

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A.C. SIMÕES
CURSO DE ODONTOLOGIA

ALICE VITÓRIA ALVES DA SILVA
KAILLA OLIVEIRA DE ALMEIDA

**BENEFÍCIOS E APLICABILIDADE CLÍNICA DO USO DE LASER NO PROCESSO
DE DESINFECÇÃO INTRACANAL – EFEITOS DIRETOS FRENTE A
ENTEROCOCCUS FAECALIS: REVISÃO DE LITERATURA**



MACEIÓ/ ALAGOAS
2022.2

ALICE VITÓRIA ALVES DA SILVA

KAILLA OLIVEIRA DE ALMEIDA



**BENEFÍCIOS E APLICABILIDADE CLÍNICA DO USO DE LASER NO PROCESSO
DE DESINFECÇÃO INTRACANAL + EFEITOS DIRETOS FRENTE A
ENTEROCOCCUS FAECALIS: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Curso de Odontologia da Universidade Federal de
Alagoas, como parte dos requisitos para conclusão
do curso de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Profa. Dra. Rafaela Andrade de
Vasconcelos.

MACEIÓ/ ALAGOAS

2022.2

Catlogação na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

S586b Silva, Alice Vitória Alves da.
Benefícios e aplicabilidade clínica do uso do laser no processo de desinfecção intracanal - efeitos diretos frente a *Enterococcus faecalis*: Revisão de literatura / Alice Vitória Alves da Silva, Kailla Oliveira de Almeida. – 2022.
54 f. : il.

Orientadora: Rafaela Andrade de Vasconcelos.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Odontologia) –
Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Odontologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 53-54.

1. Lasers. 2. Endodontia. 3. Fotoquimioterapia. 4. Enterococcus faecalis.
I. Almeida, Kailla Oliveira de. II. Título.

CDU: 616.314

AGRADECIMENTOS

Eu, Alice Vitória, sou imensamente grata, primeiramente, a Deus, por iluminar meus caminhos desde a aprovação no curso até o momento, me tornando apta e preparada para edificar tal trabalho. Em segundo, exalto o papel primordial de minha família, especialmente meus pais, por ofertar-me toda força e suporte efetivo diante os momentos difíceis, em que cogitei fraquejar ou desistir.

Em especial, quero ressaltar minha imensa gratidão à nossa orientadora Prof.^a Dra. Rafaela Andrade de Vasconcelos. Obrigada por acreditar em nosso trabalho e por todo empenho, instrução e direcionamento oferecidos. Aos demais professores do curso da FOUFAL também reverencio e agradeço por todo conhecimento e ensino de qualidade proporcionados.

Eu, Kailla Oliveira, primeiramente, e de mais forte voz, quero agradecer a Deus por ter me edificado e escutado minhas preces, não me permitindo desistir ou fracassar, perante aos períodos tortuosos vividos. Agradeço pela graça da vida e da saúde, ainda mais após o cenário pandêmico enfrentado.

Quero expressar minha total gratidão a minha mãe, Jeiny Claudia Oliveira, por toda doçura, amor e compreensão ofertados, minha irmã - Brenda Oliveira e avó - Maria Luiza - por sempre se fazerem presentes em todos momentos de minha vida. Assim como, quero agradecer imensamente minhas tias Dulcinéia Sibaldo, Antônia Antenor e Quitéria Sibaldo, pelo total apoio oferecido durante toda minha jornada acadêmica, edificando uma estruturação sólida que me fez chegar até aqui.

Em especial, agradeço nossa querida orientadora Prof.^a. Dr.^a. Rafaela por aceitar nosso convite de prontidão e por nos apoiar e guiar de forma tão acolhedora durante toda construção do trabalho. Também expressei meu agradecimento aos professores que compõem a banca – Prof. Dr Daniel Oliveira e Prof.^a. Dr.^a. Larissa Fragoso – por se fazerem presentes nesta etapa tão especial e importante de minha vida. Aos demais professores da instituição também expressei o meu mais sincero sentimento de gratidão. Seus ensinamentos e perspectivas foram de suma relevância em minha formação e construção como futura profissional. Aos meus queridos amigos de turma, reafirmo meu “obrigada” sem vocês tal jornada não seria tão leve e descontraída.

BENEFÍCIOS E APLICABILIDADE CLÍNICA DO USO DE LASER NO PROCESSO DE DESINFECÇÃO INTRACANAL – EFEITOS DIRETOS FRENTE A ENTEROCOCCUS FAECALIS: Revisão de Literatura
BENEFITS AND CLINICAL APPLICABILITY OF THE USE OF LASER IN THE INTRACHANAL DISINFECTION PROCESS – DIRECT EFFECTS ON ENTEROCOCCUS FAECALIS: Literature Review

Alice Vitória Alves da Silva
Graduanda do curso de Bacharelado em
Odontologia da Universidade Federal de Alagoas
alice.vvitoria@hotmail.com

Kailla Oliveira de Almeida
Graduanda do curso de Bacharelado em
Odontologia da Universidade Federal de Alagoas
kailla.almeida@foufal.ufal.br

Rafaela Andrade de Vasconcelos
Professora da Universidade Federal de
Alagoas
rafaela.vasconcelos@foufal.ufal.br

RESUMO

Introdução: O *Enterococcus faecalis* é um microorganismo potente envolvido em infecções endodônticas resistentes e, perante tal bactéria, o uso do laser pode ser uma ferramenta eficiente. **Objetivo:** O presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia antimicrobiana da terapia a base de laser no processo de limpeza intracanal, destacando-se o combate à *Enterococcus faecalis*, por meio de uma revisão de literatura. **Metodologia:** Nesse estudo, foi realizado um levantamento dos artigos no período de 2013 a 2023 em quatro bancos de dados eletrônicos (PUBMED/ MEDLINE/SCIELO/LILACS), utilizando os seguintes descritores: “Laser”, “Endodontics”, “Photodynamic Therapy”, e “Enterococcus faecalis”. **Resultados:** Ao final do levantamento foram selecionados 20 artigos. Os estudos destacam que diversos protocolos podem ser explorados como meio alternativo à irrigação manual convencional, sendo obtidos, resultados promissores frente ao poder desinfetante. Todavia, a aplicação do laser, foi mais satisfatória como uma modalidade adicional, ou seja, em associação a uma solução irrigadora, sendo ela, a mais habitual, o NaOCl em diversas concentrações. Pontos como eliminação de endotoxinas e o aumento da temperatura, foram trazidos por alguns autores como forma de avaliar os riscos e benefícios da utilização de tal tecnologia na endodontia, ressaltando a importância do estabelecimento de protocolos para garantir a segurança e eficácia do tratamento. **Conclusão:** De acordo com a revisão de literatura realizada, conclui-se que o laser é uma alternativa promissora para o tratamento endodôntico, destacando-se ação frente à *E. faecalis*. Porém, mais estudos clínicos são necessários para confirmar a eficácia como terapêutica única. **PALAVRAS-CHAVES:** Laser/ Endodontia/ Terapia Fotodinâmica/ Enterococcus faecalis.

ABSTRACT

Introduction: *Enterococcus faecalis* is a potent microorganism involved in resistant endodontic infections and, in the face of such bacteria, the use of laser can be an efficient tool. **Objective:** The present study aims to evaluate the antimicrobial efficacy of laser-based therapy

in the intracanal cleaning process, highlighting the fight against *Enterococcus faecalis*, through a literature review. **Methodology:** In this study, a survey of articles from 2013 to 2023 was carried out in four electronic databases (PUBMED/MEDLINE/SCIELO/LILACS), using the following descriptors: “Laser”, “Endodontics”, “Photodynamic Therapy”, and “*Enterococcus faecalis*”. **Results:** At the end of the survey, 20 articles were selected. Studies highlight that several protocols can be explored as an alternative to conventional manual irrigation, with promising results being obtained in terms of disinfectant power. However, laser application was more satisfactory as an additional modality, that is, in association with an irrigating solution, the most common being NaOCl in different concentrations. Points such as the elimination of endotoxins and the increase in temperature were brought up by some authors as a way of assessing the risks and benefits of using such technology in endodontics, emphasizing the importance of establishing protocols to guarantee the safety and efficacy of the treatment. **Conclusion:** According to the literature review carried out, it is concluded that the laser is a promising alternative for endodontic treatment, highlighting its action against *E. faecalis*. However, more clinical studies are needed to confirm its efficacy as a single therapy.

