

DESEMPENHO DA TERAPIA FOTODINÂMICA NA ENDODONTIA: UMA ALTERNATIVA DA DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES

PERFORMANCE OF PHOTODYNAMIC THERAPY IN ENDDONTICS: AN ALTERNATIVE OF DISINFECTION OF THE ROOT CHANNELS SYSTEM

Jennifer do N. Teixeira¹. Simone S. M. Paiva²

¹Acadêmico do 5º ano do Curso de Odontologia do UNIFESO – 2021; ²Phd em Endodontia (UFRJ), Docente do Curso de Graduação em Odontologia do UNIFESO

RESUMO

O principal objetivo do tratamento endodôntico era realizar a desinfecção dos canais radiculares através do preparo químico-mecânico. Na generalidade dos tratamentos, não era possível realizar a completa eliminação de bactérias no conduto. Com isso, novas tecnologias fizeram-se imprescindíveis a fim de obter-se sucesso no tratamento. A terapia fotodinâmica, que atuava na etapa da desinfecção, se mostrou bastante eficiente, consequentemente apresentou bons resultados e de fácil acessibilidade para cirurgiões dentistas. Além disso, consistia na associação de um agente fotossensibilizador e uma fonte de luz específica, como o laser de baixa intensidade, que gerava espécies altamente reativas, que em altas concentrações, são tóxicas, promovendo assim, a morte desses micro-organismos. Ademais, foi relatado que em procedimentos que apresentavam micro-organismos resistentes como *Enterococcus faecalis*, a terapia fotodinâmica potencializou a ação da substância associada e reduziu a ativação da bactéria no conduto. Dessa forma, foi relatado nesse artigo por meio de uma revisão de literatura todo o desempenho da mesma, abrangendo descrição completa de como utilizar e quais agentes obtiveram melhor resultado na etapa da desinfecção. Os estudos apresentados nesta revisão apontaram que a PDT tem sido uma excelente coadjuvante, contribuindo assim, significativamente para o sucesso do tratamento endodôntico.

Descritores: Endodontia; Terapia fotodinâmica; Lasers; Infecção endodôntica.

ABSTRACT

The main objective of the endodontic treatment was to disinfect the root canals through chemical-mechanical preparation. In most treatments, it was not possible to carry out a complete elimination of bacteria in the conduit. Thus, new technologies became essential in order to achieve success in the treatment. Photodynamic therapy, which acted in the disinfection stage, if very efficient, consequently presents good results and is easily accessible to dental surgeons. In addition, it consisted of the association of a photosensitizing agent and a specific light source, such as a low-intensity laser, which generated highly reactive, which at high rates, are toxic, thus promoting the death of these microorganisms. Furthermore, it was reported that in procedures that presented resistant microorganisms such as *Enterococcus faecalis*, a photodynamic therapy potentiated the action of the associated substance and reduced the activation of the bacteria in the conduit. Thus, this article reported its entire performance through a literature review, including a complete description of how to use it and which agents had the best results in the disinfection stage. The studies in this review showed that PDT has been an excellent adjuvant, thus contributing to the success of endodontic treatment.

INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico consiste na remoção dos micro-organismos de dentro do sistema de canais radiculares, possibilitando a conservação do elemento dental sem vitalidade pulpar e devolvendo suas funcionalidades na cavidade bucal. Esse tipo de tratamento tem como objetivos principais a limpeza e a desinfecção como fatores que norteiam a terapia endodôntica a fim de obter uma redução dos micro-organismos a um número considerado isento de perigo e garantir uma condição adequada para os tecidos envolvidos. Ainda, configuram-se como objetivos subsidiários a ampliação e modelagem dos canais radiculares por meio de instrumentos endodônticos associados a irrigação com soluções químicas auxiliares (GONÇAL-

VES *et al.*, 2016 e DO CARMO *et al.*, 2017)

A ação mecânica dos instrumentos endodônticos não é suficiente para realizar a desinfecção do sistema de canais radiculares. É necessária também a utilização de soluções químicas indispensáveis durante a terapêutica por atuarem em áreas inalcançáveis aos instrumentos endodônticos (SIQUEIRA *et al.*, 2002).

O preparo químico-mecânico, com a associação da ação mecânica dos instrumentos endodônticos ao emprego das soluções irrigadoras, visa a limpeza e a desinfecção dos canais radiculares. Entretanto, em muitos casos, a flora microbiana não é completamente erradicada do interior dos canais infectados (MOLANDER *et al.*, 1998; NAIR *et al.*, 1990).

Esta flora microbiana pode se alojar nas diversas regiões do sistema de canais radiculares, incluindo a luz do canal, paredes, ramificações, túbulos dentinários, istmos e irregularidades presentes no elemento dentário. Para a realização de um tratamento endodôntico de excelência, é de fundamental importância saber que com este alto índice da persistência microbiana no canal radicular e as falhas relacionadas ao desempenho do preparo químico-mecânico, faz-se necessário a utilização da medicação intracanal para combater as bactérias locais (SIQUEIRA *et al.*, 2002).

