

EMPREGO DA TERAPIA FOTODINÂMICA NO COMBATE ÀS INFECÇÕES ENDODÔNTICAS

Bruna Crispim da Silva¹
Ana Clara Sérgio Moreira²
Martha Vasconcellos Amarante³

RESUMO: Atualmente, o tratamento endodôntico tem alcançado significativo sucesso clínico na prática diária. Contudo, as taxas de insucesso que dependem do retratamento continuam latente e grande parte devido à presença de microrganismos colonizando túbulos dentinários, canais acessórios, istmos e deltas apicais. A presença desses microrganismos demonstra a dificuldade das substâncias irrigadoras e das medicações intracanal em promoverem a desinfecção total, uma vez que as bactérias não a capacidade de penetrar a dentina em profundidades maiores que 1000nm, enquanto a penetração de agentes irrigantes químicos chega somente a 130nm. Alguns casos de retratamento também estão intimamente ligados à resistência bacteriana, devido a colonização do canal pelo *Enterococcus faecalis*, junto com outras espécies de microrganismos como a *Candida albicans*. Essas espécies têm se mostrado resistentes a vários antimicrobianos empregados convencionalmente no tratamento endodôntico, como o hidróxido de cálcio, o paramonoclorofenol, a clorexidina e o hipoclorito de sódio. Mediante ao exposto, a terapia fotodinâmica ou PDT, apresenta-se como uma alternativa bem interessante no que diz respeito à desinfecção e surge como coadjuvante ao tratamento tradicional, auxiliando no combate das infecções endodônticas. O objetivo desse trabalho é investigar, através de uma revisão de literatura, as indicações e os benefícios da terapia fotodinâmica na Endodontia, assim como seus protocolos de utilização.

Palavras-chave: Laser de baixa potência. PDT. Desinfecção. Endodontia.

ABSTRACT: Currently, endodontic treatment has achieved significant success in daily practice. However, the failure rates that depend on retreatment remain latent and large due to the presence of microorganisms colonizing dentinal tubules, accessory canals, isthmuses and apical deltas. The presence of these microorganisms shows the difficulties for irrigating substances and intracanal medications to promote total disinfection, since the bacteria can penetrate at depths greater than 1000nm, while chemical irrigants penetrate only up to 130nm. Some cases of retreatment are also closely linked to bacterial resistance, due to the colonization of the canal by *Enterococcus faecalis*, besides with other species of microorganisms such as *Candida albicans*. These species are resistant to several antimicrobials use conventionally in endodontic treatment, such as calcium hydroxide, paramonochlorophenol, chlorhexidine and sodium hypochlorite. Based on the above, photodynamic therapy or PDT presents itself as a very interesting alternative regarding disinfection and appears as an adjunct to treatment, helping to combat endodontic infections. The objective of this work is to investigate, from a literature review, the indications and benefits of the photodynamic therapy in Endodontics, as well as usage protocols.

Keywords: Low power laser. PDT. Disinfection. Endodontics.

¹Graduada em odontologia pela Universidade Salgado de Oliveira Pós-graduanda em endodontia pela Faculdade São Leopoldo Mandic.

²Graduada em odontologia pela Universidade Salgado de Oliveira Pós-graduanda em dentística e prótese pela Instituto Orthodontic IOI.

³ Especialista em endodontia – ABE-RJ Mestre em Ciência dos materiais – PUC-Rio Professora de Endodontia da faculdade de Odontologia Universidade Salgado de Oliveira – UNIVERSO – Niterói.

INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como principal concepção a erradicação de microrganismos colonizadores decorrentes da infecção instalada no sistema de canais radiculares, após a necrose da polpa.

Entretanto, microrganismos localizados em irregularidades e áreas não tocadas das paredes do canal, em canais laterais, em ramificações apicais, em istmos, em túbulos dentinários e na lesão perirradicular, podem sobreviver aos procedimentos intracanaís e serem os responsáveis pelo fracasso do tratamento endodôntico (LOPES & SIQUEIRA, 2015). Muitas vezes, o protocolo de desinfecção tradicional, que consiste no preparo biomecânico com o uso de limas e instrumentos rotatórios associados à limpeza química por meio da irrigação dos canais radiculares com substâncias antimicrobianas, não é suficiente para o completo saneamento radicular. Tal situação pode estar, frequentemente, associada às complexidades anatômicas dos condutos radiculares e às espécies bacterianas resistentes às técnicas de instrumentação.