KEYWORDS: Laser/ Endodontics/ Photodynamic Therapy/ *Enterococcus faecalis*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Fluxograma evidenciando a metodologia do processo de levantamento e seleção de artigos	14
----------	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Busca e refinamento de pesquisa	15
Tabela	- Objetivação dos estudos selecionados	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LASER	Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
Er:YAG	Granada de alumínio de ítrio dopado com érbio
Nd:YAG	Granada de alumínio de ítrio dopado com neodímio
Er,Cr:YSG G	Granada de alumínio de ítrio dopado com érbio/cromo
Nd: VO ₄)	Neodímio: vandato
TFPa/ PDT/ aPDT/ TFD	Terapia fotodinâmica antimicrobiana
PS	Fotossensibilizador
ISC	Cruzamento entre sistemas
0PS	Fotossensibilizador no estado fundamental
1PS*	Fotossensibilizador estado excitado singlete
3PS*	Fotossensibilizador estado excitado triplo
(O ₂ .-)	Radical superóxido
H ₂ O ₂	Peróxido de hidrogênio
OH·	Hidroxila
ONOO ⁻)	Peroxinitrito
1O ₂ *	Oxigênio molecular singlete
PIPS	Fluxo fotoacústico induzido por fótons
PUBMED	U. S. National Library of Medicine
MEDLINE	Medical Literature Analysis and Retrieval System Online

LILACS	Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde
SCIELO	Scientific Electronic Library Online
MB	Azul de metileno
MG	Verde de malaquita
PQM/ CMP	Preparo químico-mecânico
LPS	Lipopolissacarídeo
LTA	Ácido lipoteicóico
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 METODOLOGIA.....	14
3 RESULTADOS.....	16
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
5 DISCUSSÃO.....	37
5.1 Lasers x Técnicas de irrigação.....	37
5.2 Laser x Preparo do canal.....	38
5.3 Lasers x Substâncias irrigadoras.....	39
5.4 Tipos de Lasers (alta e baixa potência).....	40
5.5 Tempo de Irradiação.....	41
5.6 Número de aplicações x Número de sessões	41
5.7 PDT x Eliminação de endoxinas.....	42
5.8 Laser x Método de avaliação de permanência de espécimes bacterianas.....	42
5.9 Laser x Limitações.....	43
6 CONCLUSÃO.....	44
7 REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico visa remover completamente a polpa dentária infectada e inflamada, limpar e selar o sistema de canais radiculares para evitar a reinfecção (POURHAJIBAGHER, 2018). Assim, o tratamento endodôntico efetivo é a única maneira de alcançar a cicatrização e reparação periapical, uma vez que, induz a remoção de bactérias e substratos patógenos. Todavia, vale ressaltar que fatores como a complexa anatomia intracanal e a presença de istmos são desafios enfrentados durante as técnicas de preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares, e deste modo, sendo apontada como uma alternativa promissora a incorporação dos lasers no protocolo de desinfecção endodôntico (KASIĆ, 2017).

Um dos principais patógenos para infecções persistentes no ápice dentário é o *Enterococcus faecalis*, uma das espécies mais resistentes devido à sua capacidade de formar biofilmes complexos e sobreviver meses sem nutrientes. Os microrganismos podem entrar na dentina circundante através dos túbulos dentinários, e a contaminação atingir profundidades de aproximadamente 1000µm (YILDIRIM, 2013). Assim, a aplicação da tecnologia do laser pode ser uma alternativa diante da profundidade da infecção e a complexidade do sistema de canais radiculares, o que impossibilita a instrumentação e limpeza totalmente satisfatória de todo sistema (MANDRAS, 2020).

A palavra “laser” é definida como um acrônimo inglês para “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, em tradução direta “Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”. O embasamento teórico para a produção e utilização da luz do laser datam cerca de 90 anos. A “teoria quântica da radiação”, postulada por Albert Einstein em 1917, é tida como o grande marco para os estudos futuros acerca da aplicabilidade de tal princípio. Todavia, a aplicação da teoria só se fez possível, em 1960, com o experimento proposto pelo físico e engenheiro norte-americano, Theodore Maiman, no qual um dente extraído foi exposto ao laser de rubi, sendo observada, pela primeira vez, a emissão de radiação estimulada com luz visível (NAJEEB, 2015). Tal criação de Maiman, o laser de rubi sólido, foi o impulso necessário para o lançamento de vários modelos de laser. Com a possibilidade eminente de utilizar esta tecnologia para fins médicos, iniciou-se uma série de estudos, que permitiram a inserção paulatina dessa ferramenta em várias áreas da Medicina e posteriormente da Odontologia (CAROLINE, 2018).

Apesar da primeira demonstração prática da tecnologia do laser ter sido realizada irradiando-se um dente extraído, o uso, de fato, de tal ferramenta na odontologia só se fez possível em 1989. Apenas com o estudo experimental de Keller e Hibst (KELLER, 1989), utilizando um laser Er:YAG pulsada de 2,94 μm , in vitro, em dentes extraídos, foi demonstrado, de forma eficaz, o corte e remoção de esmalte, dentina e lesões cariosas, sendo o mesmo comercializado em 1995 (NAJEEB, 2015).

Como meios ativos, atualmente, são encontrados no mercado direcionado à odontologia: CO₂, granada de alumínio de ítrio dopado com neodímio (Nd: YAG), granada de alumínio de ítrio dopado com érbio (Er: YAG), granada de alumínio de ítrio dopado com érbio/cromo (Er, Cr: YSGG), diodo e neodímio: vandato (Nd: VO₄). Os lasers de Nd:YAG e CO₂ são utilizados para debridar tecidos moles, enquanto Er: YAG e Er, Cr: YSGG juntamente com CO₂ lasers são usados para cortar tecidos duros dentários mineralizados (NAJEEB, 2015). Entre tais, destaca-se os lasers de Diodo e sua ação sobre os tecidos duros, emitindo luz no espectro vermelho em baixa intensidade e sendo bem absorvidos pelos tecidos biológicos (SILVA, 2014).

Deste modo, na Odontologia, duas modalidades de lasers são explorados - os lasers de alta potência, também conhecidos como lasers cirúrgicos, que agem promovendo o corte de tecido duro dentário, a ablação hemostática dos tecidos moles e eliminação bacteriana, através da esterilização induzida por aumento de temperatura, e os lasers de baixa potência (não cirúrgicos), responsáveis pela biomodulação e indução de cicatrização tecidual, podendo também promover desinfecção por via da terapia fotodinâmica (YILDIRIM, 2013).

A terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFPa) por definição é uma modalidade terapêutica mediada pela interação química dos seguintes fatores - fotossensibilizador, luz fonte com um comprimento de onda específico e oxigênio (CAROLINE, 2018). Basicamente, o fotossensibilizador (PS) é administrado e, em seguida, ativado por uma luz de comprimento de onda específico. Isso leva à produção de espécies reativas de oxigênio, que causam danos às células –alvo (PRAŽMO, 2017).

Quando um PS é irradiado com um comprimento de onda ressonante de luz, um elétron é excitado do estado fundamental (0PS) para um estado excitado singlete (1PS*). Em seguida, ocorre um cruzamento entre sistemas (ISC), onde a molécula passa do estado excitado singlete para o estado triplo (3PS*), que tem uma vida útil relativamente longa. O Fotoprocesso pode

ocorrer por duas vias - Tipo I, no qual transferência de elétrons entre 3PS* e um substrato gera um ânion radical 3PS.- que interage com o oxigênio molecular para formar um radical superóxido ($O_2\cdot^-$) ou ainda peróxido de hidrogênio (H_2O_2), hidroxila ($OH\cdot$) e peroxinitrito ($ONOO^-$) ou ainda o Fotoprocesso Tipo II, no qual a energia tripleto-triplete ocorre entre 3PS* e $3O_2$ para gerar oxigênio molecular singlete ($1O_2^*$) (KLAUSEN, 2020).

Na especialidade da Endodontia, a terapia fotodinâmica antimicrobiana encontra-se em evidência, graças a teoria atual de “endodontia minimamente invasiva”. Os fatores que colaboram para sua ascensão são - a simplificação das sequências operatórias e redução do tempo de trabalho (KASIĆ, 2017). Outro ponto que prestigia a técnica fotodinâmica encontra-se na ação inespecífica do oxigênio reativo frente ao dano bacteriano, diferentemente do que é visto nos antimicrobianos, evitando, assim, o desenvolvimento de resistência microbiana (CAROLINE, 2018).

Outra modalidade explorada na endodontia trata-se do sistema de fluxo fotoacústico induzido por fótons (PIPS), um protocolo implementado utilizando um laser Er:YAG para ativação de moléculas de água contidas nas soluções irrigantes, nas quais, por ação do laser, são empurradas para planos mais profundos, promovendo uma limpeza mais profunda de todo o sistema de canais radiculares (MANDRAS, 2020).

O *E. faecalis* é frequentemente usado em pesquisas para avaliar a eficácia de agentes antibacterianos e lasers, devido à sua alta resistência a agentes desinfetantes e sua importância em achado de reinfecções endodônticas (PRAŽMO, 2017). Diante do exposto, o presente estudo tem a finalidade de averiguar os benefícios e a aplicabilidade clínica da terapia fotodinâmica antimicrobiana como meio alternativo no processo de desinfecção intracanal, conseqüentemente no combate à *Enterococcus faecalis*, visto que, diversos estudos comprovam a participação de tal agente em reinfecções secundárias de canais radiculares tratados endodonticamente, sendo assim, uma alternativa para a diminuição desses processos.

