

UNILEÃO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

LIZIAN KELLY VIEIRA CARVALHO

**O EFEITO DA TERAPIA FOTODINÂMICA SOBRE O ENTEROCOCCUS  
FAECALIS: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA.**

JUAZEIRO DO NORTE-CE  
2020

LIZIAN KELLY VIEIRA CARVALHO

**O EFEITO DA TERAPIA FOTODINÂMICA SOBRE O ENTEROCOCCUS  
FAECALIS: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA.**

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

Orientador: Prof. Me. Isaac de Sousa Araújo.

JUAZEIRO DO NORTE-CE  
2020

**LIZIAN KELLY VIEIRA CARVALHO**

**O EFEITO DA TERAPIA FOTODINÂMICA SOBRE O ENTEROCOCCUS  
FAECALIS: REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA.**

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

Aprovado em 11/12/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**PROFESSOR (A) MESTRE (A) ISAAC DE SOUSA ARAÚJO**  
**ORIENTADOR (A)**

---

**PROFESSOR (A) ESPECIALISTA Mário Correia de Oliveira Neto**  
**MEMBRO EFETIVO**

---

**PROFESSOR (A) ESPECIALISTA Tiago Bezerra Leite**  
**MEMBRO EFETIVO**

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho a meus pais, a minha filha e a minha dupla de estágio e amigo de vida Matheus Chaves, que me deram forças e motivação, não me deixando desistir.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Agradeço primeiramente a deus, aos meus pais, que me proporcionaram a oportunidade, de conhecer a odontologia, e poder construir sorrisos.*

*Ao Prof. Mestre Isaac de Sousa Araújo, por toda calma e paciência que teve ao longo dos semestres, por ter me tranquilizado e me incentivado a não desistir e dizer que sua participação foi fundamental para que esse estudo fosse realizado.*

*À Profa. Ms. Simone Scandiuzzi Francisco, e Dr(a) Claudia Leal Sampaio Suzuki, pelo incentivo através de suas aulas, pela paixão a área da endodontia.*

## RESUMO

A Terapia Fotodinâmica, caracteriza-se pela utilização de um fotossensibilizante estimulado pela radiação de onda luminescente de comprimento específico, interagindo com oxigênio, impedindo o crescimento celular e morte de microrganismos patológicos. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo de investigar na literatura o efeito da Terapia Fotodinâmica (TFDa) na redução da quantidade de *Enterococcus faecalis* em canais radiculares, comparado com a utilização de hipoclorito de sódio. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico na base de dados PubMed e através de pesquisa manual, utilizando os termos *MeSH* "root canal therapy", "endodontics", "photochemotherapy", "photodynamic therapy", "sodium hypochlorite" e "enterococcus faecalis". Vinte e três estudos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Os resultados mostraram que o PDT é eficaz na diminuição do quantitativo de *Enterococcus faecalis*, porém teve melhor eficiência antimicrobiana quando usada de forma adjuvante para NaOCl. A TFD pode ser uma terapia promissora, adjuvante ao tratamento endodôntico convencional dos canais radiculares, contribuindo para maximizar a descontaminação do sistema de canais radiculares, todavia pesquisas na área são essenciais, para o propósito de elucidar a sua utilização na prática clínica.

**Palavras-chave:** Tratamento do canal radicular. Fototerapia. Desinfecção.

## ABSTRACT

Photodynamic Therapy is characterized by the use of a photosensitizer stimulated by luminescent wave radiation of specific length, interacting with oxygen, preventing cell growth and death of pathological microorganisms. In this context, this work aims to investigate in the literature the effect of Photodynamic Therapy (PDT) in reducing the amount of *Enterococcus faecalis* in root canals, compared to the use of sodium hypochlorite. To this end, a bibliographic survey was performed in the PubMed database and through manual search, using the MeSH terms "root channel therapy", "endodontics", "photochemotherapy", "photodynamic therapy", "sodium hypochlorite" and "enterococcus faecalis". Twenty-three studies were selected according to the inclusion and exclusion criteria. The results showed that PDT is effective in decreasing the quantity of *Enterococcus faecalis*, but had better antimicrobial efficiency when used in adjuvant to NaOCl. To be a promising therapy, adjuvant to conventional root canal treatment, contributing to maximize the decontamination of the root canal system, however research in the area is essential, for the purpose of elucidating its use in clinical practice.

**Keyword:** Root canal treatment. Phototherapy. Disinfection.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Fluxograma da seleção dos estudos.....	13
--	----

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características metodológicas dos estudos selecionados.....	15
<b>Tabela 2</b> – Resumo dos resultados dos estudos incluídos na amostra final.....	17

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b>	–	Método	PVO	para	obtenção	dos	termos	11
		<i>MeSH</i> .....						

## **LISTA DE SIGLAS**

<b>AS</b>	Agente Sensibilizante
<b>LED</b>	<i>Light Emitting Diode</i>
<b>Fs</b>	Fotossensibilizador
<b>NaOCl</b>	Hipoclorito de sódio
<b>TFDa</b>	Terapia fotodinâmica

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2.METODOLOGIA</b> .....	11
2.1 ELABORAÇÃO DA PERGUNTA NORTEADORA.....	11
2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA NA LITERATURA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS.....	11
2.3 COLETA DE DADOS.....	12
<b>3.REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>3.1 RESULTADOS</b> .....	14
<b>3.2 DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>4.CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico perpassa por diferentes etapas com a finalidade de sanitização para manutenção ou recuperação da saúde dos tecidos da região periapical. Apesar da ação químico-mecânica dos instrumentos e soluções auxiliares na remoção dos microrganismos e seus subprodutos ou componentes celulares dos canais radiculares infectados, este objetivo pode não ser completamente alcançado, principalmente por causa da complexa anatomia endodôntica (POURHAJIBAGHER *et al.*, 2020).

Novas estratégias têm sido sugeridas para o combate mais efetivo das infecções endodônticas. A Terapia Fotodinâmica (TFD) é uma inovação em campo odontológico, ainda que o esboço do que se sabe hoje tenha sido instituído no início do século XX por Oscar Raab, um estudante de medicina na Alemanha e seu professor, Herman von Tappeiner, que aplicaram luz na presença de corante acridina no protozoário *Paramecium caudatum*, causando a rápida morte desse organismo. Logo em seguida, o professor explorou sua experiência e constatou que o oxigênio era um elemento imprescindível para ativação dos reagentes (luz e corante). Foram realizados testes *in vivo*, referindo-se à tratamentos de tumores cutâneos e até publicado um livro deste importante feito, porém à época não obtiveram a relevância esperada. Somente nos anos de 1990, Kennedy e colaboradores se propuseram a aprimorar a técnica da TFD para melhor empregá-la a medicina, mais precisamente na área da dermatologia (ISSA, MANELA-AZULAY, 2010).

