

Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura

Photodynamic therapy in endodontics: literature review

*Bárbara Schaeffer(1); Fernando Soveral D'Aviz(2); Paula Cristine Ghiggi(3);
Larissa Magnus Klassmann(4)*

1 Cirurgiã Dentista; Aluna de Pós-Graduação do curso de Especialização em Endodontia do Instituto Odontológico de Pós-Graduação/ODONTOPÓS em convênio Educacional com Faculdade Menino Deus/FAMED, Brasil.

2 Mestre em Clínica Odontológica; Professor do curso de Especialização em Endodontia do Instituto Odontológico de Pós-Graduação/ODONTOPÓS em convênio Educacional com Faculdade Menino Deus/FAMED, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7226-2240>

3 Doutora em Dentística; Professora do curso de Especialização em Dentística do Centro de Estudos Odontológicos Meridional; Professora do curso de Aperfeiçoamento em Estética do Centro de Estudos Odontológicos Meridional; Professora de Dentística da IMED, Brasil.
E-mail: paulaghiggi@yahoo.com.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7937-6806>

4 Doutora em Odontologia; Coordenadora e Professora do curso de Especialização em Endodontia do Instituto Odontológico de Pós-Graduação/ODONTOPÓS em convênio Educacional com Faculdade Mozarteum de São Paulo/FAMOSP, Brasil. E-mail: larissamagnus@hotmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7852-2210>

Journal of Oral Investigations, Passo Fundo, vol. 8, n. 1, p. 86-99, Janeiro-Junho, 2019 - ISSN 2238-510X

[Recebido: Junho 14, 2018; Aceito: Outubro 16, 2018]

DOI: <https://doi.org/10.18256/2238-510X.2019.v8i1.2779>

Endereço correspondente / Correspondence address

Larissa Magnus Klassmann
Instituto Odontológico de Pós-Graduação
Av Getulio Vargas, 1618 – Menino Deus – Porto Alegre,
RS, Brasil.
CEP 90150-004

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*
Editor-chefe: Aloísio Oro Spazzin

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui!/click here!](#)

Resumo

A terapia endodôntica busca prevenir e quando necessário eliminar infecções endodônticas. A persistência de microrganismos ao preparo químico mecânico ou a medicação intracanal é considerada a principal causa dos insucessos do tratamento endodôntico. Sendo nestes casos o *Enterococcus faecalis* o microrganismo mais comumente encontrado. A terapia fotodinâmica (PDT) desponta desta maneira como uma promissora terapia coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional para eliminar estes microrganismos persistentes. Esta terapia consiste na associação de uma fonte de luz específica a um fotossensibilizador na presença de oxigênio, produzindo assim espécies citotóxicas aos microrganismos. Assim, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o uso da terapia fotodinâmica na endodontia, a qual demonstra-se efetiva como auxiliar durante o preparo do canal radicular.

Palavras-chave: Lasers; Endodontia; Fotoquimioterapia.

Abstract

Endodontic therapy seeks to prevent and when necessary to eliminate endodontic infections. The persistence of microorganisms to the mechanical chemical preparation or the intracanal medication is considered the main cause of the failures of the endodontic treatment. In these cases *Enterococcus faecalis* is the most commonly found microorganism. Photodynamic therapy (PDT) emerges as a promising adjuvant therapy to conventional endodontic treatment to eliminate these persistent microorganisms. This therapy consists in the association of a specific light source with a photosensitizer in the presence of oxygen, producing cytotoxic species to the microorganisms. Thus, the present article aims at a review of the literature on the use of photodynamic therapy in endodontics, a test that is shown to assist in the preparation of the root canal.

Keywords: Laser; Endodontic; Photodynamic therapy.

Introdução

A endodontia é a ciência que estuda a morfologia da câmara pulpar, a fisiologia e a patologia da polpa bem como a prevenção, tratamento e recuperação das suas implicações nos tecidos periapicais (1). O tratamento endodôntico tem como principais objetivos, propiciar uma eficiente limpeza do canal radicular a fim de eliminar restos teciduais, microrganismos e ao mesmo tempo dilatá-lo para que seja possível realizar uma obturação tridimensional impermeável, isolando o sistema de canais do resto do organismo (2).

