

# TERAPIA FOTODINÂMICA COMO ADJUVANTE NA DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES: UMA REVISÃO DE LITERATURA

## PHOTODYNAMICS THERAPY AS AN ADJUVANT IN DISINFECTING CHANNEL SYSTEM: A LITERATURE REVIEW

**Renata de Matos Cardoso** - r94matos@gmail.com

Graduanda em Odontologia pela Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, Bahia, Brasil.

**Ramon Ribeiro Arruda** - ramonr.arruda99@gmail.com

Graduando em Odontologia pela Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, Bahia, Brasil.

**Meily de Mello Sousa** - meily.sousa@hotmail.com

Mestre em Saúde Coletiva pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Professora da Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, Bahia, Brasil.

**Juliana Santos de Jesus Azevedo** - julianasazevedos@gmail.com

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas. Salvador, Bahia, Brasil.

**Juliana Borges de Lima Dantas** - judyborges@gmail.com

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos de Órgãos e Sistemas. Professora da Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, Bahia, Brasil.

**Júlia dos Santos Vianna Neri** - dra.julianeri@gmail.com

Doutora em Odontologia e Saúde pela Universidade Federal da Bahia. Professora da Faculdade Adventista da Bahia, Cachoeira, Bahia, Brasil.

**Resumo: Introdução:** A Odontologia moderna visa minimizar procedimentos invasivos e melhorar a qualidade e eficiência nos atendimentos. A terapia fotodinâmica (TFD) tem um papel relevante na desinfecção de canais radiculares, sem efeitos adversos ou danos aos elementos dentários e tecidos moles adjacentes. **Objetivo:** Discorrer sobre o emprego da TFD na desinfecção de canais radiculares adjuvantes ao preparo químico-mecânico convencional. **Materiais e Métodos:** Revisão de literatura narrativa realizada nas bases de dados SciELO, PubMed, Google acadêmico e Lilacs, no período de fevereiro a agosto de 2021. Os critérios de inclusão estabelecidos foram publicações sobre o tema, no período entre 2011 a 2021, e escritos nas línguas inglesa e portuguesa. O cruzamento dos descritores DeCS/MeSH utilizou os termos “endodontics”, “endodontia”, “fotoquimioterapia”, “photochemotherapy”, “limpeza de canais radiculares” e “root canal cleaning”, associados ao operador booleano “AND”. O total de 47 artigos foi selecionado para o presente estudo. **Resultados:** A TFD é eficaz como adjuvante ao tratamento endodôntico e capaz de potencializar o processo de desinfecção dos canais radiculares, reduzindo a quantidade de microrganismos presentes nos canais de forma significativa. **Conclusão:** Observa-se que a TFD pode ser utilizada de maneira adjuvante ao tratamento

endodôntico convencional, sem malefícios aos pacientes. Entretanto, faz-se necessário mais estudos clínicos randomizados, com o objetivo de estabelecer protocolos clínicos de utilização da TFD como adjuvante ao tratamento endodôntico, visando à diminuição das taxas de insucesso da terapia endodôntica e colaborando com a preservação da unidade dentária.

**Palavras-chave:** Endodontia; Fotoquimioterapia; Antissepsia; Cavidade pulpar.

**Abstract: Introduction:** Modern Dentistry aims to minimize invasive procedures and improve the quality and efficiency of care. Photodynamic therapy (PDT) plays an important role in root canal disinfection, without adverse effects or damage to the dental elements and adjacent soft tissues. **Objective:** To discuss the use of PDT in the disinfection of adjuvant root canals to conventional chemical-mechanical preparation. **Materials and Methods:** Narrative literature review carried out through bibliographic collection in SciELO, PubMed, Google Academic and Lilacs data bases, from February to August 2021. The inclusion criteria established were publications on the subject, from 2011 to 2021 and written in English and Portuguese. The crossing of DeCS/MeSH descriptors used the terms “endodontics”, “endodontia”, “fotoquimioterapia”, “photochemotherapy”, “limpeza de canais radiculares”, and “root canal cleaning”, associated with the Boolean operator “AND”. A total of 47 articles were selected for the present study. **Results:** PDT is effective as an adjuvant to endodontic treatment and capable of enhancing the disinfection process of root canals, significantly reducing the amount of microorganisms present in the canals. **Conclusion:** It is observed that PDT can be used as an adjuvant to conventional endodontic treatment without harm to patients. However, more randomized clinical studies are needed in order to establish clinical protocols for the use of PDT as an adjuvant to endodontic treatment, aiming at reducing the failure rates of endodontic therapy and collaborating with the preservation of the dental unit.

**Keywords:** Endodontics; Photochemotherapy; Antisepsis; Pulp cavity.

## 1. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como principal finalidade a preservação dos elementos dentários e seus sistemas de canais radiculares, através da remoção dos microrganismos presentes na infecção endodôntica, o que possibilita a permanência da unidade dentária na cavidade bucal e a continuidade das suas funções fisiológicas. Para que se consiga resultados satisfatórios na terapêutica, a utilização de técnicas de trabalho através de limas específicas ou rotatórias, associadas às substâncias químicas são fundamentais, visto a sua capacidade de auxiliar na desinfecção desses canais<sup>(1)</sup>. Embora as técnicas de preparo químico-mecânico endodônticas tenham evoluído com o passar dos anos, ainda

se tem relatos na literatura de insucesso do tratamento endodôntico. Através de análises radiográficas, estima-se que o insucesso esteja em torno de 11,70%<sup>(2)</sup>, decorrente principalmente de falhas técnicas mecânicas, durante o preparo químico-mecânico dos canais radiculares, associado à complexidade anatômica dos sistemas de canais das unidades dentárias, o que interfere, conseqüentemente, nas próximas etapas do tratamento endodôntico<sup>(3)</sup>.

Uma terapia que pode ser utilizada como coadjuvante para diversas especialidades odontológicas, inclusive a endodontia, com o objetivo de controlar a infecção, é a Terapia Fotodinâmica (TFD)<sup>(3-5)</sup>, do inglês *Photodynamic Therapy*, que consiste na utilização de um fotossensibilizador apropriado, uma fonte de luz aparente, e oxigênio, gerando espécies de radicais livres e a morte celular. A luz é um fator responsável por excitar o fotossensibilizador, removendo moléculas do substrato biológico e interagindo através de mecanismos diversos, o que acarreta na produção de produtos responsáveis pela cadeia de radicais livres e a oxidação de uma gama de biomoléculas. O fotossensibilizador, no estado fundamental, pode produzir o oxigênio singleto (O), que é o responsável por causar danos aos microrganismos presentes, como a própria inativação<sup>(4-5)</sup>.

A TFD no emprego antimicrobiano tem se mostrado efetiva quando associada aos recursos terapêuticos endodônticos convencionais<sup>(6)</sup>. Esse método tem em vista auxiliar também na eliminação de microrganismos endodônticos resistentes, como o *Enterococcus faecalis*<sup>(7-8)</sup>. Oliveira *et al.* (2014), em um estudo *in vitro*, relataram uma diferença significativa do crescimento microbiano em grupos de bactérias irradiadas por laser na presença de um fotossensibilizador, com a diminuição de até 96,44% de *E. faecalis*, o que demonstra a redução da contagem microbiana nos locais em que a TFD foi utilizada<sup>(9)</sup>.