A TFD caracteriza-se pela utilização de um fotossensibilizante (corante fotoativo) estimulado pela radiação de onda luminescente de comprimento específico, interagindo com oxigênio, impede o crescimento celular e/ou leva a morte de microrganismos patológicos. A energia emitida pelo fotossensibilizador gera oxigênio singleto e radicais livres, que leva à apoptose de lipídios, ácidos nucleicos e outros componentes celulares dos patógenos (MESQUITA *et al.*, 2013).

Na odontologia, a TFD tem maior relevância em pacientes com faixa etária mais elevada, menos elevada e com necessidades especiais, graças a sua peculiaridade de não causar traumas. Sua utilização foi difundida em diferentes áreas como: a periodontia, mostrando-se eficaz aliado de tratamentos como periodontites agressivas; na dentística, contra a cárie dentária; na estomatologia: no manejo de doenças simples como herpes labial até mais severas como câncer de boca, cabeça e pescoço, além de leucoplasia oral, líquen plano, infecções bacterianas e fúngicas diversas. Na endodontia, junto ao preparo químico e mecânico, alívio de dor pós-operatória e cicatrização mais rápida. Em todas as suas

utilizações, a TFD sempre eficiente como aliada e não substituta isolada das técnicas convencionais (MESQUITA *et al.*, 2013).

A endodontia, assim como outras áreas da odontologia, ao longo dos anos, vem aprimorando suas técnicas, tecnologias e instrumentos para auxílio clínico dos especialistas, reduzindo o tempo clínico dos tratamentos e aumentando a eficiência dos atendimentos. Entretanto a erradicação da microflora endodôntica pelas técnicas de químico-mecânicas atuais ainda é muito difícil e a maior parcela das reintervenções ocorrem devido a persistência de microrganismos no sistema de canais radiculares (AMARAL *et al.* 2010). Nesse sentido a TFD se apresenta como perspectiva promissora.

As infecções endodônticas têm uma natureza polimicrobiana, que se caracteriza por bactérias principalmente anaeróbias e algumas facultativas. Um número significativo de estudos mostrou que *Enterococcus faecalis*, como microorganismo facultativo, é a espécie dominante em insucessos endodônticos, bem como um dos agentes causadores da infecção endodôntica primária (NEELAKANTAN *et al.* 2015a). Tal fato se deve ao seu poder de penetração nos túbulos dentinários e sua capacidade de formar um biofilme altamente resistente a irrigantes convencionais, devido à formação de uma matriz de polímero extracelular. Além disso, o biofilme bacteriano protege as bactérias do sistema imunológico, fornece nutrientes e, conseqüentemente, aumenta a resistência desses microrganismos (ASNAASHARI *et al.*, 2020).

Assim, a terapia fotodinâmica surge em meio a perspectiva de melhorar a conduta clínica frente a casos complexos de tratamento endodôntico, amenizando os riscos de efeitos colaterais ou recidiva e maximizando a descontaminação convencional de canais radiculares. Nesse sentido, é importante viabilizar recursos em pesquisa e inovação, levando em consideração a importância da desinfecção de canais radiculares a fim de aumentar as chances de sucesso em tratamento único, disponibilizar esses recursos tecnológicos a uma maior gama de profissionais, e tendo como gratificação uma melhor qualidade de vida para os pacientes.

Diante desses pressupostos, este trabalho tem como objetivo de investigar na literatura o efeito da Terapia Fotodinâmica (TFDa) na redução da quantidade de *Enterococcus faecalis* em canais radiculares, comparado com a utilização de hipoclorito de sódio.

## 2 METODOLOGIA

A presente pesquisa trata-se de uma revisão integrativa da literatura realizada entre setembro e dezembro de 2020, seguindo o desenho metodológico em seis etapas: elaboração da pergunta norteadora, busca ou amostragem na literatura, coleta de dados, análise crítica dos estudos incluídos, discussão dos resultados e síntese do conhecimento (SOUZA, SILVA, CARVALHO, 2010). Tais etapas serão detalhadas a seguir, a fim de explicitar o rigor metodológico desta pesquisa.

### 2.1 ELABORAÇÃO DA PERGUNTA NORTEADORA

Para a construção da pergunta norteadora da pesquisa: "Em canais radiculares submetidos a tratamento endodôntico, o uso de TFD produz uma redução maior da presença de *Enterococcus faecalis* em comparação com a utilização de hipoclorito de sódio?", utilizou-se a estratégia de busca *Population, Variables and Outcomes* (PVO), que também possibilitou a obtenção dos descritores *Medical Subject Headings* (MeSH) mais adequados à temática proposta, conforme descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Método PVO para obtenção dos termos *MeSH*.

<b>Acrônimo</b>	<b>Componentes</b>	<b>Descritores MeSH</b>
<i>Population</i>	Tratamento endodôntico	<i>Root Canal Therapy; endodontics</i>
<i>Variables</i>	Terapia fotodinâmica Hipoclorito de sódio	<i>Photochemotherapy; photodynamic therapy; Sodium Hypochlorite</i>
<i>Outcomes</i>	Redução de <i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>

### 2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA NA LITERATURA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A busca eletrônica foi realizada no banco de dados *US National Library of Medicine* (PubMed) usando a combinação dos termos *MESH* através dos operadores booleanos AND e OR, de acordo com as estratégias descritas a seguir: **Estratégia 1** - ((((((Root Canal Therapy)) OR (endodontics)) AND (Photochemotherapy)) OR (photodynamic therapy)) AND (Sodium Hypochlorite)) AND (Enterococcus faecalis); **Estratégia 2** - ((((((Root Canal Therapy) AND (endodontics)) AND (Photochemotherapy)) AND (photodynamic therapy)) AND (Sodium Hypochlorite)) AND (Enterococcus faecalis).

Foram aplicados alguns filtros à estratégia de pesquisa, como artigos com texto completo disponível e publicados entre janeiro de 2000 a junho de 2020, para obtenção de resultados mais específicos a respeito da temática.