Os microrganismos são o principal fator etiológico das patologias pulpares e perirradiculares. Assim, durante o tratamento endodôntico busca-se a máxima desinfecção do sistema de canais radiculares, bem como a prevenção da sua reinfecção. Nestes casos, o *Enterococcus faecalis* tem sido o microrganismo mais comumente encontrado (3,4,5). Para cumprir estes objetivos, utiliza-se a terapia convencional, que consiste na limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares por meio de limas manuais ou rotatórias, concomitantemente com a irrigação de substâncias químicas auxiliares, e, em alguns casos, complementa-se com medicação intracanal (6).

A laserterapia tem sido usada com muito sucesso na clínica odontológica e atualmente representa uma excelente opção disponível à área da saúde. Embora seja uma técnica relativamente nova, as possibilidades de uso do laser têm aumentado e sua utilização vem se difundido em todas as diferentes áreas da medicina e odontologia (7). A terapia fotodinâmica desponta desta maneira, como uma nova terapia, coadjuvante ao tratamento endodôntico, na tentativa de eliminar microrganismos persistentes ao preparo químico mecânico (8). Do inglês, *Photodynamic Therapy (PDT)*, baseia-se na associação de drogas fotossensibilizadoras e uma fonte de luz específica, como o laser de baixa potencia (9).

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo realizar uma revisão de literatura a respeito do uso da terapia fotodinâmica na endodontia.

Revisão de literatura

O objetivo do tratamento endodôntico é prevenir e, quando necessário, eliminar infecções endodônticas e permitir a cicatrização do periodonto apical. A complexidade do sistema de canais radiculares com seu istmos, ramificações e túbulos dentinários torna o desbridamento completo das bactérias quase impossível, mesmo quando os métodos convencionais de instrumentação endodôntica e irrigação são realizados com os mais altos padrões técnicos (4,10). Nas últimas décadas, a endodontia evoluiu substancialmente com o desenvolvimento e adoção de novas tecnologias e materiais, facilitando o tratamento endodôntico e diminuindo o tempo para execução do mesmo.

Apesar disso, a maioria das falhas ou insucessos endodônticos está relacionada com a persistência de microrganismos que resistiram ao preparo químico mecânico ou à medicação intracanal (4). Dados epidemiológicos têm apontado 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 (3).

O *Enterococcus faecalis*, bactéria gram-positiva anaeróbia facultativa, tem sido o microrganismo mais comumente encontrado, devido a características específicas, tais como: capacidade de colonizar a dentina e os túbulos dentinários, o que dificulta sua remoção pelos meios químicos e mecânicos, podendo inclusive resistir à medicação intracanal e as soluções irrigadoras, potencial de invasão intratubular mesmo em escassez nutricional, além de apresentar alguns fatores de virulência (3,5,11). Diversos estudos (3,5,10) avaliaram a capacidade antimicrobiana do uso do laser contra *E. faecalis*. A metodologia destes estudos foi bastante variada. Neste sentido, os experimentos foram realizados *in vitro*, em dentina bovina e humana, discos de hidroxiapatita ou ainda um estudo clínico. A maioria comparou a terapia endodôntica convencional com o uso do laser como coadjuvante ou isoladamente. O que pode ser observado é que o laser tem um considerável poder bactericida (5).

A tecnologia laser apresenta-se como alternativa para tratamentos médicos e odontológicos, com o objetivo de aprimorar as técnicas convencionais, tornando coadjuvante ao tratamento convencional (9). Afinal, mais de 90% da literatura disponível relata efeitos positivos do uso da laserterapia usada a mais de 30 anos. 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 (7). Com o objetivo de desinfecção completa, utilizaram-se lasers de alta potência, resultando em 99% de eliminação bacteriana por aumento de temperatura e desnaturação proteica. No entanto, danos aos tecidos dentários e tecidos adjacentes, podem estar associados ao uso do laser de alta potência (10,12-14).

