

CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

MATHEUS NOBRE OLIVEIRA CHAVES

**APLICAÇÃO CLÍNICA DA TERAPIA FOTODINÂMICA NO TRATAMENTO
ENDODÔNTICO**

Juazeiro do Norte-CE
2020

MATHEUS NOBRE OLIVEIRA CHAVES

APLICAÇÃO CLÍNICA DA TERAPIA FOTODINÂMICA NO TRATAMENTO
ENDODÔNTICO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão
Sampaio, como pré-requisito para obtenção do grau
de Bacharel.

Orientador(a): **Ms. Simone Scandiuzzi Francisco**

Juazeiro do Norte-CE
2020

MATHEUS NOBRE OLIVEIRA CHAVES

**APLICAÇÃO CLÍNICA DA TERAPIA FOTODINÂMICA NO TRATAMENTO
ENDODÔNTICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Odontologia do Centro Universitário Doutor Leão
Sampaio, como pré-requisito para obtenção do grau
de Bacharel.

Aprovado em 03/07/2020.

BANCA EXAMINADORA

PROFESSOR (A) MESTRE (A) SIMONE SCANDIUZZI FRANCISCO
ORIENTADOR (A)

PROFESSOR (A) DOUTOR (A) CLAUDIA LEAL SAMPAIO SUZUKI
MEMBRO EFETIVO

PROFESSOR (A) DOUTOR (A) MARAYZA ALVES CLEMENTINO
MEMBRO EFETIVO

DEDICATÓRIA

Dedico em primeiro lugar, a DEUS por mais essa vitória em minha vida, por me dar sabedoria, e o direito de escolha, me guiando por toda essa trajetória, sempre estando ao meu lado dando força e motivação para nunca desistir.

Dedico este trabalho a meus pais, família e amigos, que me acompanharam e estiveram ao meu lado por toda essa caminhada, sempre colocando uma mão de ternura e apoio no meu ombro, mostrando que por essa passagem, que é a vida, devemos apreciar cada segundo, porque além da matéria, existe a memória ao lado das pessoas boas que despertam sorrisos, mostrando que mesmo em um mundo de futilidades, o aroma das flores continua o mesmo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, porque sem ele nada seria possível.

A professora. Ms. Simone Scandiuzzi Francisco pela orientação deste trabalho, pelas valiosas e incontáveis horas dedicada e todos os ensinamentos como professora e ser humano.

A todos os professores do nosso curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para construção deste trabalho.

RESUMO

Algumas adversidades são encontradas durante a realização do tratamento endodôntico, como a anatomia interna dos canais radiculares e a resistência de espécies de microorganismos presentes nas infecções endodônticas. A terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDa) promove a inativação de células, através da utilização de um fotossensibilizante, que, na presença de luz de baixa energia e comprimento de onda adequado, dar origem a espécies reativa de oxigênio citotóxicas as bactérias. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão integrativa sobre a terapia fotodinâmica antimicrobiana na endodontia. Realizou-se uma busca na base de dados eletrônicos (PubMed) para identificar estudos acerca do tema. Os resultados dos estudos apresentados nesta revisão, mostraram um resultado positivo do efeito da TFDa na redução da carga microbiana no tratamento do canal radicular, e que um potencial benefício pode ser alcançado com uso na desinfecção do canal radicular especialmente na presença de bactérias multirresistentes.

Palavras-Chave: Light activated disinfection. Photodynamic therapy. Photodynamic inactivation. Photoactivated disinfection. Photodynamic antimicrobial.

ABSTRACT

Some adversities are encountered during endodontic treatment, such as the internal anatomy of the root canals and the resistance of microorganism species present in endodontic infections. Antimicrobial photodynamic therapy (PDTa) promotes the inactivation of cells, through the use of a photosensitizer, which, in the presence of low energy light and adequate wavelength, gives rise to reactive species of cytotoxic oxygen to bacteria. The aim of this study was to conduct an integrative review on antimicrobial photodynamic therapy in endodontics. A search was conducted in the electronic database (PubMed) to identify studies on the topic. The results of the studies presented in this review, showed a positive result of the effect of PDTa in reducing the microbial load in the treatment of the root canal, and that a potential benefit can be achieved with use in disinfecting the root canal, especially in the presence of multi-resistant bacteria.

Keyword: Light activated disinfection. Photodynamic therapy. Photodynamic inactivation. Photoactivated disinfection. Photodynamic antimicrobial.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação dos artigos para revisão integrativa.....	14
Quadro 2 – Seleção dos artigos com estudos IN VIVO.....	15

LISTA DE SIGLAS

Fs	Fotossensibilizador
NaOCl	Hipoclorito de sódio
TFDa	Terapia fotodinâmica antimicrobiana
PDTa	Photodynamic Antimicrobial Therapy

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 METODOLOGIA.....	13
3 RESULTADOS.....	15
4 REVISÃO DE LITERATURA / DISCUSSÃO.....	21
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como principal objetivo a eliminação ou redução máxima da quantidade de microrganismos presentes no interior do sistema de canais radiculares. São vários os fatores que podem dificultar o sucesso do tratamento a longo prazo, sendo o principal deles, a variação anatômica do sistema de canais devido a presença de inúmeras ramificações e deltas apicais (BERGMANS *et al.*, 2008; FONSECA *et al.*, 2008).

Apesar do preparo químico-mecânico dos canais radiculares atuar significativamente na redução da quantidade dos microrganismos da microbiota endodôntica pela ação da instrumentação e irrigação com soluções desinfetantes, esta sanificação e limpeza detêm-se na incapacidade de atingir as complexidades anatômicas inerentes da própria diversidade morfológica interna dos canais radiculares (SIQUEIRA e ROCAS, 2008).

Outro fator a ser considerado é a resistência bacteriana de alguns patógenos presentes nas infecções endodônticas, dentre eles a *Enterococcus faecalis*. Esta é uma bactéria gram-positiva, facultativa anaeróbia, não esporulada e altamente resistente à ação de antimicrobianos, devido a sua habilidade de resistir por longos períodos sem nutrientes, sobreviver em mono espécies e invadir túbulos dentinários. É a bactéria gram-positiva mais isolada em infecções endodônticas persistentes, está diretamente relacionada à infecções hospitalares e a resistência aos antimicrobianos no tratamento endodôntico, além disso, apresenta alta resistência ao calor em função da estrutura de sua parede celular (GARCEZ *et al.*, 2008).