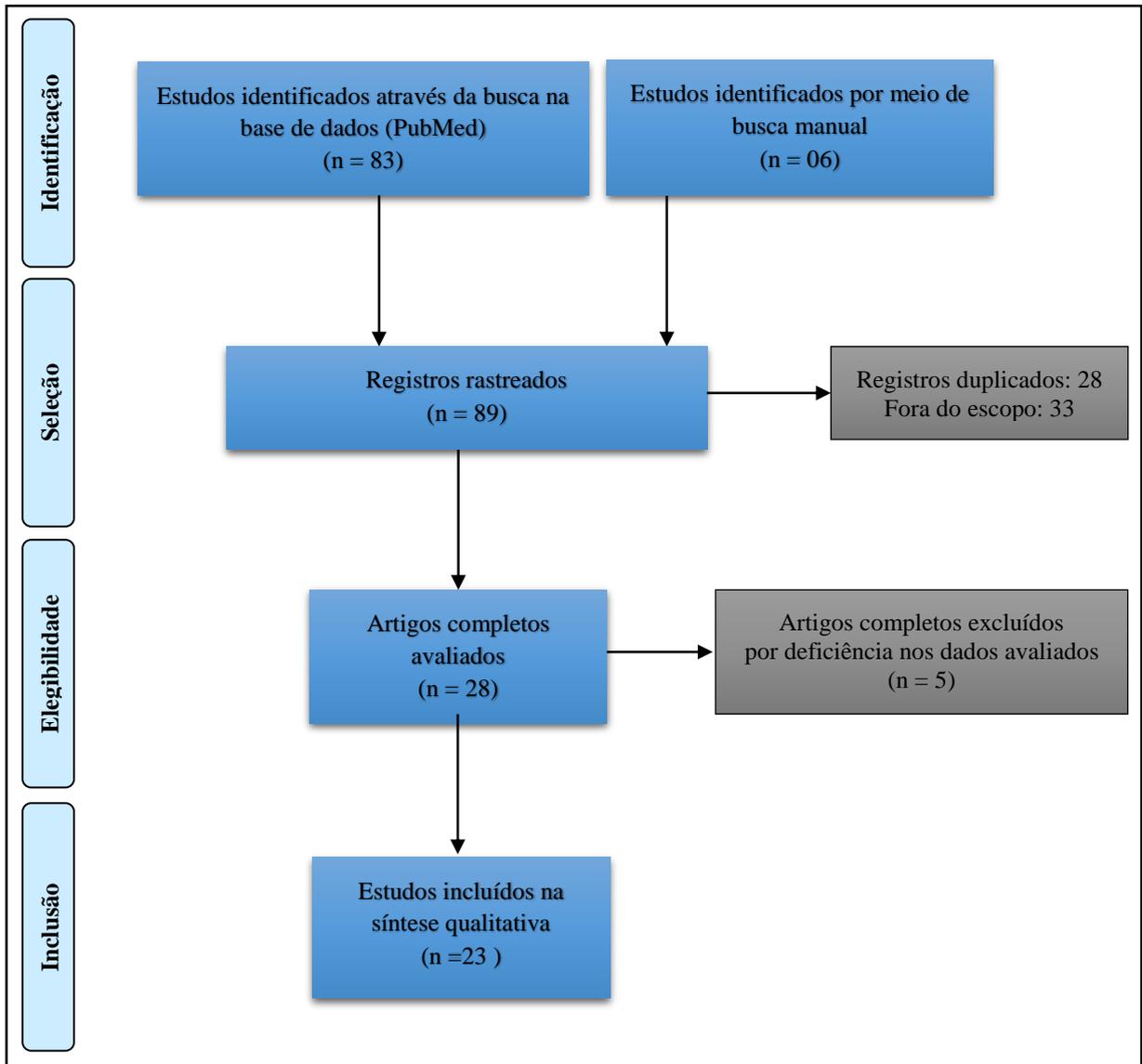
Os estudos publicados foram selecionados para inclusão com base nos seguintes critérios: (1) investigações *in vitro*; (2) amostra com dentes humanos permanentes, com ápices totalmente formados; (3) uso das terapias para redução quantitativa de *E. faecalis*; (4) traga comparação entre terapia fotodinâmica e hipoclorito de sódio; e (6) idioma inglês. Foram excluídos artigos de revisão de literatura, relato de casos ou série de casos, livro ou capítulo de livro e resumos, além de pesquisas que apresentaram distanciamento do objetivo proposto.

Os títulos e resumos de todos os registros identificados na busca eletrônica foram examinados de forma independente e em duplicata por 2 revisores. O processo de revisão foi realizado para eliminar artigos que claramente não atenderam aos critérios específicos de inclusão e exclusão da pesquisa. Qualquer desacordo na avaliação individual dos autores foi resolvido por meio de discussão até o alcance do consenso.

### 2.3 COLETA DE DADOS

Cópias do texto completo de todos os artigos restantes foram obtidas e, posteriormente, cada revisor examinou independentemente os dados relativos a referência básica, número de dentes usados em cada grupo de pesquisa, características das intervenções e resultados para cada estudo. Foram excluídas pesquisas que não traziam explicitamente a maior parte dos dados das categorias analisadas.

O instrumento *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA) (MOHER *et al.*, 2009), foi utilizado para demonstrar de maneira mais nítida a estratégia de busca e seleção dos estudos, conforme o fluxograma a seguir (Fig. 1).

**Figura 1** – Fluxograma da seleção dos estudos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 RESULTADOS

O processo final de busca e seleção elegeu 28 artigos para análise de texto completo e, com base nos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 23 artigos para compor a amostra desta revisão, que sintetizam os principais resultados comparativos entre a TFD e preparo químico convencional com o uso de hipoclorito de sódio para a redução quantitativa de *E. faecalis*.

A Tabela 1 sintetiza as características dos estudos, com os dados distribuídos nas categorias analisadas, incluindo o tamanho amostral, aspectos técnicos empregados para a terapia fotodinâmica (comprimento de onda, potência de aplicação, diâmetro da ponta do emissor de luz, tempo de exposição e fotossensibilizador) e características do preparo químico-mecânico (concentração do hipoclorito de sódio e sistema de instrumentação).

Os estudos selecionados analisaram dados de uma amostra total de 2.079 dentes (um estudo não declarou o tamanho da amostra), com a utilização de 18 a 220 raízes/canais por estudo; a maioria dos estudos usou 53 a 120 dentes, e apenas dois estudos utilizaram menos de 53 dentes, a saber, Pinheiro *et al.* (2016) usou 18 canais radiculares e Prazmo *et al.* (2017) usou 46 canais radiculares.

Cada artigo avaliado no presente estudo incluiu um parâmetro para a realização da TFD. O comprimento mais empregado nos estudos ficou ente 635 – 660 nm, com grande variabilidade na potência aplicada (30 mW – 4.500 mW). O uso de fibra intracanal não foi padrão universal, uma vez que nove artigos não descreveram seu uso, através da descrição do diâmetro da ponta utilizada. Porém, os trabalhos que fizeram a aplicação com pontas intracanal, utilizaram dispositivos com diâmetros entre 200 µm e 750 µm. Os fotossensibilizadores mais frequentemente usados nos estudos foram o azul de toluidina e o azul de metileno. Um dos estudos incluiu um grupo para testar o uso de fotossensibilizador (NEELAKANTAN *et al.*, 2015).