Em contrapartida, os lasers de baixa potência atuam com efeito terapêutico, ou seja, promovem reparação tecidual, modulação da inflamação e analgesia. Por não provocarem aumento de temperatura no tecido, não possuem efeito antimicrobiano associado. Estes lasers, porém, podem apresentar índice de redução microbiana na faixa dos 99-100% quando utilizados em associação com agentes fotossensibilizadores. A associação de uma fonte de luz com um agente fotossensibilizador para morte microbiana é chamada de terapia fotodinâmica (PDT, do inglês, *Photodynamic Therapy*) (13).

A utilização do laser na endodontia não fica restrita a terapia fotodinâmica, já foi testada a utilização do laser Nd: YAG para remoção da *smear layer* da superfície

do canal radicular substituindo o uso de substâncias químicas, como por exemplo, o EDTA (ácido etilenodiamino tetra-acético), a substância mais amplamente utilizada (2). O laser foi desenvolvido e introduzido na endodontia com o intuito de promover o selamento apical do forame radicular. Posteriormente, a introdução de fibras de vidro finas e flexíveis permitiu uma penetração profunda de luz do laser no terço apical do canal radicular (5).

O conceito da PDT é conhecido por mais de 100 anos, quando Oscar Raab em, 1900, publicou o primeiro artigo sobre efeitos fotodinâmicos, quando observou que baixas concentrações do corante de acridina na presença de luz podiam ser letais aos paramécios, o protozoário, causador da malária. 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. 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 (9,15).

PDT é uma nova estratégia antimicrobiana que envolve a combinação de um fotossensibilizador não tóxico e uma fonte de luz visível inofensiva na presença de oxigênio. A transferência de energia do fotossensibilizador ativado para o oxigênio disponível resulta na formação de espécies tóxicas de oxigênio, conhecidas como oxigênio singleto e radicais livres. Esses são espécies químicas altamente reativas que se unem à membrana das bactérias e danificam proteínas, lipídeos, ácidos nucléicos e outros componentes celulares microbianos. É importante que a fonte de luz seja absorvida pelo corante para que a PDT seja efetiva na inviabilização de células (8,10,16,17).

A terapia fotodinâmica é um processo fotoquímico em que a excitação eletrônica do sensibilizador provoca dois mecanismos: tipo I – transferência de elétrons – e tipo II – transferência de energia. No mecanismo tipo I, há formação de produtos oxidados e ocorrem cerca de 5% da reação. Nos outros 95%, ocorre o mecanismo tipo II, mais desejável e responsável pela apoptose que, diferentemente da necrose, não provoca injúria aos tecidos adjacentes. Na apoptose, a célula tem morte programada com encolhimento dessa e formação de vesículas que são fagocitadas por macrófagos posteriormente. Como não há lise celular, não há extravasamento do conteúdo citoplasmático, evitando assim, lesão tecidual. Isso torna a PDT uma terapia eficaz e segura (6,15).

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 microrganismos 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 a área da lesão pela aplicação tópica cuidadosa do corante e restrição da irradiação por meio do uso de fibra óptica específica (9).

Existe uma diferença fundamental na susceptibilidade à terapia fotodinâmica antimicrobiana entre as bactérias gram-positivas e gram-negativas. Em geral, as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis que as bactérias gram-negativas. Portanto, as características estruturais de diferentes tipos de bactérias devem ser observadas. A alta suscetibilidade das espécies gram-positivas pode ser explicada pela sua fisiologia. A membrana citoplasmática é rodeada por uma camada relativamente porosa de peptidoglicano e ácido lipoteicoico, o que permite que o fotossensibilizador atravesse esta membrana (14). Observam-se também diferenças de susceptibilidade a PDT quando os microrganismos são organizados sob a forma de biofilme e quando estão dispostos como células isoladas, sendo que o desafio da PDT é maior quando os microrganismos estão organizados em forma de biofilme (9).