Para descontaminação do canal radicular é necessário a desorganização do biofilme para exposição das bactérias e penetração da solução irrigadora para remoção da smear layer gerada durante a instrumentação. O hipoclorito de sódio é a solução irrigadora mais utilizada pois mostra um proteolítico efeito, porém, é fundamental que ele permaneça intracanal por um tempo determinado para desenvolver seu efeito bactericida, á indícios de que não apresente essa eficácia frente a *enterococcus faecalis*. Diante disso, o tratamento endodôntico apresenta-se como um desafio para o clínico, especialmente na presença de infecções persistentes, e desta forma, novas técnicas vêm sendo propostas a fim de aprimorar a desinfecção de canais radiculares, tais como, irrigação passiva e ultrassônica, terapia com ozônio, terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDa) (BONSOR *et al.*, 2006; FONSECA *et al.*, 2008; SIQUEIRA e ROCAS, 2008).

A TFDa é uma modalidade terapêutica que promove a inativação de células e patógenos, através da indução por luz, tendo como parâmetro a utilização de um agente fotossensibilizante, que, quando submetido a luz de baixa energia e comprimento de onda adequado, produz espécies reativas de oxigênio citotóxicas as bactérias e seus componentes como, paredes celulares, proteínas de membrana e ácidos nucleicos, causando a morte celular (HAMBLIN e HASAN, 2004; BORSATTO *et al.*, 2016).

Alguns autores resumem o mecanismo da ação antimicrobiana da TFDa da seguinte forma: (1) o agente fotossensibilizador se conecta a membrana celular do microorganismo, (2) a irradiação luminosa, com um comprimento de onda específico e com o pico de absorção do fotossensibilizador leva à formação de oxigênio singleto (altamente reativo) e (3) destruição da parede bacteriana causada pelo oxigênio singleto levando-a morte (SOUKOS *et al.*, 2006).

Essa ação da TFDa ocorre quando a luz (laser de baixa potência) com comprimento de onda (λ) adequado induz uma reação fotoquímica na presença do fotossensibilizador (Fs) com perda de energia na presença de oxigênio, e a partir disto, o seu estado fundamental absorve um fóton de energia passando ao estado excitado singleto. Neste processo, ele poderá perder energia por decaimento eletrônico (fluorescência) ou processo físico (calor) retornando ao seu estado fundamental ou ainda poderá sofrer uma reorganização eletrônica, passando para o estado tripleto excitado, menos energético, porém mais estável. Durante o estado tripleto excitado, a energia poderá estar perdida por decaimento energético (fosforescência) regressando ao seu estado fundamental; ou ele poderá transferir sua energia excitacional para outras moléculas do meio por dois mecanismos: Tipo I e II (HAMBLIN e HASAN, 2004; CASTANO *et al.*, 2005).

Na reação tipo I, o Fs reage diretamente com um substrato do meio, em que os ânions são removidos do Fs e transferidos para o oxigênio e outras moléculas, produzindo espécies citotóxicas, tais como peróxidos (ROO⁻), superóxido (O₂⁻), hidroxila (OH), que promovem a destruição da membrana ou de macromoléculas. Na reação tipo II, o Fs reage especificamente com o oxigênio molecular, em que há transferência de energia para o oxigênio, tornando-o eletronicamente excitado e extremamente reativo, formando basicamente oxigênio singleto, sendo a principal reação citotóxica da TFDa (WAINWRIGH *et al.*, 1997; CASTANO *et al.*, 2004; 2005; SOUKOS e GOODSON, 2011).

Estudos *in vivo* e *ex vivo* foram realizados para identificar os efeitos da TFDa em patógenos endodônticos e os resultados foram promissores, com elevadas taxas de diminuição

e até eliminação dos microrganismos (GARCEZ *et al.*, 2007; GEORGE e KISHEN, 2007; BERGMANS *et al.*, 2008; GERGOVA *et al.*, 2016; BORSATTO *et al.*, 2016). Assim, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa sobre a terapia fotodinâmica antimicrobiana na endodontia.

2 METODOLOGIA

2.1.DESCRICÃO DO ESTUDO

Esse estudo realizou uma revisão integrativa sobre o uso da terapia fotodinâmica na endodontia.

2.2.CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Para abordar o objetivo desta revisão integrativa, a seguinte pergunta foi construída: No tratamento endodôntico, a utilização da TFDa em associação as técnicas químico-mecânicas convencionais é capaz de reduzir ainda mais a carga bacteriana nos canais radiculares maximizando a limpeza e desinfecção?

2.3. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO e EXCLUSÃO

Os seguintes critérios de elegibilidade foram escolhidos: (1) artigos originais; (2) estudos experimentais ex vivo; (3) estudos clínicos (in vivo) em dentes permanentes; (4) intervenção: eficácia antibacteriana de TFDa em canais radiculares infectados; (5) estudos que utilizaram laser de baixa potência, (6) lista de referência de estudos originais e de revisão potencialmente relevante, e (7) artigos publicados apenas em inglês.

Os seguintes critérios de exclusão foram escolhidos: (1) artigos de revisão sistemática; (2) estudos experimentais in vitro, (3) estudos que utilizaram laser de alta potência ou LED (4) estudos que utilizaram diversos tipos de fotossensibilizadores, e (5) estudos clínicos em dentes decíduos, e (6) dados não publicados, cartas ao editor e revisões históricas foram excluídas.

2.4. ESTRATÉGIA DE BUSCA

Como estratégia inicial foi realizada uma busca bibliográfica utilizando a base de dados eletrônica Public Medline (PubMed) de 2005 a 2019, incluindo as seguintes palavras-chaves: Photodynamic therapy; Photodynamic antimicrobial chemotherapy; Light activated disinfection; Photoactivated disinfection; Photodynamic inactivation; Endodontics; Antimicrobial photodynamic therapy; Root canal treatment e Ex vivo sendo associados aos operadores booleanos OR e AND.

Quadro 1: Identificação dos artigos para a revisão integrativa.

DESCRITORES	TOTAL	Excluídos	1ª SELEÇÃO	2ª SELEÇÃO
(photodynamic therapy) AND root canal	169	135 excluídos	34 selecionados	31S 3R
(photodynamic inactivation) AND root canal	10	9 excluídos	1 selecionados	1R
(light activated disinfection) AND root canal	74	66 excluídos	8 selecionados	5S 3R
(photoactivated disinfection) AND root canal	46	35 excluídos	11 selecionados	1S 10R
(photodynamic antimicrobial chemotherapy) AND root canal	84	54 excluídos	30 selecionados	1S 29R
Photodynamic therapy AND endodontics- Clinical trials	14	7 excluídos	7 selecionados	7R
Light activated disinfection AND endodontics- Clinical trials	5	3 excluídos	2 selecionados	2R
photodynamic therapy OR photoactivated disinfection AND endodontics - Clinical trials	15	11 excluídos	4 selecionados	4R
light activated disinfection OR photoactivated disinfection AND endodontics- - Clinical trials	6	5 excluídos	1 selecionado	1R
photodynamic therapy AND endodontic AND ex vivo	15	8 excluídos	7 selecionados	7R
TOTAL	438	333	105	38S

S=selecionado; R=excluído.

