

**AÇÃO ANTIMICROBIANA DA TERAPIA FOTODINÂMICA EM CANAIS
RADICULARES: UMA REVISÃO DE LITERATURA INTEGRATIVA**

ANA CARLA BARBOZA LEÃO¹

BRENDA LETÍCYA CHAVES TEIXEIRA¹

JOELSON NASCIMENTO DE CARVALHO¹

¹ CENTRO UNIVERSITÁRIO FIBRA

ANA CARLA BARBOZA LEÃO anacarla@foxnet.com.br,
BRENDA LETÍCYA CHAVES TEIXEIRA beh.chaves16@gmail.com
JOELSON NASCIMENTO DE CARVALHO odontocarvalho1990@gmail.com
JOÃO DANIEL MENDONÇA DE MOURA joadanielmoura@gmail.com
ANA RAQUEL LOPES DOS SANTOS MIRANDA anaraquel_santos@yahoo.com.br
CLÁUDIA DE MOURA CARREIRA cmcarreira@yahoo.com.br (ORIENTADORA)

RESUMO

Introdução: A erradicação de microrganismos dos canais radiculares é um dos principais objetivos da terapia endodôntica. A terapia fotodinâmica (TFD) é uma alternativa coadjuvante ao preparo químico-mecânico (PQM) muito promissora na desinfecção do sistema de canais radiculares. **Objetivo:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar bibliograficamente os parâmetros e resultados da ação antimicrobiana da TFD utilizada na desinfecção de canais radiculares registrada na literatura do ano de 2016 a 2021 e eleger o melhor protocolo clínico de aplicação da técnica. **Material e métodos:** Uma revisão de literatura integrativa foi feita a partir da seguinte questão: “A terapia fotodinâmica como coadjuvante ao tratamento endodôntico aumenta o índice de descontaminação dos canais radiculares?”. A busca bibliográfica foi feita nas bases de dados Pubmed, Scielo, Medline, BVS e Science Direct no período de 2016 a 2021, utilizando os descritores: Ação antimicrobiana, Fotoquimioterapia, Lasers e Tratamento do canal radicular. Como critérios de inclusão foram adotados artigos de terapia fotodinâmica com enfoque na ação antimicrobiana. Foram incluídos estudos *in-vivo*, *in-vitro*, *ex-vivo*, revisões de literatura e relatos de casos escritos em inglês e português. Aqueles que se enquadraram no enfoque do trabalho e os mais relevantes foram incluídos. **Resultados:** A amostra final correspondeu a um total de 30 artigos, sendo estes: 3 estudos *ex-vivo*, 12 estudos *in-vitro*, 5 estudos *in-vivo*, 9 revisões de literatura e 1 relato de caso, revisados sob a forma de tópicos relevantes. **Conclusão:** A diversidade dos protocolos investigados e adotados leva a dificuldades de padronização de um protocolo de aplicação da TFD, necessitando de mais estudos acerca de seu uso. Baseado na literatura encontrada, entretanto, propõe-se o protocolo: utilizar o laser de diodo com comprimento de onda entre 600-660 nm por 90 a 180 segundos com intensidade de 100 mW, após o preparo químico mecânico, associado ao fotossensibilizador (Azul de Metileno a 0,01%) com tempo de pré-irradiação de 5 minutos. Junto a isso, pode-se recorrer ao uso de hidróxido de cálcio como medicação intracanal para aprimorar os resultados da terapia endodôntica. Desse modo, conclui-se que apesar da diversidade de protocolos, a TFD é eficaz na redução do nível microbiano em canais radiculares quando utilizada de maneira associada aos procedimentos convencionais do tratamento endodôntico.

PALAVRAS-CHAVE: AÇÃO ANTIMICROBIANA, ENDODONTIA, FOTOQUIMIOTERAPIA, LASERS E TRATAMENTO DO CANAL RADICULAR.

ABSTRACT

ackground: The eradication of microorganisms from the root canals system is one of the main goals of endodontic therapy. Photodynamic therapy (PDT) is an adjunct alternative to chemomechanical preparation that is very promising in the disinfection of the root canal system. **Objective(s):** The aim of this study was to bibliographically evaluate the aspects and results of the antimicrobial action of PDT used in the disinfection of root canals found in the literature from 2016 to 2021, in addition to evaluating the best clinical protocol for the technique appliance. **Methods:** An integrative literature review was carried out based on the following question: "Would photodynamic therapy as an adjunct to endodontic treatment increase the rate of decontamination of root canals?" The bibliographic search was performed in Pubmed, Scielo, Medline, BVS and Science Direct databases from 2016 to 2021, using the keywords: Antibacterial agent, Photochemotherapy, Lasers, Root Canal Therapy. As inclusion criteria, articles on photodynamic therapy with a focus on antimicrobial action were adopted. *In-vivo*, *in-vitro*, *ex-vivo* studies, literature reviews and case reports written in English and Portuguese were included. Those that fit the focus of the work and the most relevant were included. **Results:** The final sample corresponded to a total of 30 articles, namely: 3 *ex-vivo* studies, 12 *in-vitro* studies, 5 *in-vivo* studies, 9 literature reviews and 1 case report, reviewed in the form of relevant topics. **Conclusion:** The diversity of the investigated and adopted protocols leads to difficulties in standardizing a PDT application protocol, requiring further studies on its use. However, based on the literature found the following protocol is proposed: use a diode laser with a wavelength between 600-660 nm for 190 to 180 seconds with an intensity of 100 mW, after mechanical chemical preparation, associated with a photosensitizer (Methylene Blue at 0.01%) inserted for 5 minutes. Along with this, one can resort to the use of calcium hydroxide as an intracanal medication to improve the results of endodontic therapy Thus, it is concluded that despite the diversity of protocols, PDT is effective in reducing the microbial level in root canals when used in association with conventional endodontic treatment procedures.

KEYWORDS: ANTIBACTERIAL AGENTS, ENDODONTICS, PHOTOCHEMOTHERAPY, LASERS E ROOT CANAL THERAPY.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TFD - Terapia Fotodinâmica

PQM - Preparo Químico-Mecânico

MIC - Medicação Intracanal

CO² - Dióxido de Carbono

Nd-YAG - Neodymium-Doped Yttrium Aluminium Garnet

LED - Light-Emitting Diode

LASER - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

NM - Nanômetro

MW - Miliwatt

G - Grupo

AM - Azul de Metileno

FS - Fotossensibilizador

FSs - Fotossensibilizantes

AT - Azul de Toluidina

ICV - Indocianina Verde

CUR - Curcumina

NaOCL - Hipoclorito de Sódio

DNA - Ácido Desoxirribonucleico

CHX - Clorexidina

W - Watts

UFCs - Unidades Formadoras de Colônias

MM - Milímetros

HC - Hidróxido de Cálcio

LP - Lesões Periapicais

S - Segundos

ML - Mililitro

PTA - Pasta Tri-antibiótica

EROs - Espécies reativas de Oxigênio

CM - Centímetros

IA - Irrigação Alternada

EDTA - Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético

G - Grama

E. faecalis - *Enterococcus faecalis*

C. albicans - *Candida albicans*

P. intermedia - *Prevotella intermedia*

P. gingivalis - *Porphyromonas gingivalis*

S. mutans - *Streptococcus mutans*

1. INTRODUÇÃO

Na Endodontia, a erradicação de microrganismos e a devolução das condições ideais de antissepsia aos canais radiculares são os principais objetivos, além de também serem os preditores do sucesso a longo prazo da terapia endodôntica (OLIVEIRA, et al. 2021).

O desbridamento mecânico e modelagem do sistema de canais radiculares com instrumentos rotatórios e reciprocantes de níquel-titânio somados à irrigação intracanal com agentes antimicrobianos como clorexidina, hipoclorito de sódio ou peróxido de hidrogênio são importantes para a desinfecção eficaz, entretanto os microrganismos encontrados nos canais radiculares são altamente organizados e isso - junto à complexidade do sistema dos canais radiculares - são o que tornam a desinfecção muito mais desafiadora (AMARAL, 2019; AFKHAMI, 2020; NEELAKANTAN, 2017).

A maioria dos insucessos terapêuticos, são associados à resistência desses microrganismos majoritariamente anaeróbios ao preparo químico-mecânico (PQM) e/ou à medicação intracanal (MIC), fazendo com que a erradicação total dessas bactérias seja impossível pelas técnicas atuais. A TFD é uma alternativa de terapia coadjuvante ao PQM e MIC que vêm demonstrando excelentes resultados na descontaminação de canais radiculares, tanto in vitro quanto em estudos clínicos (AMARAL, 2019; LOPES, 2019; FIMPLE, 2008).

Essa técnica caracteriza-se pela utilização da luz (seja ela *Laser* ou LED), associado a um fotossensibilizador (FS), que tem como objetivo eliminar os microrganismos que eventualmente persistirem ao preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares (OLIVEIRA et al. 2021). Os parâmetros da TFD, que são: a concentração do FS, fonte de luz e seu comprimento de onda, tempo de ativação da luz, e uso ou não de fibra óptica, são os principais fatores que se apresentam como variáveis distintas nos trabalhos existentes, e ainda não há um protocolo padronizado estabelecido para o uso da terapia para desinfecção dos canais radiculares até o momento (VIANA, B; ENDO, M; PAVAN, N. 2021).

A TFD depende da administração de um corante fotoativo intitulado fotossensibilizador (FS) associado a irradiação com luz visível de comprimento de

onda adequado. A absorção da luz desencadeia a excitação do FS que, na presença do oxigênio encontrado nas células alvo, leva a uma cascata de efeitos fotoquímicos via transferência de elétrons (reação tipo I) ou transferência de energia (reação tipo II), resultando na produção de espécies altamente reativas de oxigênio como os superóxidos e oxigênio singleto. Estes produtos são citotóxicos, causando danos irreversíveis a diferentes componentes de células bacterianas e fúngicas, como proteínas, membranas lipídicas e ácidos nucleicos, levando à morte dos microrganismos afetados pela TFD no local (TRINDADE, et al. 2017; FIGUEIRÊDO JÚNIOR et al., 2021).

Os estudos com Laser para a desinfecção de canais radiculares se iniciaram nos anos 80 e 90, com o estudo de Zakariassen em 1986, que utilizou o laser de dióxido de carbono (CO²) e com o estudo de Rooney, que fez uso do laser Neodymium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Nd-YAG), em 1994; sendo que estes são considerados aparelhos de alta potência (ZAKARIASEN, 1986; ROONEY, 1994).

