

UNILEÃO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

JESSYCA PEREIRA DE CARVALHO  
NIVIA DE LIMA RODRIGUES

**TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA ADJUVANTE AO PREPARO  
QUÍMICO-MECÂNICO CONVENCIONAL DOS SISTEMAS DE CANAIS  
RADICULARES INFECTADOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

JUAZEIRO DO NORTE-CE  
2022

JESSYCA PEREIRA DE CARVALHO  
NIVIA DE LIMA RODRIGUES

**TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA ADJUVANTE AO PREPARO  
QUÍMICO-MECÂNICO CONVENCIONAL DOS SISTEMAS DE CANAIS  
RADICULARES INFECTADOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

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

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Scandiuzzi  
Francisco

JUAZEIRO DO NORTE-CE  
2022

**JESSYCA PEREIRA DE CARVALHO**

**TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA ADJUVANTE AO PREPARO  
QUÍMICO-MECÂNICO CONVENCIONAL DOS SISTEMAS DE CANAIS  
RADICULARES INFECTADOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

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 01/07/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**PROFESSOR (A) DOUTOR (A) SIMONE SCANDIUZZI FRANCISCO  
ORIENTADOR (A)**

---

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

---

**PROFESSOR (A) ESPECIALISTA MARINA CAVALCANTI DE ALENCAR  
MEMBRO EFETIVO**

**NIVIA DE LIMA RODRIGUES**

**TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA ADJUVANTE AO PREPARO  
QUÍMICO-MECÂNICO CONVENCIONAL DOS SISTEMAS DE CANAIS  
RADICULARES INFECTADOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

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 01/07/2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

**PROFESSOR (A) DOUTOR (A) SIMONE SCANDIUZZI FRANCISCO  
ORIENTADOR (A)**

---

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

---

**PROFESSOR (A) ESPECIALISTA MARINA CAVALCANTI DE ALENCAR  
MEMBRO EFETIVO**

# TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA ADJUVANTE AO PREPARO QUÍMICO-MECÂNICO CONVENCIONAL DOS SISTEMAS DE CANAIS RADICULARES INFECTADOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

JESSYCA PEREIRA DE CARVALHO<sup>1</sup>  
NIVIA DE LIMA RODRIGUES<sup>2</sup>  
PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. SIMONE SCANDIUZZI FRANCISCO<sup>3</sup>

## RESUMO

O tratamento endodôntico tem o intuito de proporcionar a desinfecção dos canais radiculares por meio do preparo químico-mecânico buscando a eliminação de microrganismos, seus produtos, tecido pulpar vivo ou necrótico, deixando um ambiente favorável para a reparação dos tecidos perirradiculares. O sucesso do tratamento visa eliminar a carga microbiana presente nos sistemas de canais radiculares. A complexidade anatômica dos canais radiculares e a presença de bactérias, que resistem ao preparo químico-mecânico, são fatores que podem influenciar o resultado. A terapia fotodinâmica tem sido usada como uma estratégia para complementar o preparo químico-mecânico, a fim de maximizar a redução antimicrobiana. O objetivo do trabalho foi analisar artigos publicados nos anos de 2005 a 2021, sobre a terapia fotodinâmica antimicrobiana, como adjuvante ao preparo químico-mecânico convencional dos sistemas de canais radiculares infectados. O estudo foi realizado por meio do método de revisão integrativa. Foram pesquisados artigos nas bases de dados eletrônicas Public Medline (PubMed) e BVs. A seleção passou por três etapas, baseada em critérios de inclusão e de exclusão. Na primeira etapa foi selecionado 448 artigos, na segunda etapa o número foi reduzido a 73, e na terceira etapa e última, chegou-se ao número de 10 artigos. Uma nova busca, desta vez, manual, foi realizada, adicionando 7 artigos, totalizando, assim, 17 artigos para revisão. Os estudos compararam o tratamento endodôntico e o retratamento por meio da técnica convencional e com o uso da aPDT. Os resultados mostraram que não houve uma diminuição estaticamente significativa, entre o tratamento endodôntico convencional e o tratamento endodôntico convencional associado a aPDT, apesar dos trabalhos evidenciarem uma redução na carga microbiana. Destacam-se ainda, diferenças entre os parâmetros aplicados nos trabalhos, o que dificultou a comparação. Assim, a terapia fotodinâmica tem sido sugerida como uma técnica complementar com bons resultados na sua aplicabilidade. No entanto, existe a necessidade de implementar a padronização de um protocolo para facilitar o seu uso clínico.

**Palavras-chave:** Antimicrobial photodynamic therapy. Endodontic infection. Endodontic therapy. Root canal infection. Root canal therapy.

## ABSTRACT

---

<sup>1</sup> GRADUANDA EM ODONTOLOGIA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO – JESSYCACARVALHO904@GMAIL.COM

<sup>2</sup> GRADUANDA EM ODONTOLOGIA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO – NIVIALIMALRD@GMAIL.COM

<sup>3</sup> DOCENTE DO CURSO DE ODONTOLOGIA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DOUTOR LEÃO SAMPAIO – SIMONESCAN@GMAIL.COM

Endodontic treatment aims to disinfect root canals through chemical-mechanical preparation, seeking to eliminate microorganisms, their products, living or necrotic pulp tissue, leaving a favorable environment for the repair of periradicular tissues. The success of the treatment aims to eliminate the microbial load present in the root canal systems. The anatomical complexity of root canals and the presence of bacteria, which resist chemical-mechanical preparation, are factors that can influence the result. Photodynamic therapy has been used as a strategy to complement chemical-mechanical preparation in order to maximize antimicrobial reduction. The objective of this work was to analyze articles published in the years 2005 to 2021, on antimicrobial photodynamic therapy, as an adjunct to conventional chemical-mechanical preparation of infected root canal systems. The study was carried out using the integrative review method. Articles were searched in the Public Medline (PubMed) and BVs electronic databases. The selection went through three stages, based on inclusion and exclusion criteria. In the first stage, 448 articles were selected, in the second stage, the number was reduced to 73, and in the third and last stage, the number of 10 articles was reached. A new search, this time manual, was performed, adding 7 articles, thus totaling 17 articles for review. The studies compared endodontic treatment and retreatment using the conventional technique and using aPDT. The results showed that there was no statistically significant decrease, between conventional endodontic treatment and conventional endodontic treatment associated with aPDT, despite the studies showing a reduction in microbial load. There are also differences between the parameters applied in the works, which made comparisons difficult. Thus, photodynamic therapy has been suggested as a complementary technique with good results in its applicability. However, there is a need to implement the standardization of a protocol to facilitate its clinical use.