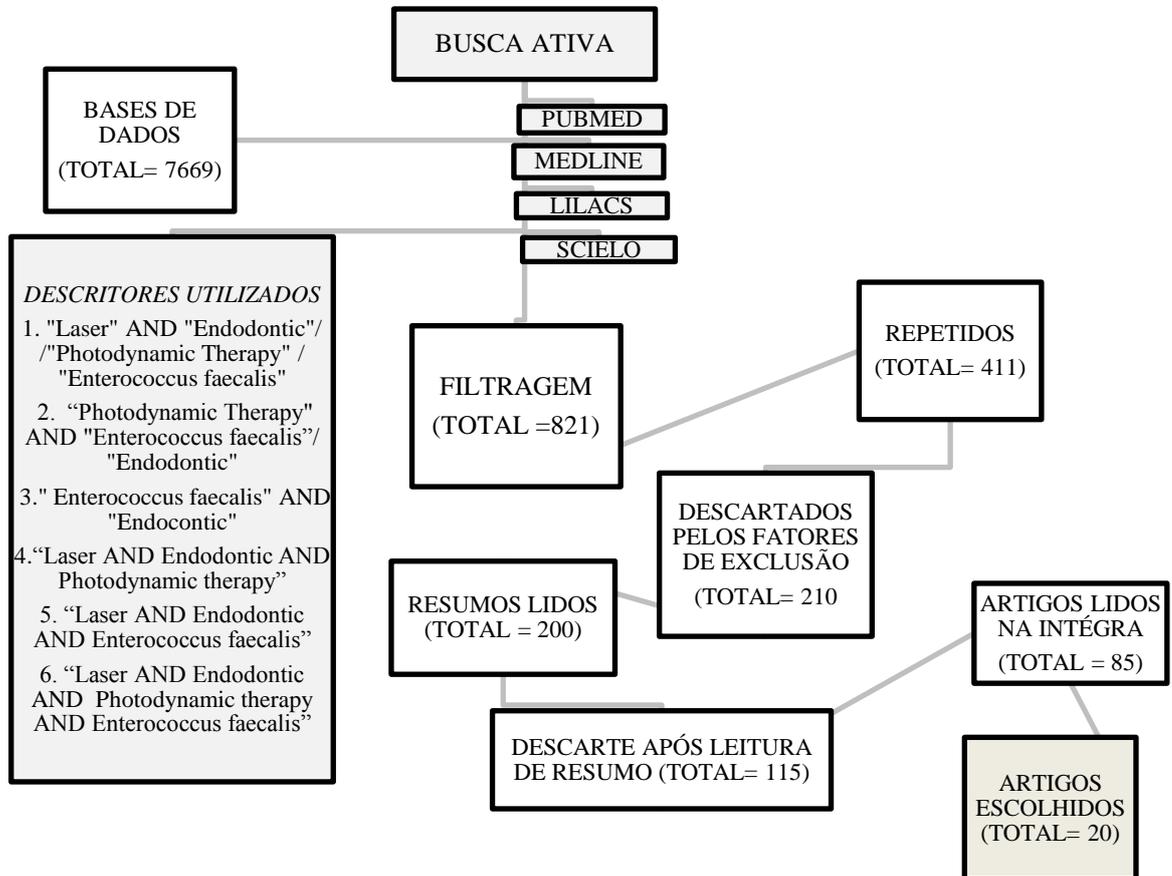
2. METODOOGIA

Foi realizado um estudo exploratório, utilizando quatro bancos de dados eletrônicos (PubMed, Scielo, Medline e LILACS) para o levantamento dos artigos científicos. Os seguintes descritores foram correlacionados para a pesquisa: “Laser”, “Endodontic”, “Photodynamic Therapy”, e “Enterococcus faecalis”, combinados a partir do operador booleano “AND”. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos no período de 2013 a 2023.

Os critérios de inclusão estabelecidos para a seleção dos artigos foram: artigos sendo do tipo estudo clínico ou randomizado, publicados em português, inglês e espanhol, disponíveis em versão completa, publicados e indexados nos referidos bancos de dados nos últimos dez anos (2013 - 2023) e que retratassem a temática de forma clara e conclusiva. Sendo assim, os critérios de exclusão considerados foram: artigos com resultados inconclusivos, presença de conflitos de interesses, monografias, revisões de literatura e artigos duplicados. Tendo como objetivo avaliar a efetividade clínica e antimicrobiana do laser perante a *Enterococcus faecalis*, seguiu-se o processo de pesquisa e construção da revisão (**Figura 1**).

Após o levantamento dos artigos e leitura objetiva dos títulos, foi implementada a exclusão dos artigos duplicados, artigos que não abordassem de forma satisfatória os descritores em seu título. Após esta primeira etapa, seguiu-se para a leitura dos resumos, na qual os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão foram excluídos. Em seguida, os artigos que passaram pela triagem foram lidos na íntegra, passando para o processo de seleção. Após referida leitura e processo de filtragem foram selecionados para compor tal revisão literária 20 artigos (**Figura 1**).

Figura 1 – Fluxograma evidenciando a metodologia do processo de levantamento e seleção de artigos



Fonte: Autoras (2023)

3. RESULTADOS

Utilizando os descritores selecionados nas bases de dados foram obtidos, ao total, sem considerar o número de textos repetidos, um volume de 7669 artigos. Ao adicionar os filtros de interesse, tal número regride para 821, sendo destes, cerca de 411 artigos repetidos. Após o levantamento dos artigos e leitura objetiva dos títulos, foi implementada a exclusão dos artigos duplicados, artigos que não abordassem de forma satisfatória os descritores em seu título. Depois desta primeira etapa, seguiu-se para a leitura dos resumos, na qual os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão foram excluídos. Em seguida, os artigos que passaram pela triagem foram lidos na íntegra, passando para o processo de seleção. Após referida leitura e processo de filtragem foram selecionados para compor tal revisão literária 20 artigos (**Figura 1**). Diante da utilização dos descritores nos bancos de dados o número de artigos obtidos, filtrados e selecionados foi observado e notificado. O método de busca e refinamento de pesquisa é exposto na forma de tabela (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Busca e refinamento de pesquisa

DESCRITORES	“Laser AND Endodontic”
BANCO DE DADOS	PUBMED
TOTAL	2308
FILTROS	91
ARTIGOS SELECIONADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. TENNERT, C. et al. <i>Effect of photodynamic therapy (PDT) on Enterococcus faecalis biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. BMC Oral Health, v. 14, n. 1, 4 nov. 2014.</i> 2. MATHEW, J. et al. <i>Viability and antibacterial efficacy of four root canal disinfection techniques evaluated using confocal laser scanning microscopy. Journal of Conservative Dentistry, v. 17, n. 5, p. 444, 2014</i> 3. KIVANC, B. H. et al. <i>Evaluation of antimicrobial and thermal effects of diode laser on root canal dentin. Nigerian journal of clinical practice, v. 20, n. 12, p. 1527-1530, 2017.</i> 4. KASIĆ, S. et al. <i>Efficacy of Three Different Lasers on Eradication of Enterococcus faecalis and Candida albicans Biofilms in Root Canal System. Photomedicine and Laser Surgery, v. 35, n. 7, p. 372–377, jul. 2017.</i> 5. RABELLO, D. G. D. et al. <i>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, set. 2017</i> 6. SUER, K.; OZKAN, L.; GUVENIR, M. <i>Antimicrobial effects of sodium hypochlorite and Er,Cr:YSGG laser against Enterococcus faecalis biofilm. Nigerian Journal of Clinical Practice, v. 23, n. 9, p. 1188, 2020.</i> 	
DESCRITORES	“Laser AND Endodontic”
BANCO DE DADOS	SCIELO
TOTAL	20
FILTROS	20
ARTIGOS SELECIONADOS	

1. SILVA, E. J. et al. Evaluation of photodynamic therapy using a diode laser and different photosensitizers against enterococcus faecalis. <i>Acta odontologica latinoamericana: AOL</i> , v. 27, n. 2, p. 63–65, 2014.	
DESCRITORES	“Laser AND Endodontic”
BANCO DE DADOS	MEDLINE
TOTAL	325
FILTROS	65
ARTIGOS SELECIONADOS	
1. MANDRAS, N. et al. Influence of Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) on Root Canal Disinfection and Post-Operative Pain: A Randomized Clinical Trial. <i>Journal of Clinical Medicine</i> , v. 9, n. 12, p. 3915, 2 dez. 2020.	
2. DIVYA, D. et al. Conceptual combination of disinfection in regenerative endodontics: Conventional versus laser-assisted disinfection. <i>Journal of Conservative Dentistry</i> , v. 24, n. 3, p. 252, 2021.	
DESCRITORES	“Laser AND Photodynamic therapy”
BANCO DE DADOS	LILACS
TOTAL	187
FILTROS	50
ARTIGOS SELECIONADOS	
1. LACERDA, M. F. L. S. et al. Evaluation of the dentin changes in teeth subjected to endodontic treatment and photodynamic therapy. <i>Revista de Odontologia da UNESP</i> , v. 45, n. 6, p. 339–343, 24 nov. 2016.	
DESCRITORES	“Laser AND Photodynamic therapy”
BANCO DE DADOS	PUBMED
TOTAL	946
FILTROS	276
ARTIGOS SELECIONADOS	
1. YILDIRIM, C. et al. Antimicrobial efficiency of photodynamic therapy with different irradiation durations. <i>European Journal of Dentistry</i> , v. 07, n. 04, p. 469–473, out. 2013.	
DESCRITORES	“Laser AND Enterococcus Faecalis”
BANCO DE DADOS	MEDLINE
TOTAL	597
FILTROS	159

