxico altamente letal para as bactérias. O processo fotoquímico consiste na excitação eletrônica do fotossensibilizador que pode resultar em dois mecanismos de reação: reação Tipo I, caracterizada pela transferência de elétrons e a reação Tipo II, caracterizada pela transferência de energia. Em ambos os tipos, a reação libera tóxicos oxidativos responsáveis por alterações na parede celular bacteriana e conseqüentemente resulta em apoptose celular e não danifica tecidos adjacentes, pois, como não ocorre lise onde o conteúdo citoplasmático não extravasa para o meio (LACERDA *et al.*, 2014).

Estudos mostram que a aPDT possui eficácia contra diversos tipos de microrganismos. Dentre os microrganismos estudados, temos aqueles que são encontrados em casos de insucesso do tratamento endodôntico convencional, por exemplo, o *Enterococcus faecalis*, encontrados na maioria dos casos. Diante disso, a aPDT tem sido reconhecida como um método coadjuvante seguro a ser aplicado nos casos de retratamento endodôntico decorrentes do insucesso do tratamento primário (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

O sucesso do tratamento endodôntico é um processo fidedignamente estudado e desenvolvido para a manutenção de elementos dentários sem vida no meio bucal e está diretamente atrelado à qualidade do preparo químico-mecânico. Porém, quando o preparo químico-mecânico não se faz suficiente devido a presença de patógenos exógenos resistentes, insuficiência da capacidade humana e aliada a variações anatômicas muitas vezes complexas dos canais radiculares, temos um episódio de insucesso. Considerando esses fatores, busca-se saber se a terapia fotodinâmica é eficaz na redução da carga bacteriana e se tem viabilidade como etapa coadjuvante no retratamento endodôntico (LACERDA *et al.*, 2014).

O tema proposto foi escolhido em razão da necessidade de o cirurgião dentista estar preparado para lidar com os mais diversos casos de insucesso. Algumas vezes, por mais que os protocolos convencionais de irrigação e desinfecção sejam amplamente estudados e embasados, se fazem insuficientes para o controle da microbiota intrarradicular e estes casos muitas vezes estão aliados a canais radiculares de difícil acesso e anatomia complexa.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é realizar uma revisão de literatura sobre o tema terapia fotodinâmica em endodontia, a fim de analisar a viabilidade de seu uso em casos de insucesso no tratamento endodôntico, abordando a sua indicação, vantagens, desvantagens e técnicas de aplicação.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo de pesquisa

Esta pesquisa trata-se de uma revisão de literatura narrativa sobre o tema terapia fotodinâmica em endodontia, direcionada ao seu uso em casos de insucesso no tratamento endodôntico, uma vez que é eficaz contra um dos principais patógenos encontrados em casos de insucesso. Será abordada sua indicação, vantagens, desvantagens e técnicas

2.2 Coleta de dados

Os artigos que subsidiaram essa revisão de literatura foram pesquisados nas bases de dados Scielo, PubMed e Lilacs, utilizando palavras-chaves nos idiomas português e inglês, tais como “endodontia”, “fotoquimioterapia”, “lasers”, “retratamento”, “endodontics”, “photochemotherapy”, “lasers”, “retreatment”, publicados entre os anos de 2010 e 2020. Serão excluídos artigos que não abordam o tema da terapia fotodinâmica.

2.3 Análise de dados

Foi feita a leitura dos resumos de artigos encontrados utilizando os descritores nos bancos de dados e foram selecionados aqueles que exploram os assuntos relacionados ao tema, realizando a leitura dos artigos em sua completude e então selecionados os artigos que exploram o mecanismo de ação da aPDT, relatos de insucesso do tratamento endodôntico convencional, estudos sobre a microbiota intrarradicular, reações oxidativas em microrganismos foto-excitados e relatos sobre o uso da aPDT na endodontia.

3 REVISÃO DE LITERATURA

LOPES *et al.* (2015) diz que o tratamento endodôntico consiste no tratamento químico e mecânico dos canais radiculares de dentes com polpa afetada, onde as dinâmicas químicas e mecânicas trabalham em conjunto. O preparo químico consiste na utilização de soluções irrigadoras a fim de promover a desinfecção do canal radicular e com a finalidade de remover o debridamento pulpar e dentinário. O processo mecânico por sua vez, consiste na limagem da parede radicular, visando o preparo físico deste canal, alargando as paredes e permitindo acesso ao composto químico e removendo a polpa inflamada ou necrosada, bem como a dentina afetada pela microbiota. Sendo assim, entende-se que a dinâmica entre essas duas etapas é estrutura primordial do tratamento endodôntico, e a execução fidedigna de seus protocolos visa o sucesso do tratamento. Entretanto, é comum que busquemos alternativas ou complementos aos processos que já dominamos como soluções para quando tais processos falharem.

O *Enterococcus faecalis* tem sido relatado como um dos principais patógenos responsáveis pelo insucesso dos tratamentos endodônticos convencionais, considerando a sua capacidade de resistir ao preparo químico-mecânico quando se encontra em locais inacessíveis dos canais radiculares. O patógeno em questão não faz parte da flora oral, o que significa que o canal radicular está sofrendo de uma infecção de origem exógena, o que explica, mesmo que vagamente, sua ocorrência (SIMÕES *et al.*, 2018).

Além do *E. faecalis*, outras bactérias consideradas não primárias são resistentes as dinâmicas do tratamento endodôntico convencional, principalmente pelo fato de origem exógena desses patógenos. Após a instrumentação e medicação intracanal foram identificadas cepas de *E. coli* e *Peptostreptococcus* ainda presentes, ainda que em menor quantidade em relação ao *E. faecalis*, porém ainda assim em níveis preocupantes, apontando que bactérias anaeróbias facultativas, predominantemente gram-positivas, são resistentes ao tratamento endodôntico convencional (GARCEZ *et al.*, 2010)

Por mais que o tratamento endodôntico seja amplamente explorado e estudado e ter eficácia comprovada, a sua correta realização ainda pode resultar em insucesso devido ao fato de algumas bactérias serem resistentes e por depender de muitas partes extremamente variáveis de acordo com cada caso. Por isso, existe a

necessidade de que desenvolvamos processos para corrigir um problema ou para complementar o dito tratamento (AMARAL *et al.*, 2010).

Geralmente, o retratamento convencional apresenta-se como opção capaz de resolver esses casos, porém, como esses patógenos apresentam grande resistência, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos a fim de testar novas técnicas e procedimentos que visem eliminar esses microrganismos do interior dos canais radiculares, sendo a aPDT um protocolo complementar de escolha que tem demonstrado eficácia nestes casos (SILVA *et al.*, 2012).

Bactérias podem sofrer danos irreparáveis quando expostas a oxidação, porém as bactérias em si não possuem capacidade fotossensibilizadora. Adicionalmente, não é qualquer composto capaz de absorver luz que possui capacidade fotossensibilizante. É necessário que o corante em questão possua picos de absorção compatíveis com a frequência da fonte de luz e que não seja tóxico ao hospedeiro (WILSON *et al.*, 1992).

Estudos realizados com radiação laser de diodo a 660 nm em canais infectados pelos tipos bacterianos *E. coli* e *E. faecalis* mostram que o método tem forte ação bactericida. Potência de 4 mW e intervalos de repetição de raios irradiados entre 0,01 e 0,02 segundos se mostraram os mais eficazes, onde apenas 5% das 44 amostras apresentaram crescimento celular após os experimentos (MORITZ *et al.*, 1997).