Dessa forma, nas últimas décadas, a Endodontia foi impelida a realizar avanços técnico-científicos para a obtenção de um meio que ofertasse significativa desinfecção dos condutos radiculares associado aos métodos convencionais, potencializando o processo de eliminação microbiana.

A primeira aplicação do laser na Medicina é atribuída a Tappeiner & Jesionek, em (1903), que utilizaram a aplicação tópica do corante eosina e exposição à luz para tratamento de câncer cutâneo, apresentando ótimos resultados devido sua ação citotóxica direcionada, sem lesionar tecidos adjacentes (WEICHMAN & JHONSON parte II, 1971 apud PIAZZA E VIVAN, 2017). E com base no seu método e nos resultados, esta tecnologia passou a ser utilizada também na Odontologia.

Atualmente, a terapia fotodinâmica ou PDT, do inglês *photodynamic therapy*, vem sendo utilizada em diversas áreas da saúde, e parece ter um papel promissor na melhoria da desinfecção dos canais radiculares (ZORITA-GARCIA *et al.*, 2019).

O objetivo desse trabalho foi investigar, através de uma revisão de literatura, as indicações e os benefícios da terapia fotodinâmica na Endodontia, assim como seus protocolos de utilização.

REVISÃO DE LITERATURA

O tratamento endodôntico convencional

Segundo Garcez *et al.* (2016), um dos objetivos fundamentais do tratamento endodôntico, tanto convencional, cirúrgico ou retratamento, é a eliminação dos microrganismos presente no sistema de canais radiculares.

Evidências científicas indicam que o fracasso da terapia endodôntica nos casos de canais tratados adequadamente está associado a fatores de ordem microbiana, caracterizando uma infecção intrarradicular e/ou extrarradicular, que não foi eliminada ou controlada pelos procedimentos intracanalais (LOPES E SIQUEIRA, 2015).

De acordo com Menezes *et al.* (2017), no entanto, a complexidade do sistema de canais radiculares contendo istmos, ramificações e túbulos dentinários, torna impossível a eliminação total dos microrganismos desta região.

Segundo Cieplik *et al.* (2018), apesar da efetividade das substâncias irrigadoras e da medicação intracanal, ainda há vários casos de insucesso do processo de limpeza e desinfecção dos canais radiculares, como por exemplo, a colonização por *Enterococcus faecalis*, junto com outros microrganismos como *Candida albicans*, que são consideradas espécies resistentes e persistentes nas infecções endodônticas, e que podem causar falhas em alguns tratamentos endodônticos. Além disso, demonstraram que as bactérias são capazes de invadir a dentina em profundidades maiores que 1000nm, enquanto a penetração de agentes irrigantes químicos chega somente a 130nm.

Dessa forma, a falha terapêutica associada a infecções endodônticas persistentes são passíveis de ocorrer, e esforços têm sido feitos para desenvolver

novas estratégias para eliminar esses microrganismos persistentes (MIRANDA, *et al.*, 2017).

Por conta das evoluções que vem sendo observadas na Endodontia, a terapia fotodinâmica surgiu como um meio complementar aos procedimentos intracanal convencionais (AMARAL, 2009; LIMA *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2019; SICUPIRA & ARAÚJO, 2012). Ela é utilizada com a associação de agentes fotossensibilizantes e laser de baixa potência, tendo o objetivo de intervir em microrganismos resistentes ao método endodôntico tradicional (ALFENAS, *et al.*, 2011; SOUZA, *et al.*, 2011; MANGANO, MARINHO, PROENÇA, & CALIL, *et al.*, 2012; SANTOS, *et al.*, 2017; CORREIA, *et al.*, 2018; SILVA, *et al.*, 2019; FIGUEIREDO JUNIOR, *et al.*, 2021; OLIVEIRA, *et al.*, 2021).