No que diz respeito aos procedimentos de instrumentação, seis estudos utilizaram o preparo manual com limas convencionais, enquanto dezoito usaram instrumentação rotatória com limas de níquel-titânio de diferentes sistemas (WaveOne, Reciproc, ProTaper, EndoSequence, BioRace, ProTaper Next e Mtwo). Cheng *et al.* (2012) realizou a padronização do preparo com pontas diamantadas de 200 µm de diâmetro.

Tabela 1. Características metodológicas dos estudos selecionados.

Autor/ Ano	Amostra	TFD				Preparo Químico-mecânico		
		Comprimento de onda	Potência de aplicação	Diâmetro da ponta	Tempo de exposição	Fotossensibilizador	Concentração NaOCl	Sistema de instrumentação
Afkhami, Akbari, Chiniforush (2016)	65	810 nm	200 mW	NI	30 s	Verde de Indocianina	NaOCl 2,5%	ProTaper (F4)
Asnaashari <i>et al.</i> (2020)	58	660 nm	150 mW	200 µm	60 s	Azul de Metileno	NaOCl 2,25%	ProTaper (F4)
Bago <i>et al.</i> (2013)	120	660 nm	100 mW	320 µm	60 s	Azul de Toluidina	NaOCl 2,5%	ProTaper (F3)
Camacho- Alonso <i>et al.</i> (2017)	102	660 nm	100 mW.	NI	60 s	Azul de Metileno	NaOCl 2,5%	Manual + Wave One
Cheng <i>et al.</i> (2012)	220	660 nm	200 mW	300 µm	60 s	Azul de Metileno	NaOCl 5,25%	Broca Ø200µm.
Cretella <i>et al.</i> (2017)	128	810 nm	250 mW	200 µm	90 s (3 X 30s)	Azul de Metileno	NaOCl 5,25%	ProTaper
Janani <i>et al.</i> (2017)	60	635 nm	100 mW	300 µm	120 s	Cloreto de Tolônio	NaOCl 2,5%	Bio RaCe (40.1)
Katalinić <i>et al.</i> (2019)	100	445 nm	200 mW	200 µm	60 s	Riboflavina	NaOCl 3%	ProTaper NEXT (X1-X3)
Lim <i>et al.</i> (2009).	85	664 nm	30 mW	400 µm	20 min	Azul de Metileno	NaOCl 5,2%	Manual (30 - 50)
Mohan <i>et al.</i> (2015)	53	670 nm	65 mW	600 µm	2 - 4 min	Curcumina	NaOCl 2,5%	Manual (40)
Neelakantan <i>et al.</i> (2015b)	175	380-515nm	1200 mW	NI	4 min	Curcumina	NaOCl 3%	Mtwo (35.04)
Niavarzi <i>et al.</i> (2019)	58	660 nm	150 mW	750 µm	60 s	Azul de Metileno	NaOCl 5,25%	Mtwo (30.06)
Oliveira <i>et al.</i> (2015)	70	660 nm	100 mW	600 µm	90 s	Azul de Metileno	NaOCl 0,85%, 1% e 5,25%	Manual (15)

Continua.

Tabela 1. Continuação.

Pinheiro <i>et al.</i> (2016)	18	660 nm	100 mW	600 µm	40 s	Azul de Metileno	NaOCl 0,9%	WaveOne (25.08)
Prazmo <i>et al.</i> (2017).	46	635 nm	120 mW	NI	2 min	Azul de Toluidina	NaOCl a 0,9%, 2% e 5,25%	Reciproc (R40)
Rios <i>et al.</i> (2011)	NI	628 nm	NI	NI	30 s	Azul de Toluidina	NaOCl 6%	EndoSequence (40.06)
Samiei <i>et al.</i> (2016)	60	635 nm	100 mW	300 µm	120 s	Cloreto de Tolônio	NaOCl 2,5%	Bio RaCe (30.06)
Sarda <i>et al.</i> (2019)	120	660 nm	2 W	300 µm	5 min	Azul de Metileno	NaOCl 5,2%	Manual (40)
Tennert <i>et al.</i> (2014)	160	635 nm	100 mW	NI	120 s	Azul de Toluidina	NaOCl 3%	ProTaper (F2)
Tokuc <i>et al.</i> (2019)	95	940 nm	4500 mW	200 µm	80 s	NI	NaOCl 5%	Manual (55)
Wang <i>et al.</i> (2018)	70	980 nm	100 mW	200 µm	3 min	Verde de Indocianina	NaOCl 5,25%	Manual (40)
Xhevdet <i>et al.</i> (2014)	156	660 nm	100 mW	NI	1, 3 e 5 min	Cloreto de Fenotiazina	NaOCl 2,5%	Protaper (F3)
Yao <i>et al.</i> (2012)	60	635 nm	50-100 mW	NI	150 s	Cloreto de Tolônio	NaOCl 5,25%	ProTaper (F4)

Legenda: nm= nanômetro; mW= microwatts; µm= micrômetro; NI=Não Informado; min= minuto; s= segundo; NaOCl=Hipoclorito de sódio; Ø= diâmetro.

Com relação ao efeito da TFD na redução de *E. faecalis*, sete estudos a encontraram menos eficaz do que o NaOCl, outros quinze acharam a mesma eficácia. Onze artigos descobriram que a TFD teve melhores resultados quando associado com NaOCl. Wang *et al.* (2016) encontrou resultados estatisticamente mais favoráveis à TFD do que o hipoclorito de sódio para o efeito bactericida sobre o *Enterococcus faecalis*.

Tabela 2. Resumo dos resultados dos estudos incluídos na amostra final.