O azul de metileno, um dos fotossensibilizadores utilizados na aPDT, quando fotossensibilizado sob parâmetro de radiação de 1 mW de potência e laser de diodo 665 nm de comprimento de onda, onde um veículo de fibras ópticas de polimetilmetacrilato com 250 µm de diâmetro foi acoplado ao sistema, provou ser eficaz contra as espécies *A. israelii*, *F. nucleatum*, *P. gingivalis* e *P. intermedia*, onde cento e vinte dentes unirradiculares foram testados microscopicamente antes e depois da aPDT. Os autores concluíram que a realização da terapia fotodinâmica antimicrobiana com a utilização do azul de metileno, é um método fortemente capaz na redução da população microbiana (FIMPLE *et al.*, 2008).

3.1 Histórico da Terapia Fotodinâmica

Wainwright (1998) relata que em 1904, o termo “Photodynamic chromotherapy” (cromoterapia fotodinâmica) foi utilizado pela primeira vez para

descrever um processo em que a fotoexcitação de um corante teria a capacidade de gerar reações a fim de alterar cadeias de DNA para o tratamento de tumores e lesões cutâneas, resultando no regresso de tais lesões.

Visando aprofundar os estudos, na década de 1910, o método passou a ser utilizado em testes *in vitro* contra floras bacterianas onde foi observado uma significativa redução da população microbiana. Ao passar dos anos, foram realizados testes em feridas infeccionadas de animais rurais. Em alguns casos, onde a infecção ainda se apresentava em baixo grau, era observado a melhora das feridas nos animais e significativa regressão das lesões. Foi neste momento que começaram a surgir as suposições acerca do poder antibiótico da então conhecida como cromoterapia fotodinâmica e o termo passaria a ser também conhecido como terapia fotodinâmica antimicrobiana (WAINWRIGHT, 1998).

Grossman *et al.* (1941) passaram a estudar o efeito de solventes e corantes sob a polpa dentaria. Quando o efeito da aPDT foi avaliada dentro de canais radiculares, foi observado que o conteúdo bacteriano havia sido consideravelmente reduzido e nenhum dano aos tecidos pulpares e dentinários haviam sido observados. Desde então, passou-se a considerar o estudo da terapia fotodinâmica antimicrobiana como elemento a ser empregado no tratamento endodôntico.

Moritz *et al.* (1997) estudou sobre a eficácia da aPDT, e sua ação contra as bactérias *E. coli*, *Peptostreptococcus* e *E. faecalis*, tendo relatado esta última como a principal bactéria responsável pela necessidade do retratamento endodôntico. Em suas pesquisas, o método foi eficaz para reduzir em 95% a população das bactérias descritas e mais uma vez, não foi observado danos aos tecidos adjacentes.

3.2 Mecanismo de ação

A aPDT requer que atendamos a alguns requisitos; para que funcione, é necessário haver uma fonte de luz com frequência de ondas específicas para que possa excitar o fotossensibilizador (corante), onde este na presença do oxigênio é capaz de liberar radicais livres surtindo efeito oxidativo e causando destruição tecidual destes microrganismos. A ação dinâmica do composto foto-excitado causa instabilidade da parede celular bacteriana, e, aliada a um tempo de ação curto, proporciona um método seguro e localizado para desinfecção dos canais radiculares (OLIVEIRA, 2016).

Wilson *et al.* (1992) explica que bactérias sofrem danos irreparáveis quando expostas a reações oxidativas. Logo, podemos compreender por que este tipo de terapia tem eficácia: seu mecanismo de ação principal é o de oxidação liberando moléculas livres de oxigênio singleto que carregam grande citotoxicidade. Porém, nem toda bactéria tem cromoreceptores que sofrem fotoexcitação, por isso o uso do corante. Corantes de cor azul são os mais utilizados por terem mais capacidade de excitação elétrica, e tal capacidade é responsável pelas reações oxidativas.

Lacerda *et al.* (2014) explica que a terapia fotodinâmica é composta por dois componentes; um corante líquido fotossensibilizante de baixa massa molecular, capaz de excitação elétrica e de baixa ou nenhuma toxicidade; e uma fonte de luz visível de comprimentos de onda capazes de radiação. A irradiação do corante, chamado de fotossensibilizante, causa uma reação energética que libera moléculas de oxigênio singleto.

Estas moléculas, ao entrarem em contato com a parede celular bacteriana, causam a oxidação desta estrutura, assim impedindo os principais processos necessários para a sobrevivência celular. A bactéria então entra em processo de apoptose resultando em sua morte, onde todo o conteúdo citoplasmático é envolvido em pequenas capsulas membranosas ficando disponíveis para a fagocitose realizada por celular do sistema imunológico do hospedeiro (LACERDA *et al.*, 2014).

Garcez *et al.* (2010) adicionam que durante a avaliação do tempo necessário de exposição a luz, foram testados vários intervalos de um a quatro minutos de exposição, identificando que enquanto a taxa de desinfecção dos ensaios *in vitro* apresentavam melhora a medida que a exposição foi aumentada, foi observado ainda que a partir da marca de exposição de duzentos e quarenta segundos, e 9,6 J de valor energético respectivamente, o aumento da taxa de desinfecção se tornou insignificante para justificar um período de exposição maior.

3.3 Aplicação na endodontia

Seguindo uma evolução substancial nas últimas décadas, a endodontia vem sendo praticada com o emprego de novas técnicas e novos materiais ao seu cotidiano para facilitar a sua aplicação e prática do endodontista. Tais materiais e técnicas tem o intuito de reduzir o tempo de trabalho e facilitar a execução de técnicas inatas ao tratamento endodôntico, mas apesar disso, a grande maioria dos insucessos

está relacionada à resistência de alguns microrganismos ao preparo químico-mecânico ou medicação intracanal (AMARAL *et al.*, 2010).

Então, como coadjuvante ao tratamento convencional, temos o advento da aPDT no tratamento endodôntico, onde sua aplicação visa a tentativa de lidar com estes microrganismos resistentes. É de fácil e rápida aplicação, tem baixo custo relativo, pode ser feita em uma ou mais sessões dependendo do caso e não causa resistência bacteriana (LACERDA *et al.*, 2014).

Canais radiculares tratados, muitas vezes servem como lar para uma microflora de microrganismos se o tratamento prévio foi insuficiente. Em testes realizados em vinte e um elementos com canais radiculares tratados, foi detectado pelo menos um microrganismo resistente às terapias antibióticas e PQM. Tal resistência se deve ao fato de que alguns microrganismos são de origem exógena a área apical ou até mesmo bucal e se deve ao fato de que diferentes pessoas apresentam diferentes níveis de resistência bacteriana (GARCEZ *et al.*, 2010).

Garcez *et al.* (2010) também relatam que estes elementos, após o retratamento endodôntico convencional com aplicação de hidróxido de cálcio como medicação intracanal, tiveram uma redução significativa de microrganismos. Porém, os microrganismos resistentes às terapias permaneceram presentes. Em contrapartida, elementos tratados convencionalmente com a aPDT como um segundo passo ao procedimento, apresentaram a eliminação de microrganismos em sua totalidade.