Os aparelhos Lasers podem ser divididos em dois tipos: de alta potência (diodo, CO², érbio e Nd-YAG) e o de baixa potência (diodo de baixa potência). Os lasers de alta potência promovem efeito térmico, com a vaporização, corte e hemostasia dos tecidos irradiados. Os *Lasers* de baixa potência promovem propriedades terapêuticas como bioestimulação dos tecidos promovendo reparo mais eficaz, analgesia tecidual, ação anti-inflamatória e antissepsia da área irradiada (ZAKARIASEN, 1986).

A TFD parte do princípio que a interação da luz (LED ou *Laser*) de comprimento de onda adequado com um fotossensibilizador (FS) e oxigênio disponível no sítio alvo, resulta em espécies capazes de induzir a inviabilização de células (MACHADO, 2000).

A desinfecção dos canais com auxílio da TFD é uma alternativa minimamente invasiva, com pouca resistência antimicrobiana, repetível e de baixo custo para o paciente (AMARAL, 2019).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar bibliograficamente os parâmetros e resultados da ação antimicrobiana da TFD utilizada na desinfecção de canais radiculares registrada na literatura do ano de 2016 a 2021, avaliar a metodologia de cada trabalho e eleger o melhor protocolo clínico de aplicação da técnica.

2. METODOLOGIA DA PESQUISA

Para estabelecer a revisão de literatura integrativa formulou-se a seguinte questão: “A terapia fotodinâmica como coadjuvante ao tratamento endodôntico aumenta o índice de descontaminação dos canais radiculares?” A partir de então, foi realizada uma revisão baseada em estudos disponíveis na literatura por meio da busca bibliográfica nas bases de dados eletrônicas: Pubmed, Scielo, Medline, BVS e Science Direct no período de 2016 a 2021.

A revisão integrativa é a mais ampla abordagem metodológica referente às revisões, permitindo a inclusão de estudos experimentais e não-experimentais para uma compreensão completa do fenômeno analisado. Esse estudo de Revisão de Literatura Integrativa teve como objetivo buscar na literatura atual dados sobre o uso da terapia fotodinâmica para fins de desinfecção radicular, salientando seus benefícios e limitações, além de também eleger os protocolos que mostraram melhor resultado e que possam ser inseridos na prática clínica endodôntica, permitindo ao cirurgião-dentista um melhor entendimento da utilização dos *Lasers* para esse propósito (SOUZA, SILVA, CARVALHO, 2010).

Para a pesquisa, foram utilizados os seguintes descritores: Ação antimicrobiana, Fotoquimioterapia, *Lasers* e Tratamento do canal radicular. Como estratégia de busca foram adotados os operadores booleanos em língua inglesa “OR” e “AND”, dispostos da seguinte forma: (Photochemotherapy AND Root Canal Therapy AND Endodontics AND Antibacterial Agents AND Lasers).

Como critérios de inclusão foram adotados apenas artigos de terapia fotodinâmica com enfoque na ação antimicrobiana. Foram incluídos estudos *in vivo*, *in vitro*, *ex vivo*, revisões de literatura e relatos de caso escritos em inglês e português, publicados entre os anos de 2016 e 2021. Aqueles que se enquadraram no enfoque do trabalho e os mais relevantes em termos de delineamento das informações desejadas sobre ação antimicrobiana da TFD foram incluídos.

Como critérios de exclusão foram descartados aqueles que não atenderam ao propósito da pesquisa (aqueles que não tinham ação antimicrobiana da TFD como enfoque principal, como por exemplo, avaliação de reparo, dor pós-operatória, tempo de cicatrização, dentre outros).

3. RESULTADOS

Após as etapas anteriormente mencionados de avaliação e seleção dos artigos, obtivemos um total de 62 artigos, no entanto, a amostra final de estudos incluídos na revisão de literatura integrativa correspondeu a um total de 30 artigos, sendo estes: 3 estudos *ex-vivo*, 12 estudos *in-vitro*, 5 estudos *in-vivo*, 9 revisões de literatura e 1 relato de caso, conforme detalhados na Tabela 1, revisados sob a forma de tópicos relevantes.



Gráfico 1. Estudos incluídos na revisão de literatura integrativa.

Tabela 1. Seleção dos artigos de acordo com o autor, tipo de estudo, objetivo, metodologia, resultados e conclusões.

Autor e tipo de estudo	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusões
Afkhami et al. 2020 (Estudo <i>in-vitro</i>)	Comparar o efeito antibacteriano da TFD pelo uso de fontes de luz de diodo emissor de luz LED e laser de diodo com FS de Azul de Toluidina (AT) no biofilme de <i>E. faecalis</i> em canais de dentes unirradiculares.	85 dentes humanos unirradiculares foram padronizados em 15mm de comprimento de raiz. Os canais radiculares foram preparados com limas rotatórias ProTaper e inoculados e incubados com <i>E. faecalis</i> por uma semana. As amostras foram divididas em 5 grupos experimentais de TFD com AT / LED, AT / laser de diodo, LED, AT e laser de diodo e um grupo controle negativo (NaOCl) e um positivo (sem tratamento). Amostras de fragmentos de dentina foram coletadas dos canais usando uma lima Hedström de tamanho 40. O número de UFCs em cada grupo foi calculado.	Independentemente da fonte de luz usada para ativação do FS (diodo ou LED), a TFD foi significativamente mais eficaz do que outros grupos experimentais. Nenhuma diferença significativa foi observada entre TFD com laser de diodo ou LED. Nenhuma diferença significativa foi observada na contagem de colônias entre os outros grupos.	Os resultados mostraram que a TFD diminuiu significativamente as bactérias residuais no canal. Portanto, ela pode ser usada como um coadjuvante para a desinfecção do canal radicular. Tanto o diodo quanto o LED são fontes de luz adequadas para esta finalidade e podem ser usados alternativamente

<p>Ahangari et al. 2017 (Estudo <i>in-vivo</i>)</p>	<p>Este estudo teve como objetivo comparar a eficácia antimicrobiana do hidróxido de cálcio (HC) como MIC e TFD contra <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> em dentes com lesões periapicais (LP).</p>	<p>Este estudo <i>in vivo</i> foi conduzido em 20 pacientes com pré-molar mandibular de raiz única com tratamento endodôntico previamente falho. Após o PQM dos canais radiculares (instrumentos manuais e rotatórios e NaOCl 2,5%), foram obtidos com pontas de papel estéreis e transferidos para um laboratório de microbiologia. Os espécimes do Grupo 1 foram submetidos a TFD (diodo laser 808 nm + 50 mg / mL AM), enquanto a pasta de HC foi usada no grupo 2 por 1 semana. Uma amostra de controle foi retirada. As amostras foram cultivadas em meios seletivos para determinar o número de UFC.</p>	<p>O número de UFC diminuiu significativamente em ambos os grupos após as intervenções, no entanto, não houve diferença significativa na contagem de colônias entre os 2 grupos.</p>	<p>A terapia com TFD e HC mostrou a mesma eficácia antimicrobiana contra <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i>.</p>
<p>Alfirdous et al. 2021 (Revisão de literatura)</p>	<p>Este estudo teve como objetivo relatar o desempenho atualizado do TFD e nas próximas estratégias promissoras para desinfecção do sistema de canais radiculares</p>	<p>Uma busca sistemática de artigos científicos foi conduzida no PubMed, MEDLINE, SCOPUS e EMBASE para examinar os estudos <i>in vivo</i> relacionados sobre este tema. Os critérios de inclusão incluem os ensaios clínicos randomizados que utilizaram TFD para desinfecção endodôntica. Artigos sem</p>	<p>27 artigos foram elegíveis para avaliação do texto completo. Após a avaliação do texto completo, apenas 7 ensaios clínicos randomizados foram incluídos.</p>	<p>A TFD é uma abordagem promissora para prevenir a reinfecção sem induzir resistência bacteriana. No entanto, a falta de protocolos específicos para o uso de TFD é uma barreira substancial que pode comprometer o sucesso da TFD na desinfecção endodôntica. Outras investigações podem</p>

		abordagem de randomização clara ou aqueles que usaram apenas uma terapia de luz sem FSs foram excluídos.		estabelecer um protocolo confiável e eficaz com excelentes recursos para induzir benefícios clínicos na desinfecção do sistema de canais radiculares.
Amaral et al. 2019 (relato de caso)	Descrever um caso com acompanhamento de 5 anos de TFD associada a sucesso de longo prazo no tratamento endodôntico em dente com instrumental fraturado intrarradicular.	A TFD foi realizada em 2 sessões, no comprimento de onda de 660 nm e 100 mW de potência, por 90s para uma energia total de 9,0 Joules. A solução de AM foi usada como FS na concentração de 0005%. Um difusor de luz de 300 µm foi acoplado ao laser de diodo e inserido no canal radicular 2 mm antes do comprimento de trabalho, onde foi ajustado para permitir uma melhor difusão da luz.	Após 5 anos de acompanhamento, foram observadas evidências claras de remineralização da radiolucência e consolidação óssea.	Em conclusão, este relato de caso ilustra que o uso de TFD como um coadjuvante no tratamento endodôntico não cirúrgico com lima fraturada, as obstruções promoveram redução microbiana suficiente permitindo clara evidência de remineralização da radiolucência e consolidação óssea após 5 anos.
Asnaashari et al. 2017 (Estudo <i>in-vivo</i>)	O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia antibacteriana do laser de diodo 810 nm e da TFD na redução bacteriana no retratamento endodôntico de dentes com lesão perirradicular.	Foram selecionados 20 pacientes que necessitavam de retratamento endodôntico. Após o PQM dos canais radiculares, as amostras microbiológicas foram retiradas com ponta de papel estéril, mantidas em caldo de tioglicolato. No 1º grupo foi realizada a TFD com AM e laser de diodo (810 nm, 0,2 W, 40 s) e no 2º grupo o laser de diodo (810	Os valores de UFC/ml mostraram redução estatisticamente significativa em ambos os grupos.	TFD e irradiação com laser de diodo 810 nm são métodos eficazes para a desinfecção do canal radicular. A TFD é uma alternativa adequada para irradiação com laser de diodo 810 nm, devido ao menor risco térmico na dentina radicular.