Autor/ Ano	Resultados
Afkhami, Akbari, Chiniforush (2016)	Reduções significativas foram observadas nas contagens de colônias de <i>E. faecalis</i> em todos os grupos, no entanto as diferenças não foram significativas.
Asnaashari <i>et al.</i> (2020)	A diminuição na contagem bacteriana após o tratamento com o sistema de ativação de irrigação combinado com hipoclorito de sódio foi de 100%, com diferença estatística entre os demais grupos. O efeito antibacteriano da TFD foi de 90,08% e foi de 99,7% quando a TFD foi combinada com hipoclorito de sódio.
Bago <i>et al.</i> (2013)	Houve uma redução significativa na população bacteriana após todos os tratamentos. A TFD e a irrigação com NaOCl tiveram um efeito antibacteriano semelhante.
Camacho-Alonso <i>et al.</i> (2017)	Grupo TFD + quitosana apresentou o menor UFC / mL contagem, seguido pelo Grupo TFD (sozinho), que obteve resultados semelhantes ao Grupo NaOCl, mas não houve diferença significativa entre os grupos tratados.
Cheng <i>et al.</i> (2012)	Apenas a combinação TFD e NaOCl não apresentou crescimento bacteriano (a redução bacteriana atingiu até 100%) na superfície das paredes do canal radicular ou em 100/200 µm dentro dos túbulos dentinários.
Cretella <i>et al.</i> (2017)	Uma redução estatisticamente significativa na contagem bacteriana foi observada nos Grupos NaOCl e TFD+NaOCl. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os demais grupos.
Janani <i>et al.</i> (2017)	Houve uma diferença significativa entre a terapia fotodinâmica e NaOCl 2,5%. O efeito de O NaOCl em todas as amostras foi melhor do que a terapia fotodinâmica.
Katalinić <i>et al.</i> (2019)	O Grupo TFD+NaOCl produziu o melhores resultados que o grupo TFD.
Lim <i>et al.</i> (2009).	A combinação NaOCl+TFD mostrou eficiência significativa na inativação de biofilmes bacterianos com quatro dias de idade biofilmes quando comparados ao controle, TFD pura ou desinfecção químico mecânica. A inativação de bactérias da dentina mais profunda foi maior nos grupos que utilizaram a TFD do que o que utilizou somente o hipoclorito de sódio.
Mohan <i>et al.</i> (2015)	Não houve diferença estatística significativa entre o tratamento endodôntico convencional (NaOCl) e a TFD utilizados separadamente. A TFD usada junto com o NaOCl obteve melhores resultados, reduzindo a carga bacteriana de <i>E. faecalis</i> em 99,5% em 4 min e 98,89% em 2 min.
Neelakantan <i>et al.</i> (2015b)	A porcentagem de bactérias mortas foi significativamente maior quando a TFD foi utilizada. Em ambas as profundidades (200 e 400 µm) as amostras que utilizaram a TFD não mostrou crescimento bacteriano.
Niavarzi <i>et al.</i> (2019)	Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos tratados com TFD e os grupos tratados NaOCl.
Oliveira <i>et al.</i> (2015)	5,25% NaOCl + TFD resultou no maior número de espécimes sem crescimento microbiano. Além disso, 1% NaOCl e 1% NaOCl + TFD exibiram similar efeitos antimicrobianos.
Pinheiro <i>et al.</i> (2016)	Reduções significativas em <i>E. faecalis</i> foram observados quando a terapia fotodinâmica foi realizada antes e após a instrumentação do sistema de canais radiculares ( $p < 0,05$ ).
Prazmo <i>et al.</i> (2017).	O protocolo TFD único não resultou em uma mudança significativa de <i>E. faecalis</i> intracanal. Dois ciclos de TFD foram significativamente mais eficientes e erradicou 95% de biofilme bacteriano de canais radiculares infectados. No grupo desinfetado com NaOCl, nenhuma colônia bacteriana foi detectada na superfície da dentina.

Continua.

Tabela 2. Continuação.

Rios <i>et al.</i> (2011)	A taxa de sobrevivência bacteriana do grupo NaOCl + TFD (0,1%) foi significativamente menor do que o NaOCl (0,66%) e grupo TFD (2,9%).
Samiei <i>et al.</i> (2016)	O efeito do NaOCl a 2,5% foi significativamente melhor do que o da técnica TFD.
Sarda <i>et al.</i> (2019)	Não foi observada diferença significativa quando os Grupos tratados com TFD e NaOCl. Uma redução significativa (98%) na contagem de <i>E. faecalis</i> foi observada quando o NaOCl foi usado em combinação com a TFD.
Tennert <i>et al.</i> (2014)	A irrigação com NaOCl eliminou o <i>E. faecalis</i> de maneira mais eficaz. A TFD sozinha foi menos eficaz em comparação com a irrigação de NaOCl e a combinação de irrigação NaOCl e TFD.
Tokuc <i>et al.</i> (2019)	A eliminação bacteriana máxima foi observada no grupo TFD + NaOCl. Mais bactérias foram encontradas no grupo tratado somente com TFD em comparação com o grupo NaOCl a 5%, porém sem diferença estatisticamente significante.
Wang <i>et al.</i> (2018)	Diante de condições do mesmo tempo de tratamento, a TFD apresentou maiores reduções bacterianas que o NaOCl 5,25%, com diferença estatística.
Xhevdet <i>et al.</i> (2014)	Não houve diferença estatística entre os grupos tratados com TFD e NaOCl.
Yao <i>et al.</i> (2012)	Nenhuma bactéria foi detectada após a irrigação no grupo NaOCl, mas a recuperação da bactéria após 72 h foi detectada em 11 amostras. As bactérias foram detectadas em todos os outros grupos, e o TFD foi significativamente mais eficaz do que a solução salina solução na redução do número de células bacterianas dentro dos canais radiculares.

Legenda: NaOCl=Hipoclorito de sódio; min= minuto; TFD=Terapia Fotodinâmica; UFC/ml=Unidade Formadoras de Colônia por mililitro; µm= micrômetro.

### 3.2 DISCUSSÃO

O preparo biomecânico, em conjunto com as soluções irrigadoras, limpa e modela o sistema de canais radiculares, reduzindo o número de microrganismos. Em virtude da complexa variação anatômica, certas áreas podem ficar inacessíveis ao tratamento convencional, portanto, o emprego de novas ferramentas e técnicas aumenta a probabilidade de sucesso na redução dos microrganismos e suas endotoxinas (GERGOVA *et al.*, 2016).

A ação antimicrobiana de lasers de baixa potência só começou a ser efetivamente estudada na última década, quando a terapia fotodinâmica, inicialmente idealizada para o tratamento do câncer, foi trazida para a odontologia. Enquanto no tratamento do câncer o alvo da terapia fotodinâmica é promover a morte seletiva das células tumorais, no caso da odontologia surge uma nova perspectiva para a utilização da terapia fotodinâmica tendo como alvo as células bacterianas envolvidas no desenvolvimento das lesões de cárie e da doença periodontal (ZANIN *et al.*, 2007).

A terapia fotodinâmica caracteriza-se por um conjunto de procedimentos físicos, químicos e biológicos, que ocorrem após a aplicação de um agente fotossensibilizador (AF) ativado por meio de uma luz visível de baixo comprimento de onda, utilizando *laser* ou LED, para destruir a célula-alvo, ou auxiliar no combate das infecções (CARNEIRO e VASCOCELOS, 2012).

Foram notadas várias diferenças metodológicas e possíveis limitações no estudos *in vitro* selecionados. Nos dados coletados para esta revisão, os aspectos relativos ao protocolo de aplicação da TFD variaram bastante, principalmente no que diz respeito a potência dos aparelhos emissores de luz utilizados, com estudos aplicando potências baixas (30 – 100 mW) (LIM *et al.*, 2008; BAGO *et al.*, 2012; MOHAN *et al.*, 2015), e artigos que fizeram uso de potências mais elevadas (300 – 4500 mW) (SAMIEI *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2018; SARDA *et al.*, 2019; TOKUC *et al.*, 2019). Tokut *et al.* (2019) relata que essa falta de consenso sobre as configurações de potência e duração da irradiação das aplicações do laser ainda é um fator limitante para a TFD esteja mais difundida como protocolo de desinfecção endodôntica.

