

Terapia fotodinâmica como coadjuvante na endodontia: Revisão de literatura

Photodynamic therapy as a coadjuvant in endodontics: Literature review

La fotodinámica como coadyuvante en endodoncia: Revisión de la literatura

Recebido: 03/05/2021 | Revisado: 08/05/2021 | Aceito: 10/05/2021 | Publicado: 28/05/2021

Luana Cristina Gondim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3525-2542>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: luana.02062@alunofpm.com.br

Lia Dietrich

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7887-8591>

Clínica Privada, Brasil

E-mail: lia_dietrich@yahoo.com.br

Leopoldo Henrique Barboza Martins

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6739-8509>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: leopoldo.martins@faculdadepatosdeminas.edu.br

Dalila Viviane de Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3988-0629>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: dalila.barros@faculdadepatosdeminas.edu.br

Resumo

O tratamento endodôntico é baseado na preparação química e mecânica dos canais radiculares, objetivando a remoção dos microrganismos e prevenindo a reinfecção. As diversas técnicas empregadas durante a endodontia podem apresentar limitações e com isso vem sendo instalada uma terapia alternativa coadjuvante chamada de Terapia Fotodinâmica (TFD). A TFD é caracterizada por ser um procedimento físico, químico e biológico que ocorre através de uma reação entre fotossensibilizadores, luz, laser e substâncias irrigadoras, exercendo um efeito citotóxico gerando a morte celular através de uma reação oxidativa. Dentre esse contexto, o objetivo desse artigo é esclarecer os benefícios da TFD na desinfecção do sistema de canais radiculares, além de demonstrar seus efeitos e forma de utilização que podem auxiliar no sucesso do tratamento endodôntico. A metodologia realizada constituiu em realizar uma revisão narrativa da literatura sendo pesquisadas obras em bases de dados científicas, como: Scielo, Bvsalud, Redalyc e Scencedirect. A Terapia Fotodinâmica atua como coadjuvante no tratamento endodôntico após a desinfecção química e mecânica, minimizando o máximo de microrganismos persistentes nos canais radiculares, sem causar danos. Conclui-se que, a TFD é uma ótima alternativa para ser utilizada juntamente com a técnica convencional, mesmo sem um protocolo específico ela pode ser utilizada, auxiliando na qualidade do tratamento endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia; Lasers; Terapia a laser; Fotoquimioterapia.

Abstract

Endodontic treatment is based on the chemical and mechanical preparation of the root canals, aiming at the removal of microorganisms and preventing reinfection. However, this technique has some limitations and an alternative supporting therapy called Photodynamic Therapy (PDT) has been installed. A physical, chemical and biological procedure that occurs through a reaction between photosensitizers, light, laser and irrigating substances, causing a cytotoxic effect that generates the oxidative reaction, causing cell death through oxidation. Within this context, the objective of this article is to clarify the benefits of PDT in disinfecting the root canal system, in addition to demonstrating its effects and form of use that can assist in the success of endodontic treatment. The methodology used consisted of carrying out a narrative review of the literature, being researched in scientific databases, such as: Scielo, Bvsalud, Redalyc and Scencedirect. In this way, Photodynamic Therapy acts as an adjunct to endodontic treatment after chemical and mechanical disinfection, minimizing the maximum number of microorganisms persisting in the root canals, without causing damage. It is concluded that PDT is a great alternative to be used together with the conventional technique, even without a specific protocol it can be used, helping with the quality of endodontic treatment.

Keywords: Endodontics; Lasers; Laser therapy; Photochemotherapy.

Resumen

El tratamiento de endodoncia se basa en la preparación química y mecánica de los conductos radiculares, con el objetivo de eliminar los microorganismos y prevenir la reinfeción. Esta técnica tiene algunas limitaciones y se ha instalado una terapia de apoyo alternativa llamada Terapia Fotodinámica (TFD). Procedimiento físico, químico y biológico que se

produce mediante una reacción entre fotosensibilizadores, luz, láser y sustancias irrigantes, provocando un efecto citotóxico que genera la reacción oxidativa, provocando la muerte celular por oxidación. En este contexto, el objetivo de este artículo es aclarar los beneficios de la TFD en la desinfección del sistema de conductos radiculares, además de demostrar sus efectos y forma de uso que pueden ayudar al éxito del tratamiento endodóntico. La metodología utilizada consistió en realizar una revisión narrativa de la literatura, investigando trabajos en bases de datos científicas, tales como: Scielo, Bvsalud, Redalyc y Scencedirect. Así, la Terapia Fotodinámica actúa como coadyuvante en el tratamiento endodóntico tras la desinfección química y mecánica, minimizando el número máximo de microorganismos persistentes en los conductos radiculares, sin provocar daños. Se concluye que la TFD es una gran alternativa para ser utilizada junto con la técnica convencional, incluso sin un protocolo específico se puede utilizar, ayudando en la calidad del tratamiento endodóntico.

Palabras clave: Endodoncia; Rayos Láser; Terapia con láser; Fotoquimioterapia.