**Keywords:** Antimicrobial photodynamic therapy. Endodontic infection. Endodontic therapy. Root canal infection. Root canal therapy.

## 1 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como principal objetivo, a limpeza e a descontaminação dos canais radiculares através da eliminação de agentes irritantes como os microrganismos, os seus produtos, e o tecido pulpar vivo ou necrosado, deixando um ambiente propício para que ocorra a reparação dos tecidos perirradiculares (SIQUEIRA JR e RÔÇAS, 2008).

A eficaz eliminação do biofilme bacteriano presente no sistema de canais radiculares (SCR) é a principal preocupação na endodontia e está diretamente relacionada aos índices de sucesso dos tratamentos endodônticos, uma vez que, a máxima redução da carga microbiana faz-se essencial para promover a cura das periodontites apicais (KISHEN, 2012; SILVA *et al.*, 2018). Entretanto, inúmeros estudos têm demonstrado que a completa eliminação das bactérias do sistema de canais radiculares não ocorre mesmo que o tratamento endodôntico seja realizado de maneira correta, pois nenhuma técnica ou combinações atuais são totalmente eficazes, tornando possível a sobrevivência de microrganismos resistentes (SIQUEIRA JR e RÔÇAS, 2008; KISHEN, 2012; LOPES e SIQUEIRA JR, 2020).

A microbiota responsável pela infecção do canal radicular inclui cerca de quatrocentas espécies distintas, e algumas delas sobrevivem após o tratamento, não apenas pela incapacidade do preparo químico-mecânico em removê-las das complexidades anatômicas inerentes à variada morfologia interna dos sistemas de canais radiculares, mas também porque alguns nutrientes ali permanecerão, favorecendo o crescimento bacteriano e recolonização do espaço pulpar (PLOTINO *et al.*,2018).

Nas periodontites apicais secundárias e persistentes, têm sido demonstrado a alta prevalência de *Enterococcus faecalis*, uma bactéria altamente resistente. O *E. faecalis* é uma bactéria gram-positiva, facultativa anaeróbia, não esporulada, extremamente resistente à ação de antimicrobianos. Alguns estudos indicaram que o *E. faecalis* é a espécie mais preponderante, e está associada aos fracassos endodônticos com periodontite apical crônica, e tem a capacidade de adaptar-se as mudanças ambientais severas, como pH alcalino extremo, concentrações de sais, privação de nutrição, resistência antimicrobiana e crescimento no canal radicular como um biofilme (SIQUEIRA JR e RÔÇAS, 2008; LOPES e SIQUEIRA JR, 2020).

Nos últimos anos, o tratamento endodôntico evoluiu, substancialmente, com o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias e materiais, facilitando o trabalho do endodontista e diminuindo o seu tempo. No entanto, a maioria das falhas ou insucessos endodônticos, está relacionada com a persistência de microrganismos que resistiram ao preparo químico-mecânico ou a medicação intracanal. Diante disso, o tratamento endodôntico apresenta-se como um desafio para o clínico, especialmente, na presença de infecções persistentes. Desta forma, novos protocolos têm sido propostos a fim de melhorar a desinfecção dos sistemas de canais radiculares (SIQUEIRA e RÔÇAS, 2008; MIRANDA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2018; LOPES e SIQUEIRA JR, 2020).

Nesse sentido, a terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT), tem sido sugerida como uma estratégia complementar ao preparo químico-mecânico, a fim de maximizar a redução antimicrobiana (MIRANDA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2018; LOPES e SIQUEIRA JR, 2020). A terapia fotodinâmica foi definida como inativação induzida pela luz de células, microrganismos, ou moléculas. O conceito de inativação fotodinâmica requer exposição microbiana das moléculas fotossensibilizadoras, seguido por uma luz de baixa energia e de comprimento de onda adequados, que resultam na produção de espécies reativas de oxigênio citotóxicas aos componentes intracelulares e, conseqüentemente, inativação e morte celular (PLOTINO *et al.*,2018).

Inúmeros estudos, até mesmo *in vitro* e *ex vivo* avaliaram os efeitos da aPDT em patógenos endodônticos e resultados promissores foram obtidos, com elevadas taxa de redução

e eliminação dos microrganismos (JURIČ *et al.*, 2014). Nesse sentido, alguns sistemas a laser têm sido pesquisados como coadjuvantes nos procedimentos de desinfecção dos condutos radiculares. Acredita-se que o laser seja capaz de atingir áreas anatômicas inacessíveis, como região de istmos, canais laterais e túbulos dentinários (MEIRE *et al.*, 2009).

Assim, o objetivo deste estudo é realizar uma revisão integrativa sobre a terapia fotodinâmica antimicrobiana, como coadjuvante ao preparo químico-mecânico convencional dos sistemas de canais radiculares infectados.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1.DESCRICÃO DO ESTUDO

Esse estudo consiste em uma revisão integrativa sobre o uso da terapia fotodinâmica na endodontia de canais infectados.

### 2.2. CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

#### 2.2.1. PERGUNTA NORTEADORA DA REVISÃO INTEGRATIVA

A terapia fotodinâmica antimicrobiana pode levar a maximização da desinfecção dos canais radiculares em relação ao preparo químico-mecânico convencional ?

#### 2.2.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os seguintes critérios de elegibilidade foram escolhidos: (1) artigos originais; (2) estudos experimentais *in vivo*; (3) estudos clínicos randomizados; (4) estudos que utilizaram laser de baixa potência e LED; (5) estudos clínicos em dentes decíduos e (6) artigos publicados apenas em inglês.

#### 2.2.3. CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Os seguintes critérios de exclusão foram escolhidos: (1) artigos de revisão sistemática; (2) estudos experimentais *in vitro* e *ex vivo*; (3) estudos que utilizaram laser de alta potência e (4) dados não publicados, cartas ao editor e revisões históricas foram excluídas



### 2.3. ESTRATÉGIA DE BUSCA

Como estratégia inicial foi realizada uma busca bibliográfica utilizando a base de dados eletrônicas Public Medline (PubMed) e BVs de 2005 a 2021, incluindo as seguintes palavras-chaves: antimicrobial photodynamic therapy OR photo-activated disinfection AND root canal therapy OR endodontic therapy OR root canal infection OR endodontic infection.