Na tentativa de otimizar o controle da infecção advinda da resistência bacteriana, principalmente derivada da *E. Faecalis*<sup>(10-11)</sup>, assim como infecções endodônticas persistentes, complexidade anatômica dos canais radiculares<sup>(10)</sup>, falhas técnicas durante a instrumentação mecânica, desinfecção química insuficiente e obturação inadequada dos canais<sup>(12)</sup>, faz-se pertinente o estudo de novas ferramentas que possam contribuir para o manejo e diminuição de microrganismos presentes no interior dos sistemas de canais. Tais ferramentas ampliariam os índices de sucesso no tratamento endodôntico e contribuiriam para a preservação da unidade dentária<sup>(10-12)</sup>.

A partir da capacidade antimicrobiana amplamente conhecida da TFD, e das taxas persistentes de insucesso do tratamento endodôntico, torna-se relevante um levantamento bibliográfico na literatura científica sobre o uso dessa terapia durante o tratamento endodôntico, como forma de auxiliar na desinfecção dos sistemas de canais das unidades dentárias. Portanto, o objetivo desta revisão narrativa de literatura foi discorrer sobre o uso da terapia fotodinâmica como adjuvante no tratamento endodôntico na Odontologia.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa de literatura, realizada através da coleta de artigos científicos durante o período de fevereiro de 2021. As bases de dados eletrônicas utilizadas foram o *PubMed*, *Scientific Electronic Library Online - SciELO*, LILACS e Google Acadêmico. Foram utilizados os descritores DeCS/MeSH para a busca de artigos, nos idiomas português e inglês, respectivamente: “endodontia”, “*endodontics*”, “terapia fotodinâmica”, “*photodynamic therapy*”, “limpeza de canais radiculares” e “root canal cleaning”. Para o refinamento da estratégia de busca nas respectivas bases de dados, foi utilizado o descritor booleano “AND”.

Como critério para inclusão dos artigos, estes deveriam abordar o uso da TFD como adjuvante na desinfecção de canais radiculares, publicados entre o período de 2011 a 2021, escritos na língua inglesa e portuguesa. Os critérios de exclusão estabelecidos foram trabalhos caracterizados como monografias de conclusão de curso, livros, e artigos científicos que não apresentaram seus respectivos resumos ou *abstracts* nas plataformas de busca.

Inicialmente, foram encontrados 13 artigos no PubMed, 10 no SciELO, 79 no LILACS e 1712 no Google Acadêmico. Adicionalmente, 58 estudos foram incluídos neste presente trabalho através da busca secundária de referências bibliográficas, devido à relevância sobre a temática proposta, totalizando 1872 artigos. Após a busca inicial, foram selecionados os estudos que fornecessem uma atualização sobre o tema proposto, com base na leitura do título e do resumo, bem como aplicação dos critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos, seguido da leitura dos textos na íntegra. Totalizou-se, assim, 47 trabalhos para a presente revisão narrativa de literatura, conforme descrito no Tabela 1.

**Tabela 1** – Cruzamentos dos descritores DeCS/MeSH e quantidade de artigos encontrados nas respectivas bases de dados / repositórios.

BASE DE DADOS	CRUZAMENTO	ARTIGOS INICIAIS	ARTIGOS EXCLUÍDOS	ARTIGOS FINAIS
GOOGLE ACADÊMICO	Terapia Fotodinâmica AND Endodontia AND limpeza de canais radiculares	1.712	1.695	31
PUBMED	<i>Photodynamic Therapy AND Endodontics AND root canal cleaning</i>	13	8	5
SCIELO	Endodontia AND Terapia Fotodinamica AND limpeza de canais radiculares	10	4	6
LILACS	Limpeza de Canais Radiculares AND Endodontia AND Terapia Fotodinâmica	79	74	5
TOTAL				47

Fonte: Autoria própria, 2021 (Cachoeira, Bahia, Brasil).

## 3. REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO

### 3.1 TRATAMENTO ENDODÔNTICO CONVENCIONAL

O tratamento de canais radiculares tem como objetivos principais a prevenção e o tratamento das patologias que acometem a polpa dentária, a partir da diminuição da infecção bacteriana e da manutenção dos canais radiculares e tecidos periodontais adjacentes <sup>(13)</sup>. Torna-se, portanto, fundamental a remoção do tecido inflamado e infectado por grupos de bactérias <sup>(14)</sup>. O *E. faecalis*, bactéria gram-positiva anaeróbia facultativa, é o microrganismo mais comumente encontrado nos sistemas de canais radiculares (principalmente em casos de infecções secundárias), e possui a capacidade de colonizar a dentina e os túbulos dentinários, o que dificulta a sua remoção pelos meios químicos e mecânicos convencionais. Mesmo na presença da medicação intracanal e de soluções irrigadoras, esse microrganismo apresenta alto potencial de invasão intratubular, ainda que em escassez nutricional, além de apresentar fatores de virulência<sup>(15)</sup>.

Devido à complexidade anatômica do sistema de canais radiculares, com seus deltas apicais, ramificações, istmos e irregularidades, a remoção das bactérias torna-se um desafio para o cirurgião-dentista, mesmo quando os métodos convencionais de instrumentação endodôntica e irrigação são realizados com os mais altos padrões técnicos<sup>(1,6)</sup>. O avanço tecnológico da endodontia, a partir do

desenvolvimento e adoção de novas tecnologias e materiais, é notório nos dias atuais e, apesar disso, as falhas e insucessos endodônticos ainda estão presentes no dia a dia da prática odontológica, decorrente de uma obturação deficiente, microinfiltrações, canais acessórios, anatomia e formato dos condutos. Entretanto, a maior parte das falhas no tratamento estão diretamente ligadas à contaminação ou proliferação bacteriana persistentes, onde as áreas de difícil acesso não são atingidas pelo preparo químico-mecânico e acomodam substratos compostos por restos de tecidos e biofilme bacteriano, que posteriormente afetarão de forma negativa no prognóstico do tratamento<sup>(16)</sup>.

Dados epidemiológicos apontam que 30% a 50% dos insucessos da terapia endodôntica convencional estão relacionados às infecções residuais e persistentes, as quais necessitam de estratégias suplementares para realizar a desinfecção<sup>(17)</sup>. Song *et al.* (2011) analisaram as causas clínicas das falhas dos tratamentos endodônticos de 493 raízes com lesão periapical após extração. Os ápices das raízes foram ressecados e submetidos à aplicação de azul de metileno na concentração de 0,005, durante o período de 10 minutos, e em seguida observados por microscópio clínico com 26x de ampliação. Os resultados concluíram que as condições para os insucessos nas terapias endodônticas foram a infiltração através do material obturador (30,4%); canal não tratado ou não encontrado (19,7%); sub-obturação (14,2%); complexidade anatômica (8,7%); sobre-obturação (3,0%); problemas iatrogênicos (2,8%); cálculo apical (1,8%) e fissuras e/ou trincas (1,2%)<sup>(18)</sup>.

Durante o tratamento endodôntico, pode-se utilizar agentes desinfetantes como o hipoclorito de sódio (NaOCl), solução irrigadora predominantemente utilizada em concentrações que variam de 0,5 a 5,25%, embora outras soluções alternativas já tenham sido estudadas. Uma dessas alternativas é o gluconato de clorexidina, pois possui efeito antibacteriano, substantividade e menor citotoxicidade em comparação com o hipoclorito de sódio<sup>(3,19)</sup>.