1. Introdução

O tratamento endodôntico tradicional é baseado na preparação química e mecânica do sistema de canais radiculares, tendo como principal objetivo a eliminação dos microrganismos e das inflamações existentes, prevenindo assim a reinfecção, sendo alcançado esse objetivo se tem o sucesso na terapia endodôntica (Fernandes et al., 2018; Gottert, 2019; Silva, Sampaio, Silva, Bravo, & Calvalvanti, 2019; Sicupira & Araújo, 2012; Schaeffer, D'Aviz, Ghiggi, Klassmann, 2019; Santos, Brito, Neves, Azevedo, & Santos, 2017; Poly, Brasil, Marroig, Blei, & Risso, 2010). A eliminação microbiana ocorre pela ação mecânica empregada pelos instrumentos, pelas soluções irrigadoras e pela medicação intracanal que é utilizada, reduzindo assim o material biológico do interior dos canais radiculares para posteriormente realizar uma obturação adequada (Sicupira & Araújo, 2012; Souza, 2011; Piazza & Vivian, 2017). Durante o processo de obturação, é reduzida a quantidade de nutrientes e oxigênio que alcançam os canais radiculares, isso faz com que as bactérias não tenham meios para se desenvolver (Silva et al., 2019, Schaeffer et al., 2019).

As infecções endodônticas apresentam uma microbiota polimicrobiana diversificada e complexa com presença de bactérias gram-positivas, gram-negativas e bactérias anaeróbicas obrigatórias, que são os maiores causadores das patologias pulpares e perirradiculares (Figueirêdo-Junior et al., 2021; Poly et al., 2010). Mesmo com o desenvolvimento correto da técnica endodôntica, há chances de ocorrer o insucesso, isso devido às infecções secundárias ou a persistência dos microrganismos no interior do canal (Amaral, 2009; Amaral, Amorin, Nunes, Soares, & Silveira, 2010; Alfenas, Santos, Takehara, & Paula, 2011; Lacerda, Alfenas, & Campos, 2014; Souza, 2011; Poly et al., 2010). Como meio de precaver esse insucesso, são utilizados agentes antimicrobianos que fazem uma seleção natural de bactérias resistentes, deixando assim a oportunidade para uma variação genética, o que ocasiona a resistência do microrganismo e mutação (Prates, 2010).

Nas últimas décadas, a endodontia tem evoluído e desenvolvido tecnologias e materiais que auxiliarão na redução do tempo do tratamento endodôntico, além de auxiliar na desinfecção do canal radicular que é um fator essencial em seu sucesso (Amaral et al., 2010; Pereira, Pedrosa, & Delboni, (2017). Eventualmente, a maior procura pelo tratamento endodôntico está associada à sintomatologia dolorosa, quer seja ela no pré ou pós-operatório, assim as terapias auxiliares irão contribuir para evitar as dores e insucessos, mesmo com as variações anatômicas existentes nos canais radiculares (Goettert, 2019; Silva et al., 2019). Assim as terapias convencionais atuam na limpeza e modelagem dos canais radiculares com instrumentos manuais, rotatórios e substâncias químicas, sendo complementadas com as terapias auxiliares que irão agir potencializando o tratamento de forma não invasiva, aumentando mais a eficácia do tratamento (Figueirêdo-Junior et al., 2021; Schaeffer et al., 2019). Com essa evolução e a utilização de terapias auxiliares, o laser de baixa potência vem sendo utilizado, pois tem a intenção de promover o selamento apical e com os seus processos bioquímicos causar um fenômeno fotobiológico que trará a reparação tecidual através da bioestimulação e contenção do processo inflamatório, além de analgesia (Simões, Silva, Fernandes Neto, Batista, & Catão, 2018; Poly et al., 2010). Apesar disso, o laser pode ser utilizado como auxiliar em diagnósticos de condições pulpares, pulpotomias,

capeamentos pulpaes, limpeza, preparo e irrigação de canais radiculares devido a sua ação antimicrobiana, assim como remoção de “smear layer” e utilizado em cirurgia com a finalidade reparadora (Lacerda et al., 2014; Piazza & Vivian, 2017).

As limitações encontradas na terapia endodôntica convencional, abriu espaço para a criação de uma terapia alternativa coadjuvante, chamada de Terapia Fotodinâmica (TFD), que vem sendo desenvolvida com o objetivo de melhorar a qualidade do tratamento endodôntico (Alfenas et al., 2011; Lima, Sousa, Melo, & Silva, 2019; Simões et al., 2018). A TFD é considerada um procedimento físico, químico e biológico que ocorre através de uma reação entre fotossensibilizadores, luz, laser e substâncias irrigadoras, causando um efeito citotóxico que gera a reação oxidativa, levando a morte celular por meio da oxidação (Araújo et al., 2013; Goettert, 2019; Lacerda et al., 2014). Essa terapia possui o objetivo de auxiliar no tratamento endodôntico convencional, na redução dos microorganismos persistentes ao preparo químico-mecânico, sendo ela de fácil e rápida aplicação clínica, não causando resistência microbiana, é de baixo custo, minimamente invasiva e ampla aceitação pelo paciente (Amaral et al., 2010; Alfenas et al., 2011; Araújo et al., 2013; Figueirêdo-Junior et al., 2021).