S= estudos ex vivo, estudos in vivo e estudos em animais. Sendo 20 artigos ex vivo e 18 artigos in vivo/ em animais.

3 RESULTADOS

O processo final de busca e seleção, os 38 artigos identificados foram analisados na primeira seleção, com base em nossos critérios de inclusão e exclusão e foram selecionados os artigos (18) com estudos in vivo (humanos e animais), descritos no Quadro 2.

Quadro 2: Seleção dos artigos com estudos IN VIVO

Autor/ano	Dentes	Desenho do estudo	Grupos experimentais	Fs/ concentração	Resultados	Conclusão
Bonsor et al. (2006).	64	In vivo	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo 1 - após o acesso - Após a instrumentação + TFDa- Após a preparação do canal, utilizando soluções de ácido cítrico e hipoclorito de sódio. • Grupo 2 - após o acesso - Após a preparação convencional usando soluções de ácido cítrico a 20% e hipoclorito de sódio como irrigantes - Após a TFDa. 	Azul de Toluidina (Denfotex)-60s a 100µm).	Grupo 1, apenas dois dos 23 canais infectados mostraram bactérias cultiváveis após o uso de ácido cítrico e desinfecção fotoativada. No grupo 2, quatro canais dos 23 infectado inicialmente, permaneceu contaminado após tratamento convencional. Após a desinfecção fotoativada subsequente, três desses quatro canais estavam livres de bactérias cultiváveis.	A utilização da desinfecção fotoativada e de um agente quelante atuando sobre o biofilme pode ser escolhido como alternativa ao uso hipoclorito na limpeza dos canais radiculares.
Bonsor et al. (2006).	32	In vivo	<ul style="list-style-type: none"> • Após o acesso ao canal. • Após terapia endodôntica convencional. • Após o processo de TFDa ter sido realizado no canal preparado. 	Azul de Toluidina (Denfotex)-60s a 100µm).	Os resultados mostraram que houve, com uma exceção, o nível de infecção foi reduzido a zero após o uso da técnica TFDa.	Concluíram que a TFDa ofereceu um meio eficiente de combate as bactérias remanescentes após o uso de irrigantes convencionais na terapia endodôntica.
Soukos et al. (2006).	60	In vivo	Os dentes recém-extraídos foram armazenados em NaOCl a 0,5% de 2 a 8 semanas. Os segmentos radiculares foram preparados	Azul de Metileno (25 g / ml) por 5 minutos seguida de exposição à luz vermelha de 665	A exposição dos biofilmes de E. faecalis nos canais radiculares a 25 g / ml de azul de metileno e a subsequente iluminação com luz vermelha (222 J / cm ²) usando uma fibra óptica com múltiplos difusores cilíndricos que distribuíam	Descobertas sugerem que a TFDa tem potencial de ser usado como um procedimento antimicrobiano adjuvante no tratamento endodôntico. Contudo, vários parâmetros de luz e drogas devem ser explorados para definir a

			com um padrão 12 mm de comprimento por decoronização usando uma serra de diamante rotativa (# 911H, Brasseler USA, Savannah, GA) a 20.000 rpm. A perviedade do forame apical foi padronizada através da inserção de uma lima 15K (Dentsply Maillefer, Tulsa, OK). O comprimento de trabalho foi calculado 0,5 mm antes dessa medição.	nm com uma fluência energética de 30 J / cm ² .	uniformemente a luz, resultou em uma redução de 97% nas células viáveis do biofilme bacteriano (média dos valores obtidos em três experimentos com quatro amostras de dentes por experimento, p 0,005).	dosimetria apropriada para obter a maior eficiência na desinfecção de canais radiculares.
Garcez et al.(2008).	20	In vivo	Foram tratados 20 canais radiculares dos dentes anteriores (incisivos e caninos) com sintomas de polpa necrótica e periodontite periapical.	Polietilenimina (PEI) e clorina (e6) – 0,5 mL por 2 minutos Laser de diodo (40mW; 660nm; 9,6 J; por 240 segundos).	Os resultados mostraram que o uso da TFDa adicionado ao tratamento endodôntico leva a uma diminuição maior de bactérias e pode ser uma abordagem apropriada para tratamento de infecções orais.	Concluíram que a TFDa utilizada como adjuvante ao tratamento endodôntico convencional leva a uma redução da carga bacteriana, e oferece um meio não tóxico eficiente de destruição de microorganismos que permanecem no interior do sistema de canais.
Garcez et al. (2010).	30	In vivo	Todos os dentes apresentaram quadro e sintomas de periodontite periapical e lesão óssea apical detectado por radiografia, e alguns pacientes apresentaram dor por percussão vertical e / ou edema local, todos exigindo retratamento do canal radicular em dentes com ápices fechados.	Polietilenimina clorina (e6)-0,5mL por 2 minutos Laser de diodo (P= 40mW; L=660nm; E= 9,6J; t= 4 minutos).	Os resultados mostraram que a TFDa isolada produziu uma redução significativa do número de espécies microbianas, mas apenas três dentes foram livre de bactérias, enquanto a combinação da terapia endodôntica com a TFDa eliminou todas as espécies resistentes a medicamentos e todos os dentes estavam livres de bactérias.	Concluíram que o uso da TFDa como adjuvante para tratamento endodôntico leva uma redução adicional significativa da carga bacteriana e é eficaz contra bactérias multirresistentes.
Juric et al. (2014).	21	In vivo	Grupo 1 - Após o acesso ao canal. Grupo 2 - Após o retratamento endodôntico. Grupo 3 - Após o procedimento TFDa.	Cloreto de Fenotiazínio ($\lambda = 660 \text{ nm}$, 100 mW) por 1min.	Quatorze espécies de bactérias foram isoladas inicialmente nos canais radiculares, com valor médio de 4,57 espécies por canal. Embora o retratamento endodôntico por si só tenha produzido uma redução significativa no número de espécies de bactérias, a combinação de tratamento endodôntico e TFDa foi estatisticamente mais efetivo.	A TFDa usado como um complemento à terapia endodôntica convencional alcançou redução adicional do número de microrganismos, levando a eliminação das espécies bacterianas remanescentes, ou mesmo completando a eliminação de bactérias em alguns casos.