**Quadro 1.** Identificação dos artigos para a revisão integrativa (2005-2021) - randomized clinical trials and clinical trials (excluídos, *ex vivo*, dor pós-operatória, *in vitro*).

DESCRITORES	Total	Excluídos	1ª SELEÇÃO
(photodynamic therapy) AND root canal	15	6	9
(photodynamic inactivation) AND root canal	-	-	-
(light activated disinfection) AND root canal	5	4	1
(photoactivated disinfection) AND root canal	2	1	1
(photodynamic antimicrobial chemotherapy) AND root canal	9	4	5
Photodynamic therapy AND endodontics	18	8	10
Light activated disinfection AND endodontics	5	4	1
photodynamic therapy OR photoactivated disinfection AND endodontics	19	9	10
antimicrobial photodynamic therapy OR photo-activated disinfection OR (light activated	15	9	6
light activated disinfection OR photoactivated disinfection AND endodontics	6	4	2
antimicrobial photodynamic therapy OR photo-activated disinfection AND endodontic therapy	16	9	7
antimicrobial photodynamic therapy OR photo-activated disinfection AND root canal therapy.	12	6	6
antimicrobial photodynamic therapy OR photo-activated disinfection AND endodontic therapy OR	168	160	8
antimicrobial photodynamic therapy OR photo-activated disinfection and root canal AND patient.	158	151	7
<b>TOTAL</b>	<b>448</b>	<b>375</b>	<b>73</b>

A seleção dos estudos seguiu uma avaliação em três etapas. No primeiro passo, os títulos e resumos dos estudos foram acessados e, considerando os critérios de inclusão e exclusão predefinidos, foram rotulados como relevante ou irrelevante, restando 73 artigos. Na segunda etapa, o texto completo dos estudos relevantes foi analisado e remarcados de acordo com os mesmos critérios, selecionando 10 artigos. Foram incluídos numa busca manual mais 7 artigos, totalizando em 17 artigos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Quadro 2.** Resultados obtidos realizado em grupos de estudo com o tratamento endodôntico convencional e o tratamento endodôntico convencional associado a aPDT.

<b>Autor/Ano</b>	<b>Tamanho da amostra</b>	<b>Faixa etária</b>	<b>Grupo de estudo</b>	<b>Principais resultados</b>
<i>Bonsor et al., 2006</i>	64	16 a 70 anos	Grupo 1 (n=23) tratamento endodôntico convencional com soluções de ácido cítrico a 20% e hipoclorito de sódio a 2,25% +aPDT. Grupo 2 (n=23): tratamento endodôntico com soluções de ácido cítrico a 20% e hipoclorito de sódio a 2,25% + aPDT.	No grupo 2 a aPDT apresentou melhores resultados quando comparados ao grupo 1 com soluções irrigadoras convencionais.
<i>Garcez et al., 2008</i>	20	21 a 35 anos	Tratamento endodôntico convencional +aPDT	O uso da aPDT associada ao tratamento endodôntico leva a uma diminuição acentuada da carga bacteriana.
<i>Garcez et al., 2010</i>	30	17 a 52 anos	Retratamento endodôntico convencional + aPDT. Coletaram amostras após acesso ao canal radicular, após terapia endodôntica e após aPDT.	O uso da aPDT adicionado ao tratamento endodôntico convencional leva a uma redução ainda maior da carga microbiana
<i>Jurič et al., 2014</i>	21	20 a 45 anos	Retratamento endodôntico convencional + aPDT	A combinação de tratamento endodôntico e aPDT foi estatisticamente mais eficaz do que o tratamento endodôntico sozinho.
<i>López et al., 2015</i>	134	10 cães	Grupo 1 tratamento endodôntico +aPDT Grupo 2 tratamento endodôntico sem aPDT E os canais radiculares foram divididos em quatro subgrupos de acordo com a solução irrigadora utilizada: SX (Sterilox 400 ppm), SH2 (NaOCl 2%), SH5 (NaOCl 5%), SS (solução salina).	aPDT não apresentou efeito adicional no tratamento de canal em sessão única com necrose pulpar associado a lesão apical e solução irrigadora  A Sterilox 400ppm pode ser considerado uma alternativa ao NaOCL na terapia endodôntica.
<i>Mota et al., 2015</i>	30	3 a 6anos	Grupo 1 controle: Tratamento endodôntico convencional Grupo 2 experimental : Tratamento endodôntico convencional + aPDT	aPDT pode auxiliar na obtenção de um tratamento endodôntico bem-sucedido em dentes decíduos

<i>Garcez et al., 2015</i>	28	17 a 52 anos	Grupo 1: Tratamento convencional com retrotip ultrassônico Grupo 2: Tratamento convencional com retrotip ultrassônico + aPDT	As amostras microbiológicas mostraram uma redução geral significativa com aPDT. Houve uma melhora na redução microbiana em comparação com a técnica convencional.
<i>Asnaashari et al., 2016</i>	56	NR	1 Grupo experimental (n=23): tratamento endodôntico convencional associado aPDT com laser de diodo(810nm) 1 Grupo experimental (n=23): tratamento endodôntico convencional associado aPDT com LED (630nm). 1 Grupo de controle positivo (n=5: com E. faecalis 1 Grupo de controle negativo (n=5): sem E.faecalis	No grupo LED, a carga bacteriana foi significativamente menor do que o grupo laser.
<i>Asnaashari et al., 2017</i>	20	NR	Grupo 1: Retratamento endodôntico convencional associado a terapia fotodinâmica com fonte emissora de luz 0,5 mL de 0,1 mg/mL de azul de toluidina Grupo 2:Retratamento endodôntico convencional associado a terapia com hidróxido de cálcio.	A aplicação de hidróxido de cálcio e aPDT diminuiu a carga bacteriana de E. faecalis após o procedimento. No entanto, a aPDT foi mais eficaz do que hidróxido de cálcio.
<i>Ahangari et al., 2017</i>	20	NR	Grupo 1 (n = 10) retratamento endodôntico convencional associado com aPDT (diodo laser 808 nm + 50 mg / mL azul de metileno) Grupo 2 (n=10) retratamento endodôntico convencional associado com hidróxido de cálcio	As unidades formadoras de colônias (UFC) diminuíram após a intervenção em ambos os grupos. aPDT e terapia com hidróxido de cálcio mostrou a mesma eficácia antimicrobiana em E. faecalis e C.albicans .
<i>Rabello et al., 2017</i>	24	Idade média 43 anos	Grupo 1:tratamento endodôntico usando a técnica recíproca de lima única + 2,5% NaOCL e 17% EDTA + aPDT  Grupo 2: tratamento endodôntico + Ca (OH) 2 + SSL+ aPDT (solução salina)	O grupo 1 foi eficaz em reduzir a carga bacteriana mais do que o grupo 2
<i>Miranda et al., 2018</i>	32	NR	Grupo 1: Desbridamento químico-mecânico Grupo 2: Desbridamento químico-mecânico associado aPDT	O grupo 2 apresentou redução de UFC / mL semelhante ao grupo 1
<i>Pourhajibagher e Bahador, 2018</i>	36	19 a 58 anos	Tratamento endodôntico convencional + aPDT .	Houve uma diminuição significativa na diversidade microbiana e na contagem do canal radicular infectado após aPDT