História progressa do laser

A palavra laser refere-se a uma sigla do inglês denominada “*light amplification by stimulated emission of radiation*”, que significa “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”. O primeiro laser surgiu em 1960, porém, somente a partir de 1966 os primeiros estudos e pesquisas sobre o seu efeito de fotobiomodulação foi comprovado. A partir desses estudos iniciais, foi identificado que o efeito do laser depende de como a energia é conduzida ao tecido e sua dosagem (LÍNS *et al.*, 2010).

O conceito PDT foi conhecido por mais de 100 anos, quando Oscar Raab em, 1900, publicou o primeiro artigo sobre efeitos fotodinâmicos. A primeira aplicação na Medicina é atribuída a Tappeiner & Jesionek, em 1903, que utilizaram a aplicação tópica do corante eosina e exposição à luz para tratamento de câncer cutâneo. Em 1907, Von Tappeiner denominou este fenômeno de ação fotodinâmica. O uso do laser nas diversas especialidades da odontologia e sua ação nos tecidos da cavidade bucal também foi estudado (ARNEIRO *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014). Na Endodontia, o uso do laser iniciou em 1971 por Weichman & Jhonson, os quais utilizaram o laser de CO₂ no selamento de canais radiculares. Suas análises e avaliações foram publicadas em dois artigos intitulados: *Laser use in Endodontics: A preliminary investigation (parte I)* e *Laser use in Endodontics: A preliminary investigation (parte II)* (PIAZZA E VIVAN, 2017).

227

Segundo Simões *et al.* (2018), existem diferentes fontes de luz que podem ser utilizadas em PDT endodôntica, como o *Light Emitting Diode (LED)*, que pode ser usado como fonte de ativação em PDT, apresentando um baixo componente térmico e luz monocromática, porém, com banda estreita de comprimento de onda, ou o *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Laser)*, que emite um espectro vermelho em baixa intensidade e, por ser bem absorvido pelos tecidos biológicos, é os mais utilizados hoje em dia, como o exemplo mostrado na figura 1.



Figura 1: Equipamento Laser Duo Portátil com dois comprimentos de onda (laser vermelho e infravermelho), indicado para aplicações de Laserterapia em diferentes especialidades da Odontologia. Fonte: <https://www.dentalcremer.com.br/>

Desde então, as pesquisas nesta área buscam novos fotossensibilizantes e novas fontes de luz. Das possibilidades terapêuticas empregando-se a terapia fotodinâmica, a utilização sobre eliminação microbiana é uma das mais discutidas atualmente.

Fotossensibilizadores

Os fotossensibilizadores são moléculas capazes de interagir com a luz de modo a gerar espécies altamente reativas de oxigênio como o oxigênio singleto e outras formas de radicais. Devem possuir uma banda de absorção ressonante com o comprimento de onda da fonte de luz a ser utilizada, possuir estabilidade biológica, eficiência fotoquímica, seletividade pela célula-alvo e mínimo efeito tóxico às células normais (WAINWRIGHT, *et al.*, 1997).

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 (AMARAL, *et al.*, 2010).

Há muitos anos, os corantes fenotiazínicos, azul de metileno e azul de toluidina, são usados em medicina devido ao seu estabelecimento como corante biológico que ocorreu no final do século XIX. As fenotiazinas são compostos heterocromáticos tricíclicos, onde os principais alvos desses fotoabsorvedores parecem ser componentes do DNA e da membrana celular, causando aumento de sua permeabilidade. O azul de metileno (AM) tem sido investigado em diversas modalidades terapêuticas, e é considerado seguro para a utilização em humanos (Figura 2) (AMARAL, *et al.*, 2010; GARCEZ *et al.*, 2016).



Figura 2. Forma comercial do azul de metileno para uso odontológico.
Fonte: <https://www.dentalcremer.com.br/>

A descoberta da ação fotodinâmica destes compostos ocorreu nos anos de 1920 e 1930 e levou a investigação de seu potencial, não somente para controle das infecções, como também para terapia oncológica. Em ambos os casos, a aplicação tópica tem sido recomendada, com a aplicação direta de fotossensibilizadores (FS) sobre a pele e as mucosas (GARCEZ, *et al.*, 2016).