O uso de um fotossensibilizador para obter um efeito antimicrobiano durante a aplicação da TFD é amplamente difundido, o azul de metileno e o azul de toluidina foram as opções mais comuns. Os resultados também apontaram para o uso de novos fotossensibilizadores. Afkhami, Akbari, Chiniforush (2016), Wang *et al.* (2018) e Pourhajibagher *et al.* (2020) optaram pelo uso do verde de indocianina como fotossensibilizador. Em seu estudo comparativo entre o azul de metileno e o azul de toluidina, Usacheva *et al.* (2001) concluíram que ambos foram eficientes em reduzindo a quantidade de bactérias, embora o azul de metileno foi mais eficiente.

O fotossensibilizador é um produto químico sensível à luz que possui baixa toxicidade na ausência de luz. O seu uso na fotossensibilização de tecidos infectados pode permitir a captação nas células bacterianas, e a irradiação dos tecidos fotossensibilizados pode resultar na destruição de tecidos e bactérias infectados. A luz deve ser usada em um comprimento de onda especial, que se refere ao comprimento de onda de absorção do PS que está sendo aplicado (MOHAMMADI *et al.*, 2017).

A maioria das bactérias orais não absorve a luz visível, a utilização de um fotossensibilizador cromóforo que se fixe à parede bacteriana, é imprescindível para que a luz seja atraída para a estrutura do microrganismo a luz do laser no momento da irradiação, irá se tornar essencial para exercer sua propriedade antimicrobiana. Desse modo, quando as bactérias coradas com um fotossensibilizador específico são irradiadas por uma luz laser de baixo comprimento de onda, ocorre a absorção de fótons pelo corante, que é convertido para um estado excitado, caracterizado pela passagem dos elétrons para níveis de energia superiores. Em seguida, a energia transferida para as moléculas vizinhas pode resultar na formação de moléculas reativas como o oxigênio singlete, íons superóxidos, hidroxilas e

outros radicais livres, que podem danificar e, em muitos casos, matar as células bacterianas, e outras formas de vida (BONSOR *et al.*, 2006).

Todos os estudos relataram instrumentação dos canais radiculares antes da inoculação bacteriana. Tal fato é interessante para a comparação direta entre o hipoclorito de sódio e a TFD, sem o fator físico dos instrumentos endodônticos. Porém a ausência de ação mecânica dos instrumentos durante o emprego concomitante da solução irrigadora limita a redução de *E. faecalis*, pois restringe as propriedades físicas de cavitação e molhamento do líquido irrigante quando agitado (ARNEIRO *et al.*, 2014). Outras diferenças metodológicas foram a concentração e a duração da ação do NaOCl no canal radicular. A concentração de NaOCl variou de 0,9% a 5,5%, e a duração da ação variou de 30 s a 20 min. A eficácia da ação antimicrobiana pode mudar dependendo destas variáveis; portanto, é importante observar que os resultados dos estudos podem ter sido influenciados por esses fatores.

Em relação à eficácia da PDT como um antimicrobiano agente, onze artigos nesta revisão relataram que o efeito sinérgico entre NaOCl e PDT rendeu melhores resultados. Além disso, a terapia combinada foi mais eficiente do que o tratamento convencional na eliminação de *E. faecalis* em canais radiculares. É importante ressaltar que os autores dos estudos selecionados adotaram parâmetros diferentes para PDT (ver Tabela 1) e NaOCl (concentração e duração de ação). Essa falta de padronização metodológica dificulta e torna menos confiável a comparação direta dos resultados.

Garcez *et al.* (2010) mostraram que o tratamento endodôntico sozinho reduziu 90% das bactérias, enquanto a TFD sozinha reduziu em 95%. A combinação dessas duas técnicas reduziu em 98%. Os autores também demonstraram que o uso de TFD adicionado ao tratamento endodôntico de canais infectados com a fibra óptica pode ser melhor do que quando o laser é usado direcionado à cavidade.

Segundo Ahangari *et al.* (2017) um estudo *in vivo* realizado em 20 pacientes em casos de retratamento, comparou a eficácia da TFD isoladamente no Grupo 1 e o tratamento realizado com Hidróxido de Cálcio no Grupo 2, que após o tratamento convencional em canais radiculares utilizando instrumentos rotativos e irrigando com solução de hipoclorito de sódio 2,5%, foram submetidas a TFD utilizando como fotossensibilizador o azul de metileno, analisando os dados pelo teste de *Mann-Whitney*, verificou que o número de microrganismos diminuiu drasticamente em ambos os grupos, e que de forma isolada a TFD consegue ter efeitos bactericidas tão eficaz quanto o Hidróxido de Cálcio no tratamento convencional, vale ressaltar os benefícios da terapia coadjuvante que aumenta a probabilidade de sucesso

endodôntico. A falha do tratamento do canal radicular pode estar relacionada a vários fatores, como as complexidades anatômicas dos canais radiculares e persistência bacteriana. Diferentemente dos antibióticos, que têm metas específicas microrganismos, o oxigênio reativo derivado de um processo fotodinâmico de reação tem um mecanismo de ação inespecífico, evitando a desenvolvimento de resistência microbiana (SILVA *et al.*, 2018).

A endotoxina é uma parte da parede celular das bactérias Gram-negativas, composta de lipídios, polissacarídeos e proteínas, e é denominada lipopolissacarídeos (LPS). Quando livres, as endotoxinas podem estimular as células competentes a liberam alguns mediadores químicos responsáveis pela inflamação, ocasionando e intensificando a resposta inflamatória (MOHAMMADI, 2011). Shrestha, Cordova, Kishen (2015) mostraram que a TFD com nanopartículas do agente sensibilizante Bengala rosa conjugadas com quitosana pode resultar na inativação do LPS e subsequente redução de todos os marcadores inflamatórios.

Evidências mostram que os fungos geralmente estão presentes em infecções resistentes e são parcialmente responsáveis pela falha do tratamento de lesões periapicais, que muitas vezes, conseguem sobreviver ao desbridamento mecânico e irrigação do sistema do canal radicular. Além disso, o uso de curativo intracanal força o clínico a ter várias consultas de tratamento e isso pode causar recontaminação microbiana entre as consultas, além de custo e tempo para pacientes e médicos. A terapia fotodinâmica antimicrobiana TFDa baseia-se na aplicação de um fotossensibilizador não tóxico, uma luz de baixa potência utilizando o oxigênio presente no conduto radicular para induzir danos às bactérias. A prevalência de dor pós-obturação foi relatada como sendo mais baixa após o tratamento em uma única sessão. Em todos os tratamentos assistidos por laser, a aplicação de comprimentos de onda, juntamente com métodos convencionais, efetivamente demonstra eliminar bactérias e fundos presentes no canal radicular (AHANGARI *et al.*, 2017).