Dessa forma, o objetivo desse artigo é levar os leitores à compreensão sobre a Terapia Fotodinâmica como um complemento na odontologia, além de identificar a efetividade dessa terapia no tratamento endodôntico. De forma mais específica, visar aos benefícios na desinfecção do sistema de canais radiculares, além de demonstrar seus efeitos e forma de utilização que podem auxiliar no sucesso do tratamento endodôntico.

2. Metodologia

Foi realizada uma revisão de literatura narrativa qualitativa, utilizando-se como base bibliográfica artigos científicos disponíveis nos bancos de dados online PubMed, Lillacs, BVSSalud e Scielo (Estrela, 2018).

3. Revisão da Literatura

3.1 Terapia auxiliares na Endodontia

Com o objetivo de eliminar os microorganismos e as inflamações; o tratamento endodôntico, na sua forma convencional, é realizado através da ação mecânica e química, visando à maior desinfecção do sistema de canais radiculares (Silva et al., 2019; Sicupira & Araújo, 2012; Schaeffer et al., 2019). Porém, este tratamento, mesmo quando feito dentro das normas, pode vir a ter infecções secundárias ou persistentes, levando ao insucesso (Goettert, 2019; Lacerda et al., 2014; Sousa, 2011; Oliveira, 2016; Poly et al., 2010). Esse insucesso tem como causa principal a dificuldade anatômica e a presença de canais acessórios que não foram instrumentados de forma correta, podendo causar a reinfecção e até mesmo uma resistência bacteriana (Araújo et al., 2013; Eduardo, Silva, Ramalho, Lee, & Aranha, 2015; Goettert, 2019; Silva et al., 2019; Santos et al., 2017; Souza, 2011; Oliveira, 2016; Oliveira et al., 2021). Dessa forma, a falha que ocorre durante o tratamento pode estar ligada à resistência dos microorganismos ao preparo químico e mecânico ou até mesmo à resistência à medicação intracanal, até mesmo devido a reorganização do biofilme dental (Amaral, 2009; Lima et al., 2019; Simões et al., 2018; Oliveira, 2016).

Por causa das limitações e as evoluções do tratamento endodôntico, vem se popularizando a terapia fotodinâmica como um meio complementar (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 microorganismos resistentes ao método endodôntico tradicional (Alfenas et al., 2011; Correia, 2018; Mangano, Marinho, Proença, & Calil, 2012; Figueirêdo-Junior et al., 2021; Silva et al., 2019; Santos et al., 2017; Souza, 2011; Oliveira et al., 2021). Vale ressaltar que a Terapia Fotodinâmica só terá efeito antimicrobiano se tiver a presença de agentes fotossensibilizadores (Silva et al., 2019).

A ação antimicrobiana da TFD possui três elementos: um fotossensibilizador, uma luz e a presença de oxigênio (Amaral, 2009; Figueirêdo-Junior et al., 2021; Lacerda et al., 2014; Mangano et al., 2012; Pereira et al., 2017; Schaeffer et al., 2019; Santos et al., 2017; Simões et al., 2018; Oliveira, 2016; Barbosa, 2017; Fernandez et al., 2018). Associado a uma fonte de luz, o agente fotossensibilizante produzirá um oxigênio reativo, utilizado em altas concentrações e esse oxigênio com o fotossensibilizante elimina bactérias, fungos e vírus, por meio de uma oxidação e causando uma resposta fototóxica (Alfenas et al., 2011; Barbosa, 2017; Correia, 2018; Lima et al. 2019; Santos et al., 2017).

Esta resposta fototóxica nada mais é que a ativação da energia do fotossensibilizador, capaz de causar uma transferência para o oxigênio disponível, formando um oxigênio tóxico, denominado de oxigênio singleto e radicais livres (Amaral, 2009; Amaral et al., 2010; Barbosa, 2017; Figueirêdo-Junior et al., 2021; Silva et al., 2019; Sicupira & Araújo, 2012; Schaeffer et al., 2019; Oliveira, 2016). As espécies são quimicamente reativas e capazes de danificar as proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos e demais componentes celulares (Amaral et al., 2010; Silva et al., 2019; Sicupira & Araújo, 2012; Schaeffer et al., 2019; Santos et al., 2017; Oliveira, 2016). A fonte de luz deve ser absorvida pelo corante durante a TFD para uma boa incapacidade celular (Amaral et al., 2010; Schaeffer et al., 2019).

As células, que sofrem acúmulo seletivo na TFD pelo fotossensibilizador, receberá exposição à luz causando a apoptose celular (Alfenas et al., 2011; Lacerda et al., 2014; Schaeffer et al., 2019; Simões et al., 2018). Devido às moléculas orgânicas não específicas interagirem com o oxigênio reativo, qualquer molécula grande dentro da célula pode ser atingida por esse método de terapia (Simões et al., 2018). Sendo assim, a grande quantidade de alvos torna complicada a resistência bacteriana, estando associado a uma das vantagens da TFD, auxiliando no tratamento endodôntico, tornando menor a quantidade de microrganismos existentes no canal principal, lateral, túbulos dentinários e regiões de difícil acesso (Alfenas et al., 2011; Silva et al., 2019; Simões et al., 2018).