Tennert et al. (2014).	160	In vivo	Grupo 1 = 70 amostras não obturadas foram autoclavadas. Grupo 2 = 70 amostras obturadas . Os espécimes foram divididos aleatoriamente em grupos de acordo com o tratamento, com 20 dentes cada e um controle. Grupo (TFDa) – Os canais radiculares foram tratados apenas com TFDa. Grupo (NaOCl) – instrumentação com 10 mL de NaOCl a 3%. Grupo (NaOCl-TFDa) – instrumentação com 10 mL de NaOCl 3% e depois tratados com TFDa.	Azul de Toluidina TFDa em fonte de luz de 635 nm.	O tratamento de canais radiculares apenas com TFDa causou uma redução da carga bacteriana, resultando em uma morte de 92,7% dos E. faecalis. A instrumentação dos canais radiculares com hipoclorito de sódio a 3% (NaOCl) obteve uma redução de 99,9% e a combinação da desinfecção com NaOCl e TFDa reduziu a viabilidade bacteriana em 99,9%.	A terapia fotodinâmica matou E. faecalis em infecções endodônticas primárias experimentais e retratou canais radiculares. No entanto, a irrigação com hipoclorito de sódio a 3% é mais eficaz na eliminação da E. faecalis em comparação com TFDa isolada. A TFDa combinada com a técnica convencional se mostrou mais eficaz na eliminação da E. faecalis, do que a técnica com NaOCl apenas. A TFDa não é uma alternativa, mas um complemento eficaz na desinfecção de canais radiculares, especialmente em casos de retratamentos, o uso adjunto de uma abordagem convencional baseada em NaOCl permanece obrigatório.
Garcez et al.(2015).	28	In vivo	Todos os dentes apresentavam sinais e sintomas de periodontite periapical e lesão óssea apical detectada por radiografia.	Azul de Metileno - 60µM por 3 minutos Laser de diodo vermelho(40mW; 660nm; 7,2J; por 3 minutos).	Os resultados mostraram que nenhuma das lesões tratadas apresentou redução microbiana de 100% após tratamento cirúrgico, enquanto em 8 lesões não foi possível detectar bactérias após combinações de tratamento endodôntico e TFDa. O acompanhamento mostrou diminuição da área da lesão em todos os dentes.	Concluíram que o uso da TFDa como adjuvante no tratamento endodôntico convencional leva a uma redução adicional significativa da carga bacteriana. A TFDa oferece um meio não-tóxico de destruir microorganismos após o uso da terapia convencional.
López et al. (2015).	134	In vivo (cães)	Dez cães foram divididos em dois grupos (n=5): com e sem TFDa, e os canais radiculares em quatro subgrupos, de acordo com a solução irrigadora utilizada: SX (Sterilox 400 ppm), SH2 (NaOCl 2%), SH5 (NaOCl 5%) e SS (solução salina) como controle positivo.	Azul de Toluidina (12,7 mg / mL, pH 5) 635 nm, 100 mW e 15 J por 60 s.	A TFDa, quando empregada após o preparo químico-mecânico, não promoveu diferenças significativas nos escores para inflamação apical (p>0,05). As soluções irrigadoras SX (Sterilox 400 ppm), SH2 (NaOCl 2%) e SH5 (NaOCl 5%) sem TFDa apresentaram diferenças estatísticas do grupo SS (solução salina) (p<0,05) que apresentou os maiores escores para inflamação apical.	A TFDa não apresentou efeito adicional na endodontia em tratamento de sessão única, dos canais com necrose pulpar, associados a lesão apical e a solução irrigadora Sterilox 400 ppm pode ser considerada uma alternativa ao NaOCl na terapia endodôntica.
Moreira et al. (2015).	2	In vivo	Nos dois casos clínicos, o retratamento endodôntico não	Azul de Metileno (0,01%), (660 nm,	18 meses após o tratamento revelou controle do inchaço do trato sinusal e diminuição da	A TFDa de efeito antimicrobiano, aplicado via trato sinusal, seguido pelo protocolo LPT

			teve sucesso, com a presença de um inchaço persistente do trato sinusal, apesar da qualidade padrão do retratamento endodôntico.	40 mW, 90 J / cm ² , 63 seg / ponto), LPT (808 nm, 100 mW, 210 J / cm ² , 59 seg / ponto).	periodontite apical persistente. O tratamento teve sucesso, evitando tanto intervenções cirúrgicas e prescrição antimicrobiana. O LPT foi aplicado imediatamente após cada sessão de TFDa do trato sinusal. Este por vez foi capaz de modular o processo inflamatório, melhorando a regeneração tecidual. Além disso, sabe-se que a fototerapia com laser infravermelho exerce um efeito bioestimulador nas células osteoblásticas em diferentes níveis, contribuindo para a regeneração óssea.	(fototerapia a laser) , provou ser eficiente no controle clínico da infecção de forma segura, e conservadora. Além de fácil acesso pelo trato sinusal, além dos efeitos biomodulatórios do LPT no osso, é um tratamento alternativo e não invasivo para periodontite apical quando procedimentos cirúrgicos não são indicados.
Oliveira et al. (2015).	70	In vivo	Grupo 1- (NaOCl a 1%) = 10. Grupo 2- (5,25% de NaOCl) =10. Grupo 3- (solução salina + TFDa) = 10. Grupo 4- (1% de NaOCl + TFDa) = 10. Grupo 5- (5,25% de NaOCl + TFDa) = 10. Grupo 6- (controle positivo) = 10. Grupo 7- (controle negativo) = 10.	Azul de metileno 15µg/ mL por 2 minutos Laser de diodo (100 mW; 660nm; 90 segundos; 8 J energia).	Os resultados mostraram que 5,25% de NaOCl + TFDa resultou no maior número de amostras sem crescimento microbiano. Além disso, 1% NaOCl e 1% NaOCl + TFDa exibiram similar efeitos antimicrobianos. Solução salina + TFDa não foi capaz de eliminar todos os microrganismos. Houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos e os microrganismos.	A associação de 5,25% NaOCl com TFDa foi a mais efetiva no tratamento contra microrganismos da infecção endodôntica em canais radiculares após instrumentação. Este resultado mostra que a TFDa pode ser útil para melhorar a desinfecção do canal radicular.
Borsatto et al. (2016).	60	In vivo (cães)	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo I, tratamento de canal radicular em duas sessões usando curativo antibacteriano com pasta à base de hidróxido de cálcio; • Grupo II, tratamento de canal radicular de uma sessão usando a TFDa; • Grupo III, tratamento de canal radicular de uma sessão em quais os canais radiculares foram preenchidos imediatamente após preparação 	Azul de metileno- 50 µg mL por 5 min -laser AsGaAl - 665 nm, 40 mW cm 2J.	Os resultados mostraram que no grupo I foi caracterizado por progressivo reparo, com a presença de fibras, células e vasos sanguíneos. O grupo II possuía ligamentos periodontais com a presença de fibras colágenas e inflamação residual células. O grupo III apresentou infiltrado inflamatório denso com extensas áreas edematosas e dissociação fibrilar, sugerindo uma condição inflamatória e reabsortiva persistente. Quanto ao tamanho da lesão periapical, o grupo I teve lesões significativamente menores do que grupos II e III, que não diferiram significativamente de um para o outro.	Concluíram que o tratamento do canal radicular em duas sessões usando um curativo à base de hidróxido de cálcio foi associado a lesões periapicais significativamente menores aos 90 dias e caracterizado por reparo progressivo.