ARTIGOS SELECCIONADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. SOHRABI, K. et al. <i>Antibacterial Activity of Diode Laser and Sodium Hypochlorite in Enterococcus Faecalis-Contaminated Root Canals</i>. <i>Iranian Endodontic Journal</i>, v. 11, n. 1, p. 8–12, 2016. 2. OZSES OZKAYA, B. et al. <i>A Comparison of Er:YAG Laser with Photon-Initiated Photoacoustic Streaming, Nd:YAG Laser, and Conventional Irrigation on the Eradication of Root Dentinal Tubule Infection by Enterococcus faecalis Biofilms: A Scanning Electron Microscopy Study</i>. <i>Scanning</i>, v. 2017, p. 1–7, 2017. 	
DESCRITORES	“Photodynamic therapy AND Enterococcus faecalis”
BANCO DE DADOS	MEDLINE
TOTAL	208
FILTROS	60
ARTIGOS SELECCIONADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. PRAŽMO, E. J.; GODLEWSKA, R. A.; MIELCZAREK, A. B. <i>Effectiveness of repeated photodynamic therapy in the elimination of intracanal Enterococcus faecalis biofilm: an in vitro study</i>. <i>Lasers in Medical Science</i>, v. 32, n. 3, p. 655–661, 10 fev. 2017. 2. BATINIĆ, M. et al. <i>Comparison of final disinfection protocols using antimicrobial photodynamic therapy and different irrigants after single-file reciprocating instrumentation against intracanal bacterial biofilm — An in vitro study</i>. <i>Photodiagnosis and Photodynamic Therapy</i>, v. 24, p. 153–157, dez. 2018. 	
DESCRITORES	“Photodynamic therapy AND Endodontic”
BANCO DE DADOS	PUBMED
TOTAL	403
FILTROS	22
ARTIGOS SELECCIONADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. JURIČ, I. B. et al. <i>The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to the conventional endodontic re-treatment: A clinical study</i>. <i>Photodiagnosis and Photodynamic Therapy</i>, v. 11, n. 4, p. 549–555, dez. 2014. 	
DESCRITORES	“Enterococcus faecalis AND Endodontic”
BANCO DE DADOS	PUBMED
TOTAL	1943
FILTROS	23
ARTIGOS SELECCIONADOS	
<ol style="list-style-type: none"> 1 JAMBAGI, N. et al. <i>Comparison of Antimicrobial Efficacy of Diode Laser, Ultrasonic Activated and Conventional Irrigation with 2.5% NaOCl during RCT: An Interventional Study</i>. <i>The Journal of Contemporary Dental Practice</i>, v. 22, n. 6, p. 669–673, 1 jun. 2021. 	
DESCRITORES	“Laser AND Endodontic AND Photodynamic therapy”
BANCO DE DADOS	PUBMED
TOTAL	257
FILTROS	17
ARTIGOS SELECCIONADOS	

1. ALVES-SILVA, E. G. et al. <i>Effect of antimicrobial photodynamic therapy on the reduction of bacteria and virulence factors in teeth with primary endodontic infection. Photodiagnosis and Photodynamic Therapy</i> , v. 41, p. 103292, 1 mar. 2023.	
DESCRITORES	“Laser AND Endodontic AND Enterococcus faecalis”
BANCO DE DADOS	PUBMED
TOTAL	410
FILTROS	11
ARTIGOS SELECIONADOS	
1 CAROLINE et al. <i>Antimicrobial Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment: A Clinical and Molecular Microbiological Study. Photochemistry and Photobiology</i> , v. 94, n. 2, p. 351–356, 1 mar. 2018.	
DESCRITORES	“Laser AND Endodontic AND Photodynamic therapy AND Enterococcus faecalis”
BANCO DE DADOS	MEDLINE
TOTAL	65
FILTROS	22
ARTIGOS SELECIONADOS	
1 POURHAJIBAGHER, M. et al. <i>Antibacterial and Antibiofilm Efficacy of Antimicrobial Photodynamic Therapy Against Intracanal Enterococcus faecalis: An In Vitro Comparative Study with Traditional Endodontic Irrigation Solutions. Journal of dentistry (Tehran, Iran)</i> , v. 15, n. 4, p. 197–204, 2018.	

LEGENDA = Linha total (número total de artigos encontrados ao utilizar a associação de descritores / Linha filtros (número de artigos encontrados ao adicionar os filtros de interesse = Estudo clínico/ Randomizado/ Artigos publicados nos últimos 10 anos) / Linha artigos selecionados (artigos selecionados para compor o estudo).

Fonte: Autoras (2023)

4. REVISÃO DE LITERATURA

Seguindo a metodologia proposta, foi idealizada uma tabela (**Tabela 2**) contendo os estudos utilizados para a realização da revisão, bem como informações relevantes acerca dos artigos como autores, delineamento do estudo, método, protocolo de aplicação do laser e desfecho.

Tabela 2 – Objetivação dos estudos selecionados.

ESTUDOS UTILIZADOS	
ARTIGO	Antimicrobial efficiency of photodynamic therapy with different irradiation durations
AUTOR (ES)	Yildirim C. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2013
DELENIAMENTO DO ESTUDO	O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito microbiano da terapia fotodinâmica (aPDT) realizada em diferentes tempos de exposição em comparação, com efeito da irrigação convencional com NaOCl 5%.
MÉTODO	Neste estudo, <i>IN VITRO</i> , foram utilizados um total de 60 espécimes de elementos dentários extraídos, esterilizados e infectados com <i>E. faecalis</i> . Os 60 espécimes foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos (n = 12): grupo controle (sem tratamento), grupo de tratamento convencional (grupo 1: NaOCl a 5%) e três grupos tratados com aPDT em três tempos de aplicação diferentes: 1, 2 e 4 min, como o grupo 2, 3 e 4 respectivamente. Um protocolo de irrigação padronizada foi usado no grupo de tratamento convencional. Uma agulha de calibre 30 foi colocada no comprimento de trabalho e 10 ml de NaOCl a 5% foram adicionados à amostra durante 15 minutos. Nos grupos de teste PDT, a terapia foi realizada da seguinte forma: após a instrumentação dos canais radiculares, foi aplicado 70 ml de fotossensibilizador estéril de azul de metileno (MB) em todos os corpos de prova dos grupos experimentais. O fotossensibilizador foi deixado no local por 1 min e, em seguida, os espécimes foram enxaguados com água. A irradiação foi realizada com um laser de diodo de 660 nm utilizando uma fibra ótica intracanal com três tempos de exposição diferentes: 1, 2 e 4 minutos. Após os procedimentos de teste, o conteúdo dos canais radiculares foi coletado, diluído e plaqueado, conforme descrito anteriormente. Após incubação por 24 horas, o número de células viáveis (UFC/ml) foi contado para cada amostra.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Técnica PDT com laser Diodo de 660 nm + fotossensibilizador azul de metileno
DESFECHO	O resultado do estudo mostra que tanto o tratamento convencional com NaCl 5%, quanto a PDT realizada por 1 minuto obtiveram resultados adequados, eliminando cerca de 99,8 - 99,9% a carga de microorganismos presentes nos canais radiculares. Com aumento do tempo de exposição no grupo submetido à PDT por 2 min, não foi visualizada

	uma alteração significativa quando comparado ao grupo irradiado por 1 minuto.
ARTIGO	Evaluation of photodynamic therapy using a diode laser and different photosensitizers against <i>Enterococcus faecalis</i>
AUTOR (ES)	Silva EJ, et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2014
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da PDT na viabilidade de <i>E. faecalis</i> usando azul de metileno (MB) e verde de malaquita (MG) como fotossensibilizadores por 30, 60 e 120 segundos.
MÉTODO	Neste estudo, <i>IN VITRO</i> , foram preparadas soluções contendo <i>E. faecalis</i> que foram misturadas com MB e MG. Em seguida, essas amostras foram irradiadas individualmente pelo laser de diodo a diferentes tempos de irradiação (30, 60 ou 120 segundos) e uma distância de 1 mm da fibra óptica. Foi avaliada a eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana utilizando um laser de diodo com comprimento de onda de 660 nm e potência de saída de 40mW, em combinação com soluções de MB e MG, para erradicar microrganismos em solução. Foram realizados testes com diferentes tempos de irradiação (30, 60 e 120 segundos) e soluções de controle positivo (solução salina) e negativo (5,25% de sódio hipoclorito) também foram utilizadas para comparar os resultados. A densidade de energia usada foi de 120 J/cm ² e o diâmetro da fibra óptica de quartzo foi de 400 μ m.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Técnica PDT com laser Diodo de 660 nm + fotossensibilizador azul de metileno e verde de malaquita
DESFECHO	A incubação salina não teve efeito antibacteriano e o NaOCl erradicou completamente o <i>E. faecalis</i> . Quanto a aplicação do laser de Diodo, utilizando o tempo de exposição de 30 segundos, com ambos os fotossensibilizadores, a viabilidade da bactéria diminuiu ligeiramente. Os resultados mostraram que a terapia fotodinâmica com MB e MG foi eficaz na redução de cepas bacterianas com tempo de PDT superior a 60 segundos.
ARTIGO	Viability and antibacterial efficacy of four root canal disinfection techniques evaluated using confocal laser scanning microscopy
AUTOR (ES)	Mathew J. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2014
DELINEAMENTO DO ESTUDO	Foco em avaliar o efeito antimicrobiano e a viabilidade de biofilmes de <i>Enterococcus faecalis</i> em relação a diferentes métodos de irrigação. Os métodos avaliados incluem irrigação convencional, EndoActivator (Dentsply, Tulsa Dental, EUA), irradiação com laser de Diodo e fluxo fotoacústico iniciado por fótons (PIPS).
MÉTODO	Estudo, <i>IN VITRO</i> , com canais radiculares de 130 pré-molares inferiores unirradulares instrumentados e tendo 125 amostras contaminadas com suspensão de <i>E. faecalis</i> e divididas em cinco grupos, de acordo com os protocolos de desinfecção. Grupo 1: Grupo não tratado (controle positivo) não foi submetido a nenhum