Já a liberação de radicais livres gera morte celular, sendo rápida e de forma que não é necessária a utilização de agentes químicos por longo tempo, como o uso de antibióticos (Schaeffer et al., 2019). A luz da TFD possibilita a biomodulação, regeneração e cicatrização, possuindo ação antimicrobiana, anti-inflamatória e analgésica, sendo que seu efeito potencial está associado à forma direta do aparelho utilizado (Barbosa, 2017; Mangano et al., 2012; Poly et al., 2010).

Os efeitos colaterais da TFD são insignificantes, permitindo que seja feito mais de uma aplicação desta terapia, sendo utilizada em tecido vivo que apresenta crescimento anormal (Lima et al., 2019). Assim a TFD é uma técnica promissora contra bactérias, sendo um meio complementar à técnica endodôntica tradicional para desinfecção dos canais, permitindo assim, a combinação da instrumentação mecânica e agente químico utilizada como fator antimicrobiano (Araújo et al., 2013; Fernandez et al., 2018; Santos et al., 2017; Simões et al., 2018).

3.2 Terapia Fotodinâmica na Endodontia e sua relação com os microrganismos

O sistema de canais radiculares apresenta microrganismos que podem colonizar estruturas como: túbulos dentinários, canais acessórios, entre outras estruturas, o que causa uma dificuldade na eliminação dos microrganismos durante o processo de instrumentação ou até mesmo pelas substâncias irrigadoras e medicação intracanal (Amaral, 2009; Alfenas et al., 2011; Araújo et al., 2013; Santos et al., 2017; Oliveira et al., 2021). Por isso, durante o tratamento endodôntico tenta-se a máxima desinfecção do sistema de canais radiculares, prevenindo assim, a reinfecção desse sistema, pois mesmo com alto grau de eficiência das substâncias químicas utilizadas, podem ocorrer falhas na limpeza e desinfecção durante o tratamento endodôntico (Alfenas et al., 2011; Fernandes et al., 2018; Schaeffer, 2019; Simões et al. 2018).

Microrganismos como *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* e a *Candida albicans* são consideradas as espécies com maior resistência nas infecções endodônticas e encontradas

no interior dos canais radiculares, estando relacionados com as causas de insucesso no tratamento endodôntico (Alfenas et al. 2011; Araújo et al., 2013; Goettert, 2019; Santos et al., 2017; Simões et al., 2018; Oliveira et al., 2021; Eduardo et al., 2015). Por ser uma bactéria gram-positiva, anaeróbia facultativa e com capacidade de sobreviver sem suporte de outros microrganismos, *E. faecalis* é muito encontrado em canais radiculares, tem capacidade de colonizar e dificultar a desinfecção por meios químicos e mecânicos dos túbulos dentinários e dentina, apresenta grande potencial de invadir a região intratubular mesmo sem presença de nutrientes e possui alguns fatores de virulência que dificulta a desinfecção dos túbulos e dos canais devido a sua penetração (Barbosa, 2017; Schaeffer 2019; Poly et al., 2010; Pereira et al. 2017).

Tratando-se da TFD, a susceptibilidade antimicrobiana apresenta diferenças fundamentais, principalmente devido às bactérias gram-positivas serem mais susceptíveis a essa terapia que as gram-negativas (Barbosa, 2017; Pereira et al., 2017; Schaeffer 2019). Portanto, a estrutura de diferentes bactérias deve ser analisada, pois geralmente a infecção primária do canal radicular está relacionada a cepas de gram-positivas anaeróbicas, que podem causar o insucesso endodôntico (Pereira et al., 2017; Schaeffer 2019). Outra diferença relacionada ao sucesso da terapia fotodinâmica é a forma como os microrganismos estão dispostos, visto que como células isoladas sua ação é mais eficiente do que quando estão organizadas em forma de biofilme (Schaeffer 2019).

A sensibilidade das bactérias, fungos e vírus à TFD, sugere que a aplicação seja em infecções mais localizadas e com pouca profundidade, sendo recomendada como coadjuvante ao tratamento endodôntico tradicional (Eduardo et al., 2015; Oliveira, 2016). Por conseguinte, as bactérias orais não costumam absorver luz visível de lasers de baixa potência, tendo as exceções como *Actinomyces odontolyticus* e *Porphyromonas gingivalis* (Amral et al., 2010). Dessa forma, é desejável que o fotossensibilizador utilizado na terapia tenha particularidades como, ausência de toxicidade, ausência de mutagenicidade, compatibilidade a várias fontes de luz e possuir estabilidade (Goettert, 2019). Tratando-se da ação de fotossensibilizadores, as bactérias gram-positivas aeróbicas são sensibilizadas devido à formação do oxigênio singlete, já as anaeróbicas pela formação de radicais livres (Barbosa, 2017).