			biomecânica. Os animais foram sacrificados após um período experimental de 90 dias.			
Firmino et al. (2016).	2	In vivo	Paciente com diagnóstico de abscesso dentoalveolar crônico apresentando imagem radiolúcida próxima aos ápices dos dentes 11 e 12, submetido ao tratamento endodôntico convencional associado a TFDa.	2,0 ml Azul de metileno a 0,005% por 5 minutos Laser de diodo (100mW; 660nm; 300J; 120 segundos).	Os resultados mostraram que após seis meses houve a regressão total da periodontite apical e ausência de fistula ou sintomas associados.	Concluíram que a associação da TFDa com o tratamento endodôntico convencional foram eficazes, permitindo nova formação e restauração de estruturas periapicais em menor tempo.
Rabello et al. (2017).	24	In vivo	Grupo 1 = Tratamento de uma sessão (n = 12). Grupo 2 = Tratamento de duas sessões (n = 12).	Azul de Metileno 0,1 mg / ml por 60s) laser com potência de 60 mW e densidade de energia de 129 J / cm ² por 120 s.	A TFDa suplementar foi eficaz na redução da carga bacteriana em uma sessão, mas não no tratamento de duas sessões após o uso de Ca(OH) ₂ por 14 dias, apesar de ter ocorrido uma redução significativa nos níveis medianos de endotoxinas, encontradas em comparação à terapia convencional isoladamente (de 1,041 a 0,094 EU / mL).	A terapia fotodinâmica otimizou a desinfecção de bactérias dos canais radiculares na modalidade de tratamento de uma sessão, mas não para o tratamento em duas sessões com a realização de medicação intracanal de Ca(OH) ₂ . Apesar do tipo de tratamento, a TFDa suplementar não foi eficaz contra endotoxinas, considerando as limitações de um estudo clínico, afinal os níveis de endotoxinas encontradas na infecção dos canais radiculares variaram entre diferentes pacientes e os grupos testados.
Silva et al. (2018).	10	In vivo	Grupo controle (GC) = 4 grupo teste (TG) = 6 com infecções endodônticas primárias. As amostras microbiológicas foram coletadas antes e depois da instrumentação (CMI), após TFDa (para o GT) e após uma semana (segunda sessão).	Azul de metileno 100 µg/ mL- (InGaAIP 660 nm; 100 mW; 40 s)	Os resultados mostraram que espécies de <i>E. faecalis</i> estavam presentes em quatro amostras antes do CMI, dois após o CMI, um após o TFDa e nenhum foi detectado na segunda sessão.	Concluíram que a TFDa pode ser uma terapia adjuvante eficaz, resultando em uma redução significativa na incidência de <i>E. faecalis</i> antes da obturação do canal radicular.
Miranda e Colombo. (2018).	32	In vivo	Grupo Controle (debridamento químico mecânico [CMD]) = 16. Grupo TFDa ([CMD] + TFDa) = 16.	Azul de metileno 25µg/ mL por 5 minutos Twin Laser (100 mW; 660 nm; 5min.).	Os resultados mostraram reduções significativas nos escores da avaliação do índice periapical (PAI) em ambos os grupos, sendo que, aos 6 meses o grupo TFDa apresentaram um escore de cicatrização significativamente melhor que o controle.	Concluíram que a TFDa adjunta ao tratamento fornece melhor cicatrização periapical aos 6 meses de acompanhamento.

Lane e Bonsor. (2019).	787	In vivo	Grupo RCT = 620 dentes com tratamento radicular; Grupo reRCT = 167 dentes necessários o retratamento; Durante um período de 10 anos, foi realizada uma análise da sobrevida pelo método de Kaplan-Meier em dentes envolvendo dois grupos, excluindo as falhas.	Azul de Toluidina (Denfotex)-120s a 100 mW.	A sobrevida percentual em dois, quatro, seis, oito e dez anos para RCT foi de 98,31, 97,38, 95,76, 91,81 e 91,80, respectivamente. Quando as falhas não endodônticas foram excluídas, a sobrevida percentual foi de 99,27, 98,91, 98,28, 97,33 e 97,33, respectivamente. A sobrevida percentual de dentes submetidos a reRCT nos mesmos períodos foi de 94,14, 92,77, 86,52, 84,09 e 84,09, respectivamente. Quando falhas não endodônticas foram excluídas, a sobrevida percentual foi de 96,01,96,01,93,67,63,67 e 93,67, respectivamente.	A porcentagem de sobrevida dos dentes tratados com TFDa como adjuvante a terapia convencional hipoclorito de sódio obteve os valores de 91,80 e 84,09, para RCT e reRCT, respectivamente, durante um período de dez anos. Quando os dentes que falharam por razões não endodônticas foram excluídos, as taxas de sobrevivência foram de 97,33% para o RCT e 93,67% para reRCT no mesmo período. o TFDa é eficaz contra todos os microrganismos encontrados no sistema de canais radiculares.
Coelho et al. (2019).	60	In vivo	Grupo Controle (GC) Grupo TFDa (PG) (instrumentação +TFDa=).	Azul de Metileno (AM)-1,56 µM / mL -por 3 minutos (P = 100 mW, t = 3 minutos, E = 18 J).	Um cartão foi entregue aos pacientes para documentar sua percepção da dor através da escala visual analógica (EVA) de 0 a 10 em intervalos de 24 horas, 72 horas e 1 semana. Os resultados mostraram que o nível médio de dor para o GC foi de 1,33 às 24 horas e 0,50 às 72 horas; para no PG, o nível médio de dor foi de 0,37 às 24 horas e 0 às 72 horas. Após 1 semana não houve relato de dor.	Concluíram que a TFDa teve um efeito significativo na diminuição da dor pós-operatória em intervalos de 24 e 72 horas em tratamento de dentes unirradiculares com polpas necróticas.