Lopes *et al.* (2010) demonstram que 40% a 60% dos micro-organismos são resistentes ao preparo químico-mecânico, independente da solução irrigadora usada. Por conseguinte, ocorre a necessidade de utilizar a medicação intracanal para que ocorra a máxima redução de microrganismos.

Os medicamentos intracanaís são agentes antibacterianos que buscam tornar-se inerte os micro-organismos presentes no canal, dissolver tecidos, atuar como uma barreira física e controlar exsudato persistente. O uso da mesma, após o preparo biomecânico, tem sido uma alternativa na tentativa de se eliminar o máximo de bactérias remanescentes possível (KAWASHIMA *et al.*, 2009)

Amaral *et al.* (2010) apontam que, assim como o preparo químico-mecânico, em alguns casos, a medicação intracanal pode não apresenta eficácia suficiente para eliminação dos micro-organismos presentes no canal radicular. Diante disso, em busca da desinfecção eficaz, deve-se lançar mão de outros artifícios para conseguir tal objetivo.

Um desses artifícios é o uso da terapia fotodinâmica antimicrobiana (PDT) como alternativa para aumentar o poder de desinfecção, combatendo micro-organismos que se fazem presentes no interior dos canais radiculares que não são atingidos pelo preparo químico-mecânico e tão pouco pela medicação intracanal (MOHAMMADI *et al.*, 2017).

A terapia fotodinâmica (PDT), baseia-se na associação de um fotossensibilizador e de uma fonte de luz específica com comprimento de onda adequado, que com a presença de oxigênio e laser é ativada, gerando radicais livres que penetraram nos micro-organismo que estão presentes no interior do canal, promovendo assim, uma resposta favorável no combate dos mesmos. A PDT causara destruição tecidual sem causar danos aos tecidos adjacentes, dor ou resistência bacteriana (LACERDA *et al.*, 2014 e SCHAEFFER *et al.*, 2019).

Os lasers de baixa potência atuam beneficilmente, promovendo reparação tecidual, modulação da inflamação e analgesia. Podem também apresentar redução microbiana na faixa dos 99-100% quando utilizados em associação com agentes fotossensibilizadores e comprimentos de onda específicos (EDUARDO *et al.*, 2015)

Desse modo, a importância de se estudar acerca da terapia fotodinâmica consiste no bom resultado da mesma em algumas espécies colonizadoras resistentes, evitando assim o aumento no risco de reinfecções em canais com tratamento endodôntico e diminuição do desconforto ao paciente provocada pela terapia endodôntica.

OBJETIVOS

Objetivo Primário

O principal objetivo deste trabalho foi apontar a aplicabilidade da terapia fotodinâmica e como a utilização da mesma pode acarretar na diminuição dos micro-organismos existentes no canal durante o preparo químico-mecânico, sendo uma alternativa coadjuvante para aumentar o poder de desinfecção durante o tratamento endodôntico de dentes necrosados.

Objetivos Secundários

- Apontar a eficiência da terapia fotodinâmica para o combate dos micro-organismos no canal radicular.
- Relatar a diminuição bacteriana no uso da terapia associada ao medicamento.
- Descrever a forma de uso da PDT, as substâncias necessárias e o comprimento de onda específico para melhor aplicabilidade no combate aos micro-organismos.

REVISÃO DE LITERATURA

A metodologia utilizada foi uma revisão integrativa através de livros, dissertações, teses e artigos científicos. Para tal, foi realizado um levantamento bibliográfico referente ao uso da terapia fotodinâmica, consultando as bases de dados PUBMED, LILACS e SCIELO com publicações até 2021. As palavras chave utilizadas para pesquisa foram: “photodynamic disinfection” ou “photodynamic therapy” ou “photodynamic disinfection endodontic” e “PDT”.

De acordo com Semaan *et al.* (2009), a endodontia é a especialidade da odontologia que cuida da prevenção, diagnóstico e tratamento das afecções que acometem a polpa dental, a cavidade endodôntica e os tecidos periodontais adjacentes. Levando em consideração o principal fato que os canais radiculares apresentarem, na maioria dos casos, anatomia complexa, como curvaturas, atrésias, ramificações e calcificações devem-se então realizar uma desinfecção adequada para obter-se um bom prognóstico do tratamento.

De Martin *et al.* (2018) afirmam que, realizando um adequado tratamento endodôntico, possibilitamos a permanência do elemento dentário na cavidade bucal, mesmo que for sem vitalidade, para que assim, continue exercer as funções da fisiologia bucal, sem se tornar um agente propiciador de doenças aos tecidos perirradiculares. Os autores, também, relatam que com a intenção de se alcançar o então sucesso endodôntico esperado do tratamento, é necessária uma complexa remoção de restos orgânicos pulpares e possíveis micro-organismos instalados dentro dos canais radiculares.