Segundo Stájer *et al.* (2020) os agentes fotossensibilizadores (FS) são aplicados exatamente no local que requer tratamento, sendo que para que eles

façam efeito, requerem ativação por um comprimento de onda de luz bem definido, que iniciará o mecanismo necessário para erradicar o tecido insalubre.

De acordo com Oliveira *et al.* (2021) os fotossensibilizadores derivados de fenotiazinas têm sido vastamente utilizados, apesar de haver risco de manchamento dental. Os autores ainda citam que vários estudos apontam que os corantes azuis se destacam como sensibilizadores para uma determinada faixa de bactérias quando irradiados por lasers que emitem no espectro do vermelho visível, assim, pode-se afirmar que o azul de toluidina e o azul de metileno, associados a um laser de comprimento de onda por volta de 630nm, apresentam melhor resultado na eliminação de bactérias e fungos. Os mesmos foram testados para verificar qual deles teria a ação bactericida mais eficaz contra os diferentes tipos de bactérias Gram positivas e Gram negativas, e os resultados demonstraram que ambos foram eficientes usando laser de emissão vermelha.

Segundo Mirfasihi *et al.* (2020), pode-se observar, em estudos realizados, que a PDT teve resultados satisfatórios utilizando como fotossensibilizador o azul de metileno e a quitosana, e os dois quando utilizados em associação ao tratamento endodôntico convencional mostram maior efetividade, sendo promissor no dia a dia com tratamento adicional.

Na Endodontia, os fotossensibilizadores derivados das fenotiazinas têm sido amplamente empregados nas pesquisas envolvendo PDT (SEAL, *et al.*, 2002; FONSECA, *et al.*, 2008).

Mecanismo de ação da PDT na Endodontia

A Terapia Fotodinâmica antimicrobiana (PDT – *Antimicrobial Photodynamic Therapy*) é um método que tem demonstrado tanto *in vitro*, *ex-vivo* (dentes extraídos) e principalmente em estudos clínicos em pacientes, um grande potencial como terapia coadjuvante na descontaminação de canais radiculares (GARCEZ, *et al.*, 2006; FIMPLE, *et al.*, 2008). Esta terapia é um método que utiliza um agente fotossensibilizador (geralmente um corante não tóxico) e uma fonte de luz de baixa potência (usualmente um laser com potência não superior a

roomW) e sem potencial térmico (aumento de temperatura inferior a 1°C), para a geração de espécies reativas de oxigênio (EROs), que são citotóxicos para os microrganismos.

O fotossensibilizador (FS), ao ser ativado pelo laser, em uma cascata fotoquímica, via transferência de elétrons (reação tipo I) ou transferência de energia (reação tipo II), reage com o oxigênio, formando íons hidroxila, superóxidos e oxigênio singlete, promovendo, assim, a eliminação microbiana (GARCEZ, *et al.*, 2016).

De acordo com Cieplik *et al.* (2018), o princípio de PDT se baseia na combinação de três compostos, sendo uma molécula não tóxica, o fotossensibilizador (FS), uma luz de uma faixa espectral apropriada para excitação do FS (normalmente do espectro visível ao infravermelho próximo) e oxigênio molecular.

O princípio da terapia fotodinâmica é que a energia absorvida via fotossensibilização intracelular seja transferida à molécula de oxigênio dando origem a uma reação oxidativa (SCHACKLEY, WHITEHURST, CLARKE, *et al.*, 1999).

Como a interação do oxigênio altamente reativo com as moléculas orgânicas não é específica, qualquer macromolécula dentro da célula pode ser alvo em potencial da terapia fotodinâmica. Assim, a multiplicidade de alvos torna mais difícil para as células desenvolverem resistência bacteriana, sendo essa uma das vantagens da fotossensibilização, além da morte celular. Além disso, o procedimento pode ser repetido várias vezes, uma vez que não há efeitos cumulativos e, usualmente, não é invasivo (CARRÉ, JAYAT, GRANET, *et al.*, 1999).