Apesar dos avanços tecnológicos e científicos na endodontia, há muitos casos que resultam em falha devido a fatores microbianos. Este fato motiva o desenvolvimento de novas tecnologias para eliminar a microbiota persistentes e mitigar insucessos. Nessa perspectiva, a TFD é uma abordagem minimamente invasiva que tem demonstrado bons resultados quanto usado como coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional (SILVA *et al.*, 2012).

Para estabelecer um protocolo seguro e eficaz que possa ser reproduzido em ambientes clínicos, estudos *in vitro* adicionais serão necessários para padronizar os parâmetros da TFD. Os presentes resultados devem ser interpretados com cautela, pois os estudos usaram diferentes métodos e parâmetros, apesar de sua qualidade metodológica relativamente alta. Os artigos selecionados neste artigo relataram que a TFD foi eficaz na redução de *E. faecalis* no

interior dos canais radiculares. Portanto, o uso da TFD como terapia adjuvante ao atual técnicas de desinfecção endodôntica são recomendadas.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

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

## REFERÊNCIAS

- AFKHAMI, F.; AKBARI, S.; CHINIFORUSH, N. Enterococcus faecalis Elimination in Root Canals Using Silver Nanoparticles, Photodynamic Therapy, Diode Laser, or Laser-activated Nanoparticles: An In Vitro Study. **Journal of Endodontics**, v. 43, n. 2, p. 279-282, 2017.
- AHANGARI, Z.; BIDADABI, M.; ASNAASHARI, M.; RAHMATI, A.; TABATABAEI, F. 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**, v. 8, n. 2, p. 72, 2017.
- AMARAL, R.; AMORIM, J.; NUNES, E.; SOARES, J.; SILVEIRA, F. Terapia fotodinâmica na endodontia - revisão de literatura. **RFO UPF**, v. 15, n. 2, p. 207-211, 2010.
- ARNEIRO, R. A.; NAKANO, R. D.; ANTUNES, L. A.; FERREIRA, G. B.; FONTES, K. B.; ANTUNES, L. S. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with Enterococcus faecalis. **Journal of oral science**, v. 56, n. 4, p. 277-285, 2014.
- ASNAASHARI, M.; KOOSHKI, N.; SALEHI, M.; MARHABI, S.; MOGHADASSI, H. 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**, v. 11, n. 3, p. 243, 2020..
- BAGO, I.; PLECKO, V.; PANDURIC, D.; SCHAUPERL, Z.; BARABA, A.; ANIC, I. Antimicrobial efficacy of a high-power diode laser, photo-activated disinfection, conventional and sonic activated irrigation during root canal treatment. **International endodontic journal**, v. 46, n. 4, p. 339-347, 2013.
- BONSOR, S.; NICHOL, R.; REID, T.; PEARSON, G. Microbiological evaluation of photo-activated disinfection in endodontics (An in vivo study). **British dental journal**, v. 200, n. 6, p. 337-341, 2006.
- CAMACHO-ALONSO, F.; JULIÁN-BELMONTE, E.; CHIVA-GARCÍA, F.; MARTÍNEZ-BENEYTO, Y. Bactericidal Efficacy of Photodynamic Therapy and Chitosan in Root Canals Experimentally Infected with Enterococcus faecalis: An In Vitro Study. **Odontology**, v. 105, n. 3, p. 338-346, 2017.
- CARNEIRO, V. S. M.; DE VASCONCELOS, M. H. C. Aplicações da terapia fotodinâmica na odontologia. Revista da Faculdade de Odontologia de Lins, v. 22, n. 1, p. 25-32, 2012.
- CHENG, X.; GUAN, S.; LU, H.; ZHAO, C.; CHEN, X.; LI, N.; BAI, Q.; TIAN, Y.; YU, Q. Evaluation of the Bactericidal Effect of Nd:YAG, Er:YAG, Er,Cr:YSGG Laser Radiation, and

Antimicrobial Photodynamic Therapy (aPDT) in Experimentally Infected Root Canals. **Lasers in surgery and medicine**, v. 44, n. 10, p. 824-831, 2012.

CRETELLA, G.; LAJOLO, C.; CASTAGNOLO, R.; SOMMA, F.; INCHINGOLO, M.; MARIGO, L. The Effect of Diode Laser on Planktonic *Enterococcus faecalis* in Infected Root Canals in an Ex Vivo Model. **Photomedicine and laser surgery**, v. 35, n. 4, p. 190-194, 2017.

GARCEZ, A. S.; NUNEZ, S. C.; HAMBLIM, M. R.; SUZUKI, H.; RIBEIRO, M. S. Photodynamic therapy associated with conventional endodontic treatment in patients with antibiotic-resistant microflora: a preliminary report. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1463-1466, 2010.

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

GURSOY, H.; OZCAKIR-TOMRUK, C.; TANALP, J.; YILMAZ, S. Photodynamic therapy in dentistry: a literature review. **Clinical oral investigations**, v. 17, n. 4, p. 1113-1125, 2013.

ISSA, M. C. A.; MANELA-AZULAY, M. Terapia fotodinâmica: revisão da literatura e documentação iconográfica. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 85, n. 4, p. 501-511, 2010.

JANANI, M.; JAFARI, F.; SAMIEI, M.; LOTFIPOUR, F.; NAKHLBAND, A.; GHASEMI, N.; SALARI, T. Evaluation of Antibacterial Efficacy of Photodynamic Therapy vs. 2.5% NaOCl against *E. faecalis*-infected Root Canals Using Real-time PCR Technique. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 9, n. 4, p. e539, 2017.

KATALINIC, I.; BUDIMIR, A.; BOSNJAK, Z.; JAKOVLJEVIC, S.; ANIC, I. 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** 26 (2019) 277–283.

LIM, Z.; CHENG, J.L.; LIM, T.W.; TEO, E.G.; WONG, J.; GEORGE, S.; KISHEN, A. Light activated disinfection: an alternative endodontic disinfection strategy. **Australian Dental Journal**, v. 54, n. 2, p. 108-114, 2009.

MESQUITA, K.; QUEIROZ, A.; NELSON-FILHO, P.; BORSATTO, M. Terapia fotodinâmica: tratamento promissor na odontologia?. **Revista da Faculdade de Odontologia de Lins**, v. 23, n. 2, p. 45-52, 2013.