Lima *et al.* (2019) relatam que os efeitos colaterais da aPDT são baixos e o uso contínuo e frequente não apresenta problemas. A reação causa a morte do microrganismo ou tecidos de crescimento anormal por necrose ou apoptose com ação bem delimitada e localizada. O processo se define na aplicação de um corante não tóxico a ser ativado via excitação fotodinâmica por uma frequência de ondas específicas de luz visível, onde este corante quando em contato com o oxigênio, receberá transferência energética e será capaz de liberar partículas tóxicas de oxigênio, conhecido por oxigênio singleto, que atacará as bases proteicas e lipídicas, bem como o ácido nucleico bacteriano, resultando em apoptose, onde os macrófagos irão fagocitar os corpos apoptóticos em um momento posterior.

A terapia fotodinâmica apresenta boa escala de desinfecção e baixo risco, pois, a fonte de luz não causará danos a tecidos moles ou duros, não há extravasamento de conteúdo citoplasmático celular bacteriano e os compostos

químicos têm excelente biocompatibilidade e baixa massa molecular, o que significa melhor penetração do composto nas áreas desejadas, resultando em maior segurança para o retratamento (LACERDA *et al.*, 2014).

Para testar o efeito da aPDT, vinte e um paciente com diagnóstico de necrose pulpar foram submetidos ao tratamento endodôntico, onde em trinta dentes anteriores foram identificadas bactérias resistentes a profilaxia antibiótica. Analisando as amostras adquiridas em cada processo do tratamento (cirurgia de acesso e PQM), os autores identificaram que todos os pacientes ainda estavam infectados com pelo menos uma espécie resistente a medicação antibiótica (GARCEZ *et al.*, 2010).

Ainda em relação a esse mesmo estudo, vê-se que o processo de tratamento convencional foi capaz de reduzir a população de microrganismos significativamente. Porém, após sua aplicação, a terapia fotodinâmica foi capaz de eliminar todos os microrganismos. Os protocolos utilizados foram; cloridrato de poliestireno como corante, laser de diodo a 4 mW, aplicado durante 4 minutos com força energética de 9,6 J. O método se mostrou excepcionalmente eficaz contra bactérias antibiótico-resistentes. Mais uma vez, a aPDT se mostra muito eficiente como coadjuvante no tratamento endodôntico convencional (GARCEZ *et al.*, 2010).

Ao utilizar um único corante polietilenoimina (PEI) como fotossensibilizador, foi observado que apesar deste possibilitar a diminuição da microbiota resistente, essa ainda permaneceria no canal radicular embora em menor quantidade. Assim, foi utilizado uma combinação de polietilenoimina (PEI) e clorina (e6) para atingir os resultados obtidos. Mesmo assim, alguns elementos ainda apresentavam uma baixa quantidade de microbiota resistente. A solução consistiu em irrigar o canal radicular e deixar o fotossensibilizante por dois minutos e então irradiar o canal com a fonte de luz por duzentos e quarenta segundos, assim rendendo o canal radicular livre de quaisquer microrganismos (GARCEZ *et al.*, 2010).

O insucesso do tratamento endodôntico em 90% dos casos, é causado pela resistência do patógeno *Enterococcus faecalis* ao tratamento convencional químico-mecânico. O debridamento dentinário, aplicação de soluções irrigadoras e medicação intracanal ainda apresentam chance de insucesso caso feito de maneira não satisfatórias, pois o *E. faecalis*, além de ser resistente ao caráter químico do tratamento endodôntico convencional, ainda permanece com cepa positiva de 68% dentro dos canalículos dentinários (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

Mohammad *et al.* (2016) relata que o *E. faecalis* é uma bactéria que se deposita nos canalículos dentinários, sendo principalmente encontrados região do delta apical. A maioria das medicações intracanal, por possuírem uma alta massa molecular, tem maior dificuldade na penetração dos canalículos, assim sendo incapazes de cumprir o papel da desinfecção do canal radicular devidamente.

Os fotossensibilizantes utilizados na aPDT tem baixa massa molecular e baixa viscosidade, conferindo a habilidade deste líquido de penetrar os canalículos conseguindo atingir a grande maioria das bactérias. Adicionalmente, a parede celular do *E. faecalis* mostra uma grande afinidade para a absorção do azul de metileno, que é um fotossensibilizante comumente utilizado na aPDT. Por isso, a terapia fotodinâmica se mostra tão eficaz na eliminação deste patógeno, onde em alguns casos, a taxa de eliminação da flora é de 98% (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

Okamoto *et al.* (2018), relata a viabilidade da aPDT como coadjuvante no tratamento de elementos decíduos. Dentes decíduos apresentam dificuldade no manejo do tratamento, pois crianças raramente são colaborativas no recebimento de tratamentos odontológicos e tal dificuldade na aceitação do tratamento endodôntico pode facilmente resultar no insucesso. O tratamento endodôntico é um procedimento complexo e relativamente moroso, portanto, é necessário o emprego de técnicas que possam agilizar o tratamento.

O perfil psicológico de crianças não apresenta maturidade o suficiente para compreender a importância do tratamento endodôntico. Ainda, existe a preocupação na preservação de elementos primários até o período de esfoliação e erupção do elemento permanente, e para que o elemento não seja perdido prematuramente, o tratamento endodôntico se faz elegível. Além do fator psicológico, o tratamento endodôntico em dentes decíduos se faz mais dificultoso devido a presença de canais secundários, deixando assim um remanescente de bactérias no canal radicular capaz de repopulação e conseqüentemente, insucesso no tratamento (PINHEIRO *et al.*, 2014).

Okamoto *et al.* (2018) portanto afirma que a aplicação da terapia fotodinâmica em tratamento de dentes decíduos é uma alternativa capaz de fornecer tal agilidade necessária, devido ao curto tempo de aplicação e eficácia de desinfecção, oferecendo mais conforto para o paciente, possivelmente evitando a falha do tratamento endodôntico e facilidade de manejo para o profissional.

3.4 aPDT em coadjuvante a instrumentação mecanizada

O tratamento endodôntico pode ser realizado de maneira manual, com o emprego de limas endodônticas de múltiplos calibres a fim de modelar o canal radicular a partir do debridamento dentinário. Porém devido as variações anatômicas ou a característica atrésica dos canais radiculares, a instrumentação manual pode vir a ser insuficiente na remoção bacteriana dos canais radiculares (PINHEIRO *et al.*, 2014).

Pinheiro *et al.* (2014) relatam a superioridade na remoção bacteriana dos canais radiculares com a instrumentação mecanizada. As limas cônicas de níquel-titânio possuem mais resistência material e maior flexibilidade que as limas convencionais e o seu formato afunilado em direção a ponta promovem melhor modelação dos canais radiculares, porém, a bactéria *E. faecalis* ainda se mostra resistente à instrumentação mecanizada.

A terapia fotodinâmica antimicrobiana tem boa eficácia na eliminação do *Enterococcus faecalis* e quando utilizada em conjunto com a instrumentação mecanizada, mostra maior capacidade de desinfecção dos canais radiculares. Portanto a aPDT quando empregada em coadjuvante ao tratamento endodôntico com auxílio de instrumento rotatório ou reciprocante, em dentes permanentes e decíduos, resulta em uma taxa de desinfecção até cem vezes maior quando comparado ao emprego da técnica mecanizado por si só (PINHEIRO *et al.*, 2014).

3.5 A aPDT como coadjuvante ao hidróxido de cálcio

Mohammad *et al.* (2016) conduziram um estudo a fim de comparar a eficácia da medicação intracanal hidróxido de cálcio e da PDT contra o *E. faecalis*, conhecido por ser o patógeno predominante responsável pela causa do insucesso no tratamento endodôntico por conta de sua capacidade de penetrar nos canalículos dentinários e sua capacidade de formar biofilme dentro do canal radicular.