	procedimento de desinfecção. Grupo 2: Irrigação com agulha convencional de calibre 30 a 2 mm do ápice com NaOCl 5% por 1 min. Grupo 3: Irrigação com NaOCl 5% por 1 min ativada por “EndoActivator” com ponta ISO tamanho 20 introduzida 1 mm antes do comprimento de trabalho e ativação a 10.000 ciclos/min. Grupo 4: Irrigação com agulha convencional de calibre 30 a 2 mm do ápice com NaOCl 5% por 1 min + irradiação com laser de diodo 940 nm. No Grupo 5: Irrigação com agulha convencional de calibre 30 a 2 mm do ápice com NaOCl 5% por 1 min + Ativação por laser Er,Cr:YSGG (2940 nm)
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Laser de baixa potência - Laser de Diodo 940 nm usando uma ponta de 200 µm introduzida 1 mm antes do comprimento de trabalho por 1 min em potência de pico de 3,5 W. PIPS - Laser Er, Cr:YSGG (2940 nm) usando uma ponteira de 200 µm a 20 Hz e 75 mJ colocada coronalmente ao ápice.
DESFECHO	O grupo submetido a irradiação por Laser de Diodo apresentou a melhor eficácia antibacteriana e menor número de bactérias viáveis em comparação com os outros grupos testados. No entanto, os grupos PIPS e EndoActivator também demonstraram atividade antibacteriana promissora e um menor número de bactérias viáveis em comparação com a irrigação por agulha convencional.
ARTIGO	Effect of photodynamic therapy (PDT) on <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections
AUTOR (ES)	Tennert, C. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2014
DELINEAMENTO DO ESTUDO	Foi posto em análise, o efeito da PDT, perante a irrigação com NaOCl e associação das duas técnicas, em canais radiculares contaminados com <i>Enterococcus Faecalis</i> .
MÉTODO	Estudo, <i>IN VITRO</i> , no qual 60 espécimes foram esterilizados e posteriormente infectados com um isolado clínico de <i>E. faecalis</i> por 72 horas. No grupo no qual utilizou-se a PDT, os dentes foram tratados utilizando-se o fotosensibilizador de azul de toluidina e na fonte de luz a 635 nm por 120 segundos. No grupo NaOCl (hipoclorito de sódio) os canais radiculares foram irrigados com 10 ml de 3% de NaOCl, utilizando uma agulha de calibre 30. No grupo NaOCl-PDT os canais radiculares foram irrigados com 10 ml de 3% de hipoclorito de sódio e depois tratados com PDT. O excesso de hipoclorito de sódio foi removido por irrigação com 2,5 ml de solução de Ringer estéril. Em seguida, foi realizada a terapia fotodinâmica e os canais radiculares foram amostrados de acordo com o protocolo do grupo PDT.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Técnica PDT com laser Diodo de 635 nm + fotossensibilizador azul de toluidina.
DESFECHO	Os canais radiculares tratados apenas com PDT tiveram uma redução na carga bacteriana, resultando em 92,7% de morte de <i>E. faecalis</i> . O tratamento com hipoclorito de sódio a 3% (NaOCl) nos canais

	radiculares alcançou uma redução de 99,9% e a combinação de desinfecção com NaOCl e PDT reduziu a viabilidade bacteriana em 99,9%. A PDT não é uma alternativa, mas pode ser utilizada como um complemento eficaz na desinfecção do canal radicular e remoção de <i>Enterococcus Faecalis</i> .
ARTIGO	The antimicrobial effectiveness of photodynamic therapy used as an addition to the conventional endodontic re-treatment: A clinical study
AUTOR (ES)	Jurič IB, et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2014
DELINEAMENTO DO ESTUDO	Avaliou-se a utilização da terapia fotodinâmica na etapa final do retratamento, bem como o efeito antimicrobiano em infecções intracanaís.
MÉTODO	O estudo clínico, incluiu 21 pacientes selecionados aleatoriamente, de ambos os sexos, com idade entre 20 a 45 anos, sem doenças sistêmicas, que apresentavam incisivos ou caninos com sistema de canais radiculares obturados e infectados com periodontite apical crônica, e que haviam passado por tratamento endodôntico prévio realizado há mais de 2 anos. Na primeira etapa os canais radiculares foram desobturados e uma coleta foi realizada para contagem dos microorganismos presentes. O preparo químico-mecânico foi realizado com a utilização do NaOCl 2,5% como irrigante, usando uma seringa descartável de 2ml com uma agulha com calibre 30, após cada instrumento 1ml de irrigante foi utilizada, por 30 segundos. No fim do PQM, foi utilizada 1ml de EDTA 17% por 1min, seguido de irrigação de 1ml de NaOCl 2,5%. Após, os pacientes foram tratados com um laser Helbo com comprimento de onda de 660 nm e potência de 100 mW. O laser foi aplicado por um total de 60 segundos no modo de onda contínua, utilizando uma ponta de fibra óptica descartável com diâmetro de 450 µm. A ponta foi colocada na porção apical do canal radicular, onde a resistência à fibra foi sentida.
PROTOCOLO DO UTILIZAÇÃO DO LASER	Técnica PDT com laser Helbo / Diodo com comprimento de onda de 660 nm
DESSFECHO	A PDT se mostrou uma ótima medida utilizada como um complemento ao preparo convencional, obtendo satisfatórios resultados na desinfecção, removendo as bactérias em sua totalidade em mais de 50% dos casos.
ARTIGO	Antibacterial Activity of Diode Laser and Sodium Hypochlorite in Enterococcus Faecalis-Contaminated Root Canals
AUTOR (ES)	Sohrabi K, et al.

ANO DE PUBLICAÇÃO	2015
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo desse estudo foi avaliar a capacidade da desinfecção a base do laser de Diodo de 980 nm em comparação ao NaOCl, no combate ao <i>E. Feacalis</i> .
MÉTODO	Estudo <i>IN VITRO</i> no qual foram utilizados um total de 18 espécimes de elementos dentários extraídos, esterilizados e infectados com <i>E. feacalis</i> . No primeiro grupo, após a irrigação com NaOCl 5,25%, os canais foram secos e, em seguida, reinoculados com caldo BHI. Em seguida, os dentes foram armazenados em incubadora a 37 °C por 24 horas. No segundo grupo, o caldo BHI intracanal foi seco e os dentes foram postos à irradiação a laser Diodo, com comprimento de onda de 980 nm, potência de saída de 2,5 W, modo de onda contínua, duração de pulso intervalo de 10 ms. O laser foi irradiado nos canais a uma profundidade de 1 mm aquém do ápice, usando uma fibra óptica com diâmetro de 320 µm por cinco vezes, com intervalos de 15 segundos entre cada aplicação. Após a irradiação, os canais foram inoculados novamente com caldo BHI e os dentes foram armazenados em incubadora a 37 °C por 24 horas. Um dente foi selecionado aleatoriamente para ser o controle positivo, sendo tratado apenas com solução salina normal.
PROTOCOLO DE PUBLICAÇÃO DO LASER	Laser de Diodo de 980 nm
DESFECHO	Foi obtida uma maior desinfecção com a utilização do NaOCl a 5,25% - 99,87%, enquanto que a utilização do laser de Diodo de 980 nm chegou a 96,56%, mostrando, assim, a eficácia de sua utilização.
ARTIGO	Evaluation of the dentin changes in teeth subjected to endodontic treatment and photodynamic therapy
AUTOR (ES)	Lacerda, M. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2016
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo deste estudo foi analisar os efeitos na permeabilidade dos túbulos dentinários e da estrutura dentinária com e sem a utilização do laser de Diodo a 660 nm como coadjuvante na terapia convencional com NaOCl 5%
MÉTODO	Estudo, <i>IN VITRO</i> , utilizando quarenta dentes humanos extraídos de raiz única. Os mesmos foram instrumentados utilizando-se arquivos de NiTi rotativos ProTaper e seguindo a "técnica de preparo de ponta livre". A instrumentação foi realizada utilizando-se um micromotor endodôntico. Tais amostras foram segmentadas em dois grupos – Grupo 1 – irrigação com 5 ml de hipoclorito de sódio a 5,25%, utilizando-se uma seringa com ponta marinha 30-G +5 ml de EDTA a 17%, Grupo 2 – mesmo protocolo do grupo 1 + irradiação com laser Diodo com comprimento de onda de 600 nm, potência de 100 mW e fibra óptica de 400 µm inserida no canal radicular até o ápice por 5min.

PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Técnica PDT com laser Diodo com comprimento de onda de 600 nm + fotossensibilizador azul de toluidina
DESFECHO	Em ambas aplicações foram vistas alterações morfológicas na dentina radicular, ou seja, essa alteração não está relacionada com a utilização do laser nos parâmetros aplicados no estudo. Além disso, foi obtido que a camada de esfregaço foi removida, em maior parte, com a utilização do laser, o que é um bom ponto, uma vez que, com essa remoção em maior totalidade favorece a difusão de irrigantes e medicamentos intracanaís.
ARTIGO	Effectiveness of repeated photodynamic therapy in the elimination of intracanal <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm: an <i>in vitro</i> study
AUTOR (ES)	Pražmo, E. J. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2017
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O presente estudo teve o objetivo de analisar o efeito bactericida da utilização de laser de Diodo a 635 nm aplicado por uma e duas vezes em dentes infectados por <i>E. faecalis</i> e o uso convencional da irrigação intracanal com NaOCl 5,25%.
MÉTODO	Estudo, <i>IN VITRO</i> , utilizando um total de 46 espécimes de elementos dentários extraídos, esterilizados e infectados com <i>E. faecalis</i> . Foram separados em: Grupo 1 com aplicação única de PDT; Grupo 2 - com 2 aplicações de PDT intercaladas por 2 min de pausa; Grupo 3 - com utilização de irrigação de 10 ml de NaOCl a 5,25% por 5 min. O tratamento consistiu em irrigação com solução salina (NaCl 0,9%) estéril seguido da aplicação de solução de azul de toluidina como fotossensibilizador, que ficou no canal por 2 minutos para permitir a absorção. Em seguida, o canal foi irradiado com um laser de diodo com comprimento de onda de 635 nm por 2 minutos, com parâmetros de irradiação de 120 mW e 12 J a 1 mm aquém do ápice. Após a desinfecção química, os canais foram irrigados com 2 ml de NaCl 0,9% estéril.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Técnica PDT com laser Diodo com comprimento de onda de 635 nm + fotossensibilizador azul de toluidina
DESFECHO	Foi atingida uma redução considerável de <i>E. Faecalis</i> , quando foi utilizado a desinfecção com a terapia a laser de Diodo 635 nm, por duas vezes associado ao NaOCl 5,25%. Em contrapartida, o uso do laser em aplicação única não obteve bons resultados. A redução no grupo submetido à aplicação única, obteve uma redução de 45%, já o grupo no qual foram feitas duas aplicações, atingiu a taxa de 95% de desinfecção. Já a irrigação convencional com NaOCl 5,25% não mostrou presença de colônias bacterianas.
ARTIGO	Efficacy of Three Different Lasers on Eradication of <i>Enterococcus faecalis</i> and <i>Candida albicans</i> Biofilms in Root Canal System

AUTOR (ES)	Kasić S, et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2017
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo deste estudo, <i>IN VITRO</i> , foi avaliar a eficácia dos lasers Nd:YAG, Er:YAG e Er,-Cr:YSGG na descontaminação de sistemas de canais radiculares infectados com <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> e irrigados com solução salina.
MÉTODO	Estudo, <i>IN VITRO</i> , utilizando um total de 30 espécimes de elementos dentários extraídos, esterilizados e infectados com <i>E. faecalis</i> e <i>C. albicans</i> . No primeiro grupo experimental, o protocolo de transmissão fotoacústica induzida por fótons (PIPS) foi aplicado utilizando o laser Er:YAG com energia do pulso de 20 mJ, potência de 0,3 W e frequência de 15 Hz. O canal radicular foi irrigado com 5 ml de soro fisiológico usando uma seringa descartável e uma agulha de calibre 27. A ponta do laser foi posicionada na abertura de acesso coronal e aplicado por 40 segundos. No segundo grupo, o laser Nd:YAG foi usado com modo de pulso médio curto, potência de 1,5 W e frequência de 15 Hz. A ponta de entrega do feixe de fibra ótica foi movida lentamente em movimentos circulares de formação de espiral da parte apical para a coronal. Isso foi repetido quatro vezes para cada canal radicular. No terceiro grupo experimental, o laser Er,Cr:YSGG com pontas de disparo radial foi usado em combinação com 5 ml de soro fisiológico e duração do pulso foi de 150 segundos. A potência foi ajustada para 1,25 W, frequência de 15 Hz, com níveis de 34% de ar e 24% de água. A ponta do laser foi posicionada 5 mm apicalmente a partir do acesso coronal.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	PIPS com laser Er:YAG / Lasers de alta potência - laser Nd:YAG e laser Er,Cr:YSGG
DESFECHEO	Entre os três lasers testados, Er,Cr:YSGG apresentou os melhores resultados na redução do número de colônias de <i>E. Faecalis</i> e <i>Candida albicans</i> em canais radiculares. O efeito de purificação do laser Er, Cr: YSGG é superior, quando comparado aos dos lasers Er: YAG e Nd: YAG.
ARTIGO	Does supplemental photodynamic therapy optimize the disinfection of bacteria and endotoxins in one-visit and two-visit root canal therapy? A randomized clinical trial
AUTOR (ES)	Rabello, D. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2017
DELINEAMENTO DO ESTUDO	Avaliou a eficácia da utilização da PDT como um complemento ao meio convencional de tratamento dos canais radiculares com bactérias e endotoxinas em uma ou duas sessões.
MÉTODO	O estudo clínico utilizou um total de 24 pacientes com dentes anteriores permanentes superiores e inferiores uniradiculares. Os critérios de

	<p>inclusão utilizados em seu estudo foram, confirmação do diagnóstico realizado pelo teste de vitalidade pulpar (frio), com bom remanescente coronário (para o isolamento). Foram realizados os acessos e coletas para contagens microbianas. Em seguida, selecionados vinte e quatro canais radiculares primariamente infectados com periodontite apical e divididos aleatoriamente em grupos de tratamento de uma visita (n = 12) e duas visitas. No grupo com uma visita à coleta foi realizada após o PQM e a TFD, já no grupo com duas visitas, a coleta foi feita após o PQM, após 14 dias de medicação e após o TFD. O preparo químico-mecânico (CMP) foi realizado pela técnica de lima única recíproca em combinação com irrigação com hipoclorito de sódio a 2,5% (realizada com seringa descartável e agulha NaviTip 30-G) e enxágue final com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) a 17%. Em seguida, o agente fotossensibilizador azul de metileno (por toda extensão do canal) na concentração de 0,1 mg/ml foi aplicado nos canais radiculares por 60 segundos antes da aplicação do laser de diodo de baixa potência com potência de 60 mW, A fibra foi transferida na porção apical do canal radicular, em um ponto onde se pôde sentir resistência à sua passagem, e movimentos espirais foram realizados manualmente, de apical para cervical, para assegurar a difusão completa da luz no lúmen do canal. Esses movimentos foram repetidos 10 vezes por minuto, enquanto o laser emitia uma luz de 660 nm com potência total de 60 mW durante 120 segundos.</p>
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Técnica PDT com laser Diodo com comprimento de onda de 635 nm + fotossensibilizador azul de toluidina
DESFECHO	A utilização do NaOCl 2,5% e do EDTA 17%, reduziu significativamente as endotoxinas em ambas as sessões, os valores obtidos foram de 95,18% e 96,07% para tratamentos de uma sessão e duas sessões. Em relação ao uso da PDT como um complemento, não obteve alteração com o uso em uma única sessão e com duas sessões não teve uma melhora significativa, acredita-se que como teve alteração das cargas bacterianas nos elementos dentários, pode ter influenciado no resultado, contudo, neste estudo o PDT não obteve um resultado satisfatório.
ARTIGO	A Comparison of Er:YAG Laser with Photon-Initiated Photoacoustic Streaming, Nd:YAG Laser, and Conventional Irrigation on the Eradication of Root Dentinal Tubule Infection by <i>Enterococcus faecalis</i> Biofilms: A Scanning Electron Microscopy Study
AUTOR (ES)	Ozses, B et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2017
DELINEAMENTO DO ESTUDO	Objeto do estudo foi avaliar aplicabilidade de diversos protocolos desinfecção frente à <i>Enterococcus Faecalis</i> , através da ativação do laser Er:YAG com fluxo fotoacústico iniciado por fótons (PIPS), desinfecção com laser Nd:YAG e irrigação convencional, sendo