Além da utilização de substância irrigadoras, os medicamentos intracanalais são utilizados como agentes antibacterianos. Tais medicamentos buscam atuar no controle de infecção, neutralização de toxinas, agem como uma barreira física e controlam a infiltração apical persistente de fluidos para o sistema de canais radiculares. O uso da medicação intracanal, após o preparo biomecânico, tem sido uma alternativa na tentativa de eliminar o máximo de bactérias remanescentes possível<sup>(20)</sup>. Em estudo conduzido por Lynne *et al.* (2003), foi avaliado e comparado o efeito antimicrobiano do hidróxido de cálcio em pasta e do gluconato de clorexidina 0,12% após um período de 24 horas em dentina de canais infectados com *E. faecalis*. Os medicamentos foram testados isoladamente e em combinação, em diferentes profundidades nos túbulos dentinários infectados com o microrganismo. Os resultados mostraram uma atividade bacteriana mais pronunciada na formulação que continha apenas hidróxido de cálcio<sup>(21)</sup>. Por isso, Siqueira *et al.* (2007) relatam que a associação do hidróxido de cálcio com o digluconato de clorexidina torna-se uma alternativa eficaz, por apresentar a es complementares às

do hidróxido de cálcio, agindo à distância, mostrando efeitos antimicrobianos residuais, substantividade e eficácia também sobre os microrganismos<sup>(22)</sup>.

Almyroudi *et al.* (2002) compararam a efetividade do hidróxido de cálcio, gel de clorexidina, PerioChip (fórmula de clorexidina em pastilha) e uma mistura de gel de clorexidina com hidróxido de cálcio como medicação intracanal. As substâncias foram testadas em três diferentes períodos (3 – três, 8 – oito e 14 dias), utilizando dentes humanos previamente contaminados por *E. faecalis*. Os resultados mostraram que o hidróxido de cálcio eliminou os microrganismos em 3 (três) e 8 (oito) dias, mas não foi eficaz no grupo de 14 dias, provavelmente devido a uma queda significativa de pH. A clorexidina, nas diferentes formulações, foi eficaz na eliminação de *E. faecalis* dos túbulos dentinários, sendo observado um melhor resultado com a utilização da clorexidina na forma de gel<sup>(23,24)</sup>, provavelmente devido à capacidade de viscosidade presente no gel, o que confere maior tempo de contato da clorexidina com a superfície<sup>(24)</sup>.

Apesar das poucas variedades de substâncias irrigadoras e medicações intracanal que podem ser utilizadas no auxílio do preparo mecânico, é evidente que o risco de insucesso do tratamento endodôntico pode ser minimizado através de novas ferramentas e métodos adjuvantes ao tratamento, como é o caso da TFD<sup>(25-26)</sup>.

## 3.2 TERAPIA FOTODINÂMICA

### 3.2.1 Histórico da Terapia Fotodinâmica

As primeiras tentativas de utilização da TFD em humanos foram realizadas em 1903, em tumores, por Tappenier e Jesionek, em cujos abscessos utilizaram o corante eosina como fotossensibilizador. Apesar dos efeitos benéficos e resolutos, não foi dado seguimento à utilização da eosina para o tratamento de tumores<sup>(27)</sup>. Em 1924, Policard atentou-se que porfirinas poderiam ser vistas em grandes concentrações em tumores malignos, sendo consideradas atóxicas, mas, na presença de luz visível e oxigênio, tornavam-se tóxicas ao tecido celular<sup>(28)</sup>. Em 1976, Weishaupt supôs que o oxigênio singleto, gerado a partir da transferência de energia do agente fototerapêutico no estado tripleto excitado para o oxigênio molecular no estado fundamental, era o agente citotóxico responsável pela desativação de células tumorais<sup>(28)</sup>. Nos anos 70, Dougherty e colaboradores relataram que a TFD passou a ser aprovada como uma alternativa para o tratamento de cânceres malignos ou de tumores de origens desconhecidas, tendo sido empregada com sucesso no tratamento, além de mostrar benefícios na redução da quantidade de microrganismos na presença de infecções resistentes<sup>(27)</sup>.



Atualmente, a TFD, na Odontologia, vem sendo empregada em diversas especialidades, no intuito de promover uma Odontologia minimamente invasiva, conservadora e preservativa. Por ser uma técnica minimamente invasiva, o paciente mostra-se confortável, não há riscos ou malefícios associados, assim como ausência de efeitos colaterais, possibilitando para o paciente uma melhor qualidade de vida, com bons resultados, tanto intraoral como extraoral, em um curto período de tempo<sup>(28-40)</sup>.

### 3.2.2 Fotossensibilizadores mais utilizados na Terapia Fotodinâmica na Endodontia

Diferentes fotossensibilizadores são estudados e avaliados na Odontologia com o objetivo de apresentarem efeitos antimicrobianos no tecido. Dentre eles, podem-se destacar os dois mais comumente utilizados: o azul de metileno (AM) e o azul de toluidina (AT)<sup>(28)</sup>.

O AM é um composto da família das fenotiazinas, solúvel em água, com baixa toxicidade, sendo utilizado em várias áreas médicas e odontológicas, com finalidades terapêuticas nas concentrações de 0,005% e 0,01%<sup>(29)</sup>. Na Endodontia, é a substância mais utilizada associada à TFD, na tentativa de eliminar as bactérias resistentes nos canais radiculares. Em razão de sua natureza hidrofílica, sua ação é eficaz tanto nas bactérias gram-positivas quanto nas gram-negativas, o que confere o seu caráter abrangente, relevante no cenário clínico endodôntico, onde, comumente, observa-se a presença de infecção mista<sup>(30)</sup>.

O AT é um corante aromático heterocíclico solúvel em água ou em álcool, sendo absorvido intensamente na região espectroscópica do ultravioleta-visível. É um agente fotossensibilizante eficaz na inativação de organismos patogênicos como bactérias gram-positivas e gram-negativas<sup>(30)</sup>, assim como participa na inativação viral na concentração de 1%<sup>(31)</sup>.

Torna-se relevante discernir que, quando usados em baixas concentrações, o AM e o AT não produzem ação citotóxica, o que torna o seu uso viável na terapêutica endodôntica, visto que a dose necessária para a morte bacteriana é menor do que a dose necessária para causar citotoxicidade celular. Por se tratarem de corantes, é imprescindível a remoção total desse material do interior dos canais após a realização da terapia, para não oferecer riscos de pigmentação indesejada das unidades dentárias tratadas. O comprimento de onda com absorção máxima para o AM é de 670 nm, enquanto que, para o AT, é de 635 nm<sup>(30-31)</sup>.

### 3.2.3 Características da luz

Os aparelhos que produzem radiação eletromagnética visível infravermelho ou ultravioleta



(lasers) e os emissores de luz (LEDs) são diferentes, porém ainda bastante confundidos. Os lasers são fontes de luz diferentes dos LEDs, pois possuem aspectos próprios, como a monocromaticidade, tendo o mesmo comprimento de onda, a colimação, em que os feixes de luz se apresentam na mesma direção; e a coerência, na qual os fótons lançados no tempo e espaço são coincidentes<sup>(32)</sup>. Já os LEDs apresentam somente a monocromaticidade. Para que a TFD aconteça, os fótons na faixa do vermelho visível comunicam-se com o AM com comprimento máximo de ondas de 665nm ou o AT com comprimento de ondas que variam de 660 e 670nm. Tanto lasers vermelhos quanto LEDs vermelhos podem ser empregados<sup>(33-26)</sup>.