Tennert *et al.* avaliaram o efeito da terapia fotodinâmica em casos de infecções primárias e secundárias na presença do *Enterococcus faecalis*, concluindo que a irrigação com hipoclorito de sódio a 3% e a combinação da irrigação com o hipoclorito de sódio 3% com a terapia fotodinâmica levaram a uma redução significativamente maior de *E. faecalis* em comparação com o uso da terapia fotodinâmica sozinha. Concluindo que a terapia fotodinâmica é uma efetiva complementação para desinfecção dos canais radiculares, especialmente em casos de retratamentos (18).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) é uma solução irrigadora predominantemente utilizado no tratamento endodôntico em concentrações variando de 0,5 a 5,25%, embora outras alternativas de soluções já tenham sido estudadas. O uso de gluconato de clorexidina como irrigante durante o preparo do sistema de canais radiculares também já foi sugerido com base em seu efeito antibacteriano, substantividade e menor citotoxicidade em comparação com o hipoclorito de sódio. No estudo de Samiei *et al.*, foi realizada a comparação dos efeitos antibacterianos da terapia fotodinâmica com a clorexidina 2% e o hipoclorito de sódio a 2,5% em canais infectados pelo *E. faecalis*. Os resultados deste estudo mostraram que os três agentes antibacterianos diminuíram significativamente a contagem de *E. faecalis*. No entanto, não houve diferença significativa entre a terapia e o uso da clorexidina 2%. A eficácia do NaOCl foi superior aos outros agentes (19).

Diferentes protocolos quanto à intensidade da luz laser, concentrações dos fotossensibilizadores e métodos de ativação ainda estão sendo testados, demonstrando variados resultados e suscetibilidade das espécies bacterianas ao tratamento⁹. O estudo realizado por Castro *et al.* avaliou a ação isolada do hipoclorito de sódio 1%, do laser AsGaAl, do corante azuleno 25% Endo-PTC e da terapia fotodinâmica sobre culturas de *Enterococcus faecalis in vitro*, concluindo que o hipoclorito de sódio a 1% foi eficaz

na eliminação dos microrganismos e a terapia fotodinâmica apenas reduziu o número de bactérias. O laser e o corante utilizados de forma isolada não exerceram nenhuma atividade inibidora do crescimento microbiano (11). Parece estar bem estabelecido que nem o fotossensibilizador nem o laser são capazes de produzir redução bacteriana significativa. É a combinação de ambos que pode ativar o mecanismo da terapia e levar à morte bacteriana (14).

As primeiras fontes de luz utilizadas em PDT foram lâmpadas convencionais, emitindo luz não coerente e policromática, com um forte componente térmico associado. O desenvolvimento dos lasers de diodo de baixa intensidade com luz monocromática e coerente facilitou a associação com fotossensibilizadores com banda de absorção ressonante com o comprimento de onda emitida pelo laser (8). O laser mais comumente utilizado nos estudos da PDT foi o laser Diodo, com protocolos de potência na faixa dos 100 mW (3,18,20). Contudo, uma comparação direta entre os mesmos é difícil, devido às discrepâncias entre os protocolos de uso do laser utilizados nas metodologias⁵. Segundo Trindade *et al.*, a ativação do fotossensibilizador já foi realizada usando vários lasers, como laser de argônio, lasers de vapor: Nd:Yag, ouro ou cobre, todo equipamento complexo e caro. Os lasers de diodo tornaram-se agora os mais utilizados devido ao seu baixo custo e portabilidade. Outros lasers, como diodos emissores de luz (LED) ou luz halógena convencional, também tem sido usados com bons resultados (14). Asnaashari *et al.* em seu estudo comparou a atividade antibacteriana da terapia fotodinâmica utilizando dois métodos, laser diodo e lâmpada LED concluindo que o uso do LED foi mais eficaz que o laser diodo em redução de *E. faecalis* (21).

O uso de fibras ópticas intracanáis também tem sido estudado como forma de aumentar a eficácia da terapia¹⁴. Para que a PDT seja efetiva, é imprescindível que a fonte de luz interaja com o fotossensibilizador. Assim, a escolha da fonte de luz depende do fotossensibilizador que será utilizado, e vice-versa (13).