<i>Silva et al., 2018</i>	10	17 a 65 anos	Grupo Controle: Tratamento endodôntico convencional Grupo Teste: Tratamento endodôntico convencional + aPDT	aPDT pode ser uma terapia adjuvante eficaz, resultando na redução de bactérias
<i>Bonsor e Lane., 2019</i>	787	NR	Grupo 1: tratamento endodôntico convencional + aPDT-RCTs. Grupo 2: retratamento endodôntico convencional+ aPDT-reRCT.	A eficácia da desinfecção químico-mecânica convencional dos sistemas de canais radiculares pode ser aumentada pelo uso adjuvante da aPDT bacteriana, particularmente em casos de reRCT .
<i>Okamoto et al., 2020</i>	30	2 a 5 anos	Grupo 1: Tratamento endodôntico convencional Grupo 2: Tratamento endodôntico convencional + aPDT antimicrobiana	O tratamento endodôntico convencional combinado com aPDT mostrou-se eficaz, mas apresentou eficácia igual ao tratamento endodôntico convencional sozinho
<i>Martins et., al 2021</i>	20	NR	Grupo 1 (n = 5) - irrigação com 1 mL de solução salina sem aPDT Grupo 2 (n = 5) - irrigação com 1 mL de EDTA 17% sem uso aPDT. Grupo 3 (n = 5) - irrigação com 1 mL de soro fisiológico + aPDT Grupo 4 (n = 5) - irrigação com 1 mL de EDTA 17% com +aPDT	aPDT, aumentou o desempenho de desinfecção das soluções testadas nos canais radiculares dos dentes decíduos.

Observação: Abreviaturas: aPDT: terapia fotodinâmica antimicrobiana, NR: não relatado, UFC: unidade formadora de colônia, NaOCl: hipoclorito de sódio, EDTA: ácido etilenodiaminotetracético, Ca (OH) 2: hidróxido de cálcio, E. faecalis: enterococcus faecalis, RCTs: tratamento de canal radicular, reRCT:retratamento endodôntico, nu; número

**Quadro 3.** Parâmetros de laser e fotossensibilizador dos estudos incluídos.

Autor / Ano	FS /concentração	Fonte de luz	Fibra (µm)	Comprimento de onda (nm)	Energia (J)	Fluência de energia (J/cm <sup>2</sup> )	Potência (mW)	Densidade de potência (mW / cm <sup>2</sup> )	Tempo de irradiação
1. <i>Bonsor et al., 2006</i>	AT / NR	Laser de diodo	NR	633± 2	12	NR	100	NR	120 s
2. <i>Garcez et al., 2008</i>	Polietilenimina clorina (e6)	Laser de diodo	300	660	9,6	NR	40	NR	240 s
3. <i>Garcez et al., 2010</i>	Polietilenimina clorina (e6)	Laser de diodo	200	660	9,6	NR	40	NR	240 s
4. <i>Jurič et al., 2014</i>	NR fenotiazínio Cloreto/10 mg/ml	Laser helbo	450	660	6	NR	100	NR	60 s
5. <i>López et al., 2015</i>	AT/12,7 mg/ml	NR	NR	635	15	NR	100	NR	120 s
6. <i>Mota et al., 2015</i>	Chimiolux® MB / 0,005%	Laser XT-EC	600	660	4	43	100	108	40 s
7. <i>Garcez et al., 2015</i>	AM / 60 µM	Laser de diodo	200	660	15	NR	40	NR	360 s
8. <i>Asnaashari et al., 2016</i>	AT / 0,1 mg / ml AT / 0,1 mg / ml	LED Laser de diodo	200 200	630 810	NR NR	NR NR	200 200	NR NR	30 s 40 s
9. <i>Asnaashari et al., 2017</i>	AT / 0,1 mg / ml	LED Fotosan	1000	635	NR	0,0012–0,0044	NR	2-4	60 s

<b>10. Ahangari et al., 2017</b>	AM / 50 µg / ml	Laser de diodo IP	200	810	NR	NR	200	NR	10 s
<b>11. Rabello et al., 2017</b>	AM / 0,1 mg / ml	Laser de diodo	300	660	NR	129	60	NR	120 s
<b>12. Miranda et al., 2018</b>	AM / 25 µg / ml	Laser de diodo	300	660	NR	NR	100	NR	300 s
<b>13. Pourhajibagher e Bahador, 2018</b>	AT / 100 µg / ml	Laser de diodo	250	635	NR	NR	220	NR	60 s
<b>14. Silva et al., 2018</b>	AM / 100 µg / ml	Laser InGaA	NR	660	NR	NR	100	NR	40 s
<b>15. Bonsor et al., 2019</b>	TC / 12,7 mg / l	LED	NR	633 ± 2	NR	NR	100	NR	120 s
<b>16. Okamoto et al., 2020</b>	AM / 0,005%	Laser XT	NR	660	NR	4	100	NR	40 s
<b>17. Martins et al., 2021</b>	AT / 0,005%	Laser XT	NR	660	NR	6	100	NR	30 s
Observação: Abreviaturas: FS: Fotossensibilizador, AM: Azul de metileno, AT: Azul de toluidina O, aPDT: Terapia fotodinâmica antimicrobiana, NR: Não relatado, UFC: Unidade formadora de colônia, LED: Diodo emissor de luz, InGaAlP: Índio, gálio, alumínio, fósforo. TC: Cloreto de toluidina									