A aPDT se mostrou em uma pequena margem mais eficaz que o hidróxido de cálcio quando avaliados isoladamente contra o *E. faecalis*. Tal fato se dá pela resistência deste patógeno à grande maioria de compostos químicos utilizados para a terapia antibiótica dos canais radiculares. O hidróxido de cálcio se mostrou menos propício a penetrar os canalículos dentinários de maneira satisfatória devido a sua alta

massa molecular e viscosidade em comparação aos corantes fotossensibilizantes, a fim de controlar a flora de *E. faecalis*, e este último apresentou grande resistência a medicação intracanal (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

A irradiação do fotossensibilizante dentro do canal radicular por sua vez, apresentou uma significativa diferença no controle da população, pois enquanto o hidróxido de cálcio precisaria ser administrado em mais de uma visita ao dentista, a aPDT apresentou um grau de desinfecção maior que a medicação intracanal em apenas uma visita. Então, para que houvesse o melhor grau de desinfecção possível, concluiu-se que a utilização da aPDT em coadjuvante a aplicação do hidróxido de cálcio seria a melhor alternativa a longo termo, onde a eficácia de eliminação deste método de desinfecção resultou em 98% da microbiota do *Enterococcus faecalis* eliminada em apenas uma sessão, onde os 2% restantes seriam eliminados pelo hidróxido de cálcio presente no canal radicular no decorrer de uma semana, onde o paciente voltaria para uma segunda visita a fim de realizar a obturação dos canais (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

3.6 Insucesso no retratamento endodôntico

Ainda assim, existe a possibilidade do insucesso no retratamento, onde a presença do *E. faecalis* extravasa para a região apical dos tecidos periodontais ocasionando lesão periapical. Nestes casos, o tratamento comumente recomendado é a intervenção cirúrgica. Porém, existem pacientes que possuem limitações físicas, como idade, ou não querem se submeter às condições psicológicas ao se tratar de um procedimento cirúrgico, assim requerendo uma intervenção minimamente invasiva. A aPDT pode ser utilizada para tratar os casos de insucesso no retratamento onde há presença de fístula em coadjuvante com a laserterapia (MOREIRA *et al.*, 2015).

Segundo Moreira *et al.* (2015), a aPDT pode ser utilizada para controlar a proliferação do *E. faecalis* nos tecidos circundantes ao ápice radicular, quando há presença de fístula. É aplicado azul de metileno através da entrada da fístula, pois este é conhecido por ser bem absorvido pelo patógeno em questão, e em seguida, é introduzido o diodo laser, de forma semelhante a fistulografia com cone de guta percha, por aproximadamente um minuto de irradiação. Após isso, é aplicada a técnica de laserterapia na região da fístula.

Foi avaliado que após um intervalo de quinze dias que grande parte da infecção havia regredido, houve consideravelmente menos abaulamento ósseo em comparação ao tratamento cirúrgico e considerável diminuição do inchaço da área afetada foi observada. Assim, concluiu-se que a aPDT utilizada com a laserterapia auxiliar foi capaz de controlar a infecção periapical proveniente do insucesso no retratamento endodôntico sem a necessidade de cirurgia, de maneira segura e conservadora (MOREIRA *et al.*, 2015).

Moreira *et al.* (2015) ressalta que a terapia fotodinâmica não substitui o procedimento cirúrgico nos casos mais severos, sendo ainda necessária a intervenção cirúrgica. Porém, a aPDT ainda poderá ser utilizada a fim de diminuir os danos causados as regiões periodontais, ocasionando em mais conforto para o paciente e mais segurança para o cirurgião dentista no manejo do caso.

4 CONCLUSÃO

A aPDT, em seu papel seja coadjuvante, se mostra como um processo viável dentro do tratamento convencional. A sua utilização em coadjuvante aos procedimentos padrão tem a capacidade de dobrar a capacidade de desinfecção de canais radiculares sem causar ônus ao paciente, podendo até mesmo evitar um cenário de insucesso caso o tratamento convencional venha a ser insuficiente.

Portanto, pode-se concluir que a terapia fotodinâmica antimicrobiana na endodontia, em seu papel coadjuvante, é um grande aditivo ao planejamento do tratamento endodôntico mostrando grande viabilidade, trazendo praticidade, segurança, comodidade, conforto e resolutividade para o cirurgião dentista e para o paciente.

REFERÊNCIAS

- Amaral R R, et al, **Terapia fotodinâmica na endodontia – revisão de literatura.** RFO UPF, 2010.
- Chercoléz R A, *et al*, **Endodontics, Endodontic Retreatment, and Apical Surgery Versus Tooth Extraction and Implant Placement: A Systematic Review.** Journal of Endodontics, 43(5), 679-686, 2017.
- Fimple JL, *et al.*, **Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection in vitro.** J Endod 2008.
- Garcez AS, *et al.*, **Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report.** J Endod 2010.
- Grossman L I, Meiman B. **Solution of pulp tissue by chemical agents.** J Am Dent Assoc 1941.
- Lacerda MF, et al. **Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico.** RFO UPF, 2014.
- Lima SP, *et al.*, **Photodynamic therapy as an aiding in the endodontic treatment: case report.** Revista Gaúcha de Odontologia, 2019
- Lopes H.P; Siqueira Junior J.F. **Endodontia: biologia e técnica.** 3. ed., Guanabara Koogan, 2015.
- Mohammad A, *et al.*, **A comparison between effect of photodynamic therapy by LED and calcium hydroxide therapy for root canal disinfection Against *Enterococcus faecalis*: A randomized controlled trial.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2016.
- Moreira M S, *et al.*, **Post-Treatment Apical Periodontitis Successfully Treated with Antimicrobial Photodynamic Therapy Via Sinus Tract and Laser Phototherapy: Report of Two Cases.** Photomedicine and Laser Surgery, Vol. 33, N. 10, 2015.
- Moritz A, *et al.*, **In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations.** Quintessence, 1997.
- Okamoto C B, *et al.*, **Antimicrobial Photodynamic Therapy as a Co -adjuvant in Endodontic Treatment of Deciduous Teeth: Case Series.** Photochemistry and Photobiology, 94(4), 760-764, 2018

Oliveira JA. **Terapia fotodinâmica em endodontia**. Universidade Fernando Pessoa, 2016.

Pinheiro S L, *et al.*, **Manual and Rotary Instrumentation Ability to Reduce *Enterococcus faecalis* Associated with Photodynamic Therapy in Deciduous Molars**, Brazillian Dental Journal, 25(6), 502-507, 2014.

Schaeffer B, *et al.*, **Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura**. Journal of Oral Investigations, 2019.

Silva LA, *et al.*, **Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evaluation**. J Endod 2012.

Simões TM, *et al.*, **Aplicabilidade da terapia fotodinâmica antimicrobiana na eliminação do *Enterococcus faecalis***. Arch Health Invest, 2018.

Wainwright M. **Photodynamic antimicrobial chemotherapy (PACT)**. J Antimicrob Chemother 1998.