Teichert *et al.* (2002), consideram a PDT uma modalidade promissora na fotoirradiação de fungos e leveduras, principalmente *Candida albicans*. Segundo os autores, o mecanismo de ação de destruição de fungos pela PDT envolve a perfuração da parede celular e membrana induzida pelo radical oxigênio formado pela fotossensibilização do corante no interior da célula, promovendo alterações das organelas celulares com consequente morte celular.

Existem algumas vantagens da PDT em relação ao uso dos antimicrobianos tradicionais. A morte celular mediada pela liberação de radicais livres torna o desenvolvimento de resistência pelos micro-organismos improvável. Como a morte bacteriana é rápida, não é necessária a manutenção do agente químico por longos períodos, caso dos antibióticos. Além disso, a terapia é altamente seletiva, sendo confinada à área da lesão pela aplicação tópica cuidadosa do corante e restrição da irradiação por meio do uso de fibra óptica específica (Figura 3) (MAROTTI, PIGOZZO, NAKAME, *et al.*, 2008).

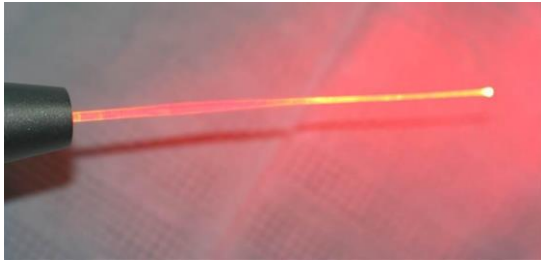


Figura 3: Fibra óptica utilizada em PDT endodôntica para levar a luz na profundidade do canal radicular. Fonte: <https://blog.suryadental.com.br/cisto-periapical-dente-12/>

Segundo Garcez *et al.* (2016), a PDT é uma interessante alternativa ao uso de agentes antimicrobianos e antibióticos por sua ação local, sua baixa toxicidade e, sobretudo, pela ausência de resistência microbiana a essa modalidade.

Embora estudos na literatura demonstrem resultados promissores do uso da PDT na desinfecção de canais radiculares, ainda não está bem definido um protocolo de utilização da terapia na prática clínica diária da Endodontia.

Terapêutica

Alguns fatores devem ser levados em consideração quando se objetiva definir uma dose de irradiação para a PDT antimicrobiana, como tipo de tecido a ser irradiado, distância do emissor ao tecido, método de aplicação (movimentos de irradiação, número de sessões), além de elementos do próprio laser como o tipo selecionado e o sistema de entrega do feixe (LIZARELLI *et al.*, 2005). As fontes de radiação são, atualmente, os lasers de baixa potência, que fornecem radiação na fluência adequada e no comprimento de onda apropriado para cada fotossensibilizador. Uma alternativa são os lasers de diodo, existindo no mercado aparelhos que cobrem praticamente todo o espectro visível próximo ao infravermelho (GUTKNECHT & EDUARDO *et al.*, 2005).

Ouahahi *et al.* (2020) salientam que variáveis como a potência e fluência dos lasers, o tempo de irradiação e a concentração do fotossensibilizador ainda devem ser determinados para se realizar um protocolo clínico. Existe também a necessidade de realizar estudos clínicos randomizados, com amostras significativas, quer em número de pacientes, quer em dentes com diferentes diagnósticos.

Um sistema óptico bastante eficiente no caso da aplicação em canais radiculares é empregar um feixe de fibra óptica capaz de direcionar a radiação com um mínimo de perdas. A utilização do sistema de entrega por fibras ópticas

justifica-se pela compatibilidade com as dimensões dos canais radiculares, permitindo que o feixe de irradiação alcance toda a extensão do canal radicular durante a ativação do corante fotossensibilizador (Figura 4) (MORITZ *et al.*, 2019).



Figura 4: Aplicação da PDT no canal radicular utilizando azul de metileno como fotossensibilizador e fibra óptica intracanal.