O sucesso do tratamento endodôntico convencional está diretamente relacionado com a desorganização do biofilme presente na infecção dos canais radiculares, sendo o principal objetivo, a erradicação dos microrganismos e seus subprodutos (LOPES e SIQUEIRA JR, 2020). O tratamento padrão de infecções endodônticas, consiste principalmente na instrumentação mecânica e na irrigação com soluções desinfetantes - procedimento químico-mecânico, que geralmente resulta na redução significativa das bactérias. No entanto, esses procedimentos podem falhar na limpeza e na assepsia das áreas anatomicamente complexas, em que as bactérias aderidas nas paredes do canal, formam comunidades, que serão organizadas em biofilme, e permanecem intocadas após a terapia endodôntica (SIQUEIRA JR *et al.*, 2008).

A microbiota associada ao insucesso endodôntico pode ser caracterizada como uma infecção mista com menos espécies que as infecções primárias, sendo composta principalmente por bactérias gram-positivas e sem predomínio aparente de anaeróbios estritos ou facultativos. O *Enterococcus faecalis* é considerado a espécie mais encontrada, sendo avaliada como a principal bactéria responsável pela manutenção ou pelo aparecimento de lesões perirradiculares pós-tratamento. Em muitos estudos canais tratados com lesão, espécies do gênero *Streptococcus* têm sido comumente detectadas após o tratamento, com mais frequência que o *E. faecalis*, como também outras espécies são detectadas: *Fusobacterium nucleatum*, *Pseudoramibacter alactolyticus*, *Actinomyces spp.*, *Propionibacterium spp.* (*P. propionicum*, *P. acnes* e *P. acidifaciens*), *Filifactor alocis*, *Dialister spp.*, *Tannerella forsythia* e *Parvimonas micra* (SIQUEIRA JR *et al.*, 2010; LOPES e SIQUEIRA JR, 2020).

Os Fungos podem ser encontrados em infecções de canal radicular, e podem desempenhar um papel no aparecimento de patologias endodônticas. A *Candida albicans* (*Candida spp*) é a espécie de fungo mais prevalente presente nos casos de fracassos endodônticos, foi encontrada nos canais infectados com variação de 0,5% a 55%, sendo mais prevelantes nas infecções endodônticas secundárias do que nas infecções primárias (EGAN *et al.*, 2002; SIQUEIRA JR *et al.*, 2002; SIQUEIRA JR e SEN, 2004).

Dessa forma, diversos métodos alternativos vêm sendo utilizados para maximizar a desinfecção na terapia endodôntica, tais como a medicação intracanal, as propostas inovadoras - irrigação ultrassônica, a e utilização do laser com o uso da aPDT (POURHAJIBAGHER e BAHADOR, 2019).

A aPDT é um método clínico não invasivo, e recentes pesquisas sugerem que pode ser utilizada como um coadjuvante ao tratamento endodôntico, com uma significativa redução microbiana, destruindo microrganismos remanescentes no interior do SCR após preparo químico-mecânico convencional. Não há comprovação quanto ao desenvolvimento de



resistência dos microrganismos, é uma técnica de fácil e rápida aplicação clínica, podendo ser utilizada em tratamentos endodônticos realizados em sessão única ou múltiplas sessões, complementando a antissepsia do SCR (GARCEZ *et al.*, 2006; SOUKOS *et al.*, 2006; GARCEZ *et al.*, 2007; GARCEZ *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2018,).

A ativação da luz laser gera reações químicas e físicas, as quais produzem espécies reativas de oxigênio, que são compostos ativos citotóxicos para a membrana celular. Alguns autores resumem o mecanismo de ação antibacteriana da aPDT da seguinte forma: (1) o fotossensibilizador conecta-se à membrana da célula microbiana, (2) uma fonte de luz com um comprimento de onda específico e o pico de absorção do fotossensibilizador leva à formação de oxigênio singlete (altamente reativo) e (3) A destruição da parede bacteriana causada pelo oxigênio singlete leva à morte (PLOTINO *et al.*, 2018). Existem vários parâmetros que podem influenciar na eliminação dos microrganismos, dentre eles, a dose de energia e a densidade de potência da luz, e tipo de Fs, a quantidade de células microbianas em suspensão planctônica, agregados de células de biofilme e espécies de microrganismo podem afetar sua eficácia, o que dificulta a padronização e comparação dos estudos (BONSOR *et al.*, 2006; SOUKOS *et al.*, 2006 GARCEZ *et al.*, 2007).

Segundo Pourhajibagher e Bahador (2019), a maior parte dos estudos disponíveis sobre as propriedades antimicrobianas, o anti-biofilme e as antivirulentas da aPDT se originam de trabalhos *in vitro*, que são frequentemente citados para apoiar o uso desta técnica. Ainda que, os autores revelem um menor número de artigos clínicos randomizados em estudos *in vivo*, para eles, na revisão sistemática atual e na meta-análise demonstram que embora os parâmetros da aPDT possam variar de um estudo para outro, todos os estudos encontraram uma redução na carga microbiana com o uso adjuvante da aPDT, a fim de comprovar que essa terapia oferece benefícios adicionais.

Rabello *et al.* (2017) avaliaram a eficácia da aPDT, na otimização da remoção de bactérias, e endotoxinas de canais radiculares, principalmente, infectados após tratamentos em sessão única e múltipla. Verificaram que aPDT foi eficaz na redução da carga bacteriana no tratamento em sessão única, mas não no tratamento em múltipla após o uso de medicação Ca(OH)<sub>2</sub> por 14 dias. Evidenciaram a utilização da medicação intracanal, revelando não apenas a capacidade do Ca(OH)<sub>2</sub> (quando usado como medicamento entre consultas por 14 dias) em aumentar a redução dos níveis de endotoxinas encontrados na infecção do canal radicular, mas também para eliminar endotoxinas da maioria dos canais radiculares. Ainda assim, a terapia fotodinâmica otimizou a desinfecção de bactérias dos canais radiculares.