Wilson M, *et al.*, **Sensitization of oral bacteria to killing by low-power laser radiation**. Curr Microbiol, 1992.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Artigo científico

TERAPIA FOTODINÂMICA E SUA VIABILIDADE COMO COADJUVANTE NO RETRATAMENTO ENDODONTICO: revisão de literatura

PHOTODYNAMIC THERAPY AND ITS VIABILITY AS AN ADJUVANT IN ENDODONTIC RETREATMENT: literature review

Cristovão Jaks de Oliveira Filho¹

Ana Graziela Araújo Ribeiro²

RESUMO

O tratamento endodôntico é um procedimento odontológico que visa manter um elemento dentário despolpado em função na cavidade bucal. É um tratamento complexo composto de vários passos, e a sua execução correta visa o sucesso do tratamento. Porém existem ocorrências em que, devido a determinados fatores, tal tratamento pode não resultar no parâmetro esperado assim configurando o insucesso e necessitando de retratamento endodôntico. Dentro de várias opções encontradas na literatura para a resolução dos casos de insucesso, existe a discussão acerca da terapia fotodinâmica antimicrobiana ser um método viável quando utilizado em coadjuvante ao tratamento convencional do preparo químico-mecânico. Para a realização deste trabalho, foi realizada a busca de artigos disponíveis nas bases de dados Scielo (Scientific Electronic Library Online), MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) e LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde). O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana como coadjuvante aos protocolos convencionais do tratamento e retratamento endodôntico. Foi observado que a terapia fotodinâmica antimicrobiana é eficaz na eliminação da principal bactéria responsável pelo insucesso do tratamento endodôntico, o *Enterococcus faecalis*, sem causar resistência bacteriana. Conclui-se que a terapia fotodinâmica antimicrobiana é viável no seu uso em coadjuvante nos casos de retratamento endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia. Fotoquimioterapia. Lasers. Retratamento.

¹ Graduando em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, MA, Brasil.

² Doutora em Odontologia. Professora do Curso de Odontologia da UNDB - Centro Universitário.

ABSTRACT

The endodontic treatment is a dental procedure that aims to keep a pulpless dental element functioning in the oral cavity. It is a complex treatment made up of several steps, and its correct execution aims at the treatment's success. However, there are instances in which, due to certain factors, such treatment may not result in the expected parameter, thus configuring failure and requiring endodontic retreatment. Among several options found in the literature for the resolution of cases of failure, there is a discussion about the antimicrobial photodynamic therapy being a viable method when used as an adjunct to the conventional treatment of chemical-mechanical preparation. To construct this article, a search was carried out for papers available in the Scielo (Scientific Electronic Library Online), MEDLINE (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online) and LILACS (Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences) databases. The objective of this research is to evaluate the antimicrobial Photodynamic therapy's efficacy as an adjuvant to the conventional endodontic treatment and retreatment protocols. It was observed that the antimicrobial photodynamic therapy is effective in eliminating the main bacteria responsible for the failure of endodontic treatment, *Enterococcus faecalis*, without causing bacterial resistance. The antimicrobial photodynamic therapy is viable in its use as an adjunct in cases of endodontic retreatment.

Keywords: Endodontics. Photochemotherapy. Lasers. Retreatment.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como objetivo principal a desinfecção e remodelação dos canais radiculares a fim de que haja o controle da microbiota intracanal. Estes microrganismos têm papel de destaque na infecção pulpar e periapical, sendo seus metabólitos tóxicos responsáveis pelo desenvolvimento do dano nestas regiões. Em termos convencionais, utiliza-se o protocolo padrão de preparo químico mecânico (PQM) para controle de bactérias e modelagem das paredes intrarradiculares, a fim de conseguir a máxima desinfecção e evitar a possibilidade de reinfecção (CHERCOLÉZ *et al.*, 2017).

Amaral *et al.* (2010) afirmam que, contudo, existem os casos de insucesso deste tratamento, quando parâmetros desejáveis de desinfecção do canal radicular não são atingidos, permitindo a reinfecção e resultando na necessidade de retratamento endodôntico. Dessa forma, a Terapia Fotodinâmica (aPDT-antimicrobial Photodynamic Therapy) surge como uma alternativa viável para auxiliar no controle da infecção e eliminação de patógenos endodônticos.

A aPDT é definida como a interação físico-química entre um ou mais fotossensibilizadores e uma fonte de luz, e através de reações oxidativas, causando efeito citotóxico altamente letal para as bactérias. O processo fotoquímico consiste na excitação eletrônica do fotossensibilizador que pode resultar em dois mecanismos de reação: reação Tipo I, caracterizada pela transferência de elétrons e a reação Tipo II, caracterizada pela transferência de energia. Em ambos os tipos, a reação libera tóxicos oxidativos responsáveis por alterações na parede celular bacteriana e consequentemente resulta em apoptose celular e não danifica tecidos adjacentes, pois, como não ocorre lise onde o conteúdo citoplasmático não extravasa para o meio (LACERDA *et al.*, 2014).

Estudos mostram que a aPDT possui eficácia contra diversos tipos de microrganismos. Dentre os microrganismos estudados, temos aqueles que são encontrados em casos de insucesso do tratamento endodôntico convencional, por exemplo, o *Enterococcus faecalis*, encontrados na maioria dos casos. Diante disso, a aPDT tem sido reconhecida como um método coadjuvante seguro a ser aplicado nos casos de retratamento endodôntico decorrentes do insucesso do tratamento primário (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

O sucesso do tratamento endodôntico é um processo fidedignamente estudado e desenvolvido para a manutenção de elementos dentários sem vida no meio bucal e está diretamente atrelado à qualidade do preparo químico-mecânico. Porém, quando o preparo químico-mecânico não se faz suficiente devido a presença de patógenos exógenos resistentes, insuficiência da capacidade humana e aliada a variações anatômicas muitas vezes complexas dos canais radiculares, temos um episódio de insucesso. Considerando esses fatores, busca-se saber se a terapia fotodinâmica é eficaz na redução da carga bacteriana e se tem viabilidade como etapa coadjuvante no retratamento endodôntico (LACERDA *et al.*, 2014).

O tema proposto foi escolhido em razão da necessidade de o cirurgião dentista estar preparado para lidar com os mais diversos casos de insucesso. Algumas vezes, por mais que os protocolos convencionais de irrigação e desinfecção sejam amplamente estudados e embasados, se fazem insuficientes para o controle da microbiota intrarradicular e estes casos muitas vezes estão aliados a canais radiculares de difícil acesso e anatomia complexa.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é realizar uma revisão de literatura sobre o tema terapia fotodinâmica em endodontia, a fim de analisar a viabilidade de seu uso em casos de insucesso no tratamento endodôntico, abordando a sua indicação, vantagens, desvantagens e técnicas de aplicação.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de uma revisão de literatura sobre o tema terapia fotodinâmica em endodontia, direcionada ao seu uso em casos de insucesso no tratamento endodôntico, uma vez que é eficaz contra um dos principais patógenos encontrados em casos de insucesso. Será abordada sua indicação, vantagens, desvantagens e técnicas

Os artigos que subsidiaram essa revisão de literatura foram pesquisados nas bases de dados Scielo, PubMed e Lilacs. utilizando palavras-chaves nos idiomas português e inglês, tais como “endodontia”, “fotoquimioterapia”, “lasers”, “retratamento”, “endodontics”, “photochemotherapy”, “lasers”, “retreatment”, publicados entre os anos de 2010 e 2020. Serão excluídos artigos que não abordam o tema da terapia fotodinâmica.

Foi feita a leitura dos resumos de artigos encontrados utilizando os descritores nos bancos de dados e foram selecionados aqueles que exploram os assuntos relacionados ao tema, realizando a leitura dos artigos em sua completude e então selecionados os artigos que exploram o mecanismo de ação da aPDT, relatos de insucesso do tratamento endodôntico convencional, estudos sobre a microbiota intrarradicular, reações oxidativas em microrganismos foto-excitados e relatos sobre o uso da PDT na endodontia.