Cesario *et al.* (2018) declaram que a desinfecção dos canais radiculares consiste na etapa que complementa a parte mecânica do preparo e modelagem do sistema de canais radiculares (SCR), visto que permite a limpeza também das áreas não tocadas pelos instrumentos. Podendo

até utilizar substâncias auxiliares ao preparo químico-mecânico como a medicação intracanal em casos de persistência de infecção, dor e exsudação, impedindo assim, a proliferação de micro-organismos, logo, a indução ao reparo tecidual e a neutralização das toxinas presentes.

Para minimizar a possibilidade de reinfecção dos sistemas de canais radiculares, deve-se utilizar medicações intracanaís que possam impedir o crescimento bacteriano. Além disso, pode-se ainda usar as medicações como curativos entre sessões para desfavorecer o crescimento bacteriano, promover reparo tecidual e diminuir a possibilidade de dor (SILVEIRA *et al.*, 2007).

Com o passar das décadas, houve uma grande mudança nos conceitos de instrumentação e as substâncias empregadas entre as sessões do tratamento endodôntico, ocorrendo então, uma limitação da mesma. Contudo, há situações esporádicas e rotineiras que se faz indicado o uso da medicação intracanal como no uso dos curativos que deve então permanecer em atividade por um período de tempo até a próxima consulta, assumindo um papel importante na clínica endodôntica (SILVEIRA *et al.*, 2007).

Em tratamentos que necessitam de mais de uma sessão, a escolha da medicação intracanal é um fator decisivo a fim de aumentar a taxa de sucesso do tratamento endodôntico (SANTOS *et al.*, 2015). Para selecionar a medicação intracanal, podemos levar em conta três aspectos importantes: O potencial antimicrobiano, a histocompatibilidade e a capacidade de estimular os tecidos do hospedeiro, favorecendo o reparo tecidual.

Ademais, a medicação intracanal deve possuir amplo espectro de atuação para que ocorra a eliminação das bactérias presentes no sistema de canais radiculares, na prevenção da proliferação bacteriana entre as consultas e atuar como uma barreira físico-química com finalidade de evitar reinfecção e distribuição de substâncias para as bactérias (HAMIDI *et al.*, 2012)

As pastas contendo hidróxido de cálcio são bastante utilizadas como medicação intracanal, a fim de diminuir a permanência de micro-organismos existentes no SCR, viabilizando assim a desinfecção. Essa pasta possui atividade antibacteriana, capacidade de dissolução de tecidos, inibição da reabsorção dentária e indução de reparo pela formação de tecido duro. No entanto, sua capacidade antibacteriana é limitada (LOPES *et al.*, 2010).

Entretanto alguns micro-organismos podem ser resistentes as pastas de hidróxido de cálcio Exemplo disso é o *Enterococcus faecalis* que apresenta resistência em sua remoção pelos meios químicos e mecânicos, podendo inclusive resistir à medicação intracanal e as soluções irrigadoras (ARNEIRO *et al.*, 2014).

Lacerda *et al.* (2014) verificam que 30% a 50% dos insucessos da terapia endodôntica convencional estão relacionados às infecções residuais e persistentes, as quais necessitam de estratégias suplementares para realizar a desinfecção e que a radiação de *lasers* de baixa intensidade tem sido uma proposta terapêutica a ser associada ao preparo químico mecânico em casos de infecção, considerando a possibilidade de aumentar a eficácia do tratamento

endodôntico por meio de sua ação bactericida.

Amaral *et al.* (2010) despontam a terapia fotodinâmica como uma “arma” coadjuvante ao tratamento endodôntico, sendo de fácil e rápida aplicação clínica, e não desenvolvendo resistência microbiana, sendo indicado para múltiplas ou únicas sessões.

A terapia fotodinâmica, também conhecida como PDT, acrônimo de *photodynamic therapy*, de acordo com Machado (2000), surge como uma promissora terapia antimicrobiana, envolvendo a utilização de um fotossensibilizador (FS) (corante), que é ativado pela luz de um específico comprimento de onda na presença de oxigênio. A transferência de energia do fotossensibilizador ativado para o oxigênio disponível resulta na formação de espécies tóxicas de oxigênio, conhecida como oxigênio singleto e radicais livres. Estes são espécimes químicos altamente reativos que danificam proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos e outros componentes celulares microbianos. Para que haja o sucesso da terapia, é importante que a fonte de luz seja absorvida pelo corante para que a mesma seja efetiva na inviabilização de células. A maioria das bactérias bucais não absorvem a luz visível de lasers que operam em baixa potência, com exceção de alguns micro-organismos Gram-positivos, tais como: *Actinomyces odontolyticus* e *Porphyromonas gingivalis*, que sintetizam porfirinas endógenas. A utilização de um agente de absorção óptica não tóxica que se fixe à parede celular bacteriana atraindo para si a luz laser é necessária para que ocorra a ação antimicrobiana sobre as bactérias bucais que estão presentes.