### 3.3 TERAPIA FOTODINÂMICA COMO ADJUVANTE NO TRATAMENTO ENDODÔNTICO

A microbiota patogênica existente no sistema de canais radiculares durante a infecção endodôntica pode estar presente em grande parte das estruturas dentárias, como os túbulos dentinários, istmos, deltas apicais, canais acessórios e outras estruturas, fazendo com que se formem obstáculos na eliminação do biofilme radicular durante a instrumentação, mesmo com a utilização das medicações intracanaís ou irrigantes químicos<sup>(34)</sup>.

De acordo com Garcez *et al.* (2016), a TFD surge como uma ferramenta adjuvante no tratamento endodôntico, que, além de reduzir a proliferação bacteriana, auxilia na redução das lesões periapicais com ação direta, agindo no biofilme endodôntico. Desse modo, tem a capacidade de atuar sobre os polissacarídeos dessas estruturas de colônia, sendo, portanto, um recurso terapêutico eficaz<sup>(35)</sup>. A redução microbiana em endodontia deve ocorrer não só no canal principal, mas, de forma ideal, em todo o sistema de canais, como canais secundários e acessórios, deltas apicais e, ainda, no interior de túbulos dentinários, pois o biofilme microbiano não se limita ao canal principal<sup>(36)</sup>. Lacerda *et al.* (2014) descreveram que a TFD deve ser baseada na utilização da fonte de luz, que é inserida nos canais com o auxílio de uma fibra óptica que conduz a luz até o ápice radicular, um fotossensibilizador em concentrações de 0,005%, 0,01% e 1%, a depender do protocolo escolhido, inserido por toda a extensão dos condutos por um período de pré-irradiação que varia entre 2,5 e 10 minutos, e oxigênio, dando origem à reação oxidativa, oferecendo um meio não tóxico eficiente para a redução da quantidade de microrganismos presentes nos canais radiculares<sup>(37, 38,43)</sup>.

Um estudo *in vitro* realizado por De Oliveira *et al.* (2015), teve como objetivo avaliar a eficácia da TFD e do NaOCl na desinfecção de canais radiculares. Nesse estudo, foi examinada a ação antimicrobiana da TFD a diferentes concentrações do NaOCl. Para isso, foram utilizados pré-molares inferiores humanos unirradiculares previamente infectados por *E. faecalis*, *Staphylococcus aureus*,

*Pseudomonas aeruginosa*, e *Candida albicans*, e divididos em sete grupos, a saber: Grupo 1: NaOCl a 1%, Grupo 2: NaOCl a 5,25%, Grupo 3: solução salina + TFD, Grupo 4: NaOCl a 1% + TFD, Grupo 5: NaOCl a 5,25% + TFD, Grupo 6: controle positivo (solução estéril de NaOCl a 0,85%) e Grupo 7: controle negativo (solução estéril de NaOCl a 0,85% sem a presença de microrganismos). Nos grupos que fizeram utilização da TFD, o AM foi empregado na concentração de 15 µg/ml, permanecendo nos condutos por 2 (dois) minutos, seguido por irradiação com laser de diodo. Todas as amostras foram coletadas e semeadas em meios de cultura para avaliação da permanência ou ausência da proliferação microbiana. Nos resultados, observou-se que o NaOCl na concentração de 5,25% + TFD demonstrou uma diminuição significativa na evolução das espécies microbiológicas, assim como o NaOCl a 1% e o NaOCl a 1% + TFD, que também exibiram efeitos antimicrobianos similares<sup>(39)</sup>. A solução salina + TFD não exibiu a capacidade de eliminar a maioria dos microrganismos. Tais conclusões mostraram que a TFD pode ser útil no auxílio da desinfecção de canais radiculares, desde que seja empregada de forma conjunta com a substância química<sup>((39-33))</sup>.

Susila *et al.* (2015) propuseram em seu estudo associar a irrigação alternada à TFD para a desinfecção de canais radiculares. Para isso, utilizaram 80 dentes unirradulares já extraídos e inoculados com *S. mutans* e *E. faecalis*. Os canais não obtiveram técnicas de limpeza químico-mecânica prévias, portanto, foram unicamente irrigados. Os grupos de irrigantes associados foram: Grupo 1: NaOCl a 3% + EDTA + TFD; Grupo 2: Solução salina + TFD; Grupo 3: NaOCl a 3% + EDTA; Grupo 4: Solução salina. Nos grupos que utilizaram a TFD, foi empregado como fotosensibilizador o AM na concentração de 25µg/ml, por um período de pré-irradiação de 5 (cinco) minutos. Em seguida, os condutos foram irradiados por laser diodo durante o período de 30 segundos, com o auxílio da fibra ótica no interior dos canais e remoção do fotossensibilizador com solução de NaOCl. Lascas de dentina foram retiradas das paredes dos canais das amostras e cultivadas para a observação de unidades de formação de colônias (UFC). O grupo 1 obteve UFC média significativamente menor em relação aos outros grupos, sendo observada a diminuição considerável de ambas as bactérias. O grupo 3 foi capaz de controlar o *S. mutans* melhor que o grupo 2, e o grupo 4 não apresentou efeito antimicrobiano. O protocolo proposto neste estudo possui um forte efeito adicional à técnica da TFD, e esta pode ser usada em casos primários para a desinfecção confiável de canais e indicado para falhas endodônticas, tendo em vista que *E. faecalis* é preponderante em tais quadros<sup>(38)</sup>.

Ng *et al.* (2011) examinaram os efeitos antimicrobianos da TFD em dentes humanos infectados *ex vivo*. Para essa análise, foram utilizados 52 dentes recém extraídos com necrose pulpar e radioluscências periradiculares associadas. Desses, 26 receberam preparo químico-mecânico com EDTA a 17% + NaOCl a 6% (grupo 1) e 26 dentes receberam preparo químico-mecânico com EDTA

a 17% + NaOCl a 6% + TFD (grupo 2). Como no protocolo convencional, foi realizada a agitação e irrigação final, para assim aplicar a TFD. Os sistemas de canais foram inundados com AM na concentração de 50 µg/ml por 5 (cinco) minutos, seguido de irradiação com o laser de diodo, no comprimento de onda de 665 nm, e o conteúdo das amostras foi cultivado em ágar sangue. A apuração dos resultados demonstrou melhor desempenho do grupo 1 quando comparado ao grupo 2. No primeiro grupo, as UFC das amostras foram reduzidas em 82,5%, enquanto o segundo grupo apresentou uma redução das UFC de 49%. Portanto, nesse estudo a TFD não exibiu uma eficiência superior quando associada ao EDTA e ao NaOCl<sup>(39)</sup>.