		nm, 1,2 W, 30 s) foi irradiado. Em seguida, as 2º amostras foram retiradas de todos os canais.		
Asnaashari et al. 2020 (Estudo <i>in-vitro</i>)	Comparar a eficácia da TFD e do sistema de rotatórios e irrigantes GentleFile (rotatório), quando usados com e sem NaOCl na eliminação de <i>E faecalis</i> de canais radiculares infectados.	58 dentes unirradiculares foram divididos aleatoriamente em 4 grupos experimentais de 14 dentes. 2 espécimes foram selecionados posteriormente para a microscopia eletrônica de varredura. Em cada grupo experimental, 10 amostras foram selecionadas para serem tratadas com GentleFile ou TFD; 3 deles foram selecionados como controles positivos e a outra amostra foi escolhida como controle negativo. Os grupos experimentais foram os seguintes: (1) Sistema de ativação de irrigação, (2) Sistema de ativação de irrigação +NaOCl, (3) TFD e (4) TFD + NaOCl. Os espécimes foram então cultivados para uma contagem de colônias bacterianas.	A diminuição da contagem bacteriana após o tratamento com o sistema de ativação de irrigação foi de 99,8% e quando o sistema foi utilizado com NaOCl foi de 100%. O efeito antibacteriano da TFD foi de 90,08% e foi de 99,7% quando a TFD foi combinada com NaOCl.	A integração de novas tecnologias, como ativação do sistema de irrigação ou TFD em combinação com NaOCl, melhora a desinfecção do canal radicular e proporciona várias vantagens no resultado endodôntico.
Beltes et al. 2017 (Estudo <i>in-vitro</i>)	O objetivo deste estudo <i>in vitro</i> preliminar foi determinar se o agente antimicrobiano ativado	A suspensão de <i>E. faecalis</i> foi dividida em 9 grupos experimentais tratados com diferentes protocolos de Laser, FS	A TFD apresentou resultados significativamente menor. A irrigação com NaOCl de 2,5% e a combinação de TFD e NaOCl	Estes achados <i>in vitro</i> preliminares demonstram que a combinação de laser de diodo ICV pode ser um novo

	<p>por ICV, poderia ser usado como FS e eliminar a cepa de <i>E. faecalis</i> sob condições planctônicas quando irradiado com Laser de diodo em comprimento de onda de 810 nm.</p>	<p>e irrigantes, além do grupo controle. (G1:TFD com ICV e laser (potência de saída de 0,5 W - fluência de energia média, G2: TFD com ICV e laser (potência de saída de 1 W - fluência de alta energia), G3: apenas emissão de laser, G4: apenas ICV, G5: NaOCl a 2,5% como irrigante, G6: NaOCl 2,5% e TFD com ICV e laser, G7: nenhum tratamento (controle positivo) e G8 nenhum crescimento de biofilme bacteriano (controle negativo) . As amostras foram incubadas, e no 7º dia as UFCs foram determinadas para avaliar a viabilidade bacteriana.</p>	<p>alcançaram a eliminação total de bactérias.</p>	<p>suplemento na TFD e proporcionar melhor desinfecção durante o tratamento endodôntico.</p>
<p>Borba et al. 2017 (Estudo <i>in-vitro</i>)</p>	<p>Avaliação da eficácia da TFD usando eritrosina em várias concentrações, irradiadas com uma LED de alta potência em uma cultura de suspensão de <i>E. faecalis</i>.</p>	<p>As amostras de <i>E. faecalis</i> foram tratadas com protocolos de irradiação por 120s e 240s e a molaridade da eritrosina foi de 5 e 10 µM. Para se verificar o efeito bactericida pós-tratamento, uma contagem de bactérias foi realizada. O teste ANOVA unilateral com teste de Tukey foi aplicado para verificar as diferenças entre os grupos.</p>	<p>As bactérias foram completamente erradicadas no grupo que recebeu TFD com 5µM 240 s, 10 µM 120 s e 10µM 240 s. O efeito do grupo TFD 5µM 120s foi significativo (p<0,05) em comparação com grupos que usam apenas luz ou eritrosina. No grupo de controle positivo (exposição a NaOCl a 2,5% por 120s e 240s) o <i>E. faecalis</i> foi completamente erradicado. O grupo de controle</p>	<p>A TFD com eritrosina em uma concentração de 10µM e o LED de alta potência são capazes de eliminar totalmente <i>E. faecalis</i> em suspensão planctônica.</p>

			negativo não alterou a quantidade de <i>E. faecalis</i> .	
Eslami M. Et al. 2019 (estudo ex-vivo)	Comparar os efeitos de HC, pasta tri-antibiótica (PTA), TFD, AT, LED e Laser de diodo na remoção de biofilme de <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> .	84 dentes pré-molares humanos, unirradiculares foram preparados e as amostras foram incubadas para a formação de biofilme de <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> nos canais e foram divididas aleatoriamente nos grupos controle e grupos tratados com HC, PTA, AT, LED, TFD e laser de diodo.	Reduções significativas na espessura do biofilme foram observadas no grupo tratado com PTA, TFD e LED. O melhor grupo que mostrou redução na espessura do biofilme foi observado no PTA; no entanto, as diferenças entre PTA e TFD e LED não foram significativas ($P > 0,05$).	A aplicação de PTA, TFD e exposição à LED levam a uma redução na espessura do biofilme de <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> .
Figueirêdo Júnior et al. 2021 (Revisão de literatura)	Realizar uma análise bibliográfica e revisão de literatura acerca do uso da laserterapia através da TFD como estratégia coadjuvante na desinfecção do sistema de canais radiculares.	Foi realizado levantamento de dados nas bases de PUBMED, Science Direct e Scielo utilizando-se os descritores "Photodynamic Therapy", "Root Canal Disinfection", "Endodontic Treatment" e "Endodontics". Foram selecionados artigos científicos de pesquisa e revisão de literatura publicados nos últimos 5 anos (2016-2020) sem restrições de idioma, sendo considerados apenas os artigos que empregaram abordagens/investigações sobre o	As pesquisas iniciais retornaram um total de 23 artigos na base de dados Pubmed, além de 81 na base de dados Science Direct e 1 artigo na base de dados Scielo. Após as etapas de avaliação e seleção dos artigos, a amostra final de estudos incluídos correspondeu a um total de 39 artigos, revisados/discutidos.	Apesar da existência de diferenças metodológicas e variações nos protocolos entre os diferentes trabalhos da literatura, os resultados permitem evidenciar a eficácia e corroborar a importância do uso da TFD enquanto estratégia auxiliar na desinfecção do canal durante o tratamento endodôntico.

		uso da laserterapia através da TFD na desinfecção do sistema de canais radiculares.		
Garcez et al. 2016 (Estudo <i>in-vitro</i>)	Avaliar diferentes parâmetros como concentração do FS, tempo/energia de irradiação e uso de fibras ópticas, para uso da TFD na redução bacteriana intracanal.	Avaliou-se, <i>in vitro</i> , em cubetas de quartzo contendo concentrações de 50, 100, 150 e 300 µM de solução aquosa de AM a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) em irradiações adicionais de 30s com um laser de diodo emitindo em 660 nm. Utilizando-se a mesma metodologia, foi avaliado os efeitos na produção de EROs com e sem o uso de fibra óptica. A redução bacteriana intracanal, foi medida em relação à redução do sinal de bioluminescência.	A redução bacteriana obtida foi de 45% após a 1ª irradiação, 77% após a 2ª e não foi possível captar sinal de bioluminescência após 3 minutos.	A formação de EROs é maior em concentrações menores do FS, assim como a formação de escudo óptico. O uso de fibra aumenta a formação de EROs quando comparado a irradiação sem fibra. A irradiação com 7 Joules impossibilitou a detecção de biofilme intracanal. A concentração do FS em que há maior eficiência na formação de EROs e menor formação de escudo óptico se encontra entre 50 a 100 µM.
Ghorbanzadeh A. et al 2020 (Estudo <i>ex-vivo</i>)	Avaliar os efeitos bactericidas de 3 métodos de desinfecção em biofilme com <i>E. faecalis</i> .	Foram utilizados 55 dentes divididos em 3 subgrupos (G1: PQM, G2: PQM + desinfecção fotoativada com IDV, G3: PQM + laser de diodo) para avaliação da eficácia antimicrobiana dos protocolos de desinfecção contra biofilmes de 4 dias e 4 semanas e os grupos de controle positivo e negativo.	Foi possível observar no presente estudo que o Laser de diodo + PQM mostrou a menor eficácia de desinfecção em comparação com as outras 2 modalidades (PQM e desinfecção fotoativada + PQM) contra biofilmes maduros e imaturos nos terços coronal, médio e apical, já o PQM + desinfecção fotoativada	No presente estudo, todos os protocolos de desinfecção avaliados foram eficazes para eliminação parcial de biofilmes de <i>E. faecalis</i> exceto o laser de diodo. No entanto, o PQM + desinfecção fotoativada mostrou-se muito mais eficaz na redução de biofilmes imaturos e maduros nos terços coronal, médio e