Fonte: <http://endolm.blogspot.com/2011/08/terapia-fotodinamica-nao-se-aprende-com.html>

De acordo com Ouadahi *et al.* (2020) a terapia fotodinâmica pode entrar durante o tratamento endodôntico como um coadjuvante, além de se mostrar com ação antimicrobiana eficiente tem como características não gerar efeitos térmicos deletérios e não prejudica os tecidos adjacentes por processos térmicos ou efeitos químicos.

É importante ressaltar que, previamente à realização da PDT, o preparo químico-mecânico deverá ser realizado, uma vez que a terapia fotodinâmica deve ser vista como um complemento, e não como um substituto aos métodos consagrados de desinfecção endodôntica.

Protocolo Clínico

(1) Aplicação do fotossensibilizador: Inicialmente, com o auxílio de uma agulha endodôntica, o canal radicular deverá ser totalmente preenchido com a solução fotossensibilizante de escolha (azul de metileno ou azul de toluidina).

(2) Em seguida, essa solução deverá ser agitada utilizando uma lima tipo K #15, a fim de assegurar que a solução alcance todo o comprimento de trabalho, além de eliminar quaisquer bolhas de ar que possam impedir o contato com os microrganismos.

(3) Posteriormente, deve-se aguardar cerca de 2 min para possibilitar a ligação entre a solução fotossensibilizante e os microrganismos. Após esse período de pré-irradiação, o canal deverá ser irradiado com a fonte de luz selecionada (Laser de diodo ou LED), de preferência, com o auxílio de uma fibra óptica. A fibra deverá ser introduzida na porção apical do canal radicular até o ponto que apresente resistência.

(4) Em seguida, movimentos em espiral, a partir do terço apical para o cervical, deverão ser manualmente realizados para garantir a distribuição adequada da luz ao longo do canal.

(5) O tempo total de irradiação deverá durar cerca de 60 a 240 segundos. Para finalizar, o canal deverá ser irrigado com uma solução à base de NaOCL (hipoclorito de sódio 2%) utilizando uma agulha endodôntica, objetivando a remoção da solução sensibilizante, evitando, assim, manchas às estruturas dentinárias causadas pela utilização dos fotossensibilizadores (MACHADO, FILHO & AGUIAR, *et al.*, 2015).

DISCUSSÃO

Apesar dos inúmeros avanços na Endodontia com relação ao preparo biomecânico, ainda se observa casos de insucessos, muitas vezes ocorrendo mesmo onde todo o protocolo técnico tenha sido cumprido durante o tratamento. Entende-se que o tratamento endodôntico convencional, em seu âmbito geral, desde a instrumentação mecânica até o uso de soluções antimicrobianas e obturação, não garante completa desinfecção radicular, haja vista as complexidades anatômicas dos condutos radiculares e a capacidade das bactérias de invadir a dentina em profundidades maiores *que* 1000nm, enquanto a penetração de agentes irrigantes químicos chega somente a 130nm (KOUCHI, *et al.*, 1980) Além disso, existe a real possibilidade da presença de microrganismos resistentes como o *Enterococcus faecalis* e a *Candida albicans* na infecção endodôntica, onde a terapia utilizando as soluções e medicações intracanaís já consagradas não são capazes de eliminá-los, determinando uma infecção persistente. Dessa forma, a terapia fotodinâmica apresenta-se como interessante método coadjuvante ao tratamento endodôntico

convencional, visto que o espectro de ação da PDT é significativamente maior (GARCEZ, *et al.*, 2016).

A terapia fotodinâmica baseia-se na utilização de um fotossensibilizador, geralmente corantes azuis como o azul de metileno e azul de toluidina, que, quando associados ao laser vermelho de baixa potência em comprimento de onda específico, são capazes de criar espécies reativas de oxigênio, citotóxico para os microrganismos e que causam a morte celular de bactérias e fungos que colonizam o interior dos canais radiculares (GARCEZ, *et al.*, 2016). O fotossensibilizador, quando ativado pelo laser, desencadeia uma cascata fotoquímica, via transferência de elétrons, que reage com o oxigênio, formando íons hidroxila, superóxidos e oxigênio singlete, promovendo assim a redução da carga microbiana.