Miranda *et al.* (2018) e Garcez *et al.* (2008) realizaram um ensaio clínico randomizado, em que avaliaram eficácia da terapia fotodinâmica no sucesso clínico (cicatrização periapical) e na microbiota de infecções endodônticas primárias. Esses estudos verificaram que a terapia endodôntica convencional com ou sem aPDT foi eficaz na redução da carga microbiana, resultando em cicatrização periapical. No entanto, aPDT adjuvante proporcionou melhor cicatrização periapical em 6 meses de acompanhamento. De acordo com, Miranda *et al.* (2018), embora o DNA microbiano tenha sido detectado em 50% de todos os dentes após o tratamento e antes da obturação do canal radicular, altas taxas de cicatrização periapical (62,5% de todos os dentes) foram observadas em 6 meses de monitoramento radiográfico em ambos os grupos. A erradicação completa de microrganismos do sistema de canais radiculares infectados pelos procedimentos terapêuticos e antimicrobianos disponíveis é improvável de ser alcançada, principalmente, devido a limitações anatômicas. Portanto, mesmo com a detecção de microrganismos remanescentes no interior do canal do sistema radicular, a cicatrização periapical pode ocorrer com limpeza, modelagem e obturação da raiz.

Segundo Garcez *et al.* (2008) estudos *in vivo* são mais complexo, devido a variação da anatomia do canal, do que em um experimento controlado *in vitro*. No entanto, os resultados *in vivo*, apresentados pelos autores, revelaram-se melhores, do que os obtidos no estudo *ex vivo* com dentes extraídos. Os autores propuseram uma segunda sessão de aPDT antes da obturação para obter uma redução microbiana significativa adicional. É possível que *in vivo* o tecido circundante possa promover retroespalhamento de luz, aumentando assim o número de fótons disponíveis para a fotorreação. Concluíram, que o uso da aPDT como adjuvante ao tratamento endodôntico convencional levou a uma redução da carga bacteriana, e uma segunda aplicação da aPDT foi ainda mais eficaz do que o primeira. A aPDT antimicrobiana ofereceu um meio não tóxico eficiente para a destruição de microrganismos que permanecem dentro do SCR após o uso de terapia químico-mecânica endodôntica convencional (BONSOR *et al.*, 2006; LÓPEZ *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018;).

Pourhajibagher e Bahador (2018) investigaram a composição e a carga da comunidade microbiana do canal radicular na infecção endodôntica primária, utilizando cultura microbiológica e técnica molecular, antes e após, o tratamento com a aPDT, e o efeito da aPDT na redução da diversidade e na contagem microbiana. Os autores verificaram que antes da terapia fotodinâmica com o azul de toluidina foi encontrado 187 tipos de bactérias isoladas cultiváveis, representando 14 gêneros diferentes e 19 espécies microbianas distintas. O microrganismo mais comum isolado antes da aPDT foi *V. parvula*, com uma frequência de 20,8%, seguido por *P. gingivalis* (14,4%), *A. actinomycetemcomitans* (9,2%), *P. aeruginosa*

(6,9%), *P. acnes* (6,4%), e *A. naeslundii* (6,4%). Enquanto, após aPDT, *P. gingivalis* foi considerado o mais resistente ao efeito da terapia fotodinâmica em 34% dos casos. Os resultados revelaram que a diversidade microbiana e a contagem diminuíram significativamente, exceto para *P. gingivalis* que não foi inibido nesta curta exposição à radiação laser. Portanto, houve redução na diversidade e na contagem microbiana, após TB-aPDT em infecções nos canais radiculares e a aPDT representa uma abordagem com alto potencial para redução significativa de patógenos envolvidos na infecção endodôntica primária.

Nos casos de insucessos do tratamento endodôntico, o retratamento, o tratamento cirúrgico ou a extração, geralmente, são utilizados antibióticos e antissépticos, como terapias adjuvantes, mas o uso prolongado desses agentes, pode se tornar ineficaz devido a resistência desenvolvida no organismo alvo. Atualmente, há o surgimento de bactérias com múltiplas resistências, havendo a necessidade de abordagens antimicrobianas alternativas. Garcez et al. (2010) investigaram a combinação de aPDT com tratamento endodôntico, em pacientes com polpa necrótica abrigando microflora resistente a uma antibioticoterapia prévia. Os autores demonstraram, *in vivo*, a suscetibilidade de bactérias resistentes a drogas em infecções do canal radicular à aPDT. A literatura relata que a terapia endodôntica poderá ter uma taxa de sucesso de 94%, quando uma cultura microbiológica negativa for obtida do canal radicular no momento da obturação. Por outro lado, quando a obturação é realizada e as culturas são positivas, a taxa de sucesso é reduzida para 68%; no caso de lesão periapical, a falha de cicatrização é mais provável quando o canal é obturado na presença de infecção persistente (SIQUEIRA JR e RÔÇAS, 2008; KISHEN, 2012; LOPES e SIQUEIRA JR, 2020).

Garcez et al. (2010) demonstraram que o tratamento endodôntico sozinho teve um efeito na redução do número de espécies multirresistentes nos canais radiculares e produziu uma eliminação bacteriana total em 10 de 30 dentes, mas a adição da aPDT produziu uma redução na carga bacteriana, levando à eliminação total em todos os dentes. A combinação da terapia endodôntica, associada a aPDT, eliminou todas as 9 espécies bacterianas multirresistentes encontradas em infecções do canal radicular. Portanto, a aPDT não apenas atuou sobre as multirresistentes bactérias *in vitro*, mas também foi eficaz em eliminar espécies resistentes a diversos antibióticos em pacientes (JURIČ et al., 2014).