Ainda conforme Machado (2000), a reação ocorre primariamente da excitação eletrônica do corante pela luz, seguida de dois mecanismos principais de reação. Na reação do tipo 1, ocorre transferência de elétron entre o fotossensibilizador, gerando íons-radicaís, que tendem a reagir com o oxigênio no estado fundamental, resultando em produtos oxidados, como peróxido de hidrogênio, íons hidroxila, radicais hidroxila e ânion superóxido, que são tóxicos aos micro-organismos que se fazem presentes no SCR. Na reação do tipo 2 ocorre a transferência de energia do fotossensibilizador no estado tripleto, com a geração de oxigênio singleto, um agente altamente citotóxico formando em moléculas, reações redox ou oxigênio singleto que dependerá da taxa de decaimento de ambos os estados, tripleto e singleto. Na terapia fotodinâmica, há uma dificuldade para diferenciar os dois tipos de mecanismos, mas de modo geral, eles devem causar danos as células, que por sua vez, dependera da tensão do oxigênio e da concentração do fotossensibilizador.

A morte celular é outra vantagem da PDT, e a sua interação com o oxigênio altamente reativo com as moléculas orgânicas. Como não são específicas, qualquer molécula dentro da célula se torna alvo em potencial. Assim, a multiplicação das moléculas se torna difícil, evitando a resistência bacteriana. Além disso, o procedimento pode ser feito inúmeras vezes por não se obter efeitos acumulativos e invasivos (ALFENAS *et al.*, 2011)

Vale mencionar que a terapia fotodinâmica deve ser realizada baseada na tríade: fonte de luz, fotossensibi-

lizador e oxigênio. Os *lasers* são a fonte de luz mais utilizadas na PDT, pois permitem a ocorrência de interação fotobiológica, por apresentarem um comprimento de onda específico, facilitando assim, a escolha do fotossensibilizador, bem como a profundidade de penetração de luz no tecido. Para a irradiação de tecidos biológicos, preconiza-se a utilização de comprimento de onda entre 660nm (vermelho) a 1000nm (infravermelho). Dentre os *lasers*, o mais utilizado para PDT é o *laser* de diodo que emite luz no comprimento de onda entre 630-690nm (vermelho), apresentando maior penetração de fótons no tecido biológico. Para produzir efeito antimicrobiano, os fotossensibilizadores devem apresentar picos de absorção próximos ao comprimento de onda da luz utilizada e não devem apresentar toxicidade ao hospedeiro. Atualmente, vários fotossensibilizantes estão sendo empregados nos estudos da PDT, dentre os quais, destacam-se os fotossensibilizadores classe fenotiazinas, como azul de metileno, azul de toluidina, clorinas, e forfirina que absorvem luz de comprimento de onda entre 550 e 700nm. Existem diversas concentrações utilizados para os fotossensibilizadores, e a mais utilizada é de 6 µg/ml, pois nessa concentração o corante não causa manchamento da coroa. Os resultados da terapia são promissores ao preparo químico-mecânico durante o tratamento endodôntico, utilizando a mesma com ou sem a medicação intracanal, vem contribuindo de forma efetiva para melhor descontaminação dos sistemas de canais radiculares, elevando assim, a taxa de sucesso da terapia endodôntica (LACERDA *et al.*, 2014).

Os estudos de Wilson *et al.* (2008) afirmam que o fotossensibilizador é um substância química sensível à luz. E seu uso em tecidos infectados proporcionam uma absorção adequada das células bacterianas, ocasionando a destruição de tecidos infectados.

Para adquirir o efeito Terapia Fotodinâmica, o fotossensibilizador deve possuir baixa citotoxicidade, alta estabilidade e afinidade, simplicidade na formulação, reprodutividade, fotossensibilidade de curta duração e penetração em células bacterianas em vez de tecidos saudáveis (ARAÚJO *et al.*, 2013; TRINDADE *et al.*, 2015).

Outra característica primordial para que haja uma resposta satisfatória da PDT é o comprimento de onda da fotoativação do agente fotossensibilizador. Quanto obter-se mais próximo do comprimento de onda da luz em relação ao fotossensibilizador, melhor será a efetividade da terapia (ARAÚJO *et al.*, 2013).

Na Endodontia, o período de pré-irradiação pode variar entre dois a cinco minutos, sendo importante ressaltar que o fotossensibilizador deve ser aplicado de maneira local ou próximo à célula-alvo, para que não ocorra formação de espécies tóxicas fora da região desejada (ARAÚJO *et al.*, 2013).