Os benefícios em agregar a TFD na prática clínica em Endodontia estão voltados para o desafio de realizar a máxima eliminação de bactérias alojadas nos condutos contaminados anteriormente à obturação<sup>(40)</sup>. Pesquisas clínicas, como a de Eduardo *et al.* (2015), consideram a importância da TFD como auxiliar ao tratamento endodôntico tradicional em casos de cirurgia parodontal, lesão periapical e resistência antibiótica. Tal resultado é relevante dentro do cenário atual da Endodontia, tendo em vista que algumas bactérias pertencentes à classe responsável pelas infecções endodônticas são resistentes e possuem caráter refratário. Portanto, o uso da TFD nas sessões de tratamento endodôntico possui influência direta na não recolonização bacteriana<sup>(4,41)</sup>.

Os estudos que avaliaram a utilização da TFD como adjuvante ao tratamento endodôntico convencional estão descritos no Quadro 1.

**Quadro 1**– Técnicas/protocolos da TFD empregados de forma adjuvante ao tratamento endodôntico.

Autor, ano e país	Tipo de estudo	Objetivo	Metodologia	Resultados	Conclusão
Asnaashari <i>et al.</i> 2016, Irã. <sup>(42)</sup>	<i>In vivo</i>	Comparar o uso do NaOCl a 2,5% + TFD e NaOCl a 2,5% + Laser diodo em um grupo de microrganismos.	Microrganismos testados e solução irrigadora / terapia utilizada: <i>E. faecalis</i> , <i>F. nucleatum</i> e <i>P. gingivalis</i> / Grupo 1: NaOCl a 2,5% + TFD; Grupo 2: NaOCl a 2,5% + Laser diodo. Foto sensibilizador / concentração / tempo de pré-irradiação: AM a 0,5 ml a 0,01% por 5 (cinco) minutos. Fonte de luz/ comprimento de onda/ potência/ Tempo de irradiação/ dentes: Laser diodo, 810 nm, 0,2W/cm <sup>2</sup> Grupo 1: 40s; Grupo 2: 30s com o uso de fibra óptica 20 dentes com necessidade de retratamento.	Os valores de UFC/ml foram significativamente reduzidos no grupo submetido ao processo da TFD e no grupo submetido ao laser diodo.	A TFD e laser diodo a 810 nm são métodos eficazes para a desinfecção dos canais radiculares.

<p>De Oliveira <i>et al.</i> 2015, Brasil.<sup>(34)</sup></p>	<p><i>In vitro</i></p>	<p>Observar a eficácia do NaOCl em diferentes concentrações e da TFD contra microrganismos.</p>	<p>Microrganismos e solução irrigadora: <i>E. faecalis</i>, <i>P. aeruginosa</i>, <i>S. aureus</i> e <i>C. albicans</i>.</p> <p>Grupo1: NaOCl a 1%; Grupo 2: NaOCl a 5,25%; Grupo 3: soro fisiológico + TFD; Grupo 4: NaOCl a 1% + TFD; Grupo 5: NaOCl 5.25% + TFD; Grupo 6: controle positivo; Grupo 7: controle negativo.</p> <p>Foto sensibilizador/ concentração/ tempo de pré-irradiação: AM na concentração de 15 µg/mL por 2 (dois) minutos.</p> <p>Fonte de luz/ comprimento de onda/ potência/ Tempo de irradiação/ dentes: Laser diodo a 660 nm, 100 mW, 1,5 minutos com uso de fibra óptica em 70 pré-molares inferiores unirradiculares.</p>	<p>O NaOCl a 5,25% + TFD resultou em um maior número da amostra sem crescimento microbiano. NaOCl a 1% e NaOCl a 1% + TFD apresentaram efeitos antimicrobianos semelhantes. Soro fisiológico + TFD não eliminou os microrganismos de forma significativa.</p>	<p>A associação do NaOCl a 5,25% com TFD foi o tratamento com maior eficácia contra microrganismos durante a desinfecção endodôntica. Esse resultado sugere que a TFD pode ser útil para aprimorar a desinfecção do canal radicular.</p>
<p>Soares <i>et al.</i> 2016, Brasil.<sup>(43)</sup></p>	<p><i>In vitro</i></p>	<p>Observar os resultados do uso do NaOCl a 5,25% + EDTAa 17% em <i>E. faecalis</i>.</p>	<p>Microrganismos e solução irrigadora: <i>E. faecalis</i>/ NaOCl 5,25% + EDTA 17%.</p> <p>Foto sensibilizador/ concentração/ tempo de pré-irradiação: AM na concentração de 1,6 µM/ml por um período de 2,5 minutos.</p> <p>Fonte de luz/ comprimento de onda/ potência/ Tempo de irradiação/ dentes: Laser diodo de 660 nm, 40 mW, 2,5 minutos com o uso de fibra óptica em 40 caninos.</p>	<p>A técnica aplicada no tratamento endodôntico, associado a duas sessões de TFD, melhorou na diminuição da carga bacteriana e nenhum microrganismo resistente foi encontrado nas amostras.</p>	<p>A TFD promoveu uma redução imediata e progressiva na carga bacteriana. Essa é uma estratégia para a desinfecção relevante de canais radiculares contaminados por <i>E. faecalis</i>.</p>
<p>Susila <i>et al.</i> 2016, Índia.<sup>(38)</sup></p>	<p><i>In vitro</i></p>	<p>Comparar a eficácia do uso do EDTA e da TFD em <i>S. mutans</i> e <i>E. faecalis</i>.</p>	<p>Microrganismos/ solução irrigadora: <i>S. mutans</i> e <i>E. faecalis</i>/ Grupo 1: NaOCl a 3% + EDTA + TFD; Grupo 2: Solução salina + TFD; Grupo 3: NaOCl a 3% + EDTA; Grupo 4: Solução salina.</p> <p>Foto sensibilizador/ concentração/ tempo de pré-irradiação: AM na concentração de 25 µg/ml por 5 (cinco) minutos.</p> <p>Fonte de luz/ comprimento de onda/ potência/ Tempo de irradiação/ dentes: Laser diodo em 665 nm, 1W/cm<sup>2</sup>, durante 30 segundos com uso de fibra óptica em 80 dentes unirradiculares.</p>	<p>O grupo 1 com <i>E. faecalis</i> teve UFC média significativamente menor do que todos os outros grupos (p = 0,001).</p>	<p>Um efeito adicional da aplicação combinada de irrigantes antimicrobianos e TFD pôde ser observado na erradicação de patógenos endodônticos comuns.</p>