Asnaashari et al. (2017) e Ahangari et al. (2017) avaliaram a aPDT associada ao retratamento de canal, comparando com outro grupo, no qual foi realizada uma terapia com hidróxido de cálcio, que é uma substância usada para medicação intracanal, por possuir ação antibacteriana, anti-inflamatória, biocompatibilidade e contribuição no reparo tecidual, devido ao seu elevado pH causado pela sua dissociação em íons cálcio e hidroxila. O *Enterococcus*

*Faecalis* é considerada a espécie mais encontrada, nos casos de retratamento endodôntico, devido a sua extrema capacidade de resistência a vários medicamentos, incluindo o hidróxido de cálcio. O *E. faecalis* possui capacidade de invadir túbulos dentinários, nos quais se abriga e resiste aos efeitos do preparo químico-mecânico. Além disso, consegue sobreviver por longos períodos em locais com baixa disponibilidade de nutrientes, como canais obturados e proliferar-se novamente quando uma fonte sustentável de substrato for restabelecida. Os autores concluíram que a aPDT adjuvante ao tratamento endodôntico, mesmo sendo em retratamento, apresentou superioridade na limpeza dos canais quando aos demais métodos utilizados (ASNAASHARI et al., 2016).

Lane e Bonsor (2019) analisaram retrospectivamente casos clínicos submetidos ao tratamento endodôntico associado à terapia fotodinâmica na desinfecção do sistema de canal radicular. Foram obtidos os registros referentes aos dentes tratados endodonticamente durante o período de maio de 2001 e junho de 2016, dos quais 620 passaram por tratamentos endodônticos (RCT) e 167 passaram por retratamentos (reRCT). Dentro das limitações do estudo, as taxas de sobrevivência percentual de dentes tratados com aPDT, como coadjuvante a desinfecção do sistema de canais radiculares, foram 91.80% e 84.09%, para RCT e reRCT, respectivamente, durante um período de dez anos. No entanto, ao se excluir os dentes por fratura radicular, as taxas de sobrevida foram de 97.33% (RCT) e 93.67% (reRCT) no mesmo período. A taxa de sobrevida para casos de reRCT foi maior quando comparada às taxas publicadas na literatura, e isso pode ser explicado pela aPDT ser eficaz contra todos os microrganismos encontrados no sistema do canal radicular.

Garcez *et al.* (2015) realizaram estudos em canais radiculares tratados endodonticamente, e em retratamento. A redução microbiana alcançada neste estudo mostrou um resultado superior quando comparado com resultados de estudos em canais radiculares na associação da aPDT com o tratamento endodôntico convencional. Após 36 meses, todos os pacientes estavam assintomáticos e todos os dentes haviam retornado à função normal. Sendo assim os autores concluíram que o uso da aPDT como um adjuvante ao tratamento endodôntico convencional leva a uma redução adicional significativa de carga bacteriana e é ainda mais eficaz do que o tratamento convencional.

Assim como em dentes permanentes, o sucesso do tratamento endodôntico, em dentes decíduos, depende da redução de microrganismos após o preparo químico-mecânico, instrumentação e medicação intracanal. O tratamento dos dentes decíduos é mais difícil devido ao menor grau de tolerância do paciente, a presença de forames acessórios e a reabsorção radicular ectópica (OKAMOTO *et al.*, 2020). Mota *et al.* (2015); Okamoto *et al.* (2020);

Martins *et al.* (2021) avaliaram o efeito da aPDT em dentes decíduos, com diagnósticos de pulpíte irreversível e de necrose pulpar. Eles compararam o tratamento endodôntico, com e sem, o uso da terapia fotodinâmica. Okamoto *et al.* (2020) observaram que a aPDT associada ao tratamento endodôntico convencional obteve uma redução semelhante, aos dentes tratados apenas com o tratamento convencional. Já para Martins *et al.* (2021) verificaram uma maior descontaminação dos canais radiculares, independentemente, das diferentes soluções irrigadoras, quando a aPDT foi associada ao preparo químico-mecânico. Segundo Mota *et al.* (2015) o sucesso do tratamento endodôntico está diretamente relacionado à desinfecção bacteriana intracanal e as diversas dificuldades como o controle das crianças, a anatomia interna dos canais radiculares, a reabsorção radicular. Dessa forma, aPDT pode ser uma boa alternativa para maximizar o controle da infecção durante o tratamento endodôntico.

Apesar de a terapia fotodinâmica ter vantagens significativas, alguns autores ainda evidenciam algumas desvantagens que devem ser avaliadas. Uma delas é sobre a coloração e descoloração dentária pela utilização do azul de metileno como fotossensibilizador. A fim de minimizar, o tempo de pré-irradiação deve ser diminuído, em que o tempo de 10 minutos promoveu descoloração mais severa da estrutura dentária quando comparado com o tempo de pré-irradiação de 5 minutos. O tempo mais longo, provavelmente, permitiu que houvesse uma penetração mais satisfatória na dentina e mais perto da dentina-interface de esmalte, tornando a descoloração mais perceptível. Houve algumas tentativas de superar essa desvantagem avaliando a eficácia de vários compostos químicos. Dessa forma, concluiu-se que 2,5% de NaOCl usado durante a limpeza e modelagem dos canais radiculares foi eficaz na prevenção de manchas dentárias. Uma outra desvantagem está relacionada a viscosidade do Fs, que impregna na superfície de maneira considerável podendo formar uma camada química que causa a obliteração dos túbulos dentinários, o que pode levar à microinfiltração e a diminuição na força de união dos materiais de preenchimento radicular à dentina. Contudo, um irrigante final deve ser usado para promover a remoção efetiva do Fs das paredes do canal radicular após aPDT (PLOTINO *et al.*, 2018).

As populações bacterianas que se encontram dentro do canal radicular devem ser idealmente eliminadas ou, pelo menos, reduzidas, de maneira significativa a níveis compatíveis com a cicatrização do tecido perirradicular, para que se alcance um resultado ideal do tratamento endodôntico. Se a bactéria persistir após o preparo químico-mecânico suplementado ou com medicação intracanal, o risco de falha do tratamento endodôntico aumenta. Portanto, a presença de bactérias no canal radicular no momento da obturação tem se mostrado um fator de risco para essa falha e, conseqüentemente, o retatamento endodôntico (SIQUEIRA e

RÔÇAS, 2008). Os resultados mostraram que não houve uma diminuição estaticamente significativa, entre o tratamento endodôntico convencional e o tratamento endodôntico convencional associado a aPDT, apesar dos trabalhos evidenciarem uma redução na carga microbiana, embora os parâmetros da aPDT, possam variar entre os estudos. No entanto, faz-se necessário, pesquisas, experimentos, de alta qualidade focados nos parâmetros padronizados da aPDT (POURHAJIBAGHERA e BAHADOR, 2019).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa revisão integrativa sobre a terapia fotodinâmica antimicrobiana como coadjuvante ao preparo químico-mecânico convencional dos sistemas de canais radiculares infectados revelou que aPDT tem sido sugerida ,como uma boa opção para maximizar, a desinfecção do canal radicular, mostrando-se eficaz na eliminação de microrganismos nos canais radiculares, tanto *in vitro* como *in vivo*. No entanto, devido aos diversos parâmetros de uso, existe a necessidade de padronização de um protocolo para facilitar o seu uso clínico.