3 REVISÃO DE LITERATURA

LOPES *et al.* (2015) diz que o tratamento endodôntico consiste no tratamento químico e mecânico dos canais radiculares de dentes com polpa afetada, onde as dinâmicas químicas e mecânicas trabalham em conjunto. O preparo químico consiste na utilização de soluções irrigadoras a fim de promover a desinfecção do canal radicular e com a finalidade de remover o debridamento pulpar e dentinário. O processo mecânico por sua vez, consiste na limagem da parede radicular, visando o preparo físico deste canal, alargando as paredes e permitindo acesso ao composto químico e removendo a polpa inflamada ou necrosada, bem como a dentina afetada pela microbiota. Sendo assim, entende-se que a dinâmica entre essas duas etapas é estrutura primordial do tratamento endodôntico, e a execução fidedigna de seus protocolos visa o sucesso do tratamento. Entretanto, é comum que busquemos alternativas ou complementos aos processos que já dominamos como soluções para quando tais processos falharem.

O *Enterococcus faecalis* tem sido relatado como um dos principais patógenos responsáveis pelo insucesso dos tratamentos endodônticos convencionais, considerando a sua capacidade de resistir as dinâmicas do preparo químico-mecânico quando se encontra em locais inacessíveis. O patógeno em questão não faz parte da flora oral, o que significa que o canal radicular está sofrendo de uma infecção de origem exógena, o que explica, mesmo que vagamente, sua ocorrência (SIMÕES *et al.*, 2018).

Além do *E. faecalis*, outras bactérias consideradas não primárias são resistentes ao tratamento endodôntico convencional, principalmente pelo fato de origem exógena desses patógenos. Após a instrumentação e medicação intracanal foram identificadas cepas de *E. coli* e *Peptostreptococcus* ainda presentes, ainda que em menor quantidade em relação ao *E. faecalis*, porém ainda assim em níveis preocupantes, apontando que bactérias anaeróbias facultativas, predominantemente gram-positivas, são resistentes ao tratamento endodôntico convencional (GARCEZ *et al.*, 2010)

Por mais que o tratamento endodôntico seja amplamente explorado e estudado e ter eficácia comprovada, a sua correta realização ainda pode resultar em insucesso devido ao fato de algumas bactérias serem resistentes e por depender de muitas partes extremamente variáveis de acordo com cada caso. Por isso, existe a

necessidade de que desenvolvamos processos para corrigir um problema ou para complementar o dito tratamento (AMARAL *et al.*, 2010).

Geralmente, o retratamento convencional apresenta-se como opção capaz de resolver esses casos, porém, como esses patógenos apresentam grande resistência, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos a fim de testar novas técnicas e procedimentos que visem eliminar esses microrganismos do interior dos canais radiculares, sendo a aPDT um protocolo complementar de escolha que tem demonstrado eficácia nestes casos (SILVA *et al.*, 2012).

Bactérias podem sofrer danos irreparáveis quando expostas a oxidação, porém as bactérias em si não possuem capacidade fotossensibilizadora. Adicionalmente, não é qualquer composto capaz de absorver luz que possui capacidade fotossensibilizante. É necessário que o corante em questão possua picos de absorção compatíveis com a frequência da fonte de luz e que não seja tóxico ao hospedeiro (WILSON *et al.*, 1992).

Estudos realizados com radiação laser de diodo a 660 nm em canais infectados pelos tipos bacterianos *E. coli* e *E. faecalis* mostram que o método tem forte ação bactericida. Potência de 4 mW e intervalos de repetição de raios irradiados entre 0,01 e 0,02 segundos se mostraram os mais eficazes, onde apenas 5% das 44 amostras apresentaram crescimento celular após os experimentos (MORITZ *et al.*, 1997).

O azul de metileno, um dos fotossensibilizadores utilizados na aPDT, quando fotossensibilizado sob parâmetro de radiação de 1 mW de potência e laser de diodo 665 nm de comprimento de onda, onde um veículo de fibras ópticas de polimetilmetacrilato com 250 µm de diâmetro foi acoplado ao sistema, provou ser eficaz contra as espécies *A. israelii*, *F. nucleatum*, *P. gingivalis* e *P. intermedia*, onde cento e vinte dentes unirradiculares foram testados microscopicamente antes e depois da aPDT. Os autores concluíram que a realização da terapia fotodinâmica antimicrobiana com a utilização do azul de metileno, é um método fortemente capaz na redução da população microbiana (FIMPLE *et al.*, 2008).

A aPDT requer que atendamos a alguns requisitos; para que funcione, é necessário haver uma fonte de luz com frequência de ondas específicas para que possa excitar o fotossensibilizador (corante), onde este na presença do oxigênio é capaz de liberar radicais livres surtindo efeito oxidativo e causando destruição tecidual destes microrganismos. A ação dinâmica do composto foto-excitado causa

instabilidade da parede celular bacteriana, e, aliada a um tempo de ação curto, proporciona um método seguro e localizado para desinfecção dos canais radiculares (OLIVEIRA, 2016).

Wilson *et al.* (1992) explica que bactérias sofrem danos irreparáveis quando expostas a reações oxidativas. Logo, podemos compreender por que este tipo de terapia tem eficácia: seu mecanismo de ação principal é o de oxidação liberando moléculas livres de oxigênio singleto que carregam grande citotoxicidade. Porém, nem toda bactéria tem cromoreceptores que sofrem fotoexcitação, por isso o uso do corante. Corantes de cor azul são os mais utilizados por terem mais capacidade de excitação elétrica, e tal capacidade é responsável pelas reações oxidativas.

Lacerda *et al.* (2014) explica que a terapia fotodinâmica é composta por dois componentes; um corante líquido fotossensibilizante de baixa massa molecular, capaz de excitação elétrica e de baixa ou nenhuma toxicidade; e uma fonte de luz visível de comprimentos de onda capazes de radiação. A irradiação do corante, chamado de fotossensibilizante, causa uma reação energética que libera moléculas de oxigênio singleto.

Estas moléculas, ao entrarem em contato com a parede celular bacteriana, causam a oxidação desta estrutura, assim impedindo os principais processos necessários para a sobrevivência celular. A bactéria então entra em processo de apoptose resultando em sua morte, onde todo o conteúdo citoplasmático é envolvido em pequenas capsulas membranosas ficando disponíveis para a fagocitose realizada por celular do sistema imunológico do hospedeiro (LACERDA *et al.*, 2014).

Garcez *et al.* (2010) adicionam que durante a avaliação do tempo necessário de exposição a luz, foram testados vários intervalos de um a quatro minutos de exposição, identificando que enquanto a taxa de desinfecção dos ensaios *in vitro* apresentavam melhora a medida que a exposição foi aumentada, foi observado ainda que a partir da marca de exposição de duzentos e quarenta segundos, e 9,6 J de valor energético respectivamente, o aumento da taxa de desinfecção se tornou insignificante para justificar um período de exposição maior.

Seguindo uma evolução substancial nas últimas décadas, a endodontia vem sendo praticada com o emprego de novas técnicas e novos materiais ao seu cotidiano para facilitar a sua aplicação e prática do endodontista. Tais materiais e técnicas tem o intuito de reduzir o tempo de trabalho e facilitar a execução de técnicas inatas ao tratamento endodôntico, mas apesar disso, a grande maioria dos insucessos

está relacionada à resistência de alguns microrganismos ao preparo químico-mecânico ou medicação intracanal (AMARAL *et al.*, 2010).