	experimentados soluções irrigantes distintas (solução salina a 0,9%, NaOCl à 1% e 6%).
MÉTODO	Análise <i>IN VITRO</i> com 110 dentes humanos de raiz única extraídos e autoclavados individualmente a 121 °C por 15 min, sendo inoculados com <i>Enterococcus faecalis</i> em ágar sangue e incubado a 37 °C sob condições microaerófilas por 24 horas. Em seguida, os dentes foram divididos em grupos, cada um com um protocolo de desinfecção a ser analisado. Grupo 1: os canais radiculares foram irrigados por irrigação de seringa convencional com 5 ml de solução salina 0,9% por 40 s + ativação por PIPS (15 Hz, 35 mJ por pulso e 50 µs de duração do pulso) a com fibra endodôntica de 400 µm (calibre 27) posicionada ao nível apical (5 mm antes do comprimento de trabalho) por 20 segundos. Grupo 2: solução de NaOCl 1% + ativação por PIPS a com a ponta da fibra (calibre 27) ao nível apical (5 mm antes do comprimento de trabalho) por 20 segundos. Grupo 3: 5 ml de solução salina 0,9% por 40 s + ativação por PIPS a com a ponta da fibra (calibre 27) ao nível coronal por 20 segundos. Grupo 4: solução de NaOCl 1% + ativação por PIPS a com a ponta da fibra (calibre 27) ao nível coronal por 20 segundos. Grupo 5: irrigação de seringa convencional com 5 ml de solução salina 0,9% por 40 s + irradiação por laser Nd:YAG (com potência de 1,5 W e frequência de 15 Hz ativado por 5 s; em quatro tempos, com intervalo de 15 segundos entre eles) com ponta da fibra óptica de 200 µm de diâmetro e inserida no canal radicular 1 mm antes do comprimento de trabalho por 5 segundos. Grupo 6: a solução de NaOCl 1% + irradiação por laser Nd:YAG com ponta da fibra óptica foi inserida no canal radicular 1 mm antes do comprimento de trabalho por 5 segundos. Grupo 7: irrigação por seringa convencional com 5 ml de solução de NaOCl a 1% administrada com uma agulha de irrigação lateral de calibre 27 por 60 segundos. Grupo 8: irrigação por seringa convencional com 5 ml a solução de Na-OCl a 6% administrada com uma agulha de irrigação lateral de calibre 27 por 60 segundos. Grupo 9: irrigação por seringa convencional com 5 ml de solução salina 0,9% administrada com uma agulha de irrigação lateral de calibre 27 por 60 segundos. Após as aplicações os grupos foram analisados, de acordo com o nível de irradiação da <i>Enterococcus</i> nos terços dos dentes.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Laser Er:YAG (PIPS) - 2940 nm e Laser de alta Nd:YAG 2064 nm
DESFECHO	Algumas diferenças foram encontradas entre os grupos, como a eliminação bacteriana significativamente maior no Grupo 4 em comparação com o Grupo 3 em todos os níveis e diferenças significativas entre os Grupos 7 e 8, exceto no nível médio. No entanto, algumas diferenças foram insignificantes, como as diferenças de pontuação entre os Grupos 1 e 2 no biofilme restante e a irradiação do laser Nd:YAG entre os Grupos 5 e 6. Utilização de laser PIPS e laser Nd:YAG para eliminar o biofilme <i>E. faecalis</i> em diferentes níveis do canal radicular. Os resultados indicam que a ativação do NaOCl pelo laser PIPS pode eliminar o biofilme <i>E. faecalis</i> em todos os níveis do canal radicular, independentemente da posição da ponta da fibra. Além

	disso, o laser Nd:YAG obteve o mesmo resultado. Quanto ao uso de solução salina, a eficácia do laser PIPS, em posição apical, é superior ao laser Nd:YAG, no que tange a eliminação de biofilmes de <i>E. faecalis</i> nos níveis apical e médio.
ARTIGO	Evaluation of antimicrobial and thermal effects of diode laser on root canal dentin
AUTOR (ES)	Kıvanc BH et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2017
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O estudo avaliou o efeito de diferentes intensidades de irradiação do laser de Diodo e o aumento da temperatura durante a aplicação em raízes dentárias, com três grupos experimentais irradiados a 1,2 W, 2 W e 3 W, respectivamente.
MÉTODO	Neste estudo, <i>IN VITRO</i> , foram utilizados um total de 30 espécimes de elementos dentários extraídos, esterilizados e infectados com <i>E. faecalis</i> . O experimento foi realizado em 5 grupos, os três primeiros grupos experimentais irradiados por laser de Diodo de onda contínua à 1,2 W, 2 W e 3 W, respectivamente, usando uma ponta de fibra óptica de 200 µm por um total de 21 s (3 s × 7 s). Também havia um grupo de controle positivo e um grupo de controle negativo, com cinco raízes em cada grupo. Além disso, foram realizados experimentos microbiológicos e térmicos em conjunto com o estudo. O termopar tipo K é um sensor de temperatura que consiste em um fio de Cromel-Alumel, com alta sensibilidade e ampla faixa de temperatura de operação. Ele é conectado a um termômetro digital para medir a temperatura com precisão. No estudo mencionado, o termopar tipo K foi utilizado para medir o aumento de temperatura na superfície da raiz durante a aplicação do laser de diodo em diferentes grupos experimentais. A temperatura máxima foi registrada estatisticamente por meio de ANOVA e teste de Tukey para avaliar diferenças significativas entre os grupos. O nível de significância adotado foi de 0,05 (ou seja, probabilidade de erro de 5%).
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Laser de Diodo
DESFECHO	No presente estudo, foi demonstrado que não ocorreu diferenças significativas nas contagens de colônias de entre os 3 primeiros grupos, o grupo 1 teve valores UFC/ml maiores que o grupo 2 e 3, mas com valores muito próximos, o grupo de controle negativo não apresentou nenhuma bactéria viável e no controle positivo teve valores significativamente maiores de CFU/ml do que todos os grupos experimentais. De acordo com os dados, houve uma diferença significativa no aumento da temperatura entre os grupos experimentais ($P < 0,05$). O Grupo 3 apresentou o maior aumento de temperatura, com uma média de 16,79°C durante a aplicação do laser. O Grupo 2 apresentou uma média de 10,20°C de aumento de temperatura, enquanto o Grupo 1 apresentou uma menor média de aumento de

	<p>temperatura, com 6,25°C durante a aplicação do laser. Estes dados indicam que a utilização de ponta de fibra óptica de 200 µm e uma potência de 3 W resultaram em um aumento de temperatura mais elevado em comparação com pontas de menor diâmetro e potências mais baixas. Então, de acordo com os resultados do estudo, o laser de diodo com 1,2 W foi considerado a opção mais segura para evitar lesões térmicas durante o tratamento de canal radicular, além de ter um desempenho eficiente aos conjuntos de potência de 2 W e 3 W na eliminação da bactéria <i>E. faecalis</i>.</p>
ARTIGO	Antimicrobial Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment: A Clinical and Molecular Microbiological Stud
AUTOR (ES)	Caroline C. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2018
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo do presente estudo foi avaliar a PDT como um complemento ao método convencional de desinfecção intracanal.
MÉTODO	O estudo clínico utilizou um total de 10 pacientes de ambos os sexos, com idade entre 17 e 65 anos, com infecções endônticas primárias em dentes unirradiculares. Indivíduos com paredes pulpares intactas, polpa necrótica confirmada através de testes de sensibilidade pulpar e evidências clínicas e radiográficas de periodontite apical assintomática foram incluídos no estudo. A instrumentação do canal radicular foi realizada na mesma consulta em todos os casos, utilizando 5ml de NaOCl 2,5% como irrigante a cada lima endodôntica, utilizada com o comprimento de 1mm aquém. Em seguida foi utilizado pasta de hidróxido de cálcio preenchendo o canal radicular (com a broca lentulo calibre 35) como medicação temporária, cotosol e CIV. Após 7 dias o dente foi obturado pela técnica híbrida de Tagger. A terapia fotodinâmica antimicrobiana, também conhecida como aPDT, foi utilizada no grupo de teste. Após a conclusão da instrumentação no primeiro dia, uma solução de azul de metileno com concentração de 100 µg/mL foi incorporada no canal e deixar agir por 5 minutos. Em seguida, o excesso de fotossensibilizador foi removido com uma ponta de papel estéril e dente foi irradiado com laser de baixa potência utilizando um laser de índio-gálio-alumínio-fosfeto com comprimento de onda de 660 nm, potência de saída de 100 mW e tempo de exposição de 40 segundos, com um laser óptico acoplado a uma fibra de 55 mm. Foi utilizada uma ponta de fibra óptica a 1mm aquém do ápice radicular. Em seguida os canais foram preenchidos com medicação intracanal, como foi descrito a cima.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Terapia PDT com laser de índio-gálio-alumínio-fosfeto com comprimento de onda de 660 nm
DESFECHO	Mais estudos precisam ser realizados para melhor confirmação do auxílio da PDT no tratamento endodôntico, neste estudo foi visto que aPDT pode ser usada com adjuvante na desinfecção intracanal.