4 REVISÃO DA LITERATURA/ DISCUSSÃO

A principal causa do insucesso no tratamento endodôntico é devido a presença de microrganismos e seus produtos metabólicos, além da formação de um biofilme especializado caracterizando uma infecção. Além disso, sabe-se que alguns microrganismos, a exemplo do *Enterococcus faecalis*, têm mostrado resistência às manobras mecânicas conseguindo resistir muitas vezes aos agentes antimicrobianos como o hipoclorito de sódio e clorexidina, e às medicações, dificultando o processo de descontaminação. E isto é atribuído a sua capacidade de formar biofilme no canal radicular e sobreviver por longo tempo em ambientes diversos (SIQUEIRA e ROCAS, 2008).

O uso da terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDa) como um recurso coadjuvante na desinfecção dos canais, associada ao desbridamento químico-mecânico dos canais radiculares, tem se mostrado eficiente na eliminação de bactérias persistentes apresentando maior redução microbiana intracanal, mesmo diante das variações anatômicas. Os estudos evidenciaram que o efeito da TFDa sozinha apresenta resultados inferiores a muitos dos métodos já estabelecidos, como o uso de hipoclorito de sódio na desinfecção do canal radicular, conseqüentemente, está recomendado seu uso como uma manobra associada ao tratamento convencional, e somado a isto uma das vantagens importantes do laser é a segurança e capacidade de penetração e desinfecção da microanatomia radicular (SOUKOS *et al.*, 2006; BERGMANS *et al.*, 2008; FONSECA *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2010; JURIC *et al.*, 2014).

Os resultados da TFDa na terapia endodôntica foram evidenciados por vários estudos, onde mostraram eficácia na diminuição da carga microbiana dos canais radiculares tratados, onde foi utilizada sua aplicação. A associação com o tratamento endodôntico convencional, promoveu nova formação e restauração de estruturas periapicais em menor tempo e ausência de sintomas relacionados. O uso da TFDa como adjuvante para tratamento endodôntico levou a uma redução adicional significativa da carga bacteriana e foi eficaz contra bactérias multirresistentes. (BONSOR *et al.*, 2006; SOUKOS *et al.*, 2006; GARCEZ *et al.*, 2010; FIRMINO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2018; MIRANDA e COLOMBO *et al.*, 2018).

No entanto, também existem alguns estudos que afirmaram que a eficácia da TFDa em tratamentos endodônticos permanece questionável ou que a TFDa não melhora

significativamente a desinfecção quando comparado à preparação químico-mecânica convencional com NaOCl. A maior parte da controvérsia provavelmente se deve a diversos parâmetros usados em diferentes estudos (SIDDIQUI, AWAN, JAVED, 2013; TRINDADE *et al.*, 2015).

É importante enfatizar que os autores dos estudos selecionados adotaram diferentes parâmetros para TFDa (ver Quadro 2), diferentes fotossensibilizadores, concentração e diluição dessas substâncias, bem como soluções irrigadoras utilizadas, ex: NaOCl (concentração e duração de ação). Essa falta de padronização metodológica e diversificação dos parâmetros dos estudos torna-se difícil e limitada a comparação dos resultados. No entanto, a maioria dos artigos afirmaram que a TFDa possui resultados promissores na descontaminação dos canais radiculares.

Oliveira *et al.* (2015) avaliaram a eficácia da TFDa e hipoclorito de sódio (NaOCl) na desinfecção de canais radiculares infectados com *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* e *Candida albicans*, semelhante ao estudo de Tenert *et al.* (2014). A combinação da desinfecção com NaOCl e TFDa reduziu a viabilidade bacteriana, mostrando ser mais eficaz na eliminação de bactérias presentes nas infecções endodônticas, do que a técnica com NaOCl apenas. Este resultado sugeriu que a TFDa pode ser útil para aprimorar a desinfecção, podendo ser utilizada como um complemento eficaz no tratamento endodôntico de canais radiculares.

Segundo Rabello *et al.* (2017) a terapia fotodinâmica otimizou a desinfecção dos canais radiculares em única sessão utilizando 2,5% NaOCl e 17% EDTA e aplicação do laser de diodo, apresentando diminuição significativa dos níveis de bactérias dos canais radiculares infectados, semelhante aos estudos de Bonsor *et al.* (2006) e Garcez *et al.* (2008). Contudo em múltiplas sessões com a utilização de medicação de hidróxido cálcio por 14 dias os resultados não mostraram redução das bactérias. A TFDa suplementar não foi eficaz contra endotoxinas no grupo de duas sessões após 14 dias de medicação com Ca(OH)₂, porém foi encontrado uma redução significativa nos níveis medianos de endotoxinas, ainda assim, os autores afirmaram que a TFDa não foi efetiva contra as endotoxinas.

Lane e Bonsor (2019) analisaram retrospectivamente casos clínicos submetidos ao tratamento endodôntico associado à terapia fotodinâmica na desinfecção do sistema de canais radiculares, sendo 620 dentes tratados endodonticamente (RCT = 620) e 167 retratamentos (reRCT = 167). Dentro das limitações do estudo, as taxas de sobrevivência percentual de

dentes tratados com TFDa como adjuvante durante a desinfecção do sistema de canais radiculares, foram 91.80 e 84.09 para RCT e reRCT respectivamente, durante um período de dez anos. Os autores sugeriram que a taxa de sobrevida para casos de reRCT foi mais acentuada quando comparada às taxas publicadas na literatura, e isso pode ser explicado porque a TFDa foi eficaz contra todos os microrganismos encontrados no sistema de canais radiculares.

Borsatto *et al.* (2016) avaliaram a resposta de tecidos apical e periapical de dentes de cães com periodontite apical induzida experimentalmente após tratamentos de canal radicular em sessão única com e sem TFDa, em comparação com tratamento em duas sessões com o uso de um curativo intracanal constituído à base de hidróxido de cálcio, semelhante com o estudo de López *et al.* (2015). Os animais foram sacrificados após um período experimental de 90 dias. O tratamento de canal radicular em duas sessões usando curativo antibacteriano com pasta à base de hidróxido de cálcio foi caracterizado por reparo progressivo, com a presença de fibras, células e vasos sanguíneos. Quanto ao tamanho das lesões periapicais, também apresentaram lesões significativamente menores, comparado ao tratamento em sessão única. O tratamento do canal radicular em duas sessões usando um curativo à base de hidróxido de cálcio foi associado a lesões periapicais significativamente menores aos 90 dias e caracterizado por reparo progressivo.