MOHAMMADI, Z. Endotoxin in endodontic infections: a review. **Journal of the California Dental Association**, v. 39, n. 3, p. 152-5, 158-61, 2011.

MOHAMMADI, Z.; JAFARZADEH, H.; SHALAVI, S.; KINOSHITA, J. I. Photodynamic Therapy in Endodontics. **J Contemp Dent Pract**, v. 18, n. 6, p. 534-538, 2017.

MOHAN, D.; MARUTHINGAL, S.; INDIRA, R.; DIVAKAR, D.; KHERAIF, A.; RAMAKRISHNAIAH, R.; DURGESH, BG.; BASAVARAJAPPA, S.; JOHN, J. Photoactivated disinfection (PAD) of dental root canal system – An ex-vivo study. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 23, n. 1, p. 122-127, 2016.

NEELAKANTAN P, CHENG CQ, MOHANRAJ R.; SRIRAMAN, P.; SUBBARAO, C.; SHARMA, S. Antibiofilm activity of three irrigation protocols activated by ultrasonic, diode laser or Er:YAG laser in vitro. **International Endodontic Journal**, v. 48, n. 6, p. 602-610, 2015a.

NEELAKANTAN, P.; CHENG, C.; RAVICHANDRAN, V.; MAO, T.; SRIRAMAN, P.; SRIDHARAN, S.; SUBBARAO, C.; SHARMA, S.; KISHEN, A. Photoactivation of curcumin and sodium hypochlorite to enhance antibiofilm efficacy in root canal dentin, **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 12, n. 1, p. 108-114, 2015b.

NIAVARZI, S.; POURHAJIBAGHER, M.; KHEDMAT, S.; GHABRAEI, S.; CHINIFORUSH, N.; BAHADOR, A.; Effect of ultrasonic activation on the efficacy of antimicrobial Photodynamic therapy: Evaluation of penetration depth of photosensitizer and elimination of *Enterococcus faecalis* biofilms. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 27, p. 362-366, 2019.

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

PINHEIRO, S.; AZENHA, G.; DEMOCH, Y.; NUNES, D.; PROVASI, S.; FONTANETTI, G.; DUARTE, D.; FONTANA, C.; BUENO, C.; Antimicrobial Activity of Photodynamic Therapy Against *Enterococcus faecalis* Before and After Reciprocating Instrumentation in Permanent Molars. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 34, n. 12, p. 646-651, 2016.

POURHAJIBAGHER, M.; PLOTINO, G.; CHINIFORUSH, N.; BAHADOR, A. 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**, v. 29, p. 101628, 2020.

PRAZMO, E.; GODLEWSKA, R.; MIELEZAREK, A.; Effectiveness of repeated photodynamic therapy in the elimination of intracanal *Enterococcus faecalis* biofilm: an in vitro study. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 3, p. 655-661, 2017.

RIOS, A.; HE, J.; GLICKMAN, G.; SPEARS, R.; SCBNEIDERMAN, E.; HONEYMAN, A. Evaluation of Photodynamic Therapy Using a Light-emitting Diode Lamp against *Enterococcus faecalis* in Extracted Human Teeth. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 6, p. 856-859, 2011.

SAMIEI, M.; SHAHI, S.; ABDOLLAHI, A.; 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. **Iranian Endodontic Journal**, v. 11, n. 3, p. 179, 2016.

SARDA, R.A.; SHETTY, R.M.; TAMRAKAR, A.; SHETTY, S.Y. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, diode laser, and sodium hypochlorite and their combinations on endodontic pathogens. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 28, p. 265-272, 2019.

SHRESTHA, A.; CORDOVA, M.; KISHEN, A. Photoactivated polycationic bioactive chitosan nanoparticles inactivate bacterial endotoxins. **Journal of endodontics**, v. 41, n. 5, p. 686-691, 2015.

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

SILVA, L. A. B.; NOVAES JR, A. B.; DE OLIVEIRA, R. R.; NELSON-FILHO, P.; SANTAMARIA JR, M.; SILVA, R. A. B. Antimicrobial photodynamic therapy for the treatment of teeth with apical periodontitis: a histopathological evaluation. **Journal of endodontics**, v. 38, n. 3, p. 360-366, 2012.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein (São Paulo)**, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

TENNERT, C.; FELDMANN, K.; HAAMANN, E.; AHMAD, ALI.; FOLLO, M.; WRBAS, K.; HELLWIG, E.; ALTENBURGER, M. Effect of photodynamic therapy (PDT) on *Enterococcus faecalis* biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. **BMC oral health**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2014.

TORUC, M.; OZALP, S.; TOPCUOGLU, N.; KULEKCI, G. The Bactericidal Effect of 2780 nm Er,Cr:YSGG Laser Combined with 940 nm Diode Laser in *Enterococcus faecalis* Elimination: A Comparative Study. **Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery**, v. 37, n. 8, p. 489-494, 2019.

USACHEVA, M. N.; TEICHERT, M. C.; BIEL, M. A. Comparison of the methylene blue and toluidine blue photobactericidal efficacy against gram- positive and gram- negative microorganisms. *Lasers in Surgery and Medicine: The Official Journal of the American Society for Laser Medicine and Surgery*, v. 29, n. 2, p. 165-173, 2001.

VIEIRA, G. C.; ANTUNES, H. S.; PÉREZ, A. R.; GONÇALVES, L. S.; ANTUNES, F. E.; SIQUEIRA JR, J. F.; RÔÇAS, I. N. Molecular analysis of the antibacterial effects of photodynamic therapy in endodontic surgery: A case series. **Journal of endodontics**, v. 44, n. 10, p. 1593-1597, 2018.

WANG, X.; CHENG, X.; LIU, X.; WANG, Z.; WANG, J.; GUO, C.; ZHANG, Y.; HE, W. Bactericidal Effect of Various Laser Irradiation Systems on *Enterococcus faecalis* Biofilms in Dentinal Tubules: A Confocal Laser Scanning Microscopy Study. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 36, n. 9, p. 472-479, 2018.

XHEVDET, A.; STUBLJAR, D.; KRIZNAR, I.; JURIC, T.; SKVARC, M.; VERANIC, P.; IHAN, A. The Disinfecting Efficacy of Root Canals with Laser Photodynamic Therapy. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 5, n. 1, p. 19, 2014.

YAO, N.; ZHANG, C.; CHU, C. Effectiveness of Photoactivated Disinfection (PAD) to Kill *Enterococcus faecalis* in Planktonic Solution and in an Infected Tooth Model. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 30, n. 12, p. 699-704, 2012.

ZANIN, I.; BRUGNERA, A.; ZANIN, F.; GONÇALVES, R. Terapia Fotodinâmica na Odontologia (T.F.D). **RGO**, v. 51, n. 3, p. 179-182, 2003.