Então, como coadjuvante ao tratamento convencional, temos o advento da aPDT no tratamento endodôntico, onde sua aplicação visa a tentativa de lidar com estes microrganismos resistentes. É de fácil e rápida aplicação, tem baixo custo relativo, pode ser feita em uma ou mais sessões dependendo do caso e não causa resistência bacteriana (LACERDA *et al.*, 2014).

Canais radiculares tratados, muitas vezes servem como lar para uma microflora de microrganismos se o tratamento prévio foi insuficiente. Em testes realizados em vinte e um elementos com canais radiculares tratados, foi detectado pelo menos um microrganismo resistente às terapias antibióticas e PQM. Tal resistência se deve ao fato de que alguns microrganismos são de origem exógena a área apical ou até mesmo bucal e se deve ao fato de que diferentes pessoas apresentam diferentes níveis de resistência bacteriana (GARCEZ *et al.*, 2010).

Garcez *et al.* (2010) também relatam que estes elementos, após o retratamento endodôntico convencional com aplicação de hidróxido de cálcio como medicação intracanal, tiveram uma redução significativa de microrganismos. Porém, os microrganismos resistentes às terapias permaneceram presentes. Em contrapartida, elementos tratados convencionalmente com a aPDT como um segundo passo ao procedimento, apresentaram a eliminação de microrganismos em sua totalidade.

Lima *et al.* (2019) relatam que os efeitos colaterais da aPDT são baixos e o uso contínuo e frequente não apresenta problemas. A reação causa a morte do microrganismo ou tecidos de crescimento anormal por necrose ou apoptose com ação bem delimitada e localizada. O processo se define na aplicação de um corante não tóxico a ser ativado via excitação fotodinâmica por uma frequência de ondas específicas de luz visível, onde este corante quando em contato com o oxigênio, receberá transferência energética e será capaz de liberar partículas tóxicas de oxigênio, conhecido por oxigênio singleto, que atacará as bases proteicas e lipídicas, bem como o ácido nucleico bacteriano, resultando em apoptose, onde os macrófagos irão fagocitar os corpos apoptóticos em um momento posterior.

A terapia fotodinâmica apresenta boa escala de desinfecção e baixo risco, pois, a fonte de luz não causará danos a tecidos moles ou duros, não há extravasamento de conteúdo citoplasmático celular bacteriano e os compostos

químicos têm excelente biocompatibilidade e baixa massa molecular, o que significa melhor penetração do composto nas áreas desejadas, resultando em maior segurança para o retratamento (LACERDA *et al.*, 2014).

Para testar o efeito da aPDT, vinte e um paciente com diagnóstico de necrose pulpar foram submetidos ao tratamento endodôntico, onde em trinta dentes anteriores foram identificadas bactérias resistentes a profilaxia antibiótica. Analisando as amostras adquiridas em cada processo do tratamento (cirurgia de acesso e PQM), os autores identificaram que todos os pacientes ainda estavam infectados com pelo menos uma espécie resistente a medicação antibiótica (GARCEZ *et al.*, 2010).

Ainda em relação a esse mesmo estudo, vê-se que o processo de tratamento convencional foi capaz de reduzir a população de microrganismos significativamente. Porém, após sua aplicação, a terapia fotodinâmica foi capaz de eliminar todos os microrganismos. Os protocolos utilizados foram; cloridrato de poliestireno como corante, laser de diodo a 4 mW, aplicado durante 4 minutos com força energética de 9,6 J. O método se mostrou excepcionalmente eficaz contra bactérias antibiótico-resistentes. Mais uma vez, a aPDT se mostra muito eficiente como coadjuvante no tratamento endodôntico convencional (GARCEZ *et al.*, 2010).

Ao utilizar um único corante polietilenoimina (PEI) como fotossensibilizador, foi observado que apesar deste possibilitar a diminuição da microbiota resistente, essa ainda permaneceria no canal radicular embora em menor quantidade. Assim, foi utilizado uma combinação de polietilenoimina (PEI) e clorina (e6) para atingir os resultados obtidos. Mesmo assim, alguns elementos ainda apresentavam uma baixa quantidade de microbiota resistente. A solução consistiu em irrigar o canal radicular e deixar o fotossensibilizante por dois minutos e então irradiar o canal com a fonte de luz por duzentos e quarenta segundos, assim rendendo o canal radicular livre de quaisquer microrganismos (GARCEZ *et al.*, 2010).

O insucesso do tratamento endodôntico em 90% dos casos, é causado pela resistência do patógeno *Enterococcus faecalis* ao tratamento convencional químico-mecânico. O debridamento dentinário, aplicação de soluções irrigadoras e medicação intracanal ainda apresentam chance de insucesso caso feito de maneira não satisfatórias, pois o *E. faecalis*, além de ser resistente ao caráter químico do tratamento endodôntico convencional, ainda permanece com cepa positiva de 68% dentro dos canalículos dentinários (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

Mohammad *et al.* (2016) relata que o *E. faecalis* é uma bactéria que se deposita nos canalículos dentinários, sendo principalmente encontrados região do delta apical. A maioria das medicações intracanal, por possuírem uma alta massa molecular, tem maior dificuldade na penetração dos canalículos, assim sendo incapazes de cumprir o papel da desinfecção do canal radicular devidamente.

Os fotossensibilizantes utilizados na aPDT tem baixa massa molecular e baixa viscosidade, conferindo a habilidade deste líquido de penetrar os canalículos conseguindo atingir a grande maioria das bactérias. Adicionalmente, a parede celular do *E. faecalis* mostra uma grande afinidade para a absorção do azul de metileno, que é um fotossensibilizante comumente utilizado na aPDT. Por isso, a terapia fotodinâmica se mostra tão eficaz na eliminação deste patógeno, onde em alguns casos, a taxa de eliminação da flora é de 98% (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

O tratamento endodôntico pode ser realizado de maneira manual, com o emprego de limas endodônticas de múltiplos calibres a fim de modelar o canal radicular a partir do debridamento dentinário. Porém devido as variações anatômicas ou a característica atrésica dos canais radiculares, a instrumentação manual pode vir a ser insuficiente na remoção bacteriana dos canais radiculares (PINHEIRO *et al.*, 2014).

Pinheiro *et al.* (2014) relatam a superioridade na remoção bacteriana dos canais radiculares com a instrumentação mecanizada. As limas cônicas de níquel-titânio possuem mais resistência material e maior flexibilidade que as limas convencionais e o seu formato afunilado em direção a ponta promovem melhor modelação dos canais radiculares, porém, a bactéria *E. faecalis* ainda se mostra resistente à instrumentação mecanizada.

A terapia fotodinâmica antimicrobiana tem boa eficácia na eliminação do *Enterococcus faecalis* e quando utilizada em conjunto com a instrumentação mecanizada, mostra maior capacidade de desinfecção dos canais radiculares. Portanto a aPDT quando empregada em coadjuvante ao tratamento endodôntico com auxílio de instrumento rotatório ou recíprocante, em dentes permanentes e decíduos, resulta em uma taxa de desinfecção até cem vezes maior quando comparado ao emprego da técnica mecanizado por si só (PINHEIRO *et al.*, 2014).