			<p>apresentou maior eficácia de desinfecção em comparação com PQM + diodo laser contra biofilmes maduros e imaturos nos terços coronal, médio e apical, entretanto o PQM + desinfecção fotoativada não teve nenhuma diferença significativa com o PQM sozinho em termos de eficácia antibacteriana contra biofilmes maduros e imaturos nos terços coronal, médio e apical e a eficácia da desinfecção dos dois protocolos acima mencionados contra biofilme foi semelhante ao do grupo de controle negativo.</p>	<p>apical do sistema de canais radiculares.</p>
<p>Hidalgo LCR. et al. 2016 (Estudo <i>in-vivo</i>)</p>	<p>Avaliar o tratamento endodôntico de 1 sessão com TFD e o tratamento de 2 sessões com curativo à base de HC em dentes de cães com periodontite apical.</p>	<p>O estudo utilizou um total de 96 canais radiculares (48 dentes) de 2° e 3° pré-molares superiores e 2°, 3° e 4° pré-molares inferiores de 6 cães sem raça definida, com 12 meses de idade, pesando em média 15 kg, distribuídos em 4 grupos (1° grupo:tratamento de 1 sessão com TFD,120 dias, 2° grupo:tratamento de 1 sessão de TFD, 180 dias, 3° grupo:tratamento com 2 sessões com HC, 120 dias e 4° grupo:tratamento de 2 sessões</p>	<p>O uso de TFD em 1 sessão de tratamento de canal radicular apresentou piores resultados histopatológicos do que o tratamento endodôntico de 2 sessões no reparo de dentes com necrose pulpar e até mesmo periodontite apical ao usar um sistema específico para fornecer luz e FS dentro dos canais radiculares.</p>	<p>Embora a TFD tenha apresentado resultados promissores, seus resultados no presente estudo foram piores do que os obtidos com o tratamento endodôntico de 2 sessões com curativo à base de HC em dentes com necrose pulpar e periodontite apical.</p>

		com HC, 180 dias). 120 e 180 dias é o período em que o animal era sacrificado.		
Hoedke D. et al 2017 (Estudo <i>ex-vivo</i>)	Analisar o efeito antibacteriano da TFD em combinação com vários protocolos de irrigação em um biofilme multiespécies em canais radiculares <i>ex-vivo</i> .	Um total de 160 dentes humanos unirradiculares intactos extraídos com um único canal sem curvatura; foram esterilizados antes de serem inoculados com bactérias <i>Streptococcus oralis</i> e <i>Prevotella intermedia</i> . Em seguida, divididos em 4 grupos (G1: PQM até tamanho 60, G2: PQM 60 + NaOCL a 1% + CHX a 2%, G3: PQM 60 + NaOCL a 1% + CHX a 2% e G4: PQM 60 + CHX. Em todos os dentes a porção coronal dos canais radiculares foi ampliada com brocas Gates Glidden tamanhos 6 a 4, logo depois foi realizado a irrigação com NaOCL estéril e instrumentado e em todos os grupos foram utilizados a TFD.	Os dados descritivos revelaram que após o tratamento em 26 (16,3%) dos 160 dentes, nenhuma bactéria planctônica poderia ser detectada. Além disso, em 23 dentes (14,4%) até 100.000 UFC/mL, e em 111 dentes (69,4%) mais de 100.000 UFC/mL provenientes das amostras do planctônico foram contadas. Bactérias aderentes não foram detectadas em 35 canais radiculares (21,9%); em 19 (11,9%) amostras até 100.000 UFC/mL, e em 106 (66,3%) amostras mais de 100.000 UFCs/mL foram detectadas. Em 137 amostras (85,6%) às mesmas categorias de UFC (sem UFC, menos de 100.000 UFC/mL ou mais de 100.000 UFC/ mL) foram encontrados em ambas as amostras de papel e dentina e em G3 e G4, foram observados 26 canais radiculares sem bactérias planctônicas. Em 22	O estudo demonstrou uma maior redução de bactérias e biofilme bacteriano multiespécie aderente ao canal radicular após PQM com NaOCl a 1% e CHX a 2%, em comparação ao controle com NaOCl. A combinação de NaOCl a 1% e CHX a 2% foi significativamente mais eficaz em comparação com NaOCl a 1% sozinho após 5 dias de incubação adicional. A TFD coadjuvante aumentou o efeito do PQM após 5 dias de incubação adicional.

			de 26 dentes, nenhuma UFC pôde ser detectada.	
Karakov KG. et al 2018 (Estudo <i>in-vivo</i>)	Descrever os resultados de pesquisas sobre a eficiência do uso da TFD antimicrobiana no tratamento da periodontite crônica.	Foram examinados e tratados 88 canais radiculares em 84 pacientes que foram divididos em 2 grupos. O grupo 1 foi submetido a desinfecção do canal radicular usando TFD, já o grupo 2 foram temporariamente preenchidos com HC e um dente foi obturado com cimento de ionômero de vidro, depois de 2 semanas a obturação provisória foi removida e os canais radiculares foram obturados e recuperados.	Verificou-se que o uso da TFD leva à redução dos casos acompanhados de dor após o tratamento em 1 sessão da periodontite crônica, quando comparado com os dados dos pacientes tratados apenas com HC. Melhores condições clínicas foram observadas em 95,5% dos pacientes do grupo 1 e em 76% dos pacientes do grupo 2. Após 12 meses, observou-se melhores condições clínicas em 100% dos pacientes do grupo 1 e do 94,7% dos casos do grupo 2. As complicações em pacientes do grupo 2 foram de 5,3%.	O uso da radiação <i>Laser</i> no decorrer do preparo do canal radicular para obturação no tratamento da periodontite crônica permite reduzir o número de complicações em quase 1,5 vezes. Além disso, a análise das observações dos pacientes em diferentes momentos mostrou que a introdução do cloridrato de fenotiazina nos procedimentos endodônticos permite reduzir o número de consultas do paciente ao dentista.
Katalinic et al. 2019 (estudo <i>in-vitro</i>)	Avaliar o efeito antibacteriano fototérmico e fotoativado do laser de diodo 445/970 nm em biofilmes mistos de <i>E. faecalis</i> , <i>S. aureus</i> e <i>C. albicans</i> crescidos juntos dentro de canais	Os canais radiculares de 100 dentes humanos extraídos com canais únicos retos foram preparados com limas ProTaper NEXT, esterilizados, contaminados com uma combinação de três culturas (<i>E. faecalis</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>C. albicans</i>) e incubados por 15	Uma redução estatisticamente significativa na população microbiana após todos os tratamentos foi observada ($P < 0,001$). Os grupos 2 e 3 mostraram resultados semelhantes, ambos melhores do que o Grupo 1. O grupo 4	O protocolo TFD de 445 nm tem um efeito antimicrobiano mais forte do que o protocolo fototérmico de 445 nm. O tempo de exposição prolongado à luz laser e uma combinação de comprimentos de onda (protocolo 445/970 PT) que ajuda na redução microbiana. <i>C. albicans</i>

	<p>radiculares de dentes humanos e definir um protocolo clínico potencialmente eficiente para uso seguro e previsível em procedimentos endodônticos.</p>	<p>dias. As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 3 grupos (n = 20) e tratadas da seguinte forma: Grupo 1 (G1) - efeito fototérmico de 445 nm, Grupo 2 (G2) - uma combinação de 445 nm e 970 nm efeito fototérmico, Grupo 3 (G3) - efeito fotoativado (PAD) de 445 nm com riboflavina 0,1%, Grupo 4 (G4) - combinação de NaOCl 3% e efeito PAD de 445 nm. 4 amostras foram utilizadas como controle positivo (não tratado) e 4 como controle negativo. 12 amostras adicionais foram utilizadas como controle para o G4 (enxágue com NaOCl 3% sem o laser). O número de microrganismos viáveis em cada canal foi determinado pela contagem de UFC.</p>	<p>produziu os melhores resultados.</p>	<p>parece ser mais sensível à irradiação laser do que as outras bactérias testadas neste estudo. Seguindo os resultados atuais, os protocolos de laser testados podem ser recomendados para uso clínico, mas apenas como um complemento a irrigação com NaOCl, uma vez que sozinhos não são capazes de erradicar completamente todos os microorganismos.</p>
<p>Oliveira et al. 2021 (Revisão de literatura)</p>	<p>Sumarizar o uso da TFD associada ao laser na endodontia e apresentar os aspectos gerais da laserterapia.</p>	<p>Foram realizadas buscas em livros, artigos científicos, monografias, dissertações e teses, no período de agosto de 2018 a maio de 2019. Esses dados foram obtidos por meio de bases de dados MedLine, PubMed, Scielo, LILACS e BBO.</p>	<p>Os resultados mostraram que a TFD associada a laser é efetiva como coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, sendo uma das principais utilizações auxiliar na desinfecção dos canais radiculares. São observados também estudos do seu desempenho no preparo</p>	<p>Concluiu-se que a TFD utilizada como coadjuvante à terapia endodôntica convencional aumenta a previsibilidade de sucesso do tratamento, desde que, o conhecimento sobre os fundamentos e interações com os tecidos biológicos sejam</p>

			<p>cavitário, controle da vitalidade pulpar, capeamento pulpar e pulpotomia, limpeza dos condutos radiculares, obturação e adesão dos cimentos endodônticos, retratamento, cirurgias periapicais, redução da dor e reparação pós-operatória.</p>	<p>esclarecidos e dominados pelo profissional.</p>
<p>Pourhajibagher et al. 2016 (Estudo <i>in-vitro</i>)</p>	<p>Avaliar doses sub-letais da desinfecção fotoativada como um novo método de desinfecção endodôntica, comparando sua eficácia à TFD convencional sob a capacidade de crescimento e formação de biofilme de <i>Porphyromonas gingivalis</i>.</p>	<p>O potencial antimicrobiano e anti-biofilme do TFD contra <i>P. gingivalis</i> foi avaliado em doses subletais de AM e irradiação por laser de diodo em UFCs e ensaios de violeta de cristal, respectivamente.</p>	<p>Apenas as concentrações de 50 e 100 µg / mL de AM reduziram o crescimento de <i>P. gingivalis</i> quando comparado ao grupo controle (bactérias não tratadas). A mínima concentração inibitória para <i>P. gingivalis</i> comparado com AM foi de 50 µg / mL. Não houve efeito significativo no número de células mortas <i>P. gingivalis</i> em comparação com o grupo controle. Um efeito subletal de TFD contra <i>P. gingivalis</i> foi encontrado com uma combinação de 25 µg/mL de AM (ou seja, 1/2 MIC) e irradiação pelo laser de diodo por 4 minutos.</p>	<p>Altas doses de TFD mediada por AM exibiram potencial efeito antimicrobiano, enquanto doses mais baixas de TFD mediada por AM não exibiram essa capacidade. Portanto, a dose de TFD usada in vivo deve ser levada em consideração no tratamento endodôntico.</p>