Os corantes são considerados agentes fotossensibilizadores para a desinfecção dos canais radiculares que serão fotoativados por uma fonte de luz, sendo o azul de metileno e o azul toluidina mais utilizados na terapia fotodinâmica devido a sua absorção de luz ser alta (Amaral, 2009; Araújo et al., 2013; Figueirêdo-Junior et al., 2021; Goettert, 2019; Lacerda et al., 2014; Piazza & Vivian, 2017; Oliveira, 2016). Apesar da existência de várias fontes de luz, destacam-se os lasers de baixa potência, os LED e as lâmpadas halógenas, porém estudos concluíram que a TFD possui maior efeito bactericida do que o laser, quando utilizados juntamente com a instrumentação e a irrigação com Hipoclorito de sódio (Araújo et al., 2013; Correia, 2018; Fernandes et al., 2018; Goettert, 2019; Mangano et al., 2012; Piazza & Vivian, 2017; Poly et al., 2010; Oliveira et al., 2021). Assim, a destruição dos microrganismos por meio da TFD, ocorre devido à membrana citoplasmática ser rodeada por uma camada relativamente porosa que permite com que o fotossensibilizador atravesse a membrana e cause a morte celular devido a presença de danos oxidativos que foram causados (Schaeffer et al., 2018; Oliveira, 2016; Oliveira et al., 2021).

3.3 Protocolos da terapia fotodinâmica na endodontia

Apesar de todos os benefícios da terapia fotodinâmica, ainda não existe um consenso da sua utilização no tratamento endodôntico, tendo uma discordância em um protocolo específico de aplicação para a eficácia da terapia (Goettert, 2019; Santos et al. 2017; Silva et al., 2019). Embora os efeitos da terapia fotodinâmica não sejam acumulativos e invasivos, podem ser aplicados várias vezes, devido à falta do padrão de aplicabilidade da terapia, podendo ser utilizada em tratamento endodôntico de sessão única ou múltiplas (Alfenas et al., 2011; Figueirêdo-Junior et al., 2021; Goettert, 2019; Oliveira et al., 2021). A terapia possui vantagens como, baixo custo, ausência de efeitos colaterais, ser indolor, fácil, vasta e rápida aplicação, não gera resistência

bacteriana, sem efeitos sistêmicos, acessível, boa tolerância e é uma ótima terapia complementar nas patologias odontológicas já que abrange fungos, bactérias e vírus (Araújo et al., 2013; Barbosa, 2017; Eduardo et al., 2015; Figueirêdo-Junior et al., 2021; Oliveira et al., 2021).

Como não se tem um protocolo específico estabelecido, são utilizados protocolos com os seguintes passos: fotografia inicial do paciente; anestesia infiltrativa e das papilas na região de cada dente; abertura coronária dos dentes com broca esférica de ponta diamantada 1014 e alisamento das paredes laterais da câmara pulpar com broca endo-Z; isolamento absoluto com lençol de borracha, grampos e arco dobrável; início do preparo biomecânico com limas do tipo K #8 E #10; radiografia; preparo do terço cervical com brocas Gattesgilden e preparo do terço apical com limas tipo K, irrigando sempre a cada troca de lima com hipoclorito de sódio (1% até 5%, conforme protocolo utilizado pelo especialista, sendo 2,5% o mais utilizado); início da TFD irrigando com agente fotossensibilizador azul de metileno 0,005% deixando agir por 5 minutos e ativando com o laser de baixa potência vermelho com comprimento de onda de 660nm; remoção do produto e limpeza do canal, secagem do canal com papel absorvente; obturação de acordo com a técnica convencional do tratamento endodôntico (Silva et al., 2019). Outro protocolo utilizado é a sensibilização com azul de metileno por 5 minutos, irradiação com fibra ótica emitindo laser vermelho no comprimento de onda de 665nm e energia de 60 J/cm²; dessa forma de aplicação, estudos comprovam que reduz a carga microbiana em 77,5% (Amaral et al., 2010).

Já a aplicação da TFD feita com 0,0125% de azul de toluidina, segue da seguinte maneira: deixar agir por 1 minuto e irradia com laser de diodo de 50mW com comprimento de onda de 6600 nm, dessa forma foram capazes de reduzir 99,9% de bactérias (Barbosa, 2017). Já outro estudo utiliza do seguinte protocolo, após o preparo químico-mecânico e irrigação com NaOCl a 2,25% e ácido cítrico a 20%, faz-se a TFD com cloreto de tolônio, deixa agir por 1 minuto e irradia com laser de 100Mw por 2 minutos, dessa forma foram observado que teve cultura negativa após essa abordagem (Oliveira, 2016).

Como podemos observar, a TFD atua como coadjuvante no tratamento endodôntico após a desinfecção química e mecânica, minimizando o máximo de microrganismos persistentes nos canais radiculares, sem causar danos (Fernandes et al., 2018; Goettert, 2019). A terapia consiste na utilização de um fotossensibilizador/corante que não seja tóxico no local desejado e que seja ativado por um comprimento de onda de luz visível gerando danos aos microrganismos (Figueirêdo-Junior, 2021; Goettert, 2019; Lima et al., 2019). Isso em virtude de um processo fotoquímico que sensibilizado, causa dois tipos de mecanismos, sendo a transferência de elétrons e a transferência de energia (Araújo et al., 2013; Goettert, 2019; Souza, 2011; Schaeffer et al., 2019; Oliveira, 2016).