Mohammad *et al.* (2016) conduziram um estudo a fim de comparar a eficácia da medicação intracanal hidróxido de cálcio e da PDT contra o *E. faecalis*, conhecido por ser o patógeno predominante responsável pela causa do insucesso no

tratamento endodôntico por conta de sua capacidade de penetrar nos canalículos dentinários e sua capacidade de formar biofilme dentro do canal radicular.

A aPDT se mostrou em uma pequena margem mais eficaz que o hidróxido de cálcio quando avaliados isoladamente contra o *E. faecalis*. Tal fato se dá pela resistência deste patógeno à grande maioria de compostos químicos utilizados para a terapia antibiótica dos canais radiculares. O hidróxido de cálcio se mostrou menos propício a penetrar os canalículos dentinários de maneira satisfatória devido a sua alta massa molecular e viscosidade em comparação aos corantes fotossensibilizantes, a fim de controlar a flora de *E. faecalis*, e este último apresentou grande resistência a medicação intracanal (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

A irradiação do fotossensibilizante dentro do canal radicular por sua vez, apresentou uma significativa diferença no controle da população, pois enquanto o hidróxido de cálcio precisaria ser administrado em mais de uma visita ao dentista, a aPDT apresentou um grau de desinfecção maior que a medicação intracanal em apenas uma visita. Então, para que houvesse o melhor grau de desinfecção possível, concluiu-se que a utilização da aPDT em coadjuvante a aplicação do hidróxido de cálcio seria a melhor alternativa a longo termo, onde a eficácia de eliminação deste método de desinfecção resultou em 98% da microbiota do *Enterococcus faecalis* eliminada em apenas uma sessão, onde os 2% restantes seriam eliminados pelo hidróxido de cálcio presente no canal radicular no decorrer de uma semana, onde o paciente voltaria para uma segunda visita a fim de realizar a obturação dos canais (MOHAMMAD *et al.*, 2016).

Ainda assim, existe a possibilidade do insucesso no retratamento, onde a presença do *E. faecalis* extravasa para a região apical dos tecidos periodontais ocasionando lesão periapical. Nestes casos, o tratamento comumente recomendado é a intervenção cirúrgica. Porém, existem pacientes que possuem limitações físicas, como idade, ou não querem se submeter às condições psicológicas ao se tratar de um procedimento cirúrgico, assim requerendo uma intervenção minimamente invasiva. A aPDT pode ser utilizada para tratar os casos de insucesso no retratamento onde há presença de fístula em coadjuvante com a laserterapia (MOREIRA *et al.*, 2015).

Segundo Moreira *et al.* (2015), a aPDT pode ser utilizada para controlar a proliferação do *E. faecalis* nos tecidos circundantes ao ápice radicular, quando há presença de fístula. É aplicado azul de metileno através da entrada da fístula, pois

este é conhecido por ser bem absorvido pelo patógeno em questão, e em seguida, é introduzido o diodo laser, de forma semelhante a fistulografia com cone de guta percha, por aproximadamente um minuto de irradiação. Após isso, é aplicada a técnica de laserterapia na região da fístula.

Foi avaliado que após um intervalo de quinze dias que grande parte da infecção havia regredido, houve consideravelmente menos abaulamento ósseo em comparação ao tratamento cirúrgico e considerável diminuição do inchaço da área afetada foi observada. Assim, concluiu-se que a aPDT utilizada com a laserterapia auxiliar foi capaz de controlar a infecção periapical proveniente do insucesso no retratamento endodôntico sem a necessidade de cirurgia, de maneira segura e conservadora (MOREIRA *et al.*, 2015).

Moreira *et al.* (2015) ressalta que a terapia fotodinâmica não substitui o procedimento cirúrgico nos casos mais severos, sendo ainda necessária a intervenção cirúrgica. Porém, a aPDT ainda poderá ser utilizada a fim de diminuir os danos causados as regiões periodontais, ocasionando em mais conforto para o paciente e mais segurança para o cirurgião dentista no manejo do caso.

7 CONCLUSÃO

A aPDT, em seu papel coadjuvante, se mostra como um processo viável dentro do tratamento convencional. A sua utilização em coadjuvante aos procedimentos padrão tem a capacidade de dobrar a capacidade de desinfecção de canais radiculares sem causar ônus ao paciente, podendo até mesmo evitar um cenário de insucesso caso o tratamento convencional venha a ser insuficiente.

Portanto, pode-se concluir que a terapia fotodinâmica antimicrobiana na endodontia, em seu papel coadjuvante, é um grande aditivo ao planejamento do tratamento endodôntico mostrando grande viabilidade, trazendo praticidade, segurança, comodidade, conforto e resolutividade para o cirurgião dentista e para o paciente.

REFERÊNCIAS

- Amaral R R, et al, **Terapia fotodinâmica na endodontia – revisão de literatura.** RFO UPF, 2010.
- Chercoléz R A, *et al*, **Endodontics, Endodontic Retreatment, and Apical Surgery Versus Tooth Extraction and Implant Placement: A Systematic Review.** Journal of Endodontics, 43(5), 679-686, 2017.
- Fimple JL, *et al.*, **Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection in vitro.** J Endod 2008.
- Garcez AS, *et al.*, **Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report.** J Endod 2010
- Grossman L I, Meiman B. **Solution of pulp tissue by chemical agents.** J Am Dent Assoc 1941.
- Lacerda MF, et al. **Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico.** RFO UPF, 2014.
- Lima SP, *et al.*, **Photodynamic therapy as an aiding in the endodontic treatment: case report.** Revista Gaúcha de Odontologia, 2019
- Lopes H.P; Siqueira Junior J.F. **Endodontia: biologia e técnica.** 3. ed., Guanabara Koogan, 2015.
- Mohammad A, *et al.*, **A comparison between effect of photodynamic therapy by LED and calcium hydroxide therapy for root canal disinfection Against *Enterococcus faecalis*: A randomized controlled trial.** Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, 2016.
- Moreira M S, *et al.*, **Post-Treatment Apical Periodontitis Successfully Treated with Antimicrobial Photodynamic Therapy Via Sinus Tract and Laser Phototherapy: Report of Two Cases.** Photomedicine and Laser Surgery, Vol. 33, N. 10, 2015.
- Moritz A, *et al.*, **In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations.** Quintessence, 1997.
- Okamoto C B, *et al.*, **Antimicrobial Photodynamic Therapy as a Co -adjuvant in Endodontic Treatment of Deciduous Teeth: Case Series.** Photochemistry and Photobiology, 94(4), 760-764, 2018.

Oliveira JA. **Terapia fotodinâmica em endodontia**. Universidade Fernando Pessoa, 2016.

Pinheiro S L, *et al.*, **Manual and Rotary Instrumentation Ability to Reduce *Enterococcus faecalis* Associated with Photodynamic Therapy in Deciduous Molars**, Brazillian Dental Journal, 25(6), 502-507, 2014.

Schaeffer B, *et al.*, **Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura**. Journal of Oral Investigations, 2019.

Silva LA, *et al.*, **Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evaluation**. J Endod 2012.

Simões TM, *et al.*, **Aplicabilidade da terapia fotodinâmica antimicrobiana na eliminação do *Enterococcus faecalis***. Arch Health Invest, 2018.

Wainwright M. **Photodynamic antimicrobial chemotherapy (PACT)**. J Antimicrob Chemother 1998.

Wilson M, *et al.*, **Sensitization of oral bacteria to killing by low-power laser radiation**. Curr Microbiol, 1992.