Juric <i>et al.</i> 2014, Croácia. <sup>(44)</sup>	<i>In vivo</i>	Avaliar o uso do NaOCl, EDTA e TFD em dentes com necessidade de retratamento.	Solução irrigadora: NaOCl a 2,5% + EDTA a 17% + solução salina + TFD. Foto sensibilizador/ concentração/ tempo de pré-irradiação: Cloreto de fenotiazina na concentração de 10 mg/mL, por 2 (dois) minutos. Fonte de luz/ comprimento de onda/ potência/ Tempo de irradiação/ dentes: Laser diodo a 660 nm, 100mW, durante 1 (um) minuto com uso de fibra ótica em 21 dentes unirradiculares.	14 espécies de bactérias foram isoladas inicialmente dos canais. Embora o retratamento endodôntico tenha reduzido significativamente o número de espécies de bactérias (p <0,001), a combinação de tratamento endodôntico e TFD foi estatisticamente mais efetiva (p <0,001).	A TFD junto à preparação convencional do canal radicular conduziu à redução significativa do número de UFCs e à eliminação das bactérias. A combinação da limpeza químico-mecânica e a TFD foi mais bem-sucedida na eliminação de espécies de bactérias gram-positivas e gram-negativas, anaeróbios facultativos e anaeróbios obrigatórios, comparando-se com a limpeza químico-mecânica isolada.
Rios <i>et al.</i> 2011, Estados Unidos. <sup>(45)</sup>	<i>In vitro</i>	Avaliar os resultados do uso de NaOCl, EDTA e TFD contra <i>E. faecalis</i> .	Microrganismos/ solução irrigadora: <i>E. faecalis</i> / NaOCl a 6% + EDTA a 17% + TFD. Foto sensibilizador/ concentração/ tempo de pré-irradiação: AT na concentração de 0,25 ml durante 30 segundos. Fonte de luz / comprimento de onda / Tempo de irradiação / dentes: LED a 628 nm durante 30 segundos em dentes unirradiculares.	A taxa de sobrevivência bacteriana dos dentes tratados com NaOCl e TFD (0,1%) foi significativamente menor (p<0,005) do que quando tratados somente com NaOCl.	TFD tem potencial para ser usado como um procedimento antimicrobiano adjunto na terapia endodôntica convencional.
Xhevdet <i>et al.</i> 2014, Eslovênia. <sup>(47)</sup>	<i>In vitro</i>	Verificar os resultados de NaOCl e TFD em <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> .	Microrganismos e solução irrigadora: <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> / NaOCl a 2,5% + TFD. Foto sensibilizador / concentração / tempo de pré-irradiação: Cloreto de fenotiazina a 10 mg/mL por 1, 3 e 5 (cinco) min. Fonte de luz / comprimento de onda / potência / Tempo de irradiação / dentes: Laser diodo em 660 nm. 100 mW/cm <sup>2</sup> , / 1 (um), 3 (três) e 5 (cinco) minutos em 156 dentes unirradiculares.	O laser reduziu ainda mais o conjunto de micro-organismos restantes. Até agora, a TFD provou ser uma terapia coadjuvante eficiente.	A TFD mostrou-se um método adequado para desinfecção dos canais, obtendo resultados semelhantes à irrigação com NaOCl.

Ng <i>et al.</i> 2011, Estados Unidos. <sup>(39)</sup>	<i>Ex vivo</i>	Averiguar a ação do NaOCl, EDTA e TFD em dentes com necrose pulpar e lesão periapical recém extraídos.	Dentes e solução irrigadora: 52 dentes uni e multirradiculares com necrose pulpar e lesão periapical recém extraídos. Grupo 1: NaOCl a 6% + EDTA a 17%; Grupo 2: NaOCl a 6% + EDTA a 17% + TFD. Foto sensibilizador / concentração / tempo de pré-irradiação: AM na concentração de 50 µg/ml por 5 (cinco) minutos. Fonte de luz / comprimento de onda / potência / Tempo de irradiação / dentes: Laser diodo em 665 nm, 100 mW/cm <sup>2</sup> por 5 (cinco) minutos, em 52 dentes.	Grupo 1 apresentou níveis mais altos de infecção comparados aos canais do grupo 2 (p< 0,0001).	A TFD reduz significativamente bactérias residuais dentro do sistema de canais radiculares com o uso de luz de comprimento de onda apropriado para gerar oxigênio singlete e radicais livres.
Souza <i>et al.</i> 2010, Brasil. <sup>(46)</sup>	<i>In vitro</i>	Investigar os efeitos antibacterianos da TFD com AM e AT em canais contaminados com <i>E. Faecalis</i> .	Microorganismos / dentes e solução irrigadora: <i>E. faecalis</i> / 70 dentes unirradiculares / Grupo 1: TFD e AM + NaOCl 2,5%, Grupo 2: TFD e AT + NaOCl 2,5%, Grupo 3: TFD e AM + Cloreto de Sódio (NaCl) 0,85%, Grupo 4: TFD e AT + NaCl 0,85%. Foto sensibilizador / concentração / tempo de pré-irradiação: AM ou AT na concentração de 15 µg/mL por 2 (dois) minutos. Fonte de luz / comprimento de onda / potência / Tempo de irradiação: Laser diodo em 660 nm, 40 mW por 4 (quatro) minutos.	O NaOCl e NaCl, de forma isolada com a instrumentação, reduziram substancialmente e a contagem bacteriana. NaOCl foi consideravelmente mais efetivo do que o NaCl. Tal diferença persistiu após a TFD. Independente do fotossensibilizador utilizado, não foram observadas diferenças significativas entre os dois fotossensibilizadores (p>0,05).	A TFD com AM ou AT pode exercer efeito suplementar significativo, porém, quando relacionados e comparados, não apontam diferenças significativas entre elas em relação à desinfecção intracanal. Sugere-se mais ajustes no protocolo da TFD para aumentar a previsibilidade na eliminação bacteriana.

**Fonte:** Autoria própria, 2021 (Cachoeira, Bahia, Brasil).

**Legenda:** NaOCl: Hipoclorito de sódio; AT: Azul de Toluidina; AM: Azul de Metileno; TFD: Terapia Fotodinâmica; UFC: Unidades de formação de colônias; W: Watt; nm: Nanômetro; µg: Microgramas; mW: Microwatt; NaCl: Cloreto de Sódio

## 4. CONCLUSÃO

Em conformidade com os estudos incluídos nesta presente revisão narrativa de literatura, pode-se sugerir que a TFD é uma alternativa promissora adjuvante no tratamento convencional endodôntico, pois pode vir a colaborar com a descontaminação microbiológica intracanal logo após



o preparo químico-mecânico. Dentre os benefícios, é possível destacar a sua fácil aplicação, característica seletiva, o fato de que evita a promoção de resistência bacteriana, baixo custo e não associação com efeitos colaterais indesejados. Portanto, seu uso pode aumentar os índices de sucesso no tratamento endodôntico e preservação da unidade dentária a longo prazo. Entretanto, é fundamental a realização de mais estudos clínicos randomizados que esclareçam e definam protocolos seguros da TFD na endodontia, com o intuito de viabilizar seu uso na rotina clínica endodôntica.