O fotossensibilizador é um produto químico sensível à luz, o uso de fotossensibilizador para a fotossensibilização de tecidos infectados pode permitir a absorção as células bacterianas e a irradiação para os tecidos e resultar na destruição de ambos os tecidos infectados e bactérias (17). As propriedades desejadas de um ótimo fotossensibilizador incluem: baixa citotoxicidade, fotossensibilidade de curta duração, simplicidade na formulação, reprodutividade, elevada estabilidade e alta afinidade, e penetração em células bacterianas em vez de tecidos saudáveis (seletividade) (14). Na endodontia, os fotossensibilizadores derivados das fenotiazinas têm sido amplamente empregados nas pesquisas envolvendo PDT. As fenotiazinas são compostos heteroaromáticos tricíclicos, corantes azuis, como o corante azul de toluidina e o azul de metileno. Em baixas concentrações não produzem ação citotóxica e a dose necessária para a morte bacteriana é menor que a dose para causar danos as células.

O azul de metileno tem sido utilizado como alvo para microrganismos da microbiota endodôntica, em razão de sua natureza hidrofílica, acompanhada de baixo peso molecular e carga positiva, permite a passagem através dos canais de proteína porina na membrana externa de bactérias gram-negativas (8). Apresentam uma faixa de absorção de luz de comprimento entre 600-660 nm (14).

O tempo de pré-irradiação é aquele em que o fotossensibilizador entra em contato com o microrganismo para que esse possa penetrar ou, ao menos, se ligar a membrana plasmática e, conseqüentemente, aumentar os danos causados aos microrganismos. O tempo mais utilizado nos trabalhos foi de cinco minutos (6,14). Nas aplicações da terapia antimicrobiana espera-se que o corante se una ao microrganismo ou chegue a ultrapassar a barreira da membrana celular e neste período o fotossensibilizador não sofra degradação antes da ativação pela fonte de luz (8). O tempo mais utilizado nos trabalhos *in vitro* para pré-irradiação foi de cinco minutos, no entanto, bactérias gram-negativas por apresentarem estrutura molecular mais desenvolvida, com uma membrana externa a mais que as gram-positivas, necessitam de parâmetros mais eficazes, devendo-se aumentar a concentração do corante ou o tempo de pré-irradiação (6). A profundidade de irradiação também é considerada um fator crítico para a capacidade antimicrobiana, uma vez que a máxima eficiência exige a aplicação direta da luz do laser sobre o microrganismo (5).

De acordo com Arneiro *et al.*, após selecionarem 13 estudos que exclusivamente avaliaram o desempenho da terapia fotodinâmica na redução de *E. faecalis*, concluíram que a terapia tem um efeito antimicrobiano melhor quando usada como adjuvante ao tratamento endodôntico com hipoclorito de sódio (3). A maioria dos estudos não foi capaz de confirmar uma melhora significativa na desinfecção para a terapia fotodinâmica como um substituto aos métodos atuais de desinfecção. Sua indicação como excelente adjuvante à terapia endodôntica convencional está bem documentada, entretanto os dados sugerem a necessidade de ajustes de protocolo ou novas formulações de fotossensibilizadores para aumentar a previsibilidade da terapia fotodinâmica em endodontia (14,22,23).

Discussão

A infecção microbiana desempenha um papel importante no desenvolvimento de lesões periapicais. A eliminação da microflora patológica do sistema radicular é um dos principais objetivos no tratamento endodôntico. A desinfecção inadequada do sistema de canais radiculares pode levar ao insucesso do tratamento e nem sempre as técnicas atuais de tratamento do canal radicular permitem esta desinfecção (21,24). De acordo com Trindade *et al.*, em sua revisão de literatura, os estudos em vivo concluíram que a combinação da terapia fotodinâmica com a terapia convencional de preparo químico

mecânico apresentam intervalos de redução microbiana de 96,7% a 98,5%, já apenas para a terapia convencional de preparo químico mecânico este intervalo passa para 87,7% a 91% (14).