Coelho *et al.* (2019) testaram efeitos da TFDa na dor pós-operatória após tratamentos de dentes com polpas necróticas. Foi realizado um estudo clínico randomizado com 60 pacientes assintomáticos, sendo divididos aleatoriamente no Grupo Controle (GC) ou no Grupo TFDa (PG). Os canais foram instrumentados com hipoclorito a 2,5%, após instrumentação os canais foram inundados com 1,56 μM / mL de azul de metileno (AM), a fibra óptica foi inserida no comprimento de trabalho e aplicada por 3 minutos ($P = 100 \text{ mW}$, $t = 3 \text{ minutos}$, $E = 18 \text{ J}$). Verificaram a percepção de dor em intervalos de 24 horas, 72 horas e 1 semana. Os resultados mostraram que o nível médio de dor para o GC foi de 1,33 às 24 horas e 0,50 às 72 horas; para no PG, o nível médio de dor foi de 0,37 às 24 horas e 0 às 72 horas. Após 1 semana não houve relato de dor. A TFDa teve um efeito significativo na diminuição da dor pós-operatória em intervalos de 24 e 72 horas em tratamento de dentes unirradiculares com polpas necróticas.

Garcez *et al.* (2015) avaliaram in vivo a eficácia a longo prazo da TFDa associado a cirurgia parentodôntica convencional na redução bacteriana e os efeitos no reparo óssea em casos com grandes lesões periapicais. Foi instituído em todas as cavidades uma solução

aquosa de azul de metileno (60 μ M - 3min de tempo de pré-irradiação) e um laser diodo vermelho ($\lambda = 660$ nm, P = 40 mW por 3 min., E=7,2J), e as amostras microbiológicas foram coletadas, após osteotomia e acesso à lesão óssea, após procedimento cirúrgico e após a TFDa. Em cada estágio do tratamento (inicial, após a cirurgia endodôntica e após a TFDa), as UFC foram contadas, além disso, uma radiografia periapical, com suporte de posicionamento individual, foi realizada antes e após o tratamento e após 36 meses para avaliar a diminuição da área da lesão periapicais. Os autores sugeriram que o uso de TFDa como um adjuvante à cirurgia pararendodôntica convencional leva a uma redução significativa da carga bacteriana e é ainda mais eficaz do que somente o tratamento cirúrgico.

Moreira *et al.* (2015) Testaram efeitos da TFDa em dois casos clínicos, onde o retratamento endodôntico não teve sucesso, com a presença de um inchaço persistente do trato sinusal, apesar da qualidade do retratamento endodôntico. O fotossensibilizador azul de metileno (0,01%) foi inserido pela entrada do trato sinusal. A irradiação com laser foi realizada perpendicularmente (660 nm, 40 mW, 90 J / cm², 63 s / ponto) diretamente sobre a entrada do trato sinusal. O LPT (808 nm, 100 mW, 210 J / cm², 59 seg / ponto) foi aplicado após cada sessão de TFDa. Sete (caso 1) e 10 (caso 2) aplicações sucessivas de TFDa foram realizadas seguidas de LPT. Após 18 meses de acompanhamento, observou o controle do inchaço do trato sinusal e da periodontite apical. O protocolo de TFDa associado ao LPT aplicado via trato sinusal mostrou-se eficiente no controle clínico da infecção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A TFDa pode ser uma promissora terapia adjuvante ao tratamento endodôntico convencional dos canais radiculares, colaborando para melhorar a descontaminação do sistema de canais radiculares. Os resultados dos estudos apresentados nesta revisão, mostraram um resultado positivo do efeito da TFDa na redução da carga microbiana no tratamento de canais radiculares, e que um potencial benefício pode ser alcançado com uso na desinfecção do canal radicular especialmente na presença de bactérias multirresistentes. Todavia, pesquisas futuras são necessárias com propósito de elucidar a sua utilização na prática clínica.

REFERÊNCIAS

- BERGMANS, L.; MOISIADIS, P.; HUYBRECHTS, B.; VAN MEERBEEK, B.; QUIRYNEN, M.; LAMBRECHTS, P. Effect of photo-activated disinfection on endodontic pathogens ex vivo. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 3, p. 227-239. 2008.
- BONSOR, S. J.; NICHOL, R.; REID, T. M. S.; PEARSON, G. J. An alternative regimen for root canal disinfection. **British dental journal**, v. 201, n. 2, p. 101. 2006.
- BONSOR, S. J.; NICHOL, R.; REID, T. M. S.; PEARSON, G. J. Microbiological evaluation of photo-activated disinfection in endodontics (an in vivo study). **British dental journal**, v. 200, n. 6, p. 337. 2006.
- BORSATTO, M. C.; CORREIA-AFONSO, A. M.; LUCISANO, M. P.; SILVA, R. A. B.; PAULA-SILVA, F. W. G.; NELSON-FILHO, P.; SILVA, L. A. B. One-session root canal treatment with antimicrobial photodynamic therapy (aPDT): an in vivo study. **International endodontic journal**, v. 49, n. 6, p. 511-518. 2016.
- CASTANO, A. P.; DEMIDOVA, T. N.; HAMBLIN, M. R. Mechanisms in photodynamic therapy: part one-photosensitizers, photochemistry and cellular localization. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 1, n. 4, p. 279-93. 2004.
- CASTANO, A. P.; DEMIDOVA, T. N.; HAMBLIN, M. R.. Mechanisms in photodynamic therapy: part two-cellular signaling, cell metabolism and modes of cell death. **Photodiagnosis Photodyn Ther**, v. 2, n. 1, p. 1-23. 2005.
- COELHO, M. S.; VILAS-BOAS, L.; TAWIL, P. Z. The effects of photodynamic therapy on postoperative pain in teeth with necrotic pulps. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 27, p. 396-401. 2019.
- FIRMINO, R. T.; BRANDT, L. M. T.; RIBEIRO, G. L.; SANTOS, K. S. A.; CATÃO, M. H. C. V.; GOMES, D. Q. C. Endodontic treatment associated with photodynamic therapy: Case report. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 15, p. 105-108. 2016.
- FONSECA, M. B.; TESSARE JÚNIOR, P. O.; PALLOTA, R. C.; FERREIRA FILHO, H.; DENARDIN, O. V. P.; RAPOPORT, A.; DEDIVITIS, R. A.; VERONEZI, J. F.; GENOVESE, W. J.; RICARDO, A. L. F. Photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. **Photomedicine and laser surgery**, v. 26, n. 3, p. 209-213. 2008.
- GARCEZ, A. S.; ARANTES NETO, J. G.; SELLERA, D. P.; FREGNANI, E. R. Effects of antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on the bacterial load reduction and periapical lesion healing. Three years follow up. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v.12, n. 4, p. 575-580. 2015.
- GARCEZ, A. S.; NUNEZ, S. C.; HAMBLIM, M. R.; SUZUKI, H.; RIBEIRO, M. S. Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with

antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1463-1466. 2010.