<p>Pourhajibagher et al. 2018 (Estudo <i>in-vitro</i>)</p>	<p>Comparar os efeitos da desinfecção de canais radiculares utilizando irrigantes NaOCl e CHX e TFD, avaliados nas formas planctônicas e de biofilme de <i>E. faecalis</i>.</p>	<p>Foram divididos os seguintes grupos: G1: CUR-TFD (tratamento combinado de CUR e LED), G2: ICV-TFD (tratamento combinado de ICV e laser de diodo), G3: 0,2% CHX, G4: 2,0% CHX, G5: 5,25% NaOCl, G6: Controle (sem exposição a LED, laser de diodo, FSs ou soluções de irrigação). Os procedimentos experimentais incluíram TFD com a CUR e ICV como FSs, irrigação com NaOCl 5,25%, soluções de CHX 0,2% e 2,0% como soluções irrigantes endodônticas tradicionais e o grupo controle. Os potenciais antibacteriano e anti-biofilme foram avaliados pela contagem das UFC se também pelo ensaio do violeta de cristal, respectivamente.</p>	<p>De acordo com os resultados, o biofilme de <i>E. faecalis</i> foi reduzido em 65,3%, 81,0% e 92,6% usando 0,2% de CHX, 2,0% de CHX e 5,25% de NaOCl, respectivamente. Além disso, TFD mediada por CUR e ICV exibiram uma redução significativa na contagem de <i>E. faecalis</i> (90,2% e 82,5%, respectivamente) e seu biofilme (83,6% e 75,2%, respectivamente) em comparação com o grupo de controle.</p>	<p>A TFD tem um alto potencial de eliminação de <i>E. faecalis</i> e é quase equivalente a NaOCl e CHX. Pode ser usado como um adjuvante para soluções convencionais de irrigação endodôntica.</p>
<p>Pourhajibagher, Bahador, 2019 (Revisão sistemática)</p>	<p>Para investigar a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFD) adjuvante ao desbridamento químico-mecânico do sistema de</p>	<p>Uma meta-análise foi realizada. Dois revisores independentes realizaram uma extensa pesquisa bibliográfica nos bancos de dados eletrônicos MEDLINE, EMBASE e SCOPUS até janeiro de 2019. A estratégia de busca foi feita a</p>	<p>A análise de sensibilidade de 10 ensaios clínicos randomizados revelou diferenças na redução da carga em favor de TFD mais desbridamento químico-mecânico convencional. Um alto grau de heterogeneidade foi</p>	<p>Embora os parâmetros da TFD possam variar de um estudo clínico para outro, todos os estudos encontraram uma redução na carga microbiana com o uso adjuvante de TFD; no entanto, são necessários mais</p>

	canais radiculares em pacientes com infecções endodônticas	partir dos seguintes termos: antimicrobial photodynamic therapy ou photo-enabled disinfection e root channel therapy ou endodontic therapy ou root therapy infecção do canal ou infecção endodôntica. O teste I2 foi usado para determinar a heterogeneidade entre os estudos. Avaliação do viés de publicação realizada nos estudos usando o teste de regressão de Egger.	notado entre o fotossensibilizador e os parâmetros de luz. A análise de subgrupo demonstrou a ausência de heterogeneidade nos ensaios clínicos randomizados, com baixo risco de viés para ganho de redução de carga microbiana. Nenhuma evidência de viés de publicação foi determinada.	estudos clínicos randomizados de alta qualidade focados nos parâmetros padronizados de TFD.
Pourhajibagher et al. 2020 (estudo <i>in-vitro</i>)	O objetivo do estudo foi avaliar o efeito fotossensibilizante da ICV conjugada com nano curcumina (N-CUR) e metformina (Met) = (N-CUR@ICV-Met) usado como um novo FS na irradiação de 2 comprimentos de onda (laser de diodo e diodo emissor de luz, LED) TFD em canais radiculares infectados com biofilme de <i>E. faecalis</i> .	As avaliações quantitativas e qualitativas do biofilme de <i>E. faecalis</i> foram feitas usando a viabilidade microbiana e análise com microscopia eletrônica de varredura dos seguintes grupos de modalidades de tratamento (n = 5): 1- Apenas N-CUR, 2- Apenas ICV, 3- Apenas Met, 4- N-CUR+ICV, 5-N-CUR@ICV-Met, 6- Apenas laser de diodo, 7- Apenas LED, 8- TFD/diodo, 9- TFD/LED, 10- TFD/laser de diodo + LED, 11- TFD/LED + laser de diodo, NaOCL 12-2,5%. Além disso, <i>E. faecalis</i> não tratado serviu como controle negativo.	A modalidade de tratamento do laser de diodo/TFD mediado por N-CUR@ICV-Met, TFD/LED, laser de diodo TFD/diodo + LED e laser de diodo TFD/LED + diminuiu estatisticamente a viabilidade celular de <i>E. faecalis</i> em 69,40%, 75,52% , 82,74% e 83,84%, respectivamente em comparação com o grupo de controle negativo. A técnica de irradiação de comprimento de onda duplo, que expôs o N-CUR@ICV-Met com irradiação de laser de diodo e imediatamente após com LED, bem como, N-CUR@ICV-Met com irradiação de LED e imediatamente depois, com o	N-CUR@ICV-Met como um novo FS no método de irradiação de 2 comprimentos de onda pode melhorar a atividade antibiofilme de TFD contra <i>E. faecalis</i> .

			laser de diodo reduziu a contagem viável de <i>E. faecalis</i> em estruturas de biofilme estatisticamente mais do que as outras modalidades de tratamento.	
Sarda et al. 2019 (Estudo <i>in-vitro</i>)	Avaliar e comparar a atividade antimicrobiana do laser de diodo, TFD e NaOCl junto com suas combinações em patógenos endodônticos: <i>E. faecalis</i> e <i>Streptococcus mutans</i> .	Foram utilizados 120 dentes unirradiculares, cujas coroas foram seccionadas na junção cimento-esmalte para obtenção do canal radicular comprimento de 15 mm. Os canais foram preparados até a lima K # 40. Os dentes s foram divididos aleatoriamente em 2 grupos iguais (60 espécimes) sendo inoculados com <i>E. faecalis</i> (Grupo E) e o restantes com <i>S. mutans</i> (Grupo S). Posteriormente, os grupos foram subdivididos de acordo com a técnica de desinfecção utilizada. 10 dentes de cada subgrupo foram desinfetados com um laser de diodo, TFD, NaOCl, NaOCl + laser de diodo e NaOCl + TFD. 10 dentes em cada grupo serviram como controle sem qualquer desinfecção. As amostras foram contadas e a densidade óptica em cada raiz foi calculada e comparada. A comparação entre	Uma redução de 98% na contagem de <i>E. faecalis</i> foi observada quando o NaOCl foi usado em combinação com o laser de diodo ou TFD. A TFD junto com NaOCl a 3% apresenta a vantagem de utilizar um feixe de laser de menor comprimento de onda. Portanto, TFD em combinação com NaOCl pode ser uma alternativa e melhor opção para desinfecção do canal radicular tanto para os patógenos <i>E. faecalis</i> e <i>S. mutans</i>	Os resultados do presente estudo sugerem que o TFD junto com NaOCl a 3% pode ser uma alternativa e melhor opção para a desinfecção do canal radicular.

		os subgrupos foi feita pelo teste de Kruskal-Wallis e dentro dos subgrupos foi realizado pelo teste de Mann- Teste U de Whitney. A implicação estatística foi testada em 5% e o estudo foi realizado usando SPSS 18.0 ver.		
Schaeffer et al. 2019 (Revisão de literatura)	Realizar uma revisão de literatura sobre o uso da TFD na endodontia.	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.	A maioria dos estudos não foi capaz de confirmar uma melhora significativa na desinfecção para a TFD 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 FS para aumentar a previsibilidade da TFD na endodontia.	A utilização do laser vem sendo cada vez mais difundida nas práticas odontológicas, não sendo diferente na endodontia. A TFD surge como uma promissora terapia coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, viabilizando a eliminação de microrganismos persistentes após o PQM do sistema de canais radiculares. Todavia, ainda não se foi estabelecido um protocolo em relação aos parâmetros a serem utilizados.
Sin JH-M et al. 2021 (Revisão sistemática)	Investigar a eficácia dos FSs usados na desinfecção endodôntica a laser.	Uma pesquisa bibliográfica abrangente é conduzida para identificar estudos in vitro e in vivo envolvendo desinfecção fotoativada no tratamento endodôntico. As publicações são selecionadas com base em	De 121 artigos, 34 atenderam aos critérios de inclusão, compreendendo 8 estudos polimicrobianos e 26 estudos específicos para bactérias. Um total de 10 FSs foram investigados, incluindo AM,	A desinfecção fotoativada com cloreto de tolônio ou AM pode ser um complemento eficaz para a terapia convencional de canal radicular. Mais estudos são necessários para avaliar o desempenho de novos FSs para

		critérios de elegibilidade predeterminados.	cloreto de tolônio, polietilenimina e clorina (e6), fenotiazina, quitosana, rosa bengala, verde malaquita, ICV, cloro p6 e CUR.	otimizar a desinfecção fotoativada do canal radicular.
Soares et al. 2016 (Estudo <i>in-vitro</i>)	Avaliar a eficácia de um protocolo de TFD conta biofilme intracanal de <i>E. faecalis</i> .	Foram selecionados 40 caninos humanos extraídos. Os dentes foram seccionados, resultando em uma raiz de 16 mm. Os canais radiculares foram contaminados com <i>E. faecalis</i> por 21 dias. A instrumentação foi associada à irrigação com solução salina 0,85% ou irrigação alternada (IA) com NaOCl 5,25% e EDTA 17%. Os tratamentos complementares incluíram solução salina/TFD e IA/TFD. 4 ciclos de TFD foram realizados usando um laser de diodo (660 nm, 40 mW) fornecido através de uma fibra óptica cônica. Em cada ciclo, o canal radicular foi preenchido com AM 56 m/mL e irradiado por 150 s.	A maior redução da carga bacteriana foi observada em S2 (amostras microbiológicas coletadas após a instrumentação). Em relação ao S3 (amostras microbiológicas coletadas após a TFD) e Culturas positivas foram observadas em 60% dos canais irrigados com solução salina no 14º dia, enquanto os tratamentos com solução salina/TFD, IA e IA/TFD resultaram em canais livres de germes após 10, 5 e 2 dias, respectivamente.	A TFD proporcionou uma redução imediata e progressiva da carga bacteriana. Um regime alternativo de irrigação combinado com ciclos de TFD representa uma estratégia potencial para a desinfecção completa de canais radiculares contaminados por <i>E. faecalis</i> .
Soares et al. 2018 (Estudo <i>in-vitro</i>)	Avaliar a influência da dose de energia e frequência da TFD (ciclos TFD), bem como do volume de suspensões bacterianas	Em 4 ensaios sucessivos de <i>E. faecalis</i> foram irradiados com laser de diodo (40 mW) usando AM (0,005 µg/mL). Grupo 1 - Efeito da dose de energia: 100µL de suspensões bacterianas e	A redução média do log após a aplicação separada de luz laser e AM foi de 0,01 e 0,07, respectivamente. Verificou-se que poços com 100µL de suspensões bacterianas	A dose de energia, o volume da suspensão bacteriana e, principalmente, os ciclos de TFD otimizaram a eliminação