O uso de medicação intracanal em casos de lesões periapicais e retratamentos é um método bastante usual na terapia endodôntica, principalmente visando à eliminação de microrganismos resistentes à terapia como é o caso do *E. faecalis*, frente a isto diversos estudos vêm comparando a utilização do hidróxido de cálcio com a terapia fotodinâmica. Asnaashari *et al.*, em seu estudo realizando esta comparação, concluíram que o número de colônias bacterianas após realizarem o tratamento endodôntico tradicional em um grupo aplicando a PDT e em outro utilizando o hidróxido de cálcio como medicação, concluíram que em ambos os grupos houve redução do número de *E. faecalis*, porém no grupo onde a terapia fotodinâmica foi aplicada esta redução foi maior (25). Desta mesma forma Borsatto *et al.* realizaram um estudo em animais induzindo lesões periapicais, onde compararam a realização do tratamento endodôntico em uma sessão com a PDT, sem a aplicação da terapia e o tratamento em duas sessões com o uso de hidróxido de cálcio como medicação. Sendo que o uso de hidróxido de cálcio mostrou-se mais efetivo na diminuição da progressão da lesão (26). Já Ahangari *et al.* em seu estudo mostraram a mesma eficácia antimicrobiana contra *E. faecalis* e *C. albicans* utilizando tanto a terapia fotodinâmica quanto o hidróxido de cálcio (24).

Garcez *et al.* investigaram o efeito da PDT em pacientes com necrose pulpar e lesões periapicais *in vivo*. Eles descobriram que a PDT como um adjuvante para o tratamento endodôntico convencional leva a uma redução significativa da carga bacteriana após irrigação usando NaOCl, peróxido de hidrogênio e EDTA e é eficaz contra bactérias resistentes a vários medicamentos. Com base nestes achados, PDT deve ter um efeito antimicrobiano adicional após a irrigação do canal radicular, especialmente em microrganismos resistentes. Além disso, sugerem que uma segunda aplicação da PDT é ainda mais eficaz que a primeira, provavelmente devido a alteração do pH causado pela pasta de hidróxido de cálcio e a formação do biofilme ser menos complexa em comparação a formação inicial (27), estes resultados também são evidenciados nos estudos de Asnaashari *et al.* com a utilização da PDT em dentes que necessitavam retratamento devido a presença de lesões periapicais (12). Em relação à realização de uma segunda aplicação da terapia fotodinâmica, Prazmo *et al.* confirmam em seu estudo um aumento de quase 50% na redução microbiana dos canais infectados, concluindo que a terapia fotodinâmica juntamente com a irrigação com hipoclorito de sódio, que ainda é considerado o melhor método, é uma promissora alternativa ao tratamento endodôntico (28).

As luzes azuis, rotineiramente utilizadas em consultórios dentários para fotoativação de materiais a base de resina, são opções atraentes para a terapia em

odontologia. No entanto, apesar desta vantagem potencial, o uso de luz azul pode ser limitado pela falta de fotossensibilizador apropriado. Eles apontam alguns fotossensibilizadores, porém sugerem mais testes adicionais antes de sua indicação clínica (29). Uma fonte de luz alternativa para a PDT são os LEDs (diodos emissores de luz), que podem ser utilizados como fontes de ativação em PDT, apresentando um baixo componente térmico e luz monocromática, com banda estreita de comprimento de onda. Nos LEDs predomina o mecanismo espontâneo de radiação com pouca energia para geração de luz, apresentando largo espectro de luz não coerente e com maior divergência (8).

Segundo Poly *et al.*, 2010, apesar das discrepâncias observadas em relação a extensão da irradiação no comprimento radicular não houve diferença significativa entre os trabalhos e nenhum foi capaz de alcançar a esterilização, o que ressalta a dificuldade de se irradiar por completo todo o sistema de canais radiculares (5). Uma forma de garantir a presença de oxigênio durante a PDT é acoplando uma fibra óptica à ponta do laser, deslocando-a no interior do sistema de canais radiculares em movimentos helicoidais, de apical para cervical e vice-versa, durante todo o processo de irradiação (6).

Recentemente, estudos da terapia fotodinâmica focalizaram o uso de nanopartículas baseadas em polímeros para sistemas de liberação de fotossensibilizadores. Nanopartículas contendo fotossensibilizadores têm várias vantagens sobre a fotossensibilização de moléculas que não estão encapsuladas em nanopartículas. Estas vantagens incluem uma massa crítica maior (pacotes concentrado de fotossensibilizador) para a produção de espécies reativas de oxigênio, limitação da capacidade da célula alvo em bombear a molécula do fármaco para fora reduzindo assim a possibilidade de múltiplas drogas resistentes, seletividade de tratamento por agentes de administração localizados e a matriz da nanopartícula não é imunogênica (4).