GARCEZ, A. S.; NUÑEZ, S. C.; HAMBLIN, M. R.; RIBEIRO, M. S. Antimicrobial effects of photodynamic therapy on patients with necrotic pulps and periapical lesion. **Journal of endodontics**, v. 34, n. 2, p. 138-142. 2008.

GARCEZ, A. S.; RIBEIRO, M. S.; TEGOS, G. P.; NUÑEZ S. C.; JORGE, A. O. C.; HAMBLIN, M. R. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. **Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery**, v. 39, n. 1, p. 59-66. 2007.

GEORGE, S.; KISHEN, A. Photophysical, photochemical, and photobiological characterization of methylene blue formulations for light-activated root canal disinfection. **Journal of Biomedical Optics**, v. 12, n. 3, p. 034029. 2007.

GERGOVA, R. T.; GUEORGIEVA, T.; DENCHEVA-GAROVA, M. S.; KRASTEVA-PANOVA, A. Z.; KALCHINOV, V.; MITOV, I.; KAMENOFF, J. Antimicrobial activity of different disinfection methods against biofilms in root canals. **Journal of investigative and clinical dentistry**, v. 7, n. 3, p. 254-262. 2016.

HAMBLIN, M. R.; HASAN, T. Photodynamic therapy: a new antimicrobial approach to infectious disease? **Photochem Photobiol Sci**, v. 3, n. 5, p. 436-50. 2004.

JURIĆ, I. B.; PLEČKO, V.; PANDURIĆ, D. G.; ANIĆ, I. The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to the conventional endodontic re-treatment: a clinical study. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 11, n. 4, p. 549-555. 2014.

LANE, J.; BONSOR, S. Survival rates of teeth treated with bacterial photo-dynamic therapy during disinfection of the root canal system. **British dental journal**, v. 226, n. 5, p. 333-339. 2019.

LÓPEZ, F. U.; KOPPER, P. M. P.; BONA, A. D.; STEIER, L.; FIGUEIREDO, J. A. P. D.; VIER-PELISSER, F. V. Effect of different irrigating solutions and photo-activated therapy for in vivo root canal treatment. **Brazilian dental journal**, v. 26, n. 3, p. 228-233. 2015.

MIRANDA, R. G.; COLOMBO, A. P. V. Clinical and microbiological effectiveness of photodynamic therapy on primary endodontic infections: a 6-month randomized clinical trial. **Clinical oral investigations**, v. 22, n. 4, p. 1751-1761. 2018.

MOREIRA, M. S. N. A.; FREITASARCHILLA, J. R.; LASCALA, C. A.; RAMALHO, K. M.; GUTKNECHT, N.; MARQUES, M. M. Post-treatment apical periodontitis successfully treated with antimicrobial photodynamic therapy via sinus tract and laser phototherapy: report of two cases. **Photomedicine and laser surgery**, v. 33, n. 10, p. 524-528. 2015.

OLIVEIRA, B. P.; AGUIAR, C. M.; CÂMARA, A. C.; ALBUQUERQUE, M. M.; OS CORREIA, A. C. R. B.; SOARES, M. F. D. L. R. The efficacy of photodynamic therapy and sodium hypochlorite in root canal disinfection by a single-file instrumentation technique. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 12, n. 3, p. 436-443. 2015.

RABELLO, D. G.; CORAZZA, B. J.; FERREIRA, L. L.; SANTAMARIA, M. P.; GOMES, A. P.; MARTINHO, F. C. Does supplemental photodynamic therapy optimize the disinfection of bacteria and endotoxins in one-visit and two-visit root canal therapy? A randomized clinical trial. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 19, p. 205-211. 2017.

SIDDIQUI, S. H.; AWAN, K. H.; JAVED, F. Bactericidal efficacy of photodynamic therapy against *Enterococcus faecalis* in infected root canals: a systematic literature review. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 10, n. 4, p. 632-643. 2013.

SILVA, C. C.; CHAVES JÚNIOR, S. P.; PEREIRA, G. L. D.; FONTES, K. B. F. C.; ANTUNES, L. A. A.; PÓVOA, H. C. C.; ANTUNES, L. S.; LORIO, N. L. P. P. Antimicrobial photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment: a clinical and molecular microbiological study. **Photochemistry and photobiology**, v. 94, n. 2, p. 351-356. 2018.

SIQUEIRA, J. F. JR.; ROCAS, I. N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. **J Endod**, v. 34, n. 11, p. 1291-1301 e3. 2008.

SOUKOS, N. S.; CHEN, P. S. Y.; MORRIS, J. T.; RUGGIERO, K.; ABERNETHY, A. D.; SOM, S.; DOUKAS, A. G. Photodynamic therapy for endodontic disinfection. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 10, p. 979-984. 2006.

SOUKOS, N. S.; GOODSON, J. M. Photodynamic therapy in the control of oral biofilms. **Periodontol 2000**, v. 55, n. 1, p. 143-66. 2011.

SOUZA, L. C.; BRITO, P. R.; DE OLIVEIRA, J. C. M.; ALVES, F. R.; MOREIRA, E. J.; SAMPAIO FILHO, H. R.; SIQUEIRA JR, J. F. Photodynamic therapy with two different photosensitizers as a supplement to instrumentation/irrigation procedures in promoting intracanal reduction of *Enterococcus faecalis*. **Journal of endodontics**, v. 36, n. 2, p. 292-296. 2010.

TENNERT, C.; FELDMANN, K.; HAAMANN, E.; AL-AHMAD, A.; FOLLO, M.; WRBAS, K. T.; ALTENBURGER, M. J. Effect of photodynamic therapy (PDT) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. **BMC oral health**, v. 14, n. 1, p. 132. 2014.

TRINDADE, A. C.; DE FIGUEIREDO, J. A. P.; STEIER, L.; WEBER, J. B. B. Photodynamic therapy in endodontics: a literature review. **Photomedicine and laser surgery**, v. 33, n. 3, p. 175-182. 2015.

WAINWRIGHT, M.; PHOENIX, D. A.; MARLAND, J.; WAREING, D. R. A.; BOLTON, F. J. A study of photobactericidal activity in the phenothiazinium series. **FEMS Immunology & Medical Microbiology**, v.19, n. 1, p. 75-80. 1997.