A transferência de elétrons se dá através do fotossensibilizador, que na fase tríplete excitado juntamente com as moléculas de substrato orgânico das células, constitui radicais livres que interagem com o oxigênio e formarão os produtos oxidados, trazendo consequências biológicas causando danos irreparáveis à estrutura dos microrganismos, e a destruição de bactérias (Araújo et al., 2013; Goettert, 2019; Souza, 2011; Schaeffer et al., 2019; Oliveira, 2016). Já, a transferência de energia, resulta na produção de oxigênio tóxico sendo o oxigênio singlete, tornando-se um produto altamente reativo e é apontado como o principal mediador fotoquímico, que devido a sua toxicidade causa danos a proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos que causará a apoptose celular, sem causar extravasamento dos produtos citoplasmáticos evitando lesão dos tecidos (Araújo et al., 2013; Goettert, 2019; Lima et al., 2019; Silva et al., 2019; Souza, 2011; Schaeffer et al., 2019; Oliveira, 2016). Para que tenhamos as reações fotoquímicas e fotofísicas, o fotossensibilizador deve absorver o fóton de luz, porém a utilização da terapia fotodinâmica necessita de parâmetros como a concentração utilizada, tipo de fotossensibilizador, tempo de pré-irradiação, pois vários resultados podem ser alcançados (Amaral, 2009; Santos et al., 2017; Prates, 2010).

Para que a terapia fotodinâmica tenha eficácia, é necessário um tempo de pré-irradiação, que é definido pelo tempo de aplicação do fotossensibilizador no alvo desejado e ativado pela luz, caso esse tempo não seja respeitado pode ocorrer reações

tóxicas (Amaral et al., 2010; Barbosa, 2017). O tempo utilizado na pré-irradiação pode ser de 1 a 5 minutos, podendo variar de acordo com o comprimento de ondas, potência e quantidade de energia que foi irradiada (Goettert, 2019; Schaeffer et al., 2019). Nessa pré-irradiação, é esperado que o corante passe pela membrana celular e não ocorra a degradação antes de ser fotoativado, visto que o tempo de absorção do corante, antes da iluminação, é importante para que se tenha sucesso na fototerapia (Amaral et al., 2010; Barbosa, 2017; Schaeffer et al., 2019).

Como mencionado anteriormente, o comprimento de onda é um dos fatores importantes para o sucesso da terapia, seu espectro deve ser de 600nm a 850nm com uma densidade óptica de vermelho visível e infravermelho, caso os valores sejam menores, haverá baixa penetração nas células, e se o comprimento for maior, os fótons podem apresentar carga energética baixa não tendo ativação do fotossensibilizador (Amaral et al., 2010; Goettert, 2019; Lacerda et al., 2014). Tratando-se dos fotossensibilizadores/corantes, o mais utilizado é o azul de metileno, pois sua propriedade de absorção é grande (Amaral et al., 2010; Amaral, 2009; Goettert, 2019; Piazza & Vivian, 2017; Simões et al., 2018; Oliveira, 2016). Várias fontes de luz podem ser utilizadas na terapia fotodinâmica, porém as mais utilizadas são Light Emitting Diode (LED) ou Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (LASER), destacando-se os lasers de diodo que emite um espectro vermelho de baixa intensidade e é absorvido pelos tecidos biológicos, já o LED é utilizado como fonte de luz alternativa devido a sua capacidade baixa de componente térmico e a sua luz ser monocromática com estreitamento do comprimento de onda (Correia, 2018; Goettert, 2019; Poly et al., 2010; Simões et al., 2018).

Assim, a terapia fotodinâmica pode ser específica para cada tipo de aplicação, variando de acordo com o tipo de fotossensibilizador, tempo de pré-irradiação, tipo de luz utilizada na fotossensibilização e comprimento de onda (Eduardo et al., 2015; Santos et al., 2017). Devido ainda, não existir um protocolo de utilização da terapia, o cirurgião dentista deve ficar atento a critérios como o local de emissão, tempo de aplicação e níveis de energia (Alfenas et al., 2011; Santos et al., 2017; Simões et al., 2018). Dessa forma; a TFD, juntamente com o tratamento endodôntico convencional, pode ser útil na redução dos microrganismos intracanaís (Araújo et al., 2013; Oliveira, 2016).

4. Discussão

A aplicação da TFD, como coadjuvante na descontaminação dos sistemas de canais radiculares, potencializa o efeito antimicrobiano do tratamento endodôntico (Santos et al., 2017; Silva et al., 2019; Sicupira & Araújo, 2012). Apesar de ainda não existir um consenso da forma de aplicação, indicação, microrganismos combatidos, concentração do fotossensibilizador, dose, tipo de laser e tempo de irradiação, sabemos que sua utilização na endodontia é de grande validade na eliminação dos microrganismos (Goettert, 2019; Santos et al., 2017). A busca da melhor desinfecção dos canais radiculares é constante e evolutiva, visto que a permanência dos microrganismos no interior do canal radicular gera oportunidade para desenvolvimento de lesões e insucesso do tratamento, por isso a necessidade de técnicas para a aplicação da TFD na endodontia como complementar na desinfecção levando ao sucesso do tratamento (Alfenas et al., 2011; Amaral et al., 2010; Poly et al., 2010; Souza, 2011).