Conclusão

Por fim, conclui-se após a revisão de literatura, que a utilização do laser vem sendo cada vez mais difundida nas práticas odontológicas, não sendo diferente na endodontia. A terapia fotodinâmica surge como uma promissora terapia coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, viabilizando a eliminação de microrganismos persistentes após o preparo químico mecânico do sistema de canais radiculares. Todavia, ainda não se foi estabelecido um protocolo em relação aos parâmetros a serem utilizados, ratificando a necessidade de mais pesquisas científicas sobre o assunto, contudo baseado nos artigos científicos propõem-se o seguinte protocolo para uso da terapia fotodinâmica na endodontia (3,5,10,14):

- 1º) Preparo convencional do canal radicular e ao final utilização de EDTA 17%.
- 2º) Secagem do canal radicular.
- 3º) Inserção do fotossensibilizador (Azul de Metileno a 0,01 %) pelo período de 120 a 180 segundos.
- 4º) Colocação do laser de Diodo com comprimento de luz entre 600-660 nm, pelo tempo de 90 a 180 segundos, na intensidade de 100 mW
- 5º) Irrigação com solução irrigadora para remoção do corante.

Referências

1. Soares I, Goldeberg F. Endodontia: Técnicas e Fundamentos. 2 ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.
2. Bassili L de O, Moraes IG de, Zanetti RV. Infiltração apical em obturações de canais realizadas após aplicação do laser Nd: YAG ou solução de EDTA nas paredes do canal radicular. J Appl Oral Sci. junho de 2003;11(2):102-6.
3. Arneiro RAS, Nakano RD, Antunes LAA, Ferreira GB, Fontes KBFC, Antunes LS. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. J Oral Sci. dezembro de 2014;56(4):277-85.
4. Pagonis TC, Chen J, Fontana CR, Devalapally H, Ruggiero K, Song X. Nanoparticle-based endodontic antimicrobial photodynamic therapy. J Endod. fevereiro de 2010;36(2):322.
5. Poly A, Brasil JFW, Marroig PC, Blei V, Risso P de A. Efeito antibacteriano dos lasers e terapia fotodinâmica contra *Enterococcus faecalis* no sistema de canais radiculares. Rev Odontol UNESP Online. agosto de 2010;39(4):233-9.
6. Lacerda LS, Floriano M, Campos CN, Ferreira Alfenas C. Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico - revisão de literatura. RFO UPF [Internet]. abril de 2014 [citado 16 de setembro de 2017;19(1)].
7. Siqueira MBLD, Lúcio PSC, Catão MHC de V. A terapia com laser em especialidades odontológicas. Rev Cuba Estomatol. 2 de maio de 2015;52(2):19-24.
8. Amaral RR, Amorim JCF, Nunes E, Soares JA, Silveira FF. Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. RFO UPF. agosto de 2010;15(2):207-11.
9. Alfenas CF, Santos MFL, Takehara GNM, Paula MVQ de. Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares. Revistas. 7 de julho de 2011;68(1):68.
10. Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP, Núñez SC, Jorge AOC, Hamblin MR. Antimicrobial Photodynamic Therapy Combined With Conventional Endodontic Treatment to Eliminate Root Canal Biofilm Infection. Lasers Surg Med. janeiro de 2007;39(1):59-66.
11. Castro MR, Brasil CO, Khouri S., Arisawa EAL. Avaliação in vitro do efeito da terapia fotodinâmica em suspensão de *Enterococcus faecalis*. X Encontro latino americano de iniciação científica e VI Encontro latino americano de pós graduação. Universidade do Vale do Paraíba. 2006.
12. Asnaashari M, Homayuni H, Paymanpour P. The Antibacterial Effect of Additional Photodynamic Therapy in Failed Endodontically Treated Teeth: A Pilot Study. J Lasers Med Sci. 2016;7(4):238-42.
13. Eduardo C de P, Bello-Silva MS, Ramalho KM, Lee EMR, Aranha ACC. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. Rev Assoc Paul Cir Dent. setembro de 2015;69(3):226-35.