	<p>na eliminação das formas planctônicas de <i>E. faecalis</i>.</p>	<p>100µL de FS foram irradiados por 1, 2,5, 5, 7,5 e 10 minutos. Grupo 2 - Efeito dos ciclos de TFD: As suspensões bacterianas recebeu 1, 2, 3 ou 4 ciclos de TFD (em cada ciclo 100 mL de FS foram adicionados e irradiados por 2,5 minutos). Grupo 3 - Efeito da dose de energia e volume da suspensão bacteriana: 10µL de suspensões bacterianas e 10µL de FS foram irradiados de forma semelhante ao grupo 1. Grupo 4 - Efeito da dose de energia, volume da suspensão bacteriana e ciclos de TFD: 10µL de suspensões bacterianas e 10 µL de PS foram irradiados de acordo com o grupo 2. A fonte de laser e o AM isolado representaram os controles.</p>	<p>irradiados com 2,4 a 24 Joules de energia não causaram eliminação bacteriana significativa, por outro lado os ciclos de TFD acima de 12 Joules aumentaram significativamente a eliminação bacteriana. Em poços de 10 µL, a irradiação de 12 Joules de energia proporcionou maior eliminação bacteriana que combinada com o ciclo TFD resultou na eliminação logarítmica de <i>E. faecalis</i>.</p>	<p>bacteriana das formas planctônicas de <i>E. faecalis</i>.</p>
<p>Trindade et al. 2017 (Estudo <i>in-vivo</i>)</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar <i>in vivo</i>, por meio de análise histológica e radiográfica, a resposta dos tecidos apicais de dentes de ratos com periodontite apical induzida experimentalmente, após 1 e 2 sessões de tratamento endodôntico com e sem TFD. Uma</p>	<p>32 ratos Wistar machos (60–90 dias / 300–400 g de peso) foram usados. Os animais foram anestesiados e lesões periapicais foram induzidas no primeiro molar inferior esquerdo. Os canais radiculares foram deixados abertos ao meio bucal por 21 dias, para permitir a formação das lesões periapicais. Os dentes dos animais foram divididos em 4 grupos (G1: tratamento de 1 sessão com apenas</p>	<p>A TFD associada à terapia endodôntica convencional foi capaz de promover redução bacteriana significativa nos canais radiculares com periodontite apical induzida, mas essa redução não foi significativamente diferente da terapia endodôntica convencional isolada. Embora a avaliação radiográfica não tenha mostrado diferenças significativas, a análise</p>	<p>A TFD pode ser indicada como coadjuvante da terapia endodôntica convencional para dentes com periodontite apical, associada a um curativo de interconsulta com HC, na tentativa de produzir melhores condições para estimular o reparo.</p>

	análise microbiológica também foi realizada para verificar a redução bacteriana após cada tratamento.	PQM+obturação imediata, G2: tratamento de 2 sessões com PQM+HC por 14 dias + obturação, G3: tratamento de 1 sessão com PQM+TFD+obturação imediata e G4: tratamento de 2 sessões PQM+TFD+HC por 14 dias + obturação. Com 8 dentes de acordo com tratamento proposto, com ou sem TFD e com ou sem curativo de HC.	histológica mostrou pontuações mais baixas para neutrófilos / eosinófilos nos grupos tratados com TFD e macrófagos / células gigantes nos grupos HC.	
Vendramini et al. 2020 (Revisão sistemática)	Avaliar o efeito antimicrobiano da TFD no biofilme intracanal.	Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no PubMed, MEDLINE, Lilacs, SciELO, EMBASE e Google Acadêmico. Os seguintes dados foram coletados: ano de publicação, nome do autor, local do estudo, tipo de estudo, número de participantes, tipo de FS, tipo de laser, método de coleta de dados, tempo de aplicação e resultados.	A TFD reduziu a viabilidade bacteriana na maioria dos estudos quando combinada com técnicas endodônticas convencionais.	Os efeitos da TFD no biofilme bacteriano <i>in vitro</i> não foram quantificados com precisão devido aos diversos vieses nos estudos revisados.
Viana et al. 2021 (Revisão de literatura)	Buscar estudos que utilizem a TFD como coadjuvante à terapia endodôntica e expor quais fatores são mais	O trabalho fundamentou-se em uma pesquisa realizada por meio de levantamento da literatura, mediante a consulta de artigos científicos nas bases de dados	Após a busca e exclusão pela leitura de títulos e resumos, 47 artigos foram selecionados e, utilizando-se os critérios de exclusão, 14 foram utilizados	O uso da TFD proporciona uma redução bacteriana significativa associado ao PQM.

	<p>recorrentes e propiciam resultados eficazes na descontaminação do sistema de canais, baseando-se na análise dos estudos.</p>	<p>(PubMed, LILACS e Scielo), e para a inclusão dos mesmos na revisão foram utilizados os critérios: artigos em inglês, originais e relevantes, pesquisas clínicas e laboratoriais, em dentes permanentes humanos e que relataram o uso da TFD como um tratamento coadjuvante à desinfecção dos canais.</p>	<p>para a revisão. As variáveis diferem nos estudos, no entanto, alguns parâmetros da TFD persistem nas pesquisas, apresentando bons resultados na redução das infecções endodônticas. O protocolo sugerido nesta revisão foi o uso do corante AM (15 e 25 µg/ml); tempo pré-irradiação de 5 minutos; laser diodo (660 nm) e potência de 100 mW; uso de fibra óptica e tempo de irradiação de 5 minutos.</p>	
--	---	---	--	--

4. DISCUSSÃO

Existe uma vasta quantidade de aplicações e protocolos da terapiafotodinâmica para fins endodônticos produzidas e veiculadas nas bases de dados diariamente, tornando-se necessária a reunião das evidências disponíveis que respondam à certa questão clínica levantada, levando-se em consideração a validade e relevância da informação encontrada.

Embora estudos como os de Trindade et al. (2017), Asnaashari et al. (2020), Ghorbanzadeh et al. (2019) e Sarda et al. (2019) apontem que a TFD tem eficácia reduzida quando utilizada isoladamente, essa técnica vem demonstrado excelentes resultados na descontaminação de canais radiculares quando utilizada como ferramenta coadjuvante ao PQM, medicação intracanal e substâncias irrigantes, tanto em estudos *in vitro* quanto em estudos clínicos. (AMARAL, 2019; ASNAASHARI, 2016; POURHAJIBAGHER, 2018; POURHAJIBAGHER, 2016; BORBA, 2017; ESLAMI, 2019; BELTES; 2017).

Os benefícios da TFD na endodontia são vastos e bem descritos na literatura. Karakov et al. (2017), afirma que a desinfecção a *Laser* dos canais radiculares em procedimentos endodônticos permitiu reduzir o número de consultas do paciente ao consultório. Em um experimento avaliando o efeito de diferentes níveis de energia, cargas bacterianas e diferentes ciclos de exposição nos resultados da TFD, Soares et al. (2018) administraram o laser de diodo com comprimento de onda de 660nm e potência de 40mw juntamente com azul de metileno (AM) de concentração 50 µg/mL, chegando a conclusão que o PDT é muito eficaz contra bactérias.

Segundo estudos de Asnaashari et al. (2016), Borba et al. (2017) e Eslami et al. (2019) a TFD é um tratamento adequado para maximizar a desinfecção dos canais radiculares, sendo eficaz em uma só sessão.

Diversos FSs, de origem natural ou sintética, com diferentes comprimentos de onda da luz são empregados em decorrência da TFD, no entanto o FS ideal deve ser caracterizado por gerar alto rendimento de oxigênio singlete, alta afinidade de ligação ao microrganismo, amplo espectro de ação, baixa afinidade de ligação às células do tecido, baixa probabilidade de desenvolver resistência bacteriana, risco mínimo de promover processos mutagênicos e baixa toxicidade, além de ser um composto

solúvel em água capaz de rápida eliminação, biologicamente estável, fotoquimicamente eficiente, além de possuir interação do tecido com a superfície e interação com a luz (VENDRAMINI, 2020; BORBA, et al.,2017).

Na literatura, os FSs mais utilizados na TFD referem-se ao AM (HAMBLIN et al, 2017; POURHAJIBAGHER et al, 2016; ASNAASHARI et al. 2016; TRINDADE et al. 2017; SOARES et al. 2018; AHANGARI et al, 2017) azul de toluidina (AT) (ESLAMI et al. 2019; AFKHAMI et al, 2020) e a indocianina verde (ICV) (BELTES et al, 2017; POURHAJIBAGHER et al, 2018). Além da curcumina (CUR) que também tem sido relatada e estudada como uma opção de FS aplicada durante a PDT (POURHAJIBAGHER et al, 2018; POURHAJIBAGHER et al, 2020; FIGUEIRÊDO JÚNIOR et al., 2021).

O AM é comumente utilizado na TFD em virtude de sua potente absorção no espectro de luz vermelha, tendo potencial de absorver luz em comprimentos de onda de 660 nm a 665 nm. Pourhajibagher et al. (2016) relatou que o AM se apresenta como bactericida sobre as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, sendo esses efeitos antibacterianos atribuídos à sua capacidade de penetração na membrana externa microbiana através da ligação à proteínas de superfície (HAMBLIN et al, 2017; FIGUEIRÊDO JÚNIOR et al., 2021; POURHAJIBAGHER et al., 2016).

Figueirêdo Júnior et al. (2021) também relatam que o AT apresenta um efeito bactericida sobre espécies gram-positivas e as gram-negativas, em razão de sua penetração na membrana externa através da ligação à proteínas de superfície nas células microbianas, com comprimento de onda de 634nm a 635nm.