De acordo com Silva et al. (2019), a TFD é uma técnica coadjuvante promissora na desinfecção dos sistemas de canais radiculares, mesmo sem a padronização de aplicação da técnica (Silva et al., 2019). Já, Santos et al. (2017) afirmam que a TFD não é superior aos métodos químico-mecânicos associados ao hidróxido de cálcio para a eliminação do *Enterococcus faecalis*. Porém, Simões et al. (2018), alega que a desinfecção dos sistemas de canais radiculares feita com a TFD ou com o Hidróxido de cálcio, se feitos após o preparo químico-mecânico correto, pode reduzir a carga microbiana dos canais.

Estudiosos como Goettert (2019), Santos et al. (2017), Piazza et al. (2017), Figueirêdo-Junior et al. (2021), Amaral (2009), Prates (2010) e Araújo (2013), relatam que vários fotossensibilizadores podem ser utilizados, sendo os da classe fenotiazinas, sendo compostos heteroaromáticos tricíclicos de coloração azul, como azul de toluidina, azul de metileno, sendo eles os mais consumidos na TFD (Amaral, 2009; Araújo et al., 2013; Figueirêdo-Junior et al., 2021; Goettert, 2019; Lacerda et al., 2014; Piazza & Vivian, 2017; Santos et al., 2017). Já, Santos et al. (2017) e Figueirêdo-Junior et al. (2021), acrescentam mais um fotossensibilizador, a curcumina que tem sido estudada e empregada a técnica, apesar dos mais utilizados serem respectivamente o azul de metileno e o azul de toluidina. Oliveira (2016), declara que para o azul de metileno e o azul de toluidina terem efeito bactericida, deve ser utilizado o laser de baixa intensidade, dependendo também da sua concentração. Dessa forma, Silva et al. (2019), alega que o azul de metileno utilizado na TFD tem efeito positivo na aplicação das imagens sugestivas de lesões periapicais.

Cada fotossensibilizador utilizado absorve a luz de acordo com o comprimento de onda, de acordo com Silva et al. (2019), o azul de metileno é eficaz absorvendo a fonte de luz por meio do comprimento de onda de 600 nm. Autores como Prates (2010), e Oliveira (2016), concordam que os fotossensibilizadores como azul de toluidina, azul de metileno, clorina e forfirina absorvem luz de um comprimento de ondas que varia de 550 a 700nm, coincidindo assim com a luz emitida pelo laser de diodo. Goettert (2019), Prates (2010), e Oliveira (2016) afirmam ainda que azul de toluidina e azul de metileno têm absorção que variam de 620 a 700nm, o que permite a fotossensibilização de microrganismos através do laser de diodo com espectro vermelho. Já, Santos et al. (2017), declara que a utilização do laser com comprimento de 400 a 700nm é o ideal para a TFD, sendo o comprimento de 660nm o mais utilizado para inativação dos microrganismos.

Sobre o tempo de pré-irradiação Schaeffer (2019) e Prates (2010) acreditam que em apenas 5 minutos pode surgir efeito, porém as bactérias gram-negativas necessitam de uma técnica mais eficaz com tempo de pré-irradiação e concentrações de fotossensibilizadores maiores. Além disso, Prates (2010), alega que deve ser utilizado uma fibra óptica com distribuição correta da luz em todas as paredes do canal de forma que seja 360°. Já, Amaral et al. (2010) e Oliveira (2016) acreditam que utilizando todos os parâmetros da TFD é possível minimizar até 80% de microrganismos formadores de colônias. Dessa forma, Santos et al. (2017), alegam que a utilização do laser de diodo de alta potência por cerca de 30 segundos em modo pulsado, é capaz de reduzir consideravelmente as colônias de *Enterococcus faecalis* e *Streptococcus mutans*.

5. Considerações Finais

Assim a TFD é uma terapia coadjuvante ao tratamento endodôntico, com potencial para descontaminação dos canais radiculares, reduzindo e inativando o biofilme bacteriano possibilitando a reparação dos tecidos apicais, juntamente com a instrumentação convencional, pois ela não deve ser utilizada isoladamente. Porém, é necessário desenvolver mais estudos para que se tenha um protocolo específico de aplicação da terapia, pois os estudos existentes comprovam sua eficácia na desinfecção dos sistemas de canais radiculares no tratamento endodôntico, mas não se tem um consenso de quantidade, forma e tempo de aplicação.

Referências

Alfenas, C. F., Santos, M. F. L., Takehara, G. N. M. & Paula, M. V. Q. (2011). Terapia fotodinâmica na redução de micro-organismos no sistema de canais radiculares. *Rev Bras Odontol.* 68(1), 68-71.