14. Trindade AC, De Figueiredo JAP, Steier L, Weber JBB. Photodynamic Therapy in Endodontics: A Literature Review. *Photomed Laser Surg.* 26 de fevereiro de 2015;33(3):175–82.
15. Machado AE da H. Terapia fotodinâmica: princípios, potencial de aplicação e perspectivas. *Quím Nova.* abril de 2000;23(2):237-43.
16. Konopka K, Goslinski T. Photodynamic therapy in dentistry. *J Dent Res.* agosto de 2007;86(8):694-707.
17. Mohammadi Z, Jafarzadeh H, Shalavi S, Kinoshita J-I. Photodynamic Therapy in Endodontics. *J Contemp Dent Pract.* 1º de junho de 2017;18(6):534-8.
18. Tennert C, Feldmann K, Haamann E, Al-Ahmad A, Follo M, Wrbas K-T. Effect of photodynamic therapy (PDT) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. *BMC Oral Health.* 4 de novembro de 2014;14:132.
19. Samiei M, Shahi S, Abdollahi AA, Eskandarinezhad M, Negahdari R, Pakseresht Z. The Antibacterial Efficacy of Photo-Activated Disinfection, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Infected Root Canals: An in Vitro Study. *Iran Endod J.* 2016;11(3):179-83.
20. Souza MA, Lima G, Pazinato B, Bischoff KF, Palhano HS, Cecchin D. Evaluation of antimicrobial activity of association of chlorhexidine to photosensitized used in photodynamic therapy in root canals infected by *Enterococcus faecalis*. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy.* 2017;19:170-4
21. Asnaashari M, Mojahedi SM, Asadi Z, Azari-Marhabi S, Maleki A. A comparison of the antibacterial activity of the two methods of photodynamic therapy (using diode laser 810 nm and LED lamp 630 nm) against *Enterococcus faecalis* in extracted human anterior teeth. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* março de 2016;13:233–7.
22. Chrepa V, Kotsakis GA, Pagonis TC, Hargreaves KM. The effect of photodynamic therapy in root canal disinfection: a systematic review. *J Endod.* julho de 2014;40(7):891–8.
23. Silva FC, Freitas LRP de, Lourenço AP de A, Junior ACRB, Jorge AOC, Oliveira LD de. Análise da efetividade da instrumentação associada à Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana e medicação intracanal na eliminação de biofilmes de *Enterococcus faecalis* em canais radiculares. *Braz Dent Sci.* 5 de agosto de 2011;13(1/2):31–8.
24. Ahangari Z, Mojtahed Bidabadi M, Asnaashari M, Rahmati A, Tabatabaei FS. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Calcium Hydroxide and Photodynamic Therapy Against *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in Teeth With Periapical Lesions; An In Vivo Study. *J Lasers Med Sci.* 2017;8(2):72–8.
25. Asnaashari M, Ashraf H, Rahmati A, Amini N. 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 Photodyn Ther.* março de 2017;17:226–32.
26. Borsatto MC, Correa-Afonso AM, Lucisano MP, Bezerra da Silva RA, Paula-Silva FWG, Nelson-Filho P. One-session root canal treatment with antimicrobial photodynamic therapy (aPDT): an in vivo study. *Int Endod J.* junho de 2016;49(6):511–8.

27. Garcez AS, Nuñez SC, Hamblin MR, Ribeiro MS. Antimicrobial Effects of Photodynamic Therapy on Patients with Necrotic Pulps and Periapical Lesion. *J Endod.* 1º de fevereiro de 2008;34(2):138–42.
28. Prażmo EJ, Godlewska RA, Mielczarek AB. Effectiveness of repeated photodynamic therapy in the elimination of intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm: an in vitro study. *Lasers Med Sci.* abril de 2017;32(3):655–61.
29. Bouillaguet S, Owen B, Wataha JC, Campo MA, Lange N, Schrenzel J. Intracellular reactive oxygen species in monocytes generated by photosensitive chromophores activated with blue light. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* agosto de 2008;24(8):1070–6.