Poly *et al.* (2010) avaliaram a capacidade antimicrobiana do uso do laser como coadjuvante ou isoladamente contra *E. faecalis*. Os autores relatam que o uso dos lasers promove efeito bactericida, porém a PDT reduz um maior número de micro-organismos, tendo contradições se associado a irrigação com hipoclorito de sódio (NaOCl)

favorece ou não a erradicação dos micro-organismos.

Arneiro *et al.* (2014), após avaliarem o desempenho da terapia fotodinâmica em 13 estudos sobre a redução de *E. faecalis*, concluíram que a PDT apresenta um efeito superior quando associada ao uso de hipoclorito de sódio. Por outro lado, vem sendo testados diferentes protocolos quanto à intensidade da luz, os níveis de concentrações dos fotossensibilizadores e métodos de ativação (SCHAEFFER *et al.*, 2019).

No estudo de Asnaashari *et al.* (2016) verificou-se o uso do laser diodo e lâmpada LED com intuito de observar a atividade microbiana e qual dos dois obtiveram maior eficácia. O LED alcançou maior eficácia comparado ao laser diodo na redução de micro-organismos como *E. faecalis*.

Como fonte de ativação da terapia fotodinâmica pode-se usar os LEDs pois apresentam baixo componente térmico, mecanismo espontâneo de radiação com baixa energia e largo espectro de onda. O uso de fibra ótica intracanal tem sido bastante estudado e explorado como uma forma de aumentar a eficácia da PDT por aumenta a interação da luz com o fotossensibilizador (EDUARDO *et al.*, 2015).

No estudo de Samiei *et al.* (2016), foi realizada a comparação entre a Terapia fotodinâmica, a clorexidina 2% e o hipoclorito de sódio a 2,5% em canais infectados pelo *E. faecalis*. Os resultados demonstraram que os três agentes antimicrobianos diminuem a contagem de micro-organismos, mas não foi obtido diferença nos resultados da clorexidina a 2% e a terapia fotodinâmica. No entanto, eficácia do NaOCl foi superior quando comparada aos outros agentes.

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a substância irrigadora preferida. No entanto, há estudos que mostram problemas após sua aplicação no elemento dentário. No estudo de Garcez *et al.*, (2008), em 64 dentes unirradiculares foi demonstrada a eficácia antimicrobiana da terapia fotodinâmica comparada ao uso de hipoclorito de sódio à 2,5%. A aplicação da PDT reduziu 91,3% da carga bacteriana, enquanto que o NaOCl reduziu apenas 80,9%.

Segundo o estudo de Oliveira *et al.* (2021), ao utilizar o fotossensibilizador azul de metileno (AM) ou azul de toluidina (AT), associados a um laser de comprimento de onda por volta de 630nm, revelam que ambos obtiveram bom desempenho na desinfecção do SCR, entretanto, o azul de toluidina apresentou melhor efeito bactericida que o azul de metileno.

Bordea *et al.* (2020) defendem que o uso da PDT com laser e comprimento de onda específico em canais infectados, e o emprego da associação de soluções irrigadores e antimicrobianas forneceu resultado satisfatório na erradicação de micro-organismos, podendo ser considerado uma alternativa aos métodos de desinfecção.

Zorita-García *et al.* (2019) realizaram um estudo *in vitro* com amostras de 42 dentes unirradiculares de pacientes com periodontite apical crônica durante três etapas de tratamento, imediatamente após o acesso ao canal radicular, foi realizada a instrumentação químico-mecânica,

utilizando hipoclorito a 5,25% e EDTA a 17%. Realizando em seguida a terapia fotodinâmica (0,5 ml de fotossensibilizador, pré-irradiação de 2 min, irradiado por LED de comprimento de onda de 630nm e intensidade de 2.000 MW, aplicada por dois ciclos de 30 segundos). Foi observada uma redução bacteriana de 71,39% na amostra sem a utilização da PDT e 96,86% na amostra utilizando a PDT, observando então uma diferença significativa.

Com o considerável poder bactericida do laser, o emprego do mesmo se torna alternativa para inúmeros tratamentos. Entretanto, resultados desfavoráveis podem ocorrer devido à utilização de baixas ou altas doses, erro de diagnóstico, número insuficiente de sessões ou a falta de padronização da frequência de aplicações. Com o objetivo de desinfecção completa, a utilização do laser de alta potência apresenta excelentes resultados na eliminação bacteriana por aumento de temperatura e desnaturação proteica. No entanto, danos aos tecidos dentários e tecidos adjacentes podem ser observados futuramente (SIQUEIRA *et al.*, 2015).