Amaral, R. R. (2009). Efeito da terapia fotodinâmica em canais radiculares contaminados com *Enterococcus faecalis*. Dissertação. Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

- Amaral, R. R., Amorim, J. C. F., Nunes, E., Soares, J. A. & Silveira, F. F. (2010). Terapia fotodinâmica na endodontia-revisão de literatura. *RFO*. 15(2), 207-11.
- Araujo, G. S., Santos, L. M. S., Queiroz, I. O. A., Wayama, M. T., Yamanari, G. H., Dezan-Junior, E., et al. (2013). Terapia fotodinâmica na endodontia: emprego de uma estratégia coadjuvante frente á infecção endodôntica. *Dental Press Endod*. 3(2), 52-8.
- Barbosa, I. G. (2017). Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. TCC. Estação Ensino, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Correia, M. A. B. (2018). Terapia fotodinâmica na endodontia. Monografia. Faculdade Sete Lagoas. Recife, PE, Brasil.
- Eduardo, C. P., Silva, M. S. B., Ramalho, K. M., Lee, E. M. R. & Aranha, A. C. C. (2015). A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 69(3), 226-35.
- Estrela, C. (2018). Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa. Editora Artes Médicas.
- Fernandes, M. L. M. F., Mohallen, M. L., Santos, A.M.C., Maia, C. A., Vilela, C. R. & Ribeiro, F. A. (2018). Terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico de dentes decíduos. 18° CONIC (pp. 6-10). Belo Horizonte, MG.
- Figueirêdo-Junior, E. C., Pereira, M. M., Torres, R. C. S. D., Missias, E. M., Pereira, J. V. & Albuquerque, M. S. (2021). Terapia fotodinâmica antimicrobiana como recurso adjuvante no tratamento endodôntico em dentes infectados: análise bibliométrica e revisão de literatura. *Arch Health Invest*. 10(1), 179-86.
- Goettert, B. (2019). Desinfecção de canais radiculares com terapia fotodinâmica: revisão de literatura. TCC. Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.
- Lacerda, M. F. L. S., Alfenas, C. F. & Campos, C. N. (2014). Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico- revisão de literatura. *RFO*. 19(1), 115-20.
- Lima, S. P., Sousa, E. T., Melo, M. O. & Silva, M. S. (2019). Terapia fotodinâmica em endodontia: relato de caso. *Rev Gaúch Odontol*. 67(1), 1-5.
- Mangano, V., Marinho, G. B., Proença, V. & Calil, E. (2012). Terapia fotodinâmica associada a desinfecção de canais radiculares. *Rev Saúde*. 6(1), 16.
- Oliveira, J. A. R. (2016). Terapia fotodinâmica em endodontia. Dissertação. Universidade Fernando Pessoa, Porto, MTS, Portugal.
- Oliveira, R. F., Silva, L. P. L., Silva, F. V. D., Andrade, K. S., Romão, T. C. M., Santos, M. G. C., et al. (2021). Terapia fotodinâmica associada a laser no tratamento endodôntico. *Aech Health Invest*. 10(2), 236-40.
- Pereira, R. F. L., Pedrosa, M. S. & Delboni, M. G. (2017). Terapia fotodinâmica em canais infectados com *Enterococcus faecalis*: revisão de literatura. *RFO*. 22(2), 261-70.
- Piazza, B. & Vivian, R. R. (2017). Ouso do laser e seus princípios em endodontia: revisão de literatura. *SALUSVITA*. 36(1), 205-21.
- Poly, A., Brasil, J. F. W., Marroig, P. C., Blei, V. & Risso, P. A. (2010). Efeito antibacteriano dos lasers e terapia fotodinâmica contra *Enterococcus faecalis* no sistema de canais radiculares. *Rev Odontol Unesp*. 39(4), 233-9.
- Prates, R. A. (2010). Avaliação dos efeitos da terapia fotodinâmica antimicrobiana sobre leveduras patogênicas. Tese. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, SP, Brasil.
- Santos, M. G. C., Brito, L. N. S., Neves, L. E. M., Azevedo, M. S. & Santos, T. K. G. (2017). Análise do uso da terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico com base em um congresso odontológico. *RFO*. 22(1), 49-53
- Schaeffer, B., D'Aviz, F. S., Ghiggi, P. C. & Klassmann, L. M. (2019). Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. *J of Oral Invest*. 8(1), 1-7.
- Sicupira, L. & Araújo, A. C. (2012). Terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico. *Rev Iniciaç Cient Univ Vale do Rio Verde*. 2(2), 37.
- Silva, M. D., Sampaio, M. M. S., Silva, T. M., Bravo, J. F. M. & Calvalcanti, U. D. N. T. (2019). Terapia Fotodinâmica na endodontia: Relato de caso. *Rev Cient OARF*. 3(1), 29-35.
- Simões, T. M. S., Silva, M. G. B., Fernandes Neto, J. Á., Batista, A. L. A. & Catão, M. H. C. V. (2018). Aplicabilidade da terapia fotodinâmica antimicrobiana na eliminação do *Enterococcus faecalis*. *Arch Health Invest*. 7(11), 492-6.
- Souza, E. B. (2011). Efeito da terapia fotodinâmica na desinfecção do sistema de canais radiculares in vivo. Tese. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.