## REFERÊNCIAS

1. Luckmann G, Dorneles LC, Grando CP. Etiologia dos insucessos dos tratamentos endodônticos. *Vivências*. 2013;9(16):133-9. Disponível em: [http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero\\_016/artigos/pdf/Artigo\\_14.pdf](http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_016/artigos/pdf/Artigo_14.pdf). Acesso em: 5 fev 2021.
2. Canto D, Victorino FR. Avaliação do índice de sucesso de tratamentos endodônticos realizados por alunos de graduação. *Dental Press Endod*. 2012;2(2):25-9. Disponível em: [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit\\_mostra/Dheborado\\_Canto.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/Dheborado_Canto.pdf). Acesso em: 5 fev 2021.
3. De Martin G, Azeredo RA. Análise de preparo de canais radiculares utilizando-se a diafanização. *Rev Odontol UNESP*. 2014;43(2):111-8. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rounesp/a/BHkCbV8Z6phqw6JDtCkLVDM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 7 fev 2021.
4. Eduardo CP, Bello-Silva MS, Ramalho KM, Lee EMR, Aranha ACC. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2015;69(3):226-35. Disponível em: <http://revodonto.bvsalud.org/pdf/apcd/v69n3/a04v69n3.pdf>. Acesso em: 5 fev 2021.
5. Carrera ET, Dias HB, Corbi SCT, Marcantonio RAC, Bernardi ACA, Bagnato VS et al. The application of antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) in dentistry: a critical review. *Laser Phys*. 2016;26(12):1-5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29151775/>. Acesso em: 5 fev 2021.
6. Siqueira JF, Rôças IN. Optimising single-visit disinfection with supplementary approaches: A quest for predictability. *Aust Endod J*. 2011;37:92-8. Disponível em: <http://drzoufan.com/wp-content/uploads/2015/05/Single-Visit-vs-Dual-Visit.pdf>. Acesso em: 16 fev 2021.
7. Garcez AS, Nuñez SC, Hamblim MR, Suzuki H, Ribeiro MS. Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment in Patients with Antibiotic-resistant Microflora: A Preliminary Report. *J Endod*. 2010;36(9):1463-6. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Aguinaldo-Garcez/publication/45799179\\_Photodynamic\\_Therapy\\_Associated\\_with\\_Conventional\\_Endodontic\\_Treatment\\_in\\_Patients\\_with\\_Antibiotic-resistant\\_Microflora\\_A\\_Preliminary\\_Report/links/5c5c0eba299bf1d14cb2210d/Photodynamic-Therapy-Associated-with-Conventional-Endodontic-Treatment-in-Patients-with-Antibiotic-](https://www.researchgate.net/profile/Aguinaldo-Garcez/publication/45799179_Photodynamic_Therapy_Associated_with_Conventional_Endodontic_Treatment_in_Patients_with_Antibiotic-resistant_Microflora_A_Preliminary_Report/links/5c5c0eba299bf1d14cb2210d/Photodynamic-Therapy-Associated-with-Conventional-Endodontic-Treatment-in-Patients-with-Antibiotic-)



resistant-Microflora-A-Preliminary-Report.pdf. Acesso em: 11 fev 2021.

8. Schaeffer B, D'Aviz FS, Ghiggi PC, Klassmann LM. Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. *Journ of Oral Investig.* 2019; 8(1):86-99. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/JOI/article/view/2779/html>. Acesso em: 5 fev 2021.
9. Oliveira BP, Lins CC, Diniz FA, Melo LL, Castro CM. In Vitro antimicrobial photoinactivation with methylene blue in different microorganisms. *Braz. J. Oral Sci.* 2014;13(1):53-7. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjos/a/xrGrthGVWGYtQhgKcVJCBBd/?lang=en>. Acesso em: 7 fev 2021.
10. Rocha TA, Cerqueira JD, Carvalho ÉS. Infecções endodônticas persistentes: causas, diagnóstico e tratamento. *Rev. Ciênc. Méd. Biol.* 2018;17(1):78-83. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/23276>. Acesso em: 7 fev 2021.
11. Alfenas CF, Santos MF, Takehara GN, Paula MV. Terapia fotodinâmica na redução de microorganismos no sistema de canais radiculares. *Rev. bras. odontol.* 2011;68(1):68-71. Disponível em: <https://revista.aborj.org.br/index.php/rbo/article/view/255>. Acesso em: 5 fev 2021.
12. Campos FL, Guimarães LC, Almeida GC, Viana AD. Causas de insucessos no tratamento endodôntico – análise dos casos de retratamento atendidos no projeto de extensão da Faculdade de Odontologia da UFMG. *Arq. Odontol.* 2017;53:1-8. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-906792>. Acesso em: 11 de fev 2021
13. Celso NC, Aloma SO, Michelle CB. Tecnologia a serviço da endodontia: Avanços no diagnóstico e tratamento de canais radiculares. *Rev. Hu.* 2018;44:55-61. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/hurevista/article/view/13928>. Acesso em: 11 de fev 2021.
14. Nery MJ, Cintra LTA, Gomes-Filho JE, Dezan-Junior E, Otoboni-Filho JA, Sivieri-Araujo G et al. Estudo longitudinal do sucesso clínico-radiográfico de dentes tratados com medicação intracanal de hidróxido de cálcio. *Rev de Odont da UNESP*, 2012;41:396-401. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rounesp/a/hVP9BgGs454b7VQ4969WRgS/?lang=pt>. Acesso em: 15 fev 2021.
15. Pretel H, Bezzon F, Faleiros FBC, Dametto FR, Vaz LG. Comparação entre soluções irrigadoras na endodontia: clorexidina x hipoclorito de sódio. *RGO.* 2011;59:127-32. Disponível em: [http://revodont.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-86372011000500018](http://revodont.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-86372011000500018). Acesso em: 10 fev 2021.
16. Arneiro RAS, Nakano RD, Antunes LAA, Ferreira GB, Fontes KBFC, Antunes LS. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *J Oral Sci.* 2014;56(4):277-85. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25500925/>. Acesso em: 15 fev 2021.
17. Pagonis TC, Chen J, Fontana CR, Devalapally H, Ruggiero K, Song X et al. Nanoparticle-based endodontic antimicrobial photodynamic therapy. *J Endod.* 2010;36(2):322. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20113801/>. Acesso em: 5 fev 2021.

18. Samiei M, Shahi S, Abdollahi AA, Eskandarinezhad M, Negahdari R, Pakseresht Z. The Antibacterial Efficacy of Photo-Activated Disinfection, Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Infected Root Canals: An in Vitro Study. *Iran Endod J.* 2016;11(3):179-83. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4947840/>. Acesso em: 10 fev 2021.
19. Davis JM, Maki J, Bahcall JK. An In Vitro Comparison of the Antimicrobial Effects of Various Endodontic Medicaments on *Enterococcus faecalis*. *J Endod* 2007;33(5):567-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17437873/>. Acesso: 7 fev 2021.
20. Lynne RE, Liewehr FR, West LA, Patton WR, Buxton TB, Mcpherson JC. In Vitro Antimicrobial Activity of Various Medication Preparations on *E. faecalis* in Root Canal Dentin. *J Endod.* 2003;22(5): 356-65. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12669878/>. Acesso em: 15 fev 2021.
21. Siqueira JrJF, Guimarães-Pinto T, Rôças IN. Effects of chemomechanical preparation with 2.5% sodium hypochlorite and intracanal medication with calcium hydroxide on cultivable bacteria in infected root canals..*J Endod* 2007;33(7):800–5. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17804315/>. Acesso em: 5 fev 2021.
22. Almyroudi A, Mackenzie D, McHugh S, Saunders WP. The effectiveness of various disinfectants used as endodontic intracanal medications: an in vitro study. *J Endod.* 2002; 28(3):163-7. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12017172/>. Acesso em: 5 fev 2021.
23. De Oliveira RF, Silva LPDL, Silva FVD, Andrade KDS, Moreira Romão TC, Dos Santos MGC et al. Terapia fotodinâmica associada a laser no tratamento endodôntico. *Arch Health Invest [Internet].* 2021;10(2):236-40. Disponível em: <https://www.archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/5051>. Acesso em: 5 fev 2021.
24. Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP, Núñez SC, Jorge AOC, Hamblin MR. Antimicrobial Photodynamic Therapy Combined With Conventional Endodontic Treatment to Eliminate Root Canal Biofilm Infection. *Lasers Surg Med.* 2007;39(1):59-66. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17066481/>. Acesso em: 7 fev 2021.
25. Song M, Kim HC, Lee W, Kim E. Analysis of the Cause of Failure in Nonsurgical Endodontic Treatment by Microscopic Inspection during Endodontic Microsurgery. *J Endodon.* 2011;37(11):1516-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22000454/>. Acesso em: 5 fev 2021.
26. Carneiro VSM, Catão MHCV. Aplicações da terapia fotodinâmica na odontologia. *Rev. Fac Odont de Lins.* 2012;22(1): 25-32. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/Fol/article/view/248>. Acesso em: 5 fev 2021.
27. Issa MCA, Manela-Azulay M. Terapia fotodinâmica: revisão da literatura e documentação iconográfica. *Anais Bras de Dermat.* 2010;85(4):501-11. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/CcpZfpFQJYr4MdTygs8FpkF/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 7 fev 2021.
28. Oliveira FCS, Cabral GM, Eler JFC, Pimentel SJ, Peixoto VR, Paranhos WJ et al. Azul de