DISCUSSÃO

A terapêutica endodôntica consiste na limpeza e na modelagem do sistema de canais radiculares. Para realização do tratamento e obter sucesso é necessário realizar um preparo químico-mecânico adequado (SIQUEIRA *et al.*, 2002). Lacerda *et al.* (2014) e Lopes e Siqueira (2010) verificam que 30% a 50% dos insucessos da terapia endodôntica convencional estão relacionados às infecções residuais e persistentes, as quais necessitam de estratégias suplementares para realizar uma desinfecção adequada. Sabe-se ainda que o *Enterococcus faecalis* está associada com muitos casos de insucessos endodônticos (NAIR *et al.*, 1990). Sendo assim, há uma busca por novos métodos que possibilitem uma melhor desinfecção do sistema de canais radiculares e com isso, uma diminuição nas taxas de insucessos.

Amaral *et al.* (2010) menciona em seu estudo que em muitos casos a preparação química-mecânica associada a medicação intracanal podem não apresentar eficácia suficiente, necessitando assim, uma alternativa para desinfecção dos SCR. Alguns autores apontam a necessidade de usar a medicação intracanal como minimizador de infecções no SCR por possuir amplo espectro de desinfecção (SILVEIRA *et al.*, 2007; HAMIDI *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2015 e CESARIO *et al.*, 2018). Em contrapartida, Arneiro *et al.* (2014) aborda em seu estudo sobre hidróxido de cálcio que há micro-organismos resistentes a medicação intracanal, necessitando uma nova alternativa como a PDT para a desinfecção do canal radicular.

Trindade *et al.* (2015) concluíram que a combinação da terapia fotodinâmica (PDT) com a terapia convencional apresentaram resultados maiores que somente a utilização do preparo biomecânico. Quando associados, houve 96,7% a 98,5% de redução microbiana. A terapia convencional apresentou resultados entre 87,7% e 91%.

Concluindo que, a terapia fotodinâmica tem enorme poder bactericida associada ao preparo biomecânico.

Já no estudo de Zorita-Garcia *et al.* (2019) a redução microbiana das amostras quando utilizada a PDT foi superior à das amostras que não utilizaram, tendo aumento de eficácia superior a 25,47%, observando assim, um aumento significativo.

Nos estudos de Bordea *et al.* (2020) foi constatado que o fotossensibilizador nem o laser são capazes de produzir redução bacteriana significativa. Sendo canais infectados ainda inalcançáveis, o emprego de ambas associadas ocorre uma desinfecção satisfatória.

A PDT é conhecida por ser uma terapia coadjuvante no tratamento endodôntico com objetivo de eliminar micro-organismos presentes no interior do canal radicular (GARCEZ *et al.*, 2008). Para a utilização correta da PDT consiste exclusivamente de uma correta escolha do agente fotossensibilizador e de uma fonte de luz adequada. Propriedades como a natureza do fotossensibilizador, a concentração em que será administrada do mesmo, a duração da irradiação, o tipo da fonte luz utilizada, o comprimento de onda, a quantidade de energia irradiada, a potência e o modo de entrega da luz são importantes para um bom desempenho (LACERDA *et al.*, 2014 e ALFENAS *et al.*, 2014). Mesmo sabendo a necessidade da utilização adequada dessas propriedades, não há um protocolo fixo para realizar o tratamento, sendo utilizado a interação compatível dos agentes para atingir-se o efeito desejado (TRINDADE *et al.*, 2015)

Nas inúmeras comparações da terapia fotodinâmica e agentes irrigadores com intuito de reduzir os micro-organismos que se fazem presentes no SCR, foi observado que *Enterococcus faecalis* faz-se presente na maioria de casos de retratamento e infecções sendo resistente a desinfecção. Ao utilizar a PDT pode-se ter uma resposta positiva sobre a eliminação do mesmo. No estudo de Arneiro *et al.* (2014) na comparação de agentes irrigantes e a PDT, o NaOCl mostrou-se mais eficaz. Porém, quando ambos foram associados, obtiveram mais resultados que quando empregados separadamente. Já no estudo de Poly *et al.* (2010) houve contradições se a associação do NaOCl favoreceu ou não a desinfecção do canal.

Ademais, pode-se constatar também com base no estudo de Samiei *et al.* (2016) e no de Zorita-Garcia *et al.* (2019), quando a PDT foi empregada associada a clorexidina 2% e ao NaOCl, a eficácia do NaOCl foi também maior. Ou seja, a terapia fotodinâmica tem um enorme poder bactericida quando utilizada em conjunto com os agentes irrigadores.

Em relação ao uso de fotossensibilizadores (o azul de metileno e azul de toluidina), foi testado diferentes combinações e inúmeros resultados. O resultado vai depender também dos protocolos de irradiação e variação da concentração de fotossensibilizadores, tempo de irradiação e potências de luz. Atualmente, as fontes de irradiação mais utilizadas são os lasers de baixa potência, que oferecem radiação na dose adequada e no comprimento de onda apropriado para cada fotossensibilizador. Segundo os es-

tudos Araujo *et al.* (2013), Trindade *et al.* (2015) e Schaeffer *et al.* (2019), os lasers de diodo permanecem os mais utilizados. Para a irradiação de tecidos biológicos, preconiza-se a utilização de comprimento de onda entre 660nm (vermelho) a 1000nm (infravermelho). Já no estudo de Asnaashari *et al.* (2016) quando ocorre a comparação do uso do laser diodo e o LED, concluiu-se que o LED foi mais eficaz na redução de micro-organismos resistentes, como *E. faecalis*.