Destaca-se as vantagens relacionadas a esta terapia, como a multiplicidade de alvos tornando mais difícil a resistência bacteriana e a ausência de efeitos térmicos deletérios e prejudiciais aos tecidos adjacentes (OUADAHI *et al.*, 2020).

Entendemos que, para ser possível a utilização da terapia fotodinâmica de forma efetiva, existem alguns parâmetros que devem ser levados em consideração, como o fotossensibilizador que será utilizado, o tempo de pré-irradiação, a fonte de luz, a potência e a fluência do laser. Por isso, se faz necessário estudos adicionais para estabelecer protocolos padrão que exibam eficiência máxima com o mínimo de danos ao paciente.

Ressalta-se que a PDT não substituiu nenhum dos procedimentos do tratamento endodôntico, como a limpeza e modelagem do canal radicular, a patência apical, o uso de substâncias irrigadoras com potencial antimicrobiano e a remoção da smear layer. A terapia fotodinâmica entra, nesse contexto, otimizando a desinfecção em associação às demais condutas.

Pesquisas relacionadas ao potencial de uso do laser na Odontologia estão cada vez mais avançadas, especialmente no que diz respeito à modulação da inflamação e controle da infecção, o que vêm contribuindo de forma efetiva no sucesso da clínica endodôntica.

CONCLUSÃO

A partir da presente revisão, observa-se que a terapia fotodinâmica na Endodontia, sozinha, não é capaz de substituir o protocolo endodôntico convencional, porém, apresenta-se como uma alternativa coadjuvante bastante viável na redução da carga microbiana. A PDT irá agir sobre os microrganismos sobreviventes às condutas do preparo biomecânico, uma vez que possuem capacidade de penetração superior às soluções irrigadoras, alto potencial bactericida e baixa toxicidade.

Conclui-se que a PDT é um procedimento complementar à terapia endodôntica de fácil execução, seguro e eficaz. Entretanto, são necessários mais estudos e pesquisas para que essa técnica seja consolidada na Endodontia, e para que se tenha um protocolo padronizado para a Odontologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALFENAS, Cristiane Ferreira et al. Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 68, n. 1, p. 68, 2011.
2. CORREIA, MARIANA ALMEIDA DE BARROS. Terapia fotodinâmica na endodontia.

Monografia. Faculdade Sete Lagoas. Recife, PE, Brasil, 2018.

3. DA SILVA, Milena Delmiro et al. Terapia fotodinâmica na endodontia: relato de caso. **Revista da OARF**, v. 3, n. 1, p. 29-35, 2019.
4. DE OLIVEIRA, Renally França et al. Terapia fotodinâmica associada a laser no tratamento endodôntico. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, v. 10, n. 2, p. 236-240, 2021.
5. DOS SANTOS, Manuela Gouvêa Campêlo et al. Análise do uso da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico com base em um Congresso Odontológico. **Revista da Faculdade de Odontologia-UPF**, v. 22, n. 1, 2017.
6. LACERDA, Mariane Floriano Lopes Santos et al. Avaliação das alterações morfológicas de dentes submetidos ao tratamento endodôntico e a terapia fotodinâmica. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 45, n. 6, p. 339-343, 2016.
7. MARQUES, Sanderly. Terapia fotodinâmica na endodontia: uma revisão de literatura. 2021.
8. NUNEZ, Silvia; GARCEZ, Aguinaldo Silva; RIBEIRO, Martha Simões.
PDT-Terapia fotodinâmica antimicrobiana na odontologia. Elsevier Brasil, 2015.
9. OUADAHI, Rayane. **Terapia fotodinâmica em endodontia-uma alternativa na desinfecção canal.** 2020. Tese de Doutorado.
10. SIVIERI-ARAUJO, Gustavo et al. Terapia fotodinâmica na Endodontia: emprego de uma estratégia coadjuvante frente à infecção endodôntica. **Dent. press endod**, v. 3, n. 2, p. 52-58, 2013.