- metileno para fins terapêuticos. *Braz. J. Surg. Clin. Res.* 2019; 27(2): 66-70. Disponível em: [https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190704\\_104220.pdf](https://www.mastereditora.com.br/periodico/20190704_104220.pdf). Acesso em: 20 fev 2021.
29. ITO T. Toluidine Blue: The mode of photodynamic action in yeast cells. *Photochem. Photobiol.* 1977;25(2):47-53. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/322164/>. Acesso: 5 fev 2021.
  30. Wanderley RB, dos Santos SM, da Silva JGR, Leite JVC, Suassuna FCM, da Silva BJ. Terapia fotodinâmica no tratamento endodôntico: Uma revisão integrativa. *Research, Society and Development.* 2021;10(9): e48610918142-e48610918142. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18142> Acesso em: 20 fev 2021.
  31. Simplicio FI, Maionchi F, Hioka N. Terapia fotodinâmica: aspectos farmacológicos, aplicações e avanços recentes no desenvolvimento de medicamentos. *Química Nova.* 2002;25(5):801-7. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/yM7QMHW8Mr7LzsHBbcNZ49k/?lang=pt>. Acesso em: 11 fev 2021.
  32. Eduardo CDP, Bello-Silva MS, Ramalho KM, Lee EMR, Aranha ACC. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. *Revista da Associação Paulista de Cirurgia Dentista.* 2015;69(3):226-35. Disponível em: [http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-52762015000200004](http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-52762015000200004). Acesso em: 14 fev 2021.
  33. Moreira ALG, Monteiro AMD, Rios MA. Terapia fotodinâmica para a redução microbiana no tratamento das doenças periodontais: revisão de literatura. *Rev Perio.* 2011;21(1):65-72. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=642581&indexSearch=ID>. Acesso em 14 fev 2021.
  34. De Oliveira BP, Aguiar CM, Câmara AC, de Albuquerque MM, Correia AC, Soares MF. The efficacy of photodynamic therapy and sodium hypochlorite in root canal disinfection by a single-file instrumentation technique. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2015;12(3):436-43. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26007242/>. Acesso em: 16 fev 2021.
  35. Lima SP, Sousa ET, Melo MO, Silva MS. Photodynamic therapy as an aiding in the endodontic treatment: case report. *RGO, Rev Gaúcha Odontol.* 2019;67(30):1-5. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rgo/a/9vhxTKjh5MRs78MBRNNsfBG/?lang=en>. Acesso em: 24 fev 2021.
  36. Garcez AS; Roque JA; Murata WH; Hamblin MR. Uma nova estratégia para PDT antimicrobiana em Endodontia. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2016;70(2):126-30. Disponível em: <http://revodonto.bvsalud.org/pdf/apcd/v70n2/a05v70n2.pdf>. Acesso em 24 fev 2021.
  37. Saatchi M, Shokraneh A, Navaei H, Maracy MR, Shojaei H. Antibacterial effect of calcium hydroxide combined with chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*: a systematic review and meta-analysis. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(5):356-65. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25466470/>. Acesso: 24 fev 2021.
  38. Susila AV, Sugumar R, Chandana CS, Subbarao CV. Combined effects of photodynamic

- therapy and irrigants in disinfection of root canals. *J Biophotonics*. 2016;9(6):603-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26235897/>. Acesso: 8 fev 2021.
39. Ng R, Singh F, Papamanou DA, Song X, Patel C, Holewa C, Patel N, Klepac-Ceraj V, Fontana CR, Kent R, Pagonis TC, Stashenko PP, Soukos NS. Endodontic photodynamic therapy ex vivo. *J Endod*. 2011;37(2):217-22. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21238805/>. Acesso em: 24 fev 2021.
40. Viana BAS, Endo MS, Pavan NNO. Uso da terapia fotodinâmica na redução de microrganismos das infecções endodônticas. *Arch Health Invest*, 2021;10(3):474-9. Disponível em: <https://www.archhealthinvestigation.com.br/ArcHI/article/view/4722>. Acesso em: 26 fev 2021.
41. Mesquita KS, Queiroz AM, Nelson-Filho P, Borsatto MC. Terapia fotodinâmica: Tratamento promissor na odontologia? *Rev de literatura/Bibliography Review*, 2013;23(2):1-8. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-unimep/index.php/Fol/article/view/1849>. Acesso em: 10 fev 2021.
42. Asnaashari M, Godiny M, Azari-Marhabi S, Tabatabaei FS, Barati M. Comparison of the Antibacterial Effect of 810 nm Diode Laser and Photodynamic Therapy in Reducing the Microbial Flora of Root Canal in Endodontic Retreatment in Patients with Periradicular Lesions. *J Lasers Med Sci*. 2016;7(2):99-104. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27330705/>. Acesso em: 7 fev 2021.
43. Soares JA, Santos Soares SMC, Santos CCA, de Carvalho MAR, Brito-Júnior M, de Sousa GR et al. Monitoring the effectiveness of photodynamic therapy with periodic renewal of the photosensitizer on intracanal *Enterococcus faecalis* biofilms. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2016;13:123-7. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26796030/>. Acesso em: 26 fev 2021.
44. Jurič IB, Plečko V, Pandurić DG, Anić I. The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to the conventional endodontic re-treatment: a clinical study. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2014;11(4):549-55. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25461966/>. Acesso em: 26 fev 2021.
45. Rios A, He J, Glickman GN, Spears R, Schneiderman ED, Honeyman AL. Evaluation of photodynamic therapy using a light-emitting diode lamp against *Enterococcus faecalis* in extracted human teeth. *J Endod*. 2011;37(6):856-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21787505/>. Acesso em: 10 fev 2021.
46. Souza LC, Brito PR, de Oliveira JC, Alves FR, Moreira EJ, Sampaio-Filho HR, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Photodynamic therapy with two different photosensitizers as a supplement to instrumentation/irrigation procedures in promoting intracanal reduction of *Enterococcus faecalis*. *J Endod*. 2010;36(2):292-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20113793/>. Acesso em: 5 fev 2021.
47. Xhevdet A, Stubljard D, Kriznar I, Jukic T, Skvarc M, Veranic P, Ihan A. The disinfecting efficacy of root canals with laser photodynamic therapy. *J Lasers Med Sci*. 2014;5(1):19-26. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25606335/>. Acesso em: 7 fev 2021.