Segundo Oliveira *et al.* (2021), o azul de metileno (AM) e azul de toluidina (AT), apresentaram boa eficiência, porém, o azul de toluidina apresentou melhor efeito bactericida que o azul de metileno.

O principal benefício da Terapia está em não desenvolver resistência antimicrobiana, por sua ação não seletiva e por não trazer dor ao paciente. Sendo também possível realizar mais de uma sessão se necessário (ALFENAS *et al.* 2011).

CONCLUSÃO

A partir dos estudos propostos presentes nesta revisão de literatura, constatou-se que a terapia fotodinâmica tem sido uma promissora terapia coadjuvante ao preparo químico-mecânico quando associada a um agente irrigante, contribuindo assim, para melhor desinfecção dos canais radiculares e consequentemente, elevando a taxa de sucesso da terapia endodôntica, evitando assim, retratamentos futuros.

A solução irrigadora ideal para utilização na PDT deve ter baixa toxicidade e capacidade de dissolução de matéria orgânica. Uma vez que a solução irrigadora escolhida não abrange as características mencionadas acima, não deverá ser utilizada por não auxiliar no processo de desinfecção em conjunto com o laser.

A escolha do fotossensibilizador adequado é importante, e em inúmeros estudos apontam que o azul de toluidina tem um desempenho melhor sob o azul de metileno em um comprimento de onda entre 600-660 nm necessário para que haja a liberação do oxigênio singleto capaz de matar as bactérias.

Entretanto, não foi estabelecido um protocolo fixo para utilização da mesma, necessitando de mais pesquisas científicas e de avanços devido à sua grande variabilidade dos resultados obtidos durante os estudos atuais. Esses que são a maioria estudos feitos em amostras *in vitro*, e não *in vivo*. Por isso, mais estudos devem ser realizados para obter-se melhores parâmetros dos protocolos e ter resultados satisfatórios para uma aplicação clínica segura e cada vez mais eficaz.

REFERENCIAS

1. ALFENAS, C.F. *et al.* Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares. **Revista Brasileira Odontologia**, Rio de

- Janeiro, v. 68, n. 1, p. 68-71, 2011.
2. AMARAL, R.R. *et al.* Terapia fotodinâmica na endodontia - revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia**, UPF. v.15, n.2, p. 207-211, 2010.
 3. ARAUJO, S.G, *et al.* Photodynamic therapy in Endodontics: Use of a supporting strategy to deal with endodontic infection. **Dental Press Endodontics**, v.3, n.2, p.52-57, 2013.
 4. ARNEIRO, R.A.S. *et al.* Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. **Journal of Oral Science**, v.56, n. 4, p.277-285, 2014.
 5. ASNAASHARI, M. *et al.* Compararison of the antibacterial effect of 810nm diode laser and photodynamic therapy in reducing the microbial flora of root canal in endodontic retreatment in patients with periradicular lesions. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 7, n. 2, p. 99-104, 2016.
 6. BORDEA, I. R. *et al.* Evaluation of the outcome of various laser therapy applications in root canal disinfection: A systematic review. **Photodiagnosis Photodynamic Therapy**, v.29, n.1, p. 3-11, 2020.
 7. CESARIO, F. *et al.* Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial groove. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 21, n. 4, p. 383-387, 2018.
 8. DE MARTIN, D. S. *et al.* Diagnosis of mesiodistal vertical root fractures in teeth with metal posts: influence of applying filters in cone-beam computed tomography images at different resolutions. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 3, p. 470-474, 2018.
 9. DE OLIVEIRA, R. F. *et al.* Terapia fotodinâmica associada a laser no tratamento endodôntico. **Archives Of Health Investigation**, v. 10, n. 2, p. 236-240, 2021.
 - 10.
 11. DO CARMO, B. R. *et al.* **O uso do hipoclorito de sódio e clorexidina: Como solução irrigadora de canais radiculares.** 2017. 31F. Monografia (Graduação em Odontologia) - Faculdade de Macapá, 2017.
 12. EDUARDO, C. P. *et al.* A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas**, v.69, n.3, p. 226-235, 2015.
 13. GARCEZ, A. S. *et al.* Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 2, p. 138-142, 2008.
 14. GONÇALVES, L. F. L. **Soluções irrigadoras em Endodontia.** 2016. 41F. Dissertação (Mestrado em Medicina Dentária) – Faculdade de ciências da saúde, UFP, Porto, 2016
 15. HAMIDI, M.R. *et al.* Antimicrobial effects of calcium hydroxide and chlorhexidine medicaments on the apical seal. **Iranian Endodontic Journal**. [S.L], v. 1, n.7, p. 15-19, 2012.
 16. KAWASHIMA, N. *et al.* Root canal medicaments.