Ainda mencionando Figueirêdo Júnior et al. (2021) e Pourhajibagher et al. (2020), estes autores relatam que o corante ICV mostra evidências de aplicabilidade sobre as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, no entanto apresenta uma carga negativa e instabilidade em solução aquosa, o que pode resultar em uma interação fraca com a superfície da célula microbiana e ocasionar baixa eficácia antimicrobiana, com capacidade de absorver luz em comprimento de onda de 800nm a 810nm. Beltes et al. (2017) salientam que uma vez ativado pelo espectro infravermelho, o uso de FS como ICV é capaz de causar grande penetração tecidual em comparação a casos em

que são empregados FS ativados pela luz do espectro vermelho como o AM e AT, pois são os agentes mais empregados na PDT como já mencionado.

Nos estudos de Figueirêdo Júnior et al. (2021) a CUR, é uma outra opção de FS que está sendo utilizado, seu pico de absorção é de 450 nm. Entretanto, autores como Pourhajibagher et al. (2020) relataram a existência de algumas propriedades químicas que delimitam sua aplicação na TFD, um grande exemplo seria a baixa solubilidade aquosa, sua rápida hidrólise e baixa biodisponibilidade. Portanto são necessárias mais pesquisas relacionadas a este FS. (FIGUEIRÊDO JÚNIOR et al., 2021; POURHAJIBAGHER et al., 2020).

Em vista disso, o AM e o AT são os FSs mais utilizados nos protocolos disponíveis na literatura, no entanto o AM é o mais eleito pois é encontrado com mais facilidade e é compatível com o comprimento de onda dos aparelhos de *Laser* de baixa potência comercializado no Brasil.

Um número limitado de microrganismos se torna o fator principal para o insucesso do tratamento endodôntico. Conforme Apolônio e Machado (2018) todas as bactérias que colonizam a cavidade bucal têm capacidade de invadir o sistema de canais radiculares, todavia, o que se observa nos canais infectados é que apenas um número reduzido de espécies da microbiota oral se encontra presente, indicando que somente algumas são capazes de colonizar aquele local (VENDRAMINI, 2020).

Algumas dessas espécies formam biofilme e colonizam áreas de difícil acesso, podendo contribuir para um prognóstico negativo (VENDRAMINI, 2020). E segundo Oliveira et al. (2021) a TFD apresenta diferença de efetividade quando os microrganismos estão dispostos isoladamente ou em forma de biofilme.

A TFD não é apenas eficaz contra bactérias, mas também contra outros microrganismos, incluindo vírus, fungos e protozoários. (AFKHAMI et al, 2020). Entretanto, para que sejam capazes de sobreviver no sistema de canais radiculares, tais microrganismos devem possuir características distintas como capacidade de sobreviver com poucos nutrientes, tolerar grandes variações de Ph e temperatura, sobreviver com pouca disponibilidade de oxigênio e principalmente possuir a capacidade da formação de biofilme isoladamente ou em conjunto com outros microrganismos (VENDRAMINI et al., 2020) (ALFIRDOUS et al., 2021).

Apesar de Alfordous et al. (2021) afirmarem que a TFD é promissora contra muitos outros microrganismos orais que podem ser encontrados em canais radiculares, como *Streptococcus mutans*, *Fusobacterium nucleatum*, *Porphyromonas gingivalis* e *Prevotella intermedia*, os dois que possuem maior frequência de resultados documentados nos trabalhos selecionados foram *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*.

O *Enterococcus faecalis* é uma bactéria anaeróbia facultativa e gram-positiva que, segundo Afkhami et al. (2020) é a espécie bacteriana mais prevalente detectada em dentes tratados chegando a 90% dos casos, sendo nove vezes mais comum em dentes tratados endodonticamente do que outras bactérias que causam infecções primárias (pelo método de cultura).

O *E. faecalis* se mostrou resistente ao uso de alguns agentes antimicrobianos como o hidróxido de cálcio, especialmente em áreas radiculares de difícil acesso, (VENDRAMINI et al. 2020) e conforme Ghorbanzadeh et al. (2020), é um dos fatores de papel fundamental nas falhas do tratamento endodôntico. Todavia, Sin et al. (2020) aponta que a integridade da parede celular, o DNA e as proteínas de membrana do *Enterococcus faecalis* podem ser destruídas utilizando a desinfecção fotoativada.

Tal achado corrobora com o estudo in vitro realizado por Pourhajibagher et al. (2018), o qual comparou a ação desinfetante de irrigantes (NaOCl e CHX) e a TFD contra biofilme de *E. Faecalis*, conseguindo resultado favoráveis de 90,2% de redução com o uso de curcumina (CUR) como fotossensibilizador e 82,5% com o uso de indocianina verde (ICV). Entretanto, os resultados foram quase equivalentes aos resultados obtidos com o uso exclusivo do NaOCl ou CHX evidenciando a necessidade da associação entre medicações intracanal, agentes irrigantes e a TFD para a obtenção de resultados mais bem-sucedidos. Tais resultados corroboram com os achados de Sarda et al (2019), que com o objetivo de comparar o potencial antimicrobiano da TFD e soluções irrigantes, evidenciou que houve uma redução de 98% das unidades formadoras de colônias do *E. faecalis* quando houve associação da TFD com laser de diodo e irrigação de solução de NaOCl 5.2%.

A *Candida albicans* foi identificada presente em 21% das infecções endodônticas primárias e também é capaz de formar biofilme multimicrobiano ou

isolado no interior do sistema de canais radiculares (ESLAMI et al. 2019). O estudo realizado por Ahangari et al. (2017), que investigou os efeitos da TFD (*Laser* de diodo a 810nm de comprimento de onda e 0.2 W de potência) e do hidróxido de cálcio para desinfecção de dentes com lesões periapicais registrou uma redução de 11.89 unidades formadoras de colônias (CFUs) para 5 CFUs em relação ao grupo hidróxido de cálcio isolado (9.35 CFUs para 8.11 CFUs). Tais resultados ratificam os encontrados por Katalinić et al. (2019), em seu estudo *in vitro*, o qual avaliou os efeitos de um protocolo combinado de *Laser* de diodo a 445nm, 660nm e 970nm para observação dos efeitos fotoquimioterápicos e térmicos sobre biofilme multimicrobiano contendo *C. albicans*, encontrando resultados favoráveis para a eliminação da espécie em quase todos os grupos (1 de n=4). Ademais, a *C. albicans* se mostrou mais sensível à irradiação com *Laser* do que outras bactérias testadas no estudo.

De todo modo, o comprimento de onda para ativar o fotossensibilizador deve estar na janela terapêutica (entre 600 e 800 nm), porque a absorção que acontece em comprimentos de onda mais curtos - menos de 600 nm, por exemplo - têm menor penetração no tecido e são mais propensas a causar fotossensibilidade e maiores que 800 não teriam energia o suficiente para o fotossensibilizador no seu estado tripleto transferir energia para o oxigênio, não gerando oxigênio singlete. (VENDRAMINI, 2020).

Asnaashari et al. (2016) em seu estudo piloto avaliou amostras retiradas de dentes retratados com protocolo de azul de metileno e laser de diodo (comprimento de onda 665 nm e intensidade 1w), as quais apresentaram 93,3% das amostras livres de bactérias. No mesmo ano, o autor performou um estudo *in vivo* utilizando o mesmo fotossensibilizador (MB) e *Laser* de diodo no comprimento de onda de 810 nm e confirmou resultados excelentes na redução das unidades formadoras de colônias, com menor risco térmico à dentina devido ao maior comprimento de onda.

Por sua vez, Sarda et al. (2019) e Alfirmous et al. (2021) concordam que o protocolo clínico de TFD com a utilização de solução de NaOCl a 3%, o azul de metileno como FS e *Laser* de diodo com potência 2 W e comprimento de onda 660nm seria a melhor opção para a desinfecção do sistema de canais radiculares sem causar danos aos tecidos periapicais, ósseos e a dentina.

Autores como Hidalgo et al (2016) e Hoedke et al. (2017), utilizaram o protocolo clínico de TFD com FSs de 10 mg/mL de fenotiazina e laser de diodo com comprimento de onda de 660nm, porém potências distintas e equivalentes a 20-40 mw e 100mw respectivamente para o *Laser* de diodo; por conseguinte Hoedke et al. (2017) teve uma maior redução de bactérias pertencentes a um biofilme bacteriano de múltiplas espécies, pois utilizou além do protocolo citado, irrigantes como hipoclorito e clorexidina. No entanto, Hidalgo et al. (2016) relatou que embora a TFD em uma sessão tenha apresentado resultados promissores necessita-se de mais estudos e definir melhores parâmetros para seu uso. Seus resultados neste estudo não foram superiores aos alcançados com o tratamento endodôntico de duas sessões com curativo hidróxido de cálcio, no qual foi considerado uma referência, visto que seu poder de ação tem mais taxas de sucesso e promove o reparo periapical em dentes com necrose pulpar e periodontite apical.

A tecnologia *Laser* apresenta-se como alternativa para tratamentos odontológicos com o objetivo de aprimorar as técnicas convencionais, tornando coadjuvante ao tratamento convencional. Mais de 90% da literatura disponível relata efeitos positivos do uso da laserterapia usada há 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. Um dos erros documentados na literatura é que existe uma diferença fundamental na susceptibilidade da TFD entre as bactérias gram-positivas e gram-negativas. Em geral, as bactérias gram-positivas são mais susceptíveis que as bactérias gram-negativas. Pode-se observar também diferenças de susceptibilidade a TFD quando os microrganismos são organizados sob a forma de biofilme e quando estão dispostos como células isoladas, sendo que o desafio da TFD é maior quando os microrganismos estão organizados em forma de biofilme (SCHAEFFER; 2019).

Em sua pesquisa Schaeffer et al. (2019) afirma que o *Laser* e o corante utilizados de forma isolada não exerceram nenhuma atividade inibidora do crescimento microbiano. Parece estar bem estabelecido que nem o fotossensibilizador nem o *Laser* são capazes de produzir redução bacteriana significativa. A autora relata que 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.

Devido a infecção endodôntica ter etiologia de biofilme microbiano de multiespécies com bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, localizado em uma anatomia de difícil acesso, os autores deste trabalho sugerem utilizar o FS por um período de 5 minutos, a fim de ter mais tempo de interação e chances de penetração nos microrganismos presentes no biofilme aderido às paredes do canal radicular.

5. CONCLUSÃO

Apesar da diversidade de protocolos relatados na literatura, a maioria dos autores relataram redução nos níveis microbianos no canal radicular quando a terapia fotodinâmica foi associada aos procedimentos convencionais do tratamento endodôntico.