#### REFERÊNCIAS

AHANGARI, Z.; BIDABADI, M. M.; ASNAASHARI, M.; RAHMATI, A.; TABATABAEI, F. S. 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.

ASNAASHARI, M.; ASHRAF, H.; RAHMATI, A; AMINI, N. A. A comparison between effect of photodynamic therapy by LED and calcium hydroxide therapy for root canal disinfection against *Enterococcus faecalis*: A randomized controlled trial. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 17, p. 226-232, 2017.

ASNAASHARI, M.; MOJAHEDI, S. M.; ASADI, Z.; AZARI-MARHABI, S.; MALEKI, A. A comparison of the antibacterial activity of the two methods of photodynamic therapy (using diode laser 810 nm and LED lamp 630 nm) against *Enterococcus faecalis* in extracted human anterior teeth. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 13, p. 233-237, 2016.

BONSOR, S. J.; NICHOL, R.; REID, T. M. S.; PEARSON, G. J. An alternative regimen for root canal disinfection. **British dental journal**, v. 201, n. 2, p. 101-105, 2006.

DUFOUR, D.; LEUNG, V.; LÉVESQUE, C. M. Bacterial biofilm: structure, function, and antimicrobial resistance. **Endodontic Topics**, v. 22, n. 1, p. 2-16, 2010.

EGAN, M. W.; SPRATT, D. A.; NG, Y. L.; LAM, J. M.; MOLES, D. R.; GULABIVALA, K. Prevalence of yeasts in saliva and root canals of teeth associated with apical periodontitis. **International endodontic journal**, v. 35, n. 4, p. 321-329, 2002.

GARCEZ, A. S.; ARANTES, NETO J. G.; SELLERA, D. P.; FREGNANI, E. R. Effects of antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on the bacterial load reduction and periapical lesion healing. Three years follow up. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 12, n. 4, p. 575-580, 2015.

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

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

GARCEZ, A. S.; NUÑEZ, S. C.; LAGE-MARQUES, J. L.; JORGE, A. O. C.; RIBEIRO, M. S. Efficiency of NaOCl and laser-assisted photosensitization on the reduction of *Enterococcus faecalis* in vitro. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 102, n. 4, p. e93-e98, 2006.

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

HAAPASALO, M.; SHEN, Y. A. Current therapeutic options for endodontic biofilms. **Endodontic Topics**, v. 22, n. 1, p. 79-98, 2010.

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

KISHEN, A. Advanced therapeutic options for endodontic biofilms. **Endodontic Topics**, v. 22, n. 1, p. 99-123, 2010.

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

LOPES, H. P.; SIQUEIRA JR, J. F. **Endodontia : biologia e técnica**. 5. ed. Rio de Janeiro : GEN | Grupo Editorial Nacional, 2020. 803p.

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

MEIRE, M. A.; DE PRIJCK, K.; COENYE, T.; NELIS, H. J.; DE MOOR, R. J. G. Effectiveness of different laser systems to kill *Enterococcus faecalis* in aqueous suspension and in an infected tooth model. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 4, p. 351-359, 2009.

MARTINS, C. R. M.; DE ANDRADE, M. V.; CARVALHO, A. P.; PEREIRA, R. M. A.; BRESOLIN, C. R.; MELLO-MOURA, A. C. V.; IMPARATO, J. C. P. Photodynamic therapy associated final irrigation in root canals of the primary teeth. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 33, p. 102182, 2021.

MERGONI, G.; PERCUDANI, D.; LODI, G.; BERTANI, P.; MANFREDI, M. Prevalence of *Candida* Species in Endodontic Infections: Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 11, p. 1616-1625. e9, 2018.

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

MOTA, A. C. C.; GONÇALVES, M. L. L.; BORTOLETTO, C.; OLIVAN, S. R.; SALGUEIRO, M.; GODOY, C.; ALTAVISTA O. M.; PINTO, M. M.; HORLIANA, A. C.; MOTTA, L. J.; BUSSADORI, S. K. Evaluation of the effectiveness of photodynamic therapy for the endodontic treatment of primary teeth: study protocol for a randomized controlled clinical trial. **Trials**, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2015.

OKAMOTO, C. B.; BUSSADORI, S. K.; PRATES, R. A.; DA MOTA, A. C. C.; HORLIANA, A. C. R. T.; FERNANDES, K. P. S.; MOTTA, L. J. Photodynamic therapy for endodontic treatment of primary teeth: A randomized controlled clinical trial. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 30, p. 101732, 2020.

PLOTINO, G.; GRANDE N. M.; MERCADE, M. Photodynamic therapy in endodontics. **International endodontic journal**, v. 52, n. 6, p. 760-774, 2019.

POURHAJIBAGHER, M.; BAHADOR, A. An in vivo evaluation of microbial diversity before and after the photo-activated disinfection in primary endodontic infections: Traditional phenotypic and molecular approaches. **Photodiagnosis and photodynamic therapy**, v. 22, p. 19-25, 2018.

POURHAJIBAGHER, M.; BAHADOR, A. Adjunctive antimicrobial photodynamic therapy to conventional chemo-mechanical debridement of infected root canal systems: A systematic review and meta-analysis. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 26, p. 19-26, 2019.

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



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

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

SIQUEIRA JR., J. F.; RÔÇAS, I. N.; RICUCCI, D. Biofilms in endodontic infection. **Endodontic Topics**, v. 22, n. 1, p. 33-49, 2010.

SIQUEIRA JR., J. F.; RÔÇAS, I. N.; LOPES, H. P.; ELIAS, C.N.; DE UZEDA, M. Fungal infection of the radicular dentin. **Journal of endodontics**, v. 28, n. 11, p. 770-773, 2002.

SIQUEIRA JR., J. F.; SEN, B. H. Fungi in endodontic infections. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, v. 97, n. 5, p. 632-641, 2004.

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