- INTERNATIONAL DENTAL JOURNAL**, V. 59, N. 1, P. 5-11, 2009.
17. LACERDA, M.F.L.S. *et al.* Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico - revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia**, Passo Fundo, v. 19, n. 1, p. 115-120, 2014.
 18. LEONARDO, M.R. *et al.* Endodontia: Tratamento de canais radiculares. 2^a ed. São Paulo: **Panamericana**, p. 535-545, 1998.
 19. LOPES, H. P. *et al.* Endodontia: Biologia e técnica. 3.^a ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, p. 707-725, 2010.
 20. LUCKMANN, G. *et al.* Etiologia dos insucessos dos tratamentos endodônticos. **Vivências**. v. 9, n.16: p. 133-139, 2013.
 21. MACHADO, A. E. H. Terapia fotodinâmica: princípios, potencial de aplicação e perspectivas. **Química**, v. 23, n. 2, p. 237-243, 2000.
 22. MOHAMMADI, Z. *et al.* Photodynamic therapy in endodontics. **Journal of CONTEMPORARY DENTAL PRACTICE**. v. 18, n. 8, p. 534-538, 2017.
 23. MOLANDER, A. *et al.* Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. **International Endodontic Journal**, v. 31, n. 1, p. 1-7, 1998.
 24. NAIR, P. N. R. *et al.* Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy resistant periapical lesions: a long-term light and electron microscopic follow-up study. **Journal of Endodontics**, v. 16, n. 12, p. 580-588, 1990.
 25. NEELAKANTAN, P. *et al.*, Photoactivation of curcumin and sodium hypochlorite to enhance antibiofilm efficacy in root canal dentin. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v.12, n. 1, p. 108-114, 2015.
 26. PINHEIRO, S. L. *et al.* Antimicrobial Activity of Photodynamic Therapy Against Enterococcus faecalis Before and After Reciprocating Instrumentation in Permanent Molars. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 34, n. 12, p. 646-651, 2016.
 - 27.
 28. PLOTINO, G. N. M *et al.* Photodynamic therapy in endodontics, **International Endodontic Journal**, v. 52, n. 6, p. 760-774, 2019.
 29. POLY, A. *et al.* Efeito antibacteriano dos lasers e terapia fotodinâmica contra Enterococcus faecalis no sistema de canais radiculares. **Revista Odontológica-UNESP**, v.39, n. 4, p. 233-239, 2010.
 30. SAMIEI, M. *et al.* The Antibacterial Efficacy of Photo-Activated Disinfection, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Infected Root Canals: An in Vitro Study. **Iran Endodontic Journal**. v. 11, n.3, p. 179-183, 2016.
 31. SANTOS, M.M. *et al.* A importância da presença de Helicobacter Pylori na cavidade oral. **Brazilian Journal of Periodontology**, v. 25, n. 3, p. 57-62, 2015.
 32. SCHAEFFER, B. *et al.* Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. **Journal of Oral Investigations**, v. 8, n. 1, p. 86-99, 2019.
 33. SEMAAN, F. S. *et al.* Endodontia mecanizada: a evolução dos sistemas rotatórios contínuos. **Revista Sul-Brasileira de Odontologia**, v. 6, n. 3, p. 297-309, 2009.
 34. SILVEIRA, C. L. de M. *et al.* Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana da associação de um corticosteroide à clorexidina gel a 2% contra Staphylococcus aureus, Porphyromonas gingivalis e Enterococcus faecalis. **Revista Científica da Universidade Federal de Alfenas**. n. 28. p. 1-20, 2007.
 35. SIQUEIRA, J. F. JR. *et al.* Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimes in reducing the bacterial population within root canals. **Journal of Endodontics**, v. 28, n.3, p. 181-184, 2002.
 36. SIQUEIRA, J. F. JR. *et al.* Antifungal effects of endodontic medicaments. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 3, p.112-114, 2001.
 37. SIQUEIRA, M. B. L. D. *et al.* A terapia com laser em especialidades odontológicas. **Revista Cubana de Estomatologia**, v.59, n. 2, p.143-149, 2015.
 38. TRINDADE, A.C. *et al.* Photodynamic Therapy in Endodontics: A literatura review. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 33, n.3, p.175-182, 2015.
 39. WILSON, B. C. *et al.* The physics, biophysics and technology of photodynamic therapy. **Physics in Medicine and Biology**, v. 53, n. 9, p. 61-109, 2008.
 40. ZORITA-GARCÍA, M. *et al.* Photodynamic therapy in endodontic root canal treatment significantly increases bacterial clearance, preventing apical periodontitis, **Quintessence international**, v. 50, n. 10, p. 782-789, 2019.