Baseado nos resultados compilados, sugerimos o uso da TFD com o seguinte protocolo para dentes com infecção endodôntica: realização de um PQM segundo a técnica da disciplina de endodontia da Fibra, uso do fotossensibilizador Azul de Metileno a 0,01% inserido no canal por 5 minutos como tempo de pré-irradiação, irradiação com *Laser* de diodo com comprimento de onda entre 600-660 nm com intensidade de 100 mW por 90 a 180 segundos, com auxílio de ponteira de fibra óptica. Após esta etapa, sugere-se ainda recorrer ao uso de Hidróxido de cálcio com paramonoclorofenol como medicação intracanal para aprimorar os resultados da terapia endodôntica.

Mais estudos *ex-vivo*, *in-vitro* e clínicos randomizados de alta qualidade focados nos parâmetros padronizados da TFD ainda precisam ser realizados na tentativa de demonstrar o melhor protocolo.

6. REFERÊNCIAS

AFKHAMI, Farzaneh et al. Evaluation of antimicrobial photodynamic therapy with toluidine blue against *Enterococcus faecalis*: laser vs led. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 32, p. 102036, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102036>.

AHANGARI, Zohre et al. 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. **Journal Of Lasers In Medical Sciences**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 72-78, 28 mar. 2017. Maad Rayan Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.15171/jlms.2017.13>.

AMARAL, Rodrigo Rodrigues *et al.* Antimicrobial Photodynamic Therapy associated with long term success in endodontic treatment with separated instruments: a case report. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 26, p. 15-18, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.02.015>.

ALFIRDOUS, Rayyan A. et al. Advancing Photodynamic Therapy for Endodontic Disinfection with Nanoparticles: present evidence and upcoming approaches. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 11, n. 11, p. 4759, 22 maio 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/app11114759>.

APOLÔNIO, A. C.; MACHADO, A.B. *Microbiologia Bucal e Aplicada*. 1a Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

ASNAASHARI, Mohammad et al. 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 And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 17, p. 226-232, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2016.12.009>

ASNAASHARI, Mohammad et al. Comparison of Antibacterial Effects of Photodynamic Therapy and an Irrigation Activation System on Root Canals Infected With *Enterococcus faecalis*: an in vitro study. **Journal Of Lasers In**

Medical Sciences, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 243-248, 21 jun. 2020. Maad Rayan Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.34172/jlms.2020.41>.

BELTES, Charis et al. Evaluation of Antimicrobial Photodynamic Therapy Using Indocyanine Green and Near-Infrared Diode Laser Against *Enterococcus faecalis* in Infected Human Root Canals. **Photomedicine And Laser Surgery**, [S.L.], v. 35, n. 5, p. 264-269, maio 2017. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/pho.2016.4100>

BORBA, Alberto Sabin Moura et al. Photodynamic therapy with high-power LED mediated by erythrosine eliminates *Enterococcus faecalis* in planktonic forms. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 19, p. 348-351, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2017.07.007>.

ESLAMI, Leila Moradi et al. The comparison of intracanal medicaments, diode laser and photodynamic therapy on removing the biofilm of *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* in the root canal system (ex-vivo study). **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 26, p. 157-161, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.01.033>.

FIGUEIRÊDO JÚNIOR, Ernani Canuto et al. Terapia fotodinâmica antimicrobiana como recurso adjuvante no tratamento endodôntico em dentes infectados: análise bibliométrica e revisão de literatura. **Archives Of Health Investigation**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 179-186, 27 jan. 2021. Archives of Health Investigation. <http://dx.doi.org/10.21270/archi.v10i1.5013>.

FIMPLE, Jacob Lee et al. Photodynamic Treatment of Endodontic Polymicrobial Infection In Vitro. **Journal Of Endodontics**, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 728-734, jun. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2008.03.011>.

GARCEZ, Aguinaldo Silva et al. Uma nova estratégia para PDT antimicrobiana em Endodontia. Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent. [online]. 2016, vol.70, n.2, pp. 126-130. ISSN 0004-5276.

GHORBANZADEH, Abdollah et al.. Ex vivo comparison of antibacterial efficacy of conventional chemomechanical debridement alone and in combination with light-activated disinfection and laser irradiation against *Enterococcus faecalis*

biofilm. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 29, p. 101648, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.101648>.

HIDALGO, Lidia Regina da Costa et al. Comparison between one-session root canal treatment with aPDT and two-session treatment with calcium hydroxide-based antibacterial dressing, in dog's teeth with apical periodontitis. **Lasers In Medical Science**, [S.L.], v. 31, n. 7, p. 1481-1491, 7 jul. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-016-2014-8>

HOEDKE, Daniela et al. Effect of photodynamic therapy in combination with various irrigation protocols on an endodontic multispecies biofilm ex vivo. **International Endodontic Journal**, [S.L.], v. 51, p. 23-34, 10 abr. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/iej.12763>

KARAKOV, Karen et al. Comparative Characteristics of the Methods of Treatment of Chronic Periodontitis Using Antibacterial Photodynamic Therapy (Per One Visit) and Calasept Preparation. **Journal Of The National Medical Association**, [S.L.], v. 110, n. 1, p. 73-77, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnma.2017.01.013>.

KATALINIĆ, Ivan et al. The photo-activated and photo-thermal effect of the 445/970 nm diode laser on the mixed biofilm inside root canals of human teeth in vitro: a pilot study. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 26, p. 277-283, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.04.014>.

LOPES, Camila Soares *et al.* Endodontical treatment of periapical tooth injury with photodynamic therapy: case report. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 28, p. 253-255, dez. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.09.002>.

MACHADO, Antonio Eduardo Da Hora. Terapia fotodinâmica: princípios, potencial de aplicação e perspectivas. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 237-243, Apr. 2000

NEELAKANTAN, Prasanna et al. Biofilms in Endodontics—Current Status and Future Directions. **International Journal Of Molecular Sciences**, [S.L.], v. 18, n. 8, p. 1748, 11 ago. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms18081748>

OLIVEIRA, Renally França et al. Terapia fotodinâmica associada à laser no tratamento endodôntico. **Archives Of Health Investigation**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 236-240, 17 jan. 2021. Archives of Health Investigation. <http://dx.doi.org/10.21270/archi.v10i2.5051>.

POURHAJIBAGHER, Maryam *et al.* Effects of sub-lethal doses of photo-activated disinfection against Porphyromonas gingivalis for pharmaceutical treatment of periodontal-endodontic lesions. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 16, p. 50-53, dez. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2016.08.013>.

POURHAJIBAGHER, Maryam *et al.* Antibacterial and Antibiofilm Efficacy of Antimicrobial Photodynamic Therapy Against Intracanal Enterococcus faecalis: An In Vitro Comparative Study with Traditional Endodontic Irrigation Solutions. **Journal Of Dentistry**: Tehran University of Medical Sciences,, Tehran, Iran, v. 15, n. 4, p. 197-204, jun. 2018

POURHAJIBAGHER, Maryam *et al.* Adjunctive antimicrobial photodynamic therapy to conventional chemo-mechanical debridement of infected root canal systems: a systematic review and meta-analysis. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 26, p. 19-26, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.02.009>.

POURHAJIBAGHER, Maryam *et al.* Dual wavelength irradiation antimicrobial photodynamic therapy using indocyanine green and metformin doped with nano-curcumin as an efficient adjunctive endodontic treatment modality. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 29, p. 101628, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.101628>.

ROONEY, J; MIDDHA, M; LEEMING, J. A laboratory investigation of the bactericidal effect of a NdYAG laser. **British Dental Journal**, [S.L.], v. 176, n.

2, p. 61-64, jan. 1994. Springer Science and Business Media LLC.
<http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.4808364>.

SARDA, R.A. *et al.* Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, diode laser, and sodium hypochlorite and their combinations on endodontic pathogens. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 28, p. 265-272, dez. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.09.009>.

SCHAEFFER, Bárbara *et al.* Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. **Journal Of Oral Investigations**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 86, 17 abr. 2019. Complexo de Ensino Superior Meridional S.A.. <http://dx.doi.org/10.18256/2238-510x.2019.v8i1.2779>.

SIN, Jonathan Hong-Man *et al.* Evaluation of effectiveness of photosensitizers used in laser endodontics disinfection: a systematic review. **Translational Biophotonics**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-21, 26 ago. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/tbio.202000007>.

SOARES, Janir Alves *et al.* Monitoring the effectiveness of photodynamic therapy with periodic renewal of the photosensitizer on intracanal *Enterococcus faecalis* biofilms. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 13, p. 123-127, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2016.01.002>.

SOARES, Janir Alves *et al.* Exploring different photodynamic therapy parameters to optimize elimination of *Enterococcus faecalis* in planktonic form. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 22, p. 127-131, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2018.03.009>

SOUZA, Marcela Tavares de; SILVA, Michelly Dias da; CARVALHO, Rachel de. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 102-106, mar. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>.

TRINDADE, Alessandra Cesar *et al.* Histopathological, Microbiological, and Radiographic Analysis of Antimicrobial Photodynamic Therapy for the Treatment of Teeth with Apical Periodontitis: a study in rats' molars.

Photomedicine And Laser Surgery, [S.L.], v. 35, n. 7, p. 364-371, jul. 2017. Mary Ann Liebert Inc. <http://dx.doi.org/10.1089/pho.2016.4102>.

VENDRAMINI, Yasmin *et al.* Antimicrobial effect of photodynamic therapy on intracanal biofilm: a systematic review of in vitro studies. **Photodiagnosis And Photodynamic Therapy**, [S.L.], v. 32, p. 102025, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.102025>

VIANA, Bruna Angélica de Souza; ENDO, Marcos Sérgio; PAVAN, Nair Narumi Orita. Uso da terapia fotodinâmica na redução de microrganismos das infecções endodônticas. **Archives Of Health Investigation**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 474-479, 23 mar. 2021. Archives of Health Investigation. <http://dx.doi.org/10.21270/archi.v10i3.4722>.

ZAKARIASEN, Kenneth L. *et al.* Bactericidal action of carbon dioxide laser radiation in experimental dental root canals. **Canadian Journal Of Microbiology**, [S.L.], v. 32, n. 12, p. 942-946, 1 dez. 1986. Canadian Science Publishing. <http://dx.doi.org/10.1139/m86-174>