ARTIGO	Antibacterial and Antibiofilm Efficacy of Antimicrobial Photodynamic Therapy Against Intracanal <i>Enterococcus faecalis</i>: An <i>In Vitro</i> Comparative Study with Traditional Endodontic Irrigation Solutions
AUTOR (ES)	Pourhajibagher, M. et al
ANO DE PUBLICAÇÃO	2018
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo deste presente estudo foi avaliar a eficácia da utilização dos meios convencionais de irrigação intracanal com NaOCl a 5,25% e Clorexidina a 0,2% e 2% em comparação com o uso da PDT, para remoção de <i>E. Faecalis</i> dos canais radiculares.
MÉTODO	Estudo <i>IN VITRO</i> no qual as amostras foram preenchidas com 100 ml de <i>E. faecalis</i> recém-cultivada e subdivididas de acordo com os protocolos de desinfecção. (1) Fotossensibilizador Curcumina + aPDT a base de LED (diodo emissor de luz por 5 minutos com 360 J/cm ²) / (2) Fotossensibilizador Verde de indocianina + PDT (laser de diodo comprimento de onda de 810 nm, intensidade de saída de 250 mW e tempo de irradiação de 1 min) (3) 0,2% Clorexidina/ 4) 2,0% Clorexidina / (5) 5,25% NaOCl / (6) Controle (sem exposição a LED, laser de diodo, fotossensibilizadores ou soluções de irrigação)
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Terapia PDT com laser de Diodo comprimento de onda de 810 nm e LED
MÉTODO	Todos os métodos utilizados NaOCl, CH, laser com fotossensibilizador (curcumina e verde de indocianina) tiveram um resultado, apresentando uma redução considerável de <i>E. faecalis</i> . A redução maior foi com o uso do NaOCl, seguida por CH, e após pela PDT por ambos os fotossensibilizadores, tendo como resultado a eficácia do uso da PDT contra a <i>E. faecalis</i> , como um adjuvante.
ARTIGO	Comparison of final disinfection protocols using antimicrobial photodynamic therapy and different irrigants after single-file reciprocating instrumentation against intracanal bacterial biofilm — An <i>in vitro</i> study
AUTOR (ES)	Batinić, M. et al
ANO DE PUBLICAÇÃO	2018
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficácia do uso da PDT após 4 protocolos de desinfecção, com irrigantes como NaOCl, EDTA e Qmix (irrigante combinado: EDTA, clorexidina, detergente) e realizar a devida comparação.
MÉTODO	Estudo, <i>IN VITRO</i> , no qual foram utilizados um total de 68 espécimes de elementos dentários extraídos, esterilizados e infectados com <i>E. faecalis</i> . As amostras foram distribuídas em 4 grupos. Após instrumentação mecânica os protocolos experimentais foram aplicados. O Grupo 1 utilizou uma combinação de irrigação com NaOCl e EDTA,

	<p>seguida de aPDT. A irrigação com NaOCl foi realizada com 2 ml de solução a 2,5% durante 30 segundos, utilizando uma seringa e agulha 30G. Em seguida, o canal foi irrigado com 2 ml de EDTA, sendo deixado no canal por 1 minuto para remoção da camada de <i>smear layer</i>. Depois disso, o canal foi seco e a aPDT com luz de 660 nm foi aplicada por 1 minuto. No Grupo 2, os canais radiculares foram irrigados com 2 ml de NaOCl 2,5% durante 30 s, usando seringa e agulha 30G, seguido de irrigação com 2 ml de EDTA deixados por 1 minuto no canal. Depois disso, o canal foi irrigado com mais 2 ml de NaOCl 2,5% por 30 s, usando seringa e agulha 30G. No Grupo 3, os canais radiculares foram irrigados com NaOCl 2,5% por 30 segundos usando seringa e agulha 30G para remover detritos, seguidos pela irrigação com 3ml de QMiX, deixando a solução no canal por 60 segundos para limpar e desinfetar o canal radicular. No Grupo 4 (NaOCl + EDTA), os canais radiculares foram irrigados com 3 ml de NaOCl 2,5% por 30 segundos, e depois com 2 ml de EDTA, sendo deixado no canal por 60 segundos.</p>
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Terapia PDT com laser Diodo de 660 nm
DESFECHO	Foi obtido neste estudo que a maior desinfecção dos canais foi com o uso do NaOCl e Qmix (irrigante combinado: EDTA, clorexidina, detergente), seguidos pelo uso do NaOCl + EDTA + aPDT que obteve resultados semelhantes ao uso do NaOCl + EDTA + NaOCl.
ARTIGO	Antimicrobial effects of sodium hypochlorite and Er,Cr:YSGG laser against <i>Enterococcus faecalis</i> biofilm
AUTOR (ES)	Suer K et al.
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito antimicrobianos da utilização do laser Er, Cr:YSGG com e sem associação do NaOCl, em elementos dentários mandibulares, infectados pela <i>E. faecalis</i> .
MÉTODO	Estudo <i>IN VITRO</i> no qual foram utilizados um total de 81 espécimes de elementos dentários extraídos, esterilizados e infectados com <i>E. faecalis</i> . Divididos aleatoriamente em 4 grupos e tratados de acordo com diferentes protocolos. O Grupo 1 (n = 25) recebeu tratamento a laser utilizando o laser Er, Cr:YSGG com uma potência de saída de 2W, uma taxa de repetição de 20 Hz, 25% de água e 35% de ar. O Grupo 2 (n = 25) recebeu tratamento com laser Er, Cr:YSGG com uma potência de saída de 0,45 W, uma taxa de repetição de 20 Hz, sem água e ar, combinada com irrigação de NaOCl a 2,5%. O Grupo 3 (n = 25) recebeu irrigação com NaOCl a 5% como solução de irrigação do canal radicular. Os espécimes foram irrigados com 2 ml de NaOCl por 1 minuto. O Grupo 4 (n = 6) não recebeu nenhum tratamento e serviu como grupo controle. Durante a irradiação do laser, cada amostra foi tratada com um ciclo de laser, que consistiu em quatro irradiações de dez segundos cada com intervalos de 5 segundos entre elas, e a ponta da fibra foi inserida até o ápice. O laser foi então ativado e o canal radicular foi irradiado da região apical para cervical com movimentos helicoidais. Um investigador foi designado para realizar todas as irradiações (LM).

PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Laser de alta potência - laser Er, Cr:YSGG
DESFECHO	Nesse estudo foi obtido que no grupo 1 - com utilização apenas do laser - foi obtida uma diminuição de aproximadamente 50% da <i>E. Feacalis</i> , quando comparado com o grupo controle, enquanto no grupo 2 - que usou a combinação do laser e o NaOCl - foi obtida uma eliminação de 100%, medida igualmente obtida pelo grupo 3, se provando um método de tratamento eficaz para a desintegração das bactérias do canal radicular, contudo só a utilização do NaOCl a 5% obteve a mesma resposta.
ARTIGO	Influence of Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) on Root Canal Disinfection and Post-Operative Pain: A Randomized Clinical Trial
AUTOR (ES)	Mandras, N et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2020
DELINEAMENTO DO LASER	O presente estudo teve o objetivo de avaliar a capacidade bactericida do laser PIPS (fluxo fotoacústico induzido por fótons) Er:YAG, nos canais radiculares em comparação os meio de irrigação convencional (NaOCl 5%).
MÉTODO	O estudo clínico <i>IN VIVO</i> , em dentes com diagnóstico de necrose pulpar sintomática ou assintomática com, ou sem periodontite associada a biofilme. Após remoção do tecido cariado, acesso e coleta microbiana, ambos os grupos tiveram seus canais radiculares irrigados com soluções de NaOCl 5% e EDTA 10%, alternadamente entre eles, com um volume total de 10 ml para cada. A irrigação endodôntica manual padrão (Grupo A) foi realizada usando uma agulha de aço 30G com ventilação lateral após cada instrumento antes do acabamento apical. Durante a ativação das soluções de irrigação, a agulha foi movida com uma amplitude de aproximadamente 2 mm enquanto posicionada dentro do canal sem engatar nas paredes e aproximadamente 3 mm do comprimento de trabalho durante todo o processo. O Grupo B (irradiado por Er: Laser YAG) caracterizada por um comprimento de onda de 2940 nm em intervalos de exposição de 30 s. O laser foi ajustado com valores de frequência de 15 Hz e energia de 20 mJ, garantindo uma potência total de 0,30 W (Foi utilizada uma ponta de quartzo padronizada, na porção coronária, sem necessidade de coloca-la dentro do canal). A duração do pulso foi ajustada para o Super Short Pulse (SSP), igual a 50 µs. Durante o uso, o spray de ar/água da peça de mão foi desligado. Após a irrigação manual com NaOCl e EDTA, a irrigação por laser (LAI) foi realizada da seguinte forma: PIPS (Fotoacústica Intracanal Desinfecção) foi realizado por 30 segundos com um fluxo contínuo de 10% de solução de EDTA (5 ml) para remover o <i>Smear Layer</i> e facilitar a penetração da luz laser; em seguida, foi realizado PIPS por 30 segundos com um fluxo contínuo de

	água destilada estéril (5 ml) para remover qualquer resíduo de EDTA; por fim, foi realizado PIPS três vezes por 30 segundos com um fluxo contínuo de NaOCl 5% (5 ml) com um intervalo de 30 segundos de pausa entre os ciclos, para a efetivação do canal radicular.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Técnica PIPS com laser Er:YAG
DESFECHO	Ambos os métodos tiveram uma desinfecção eficiente, contudo a técnica utilizando o PIPS, obteve melhores resultados, sendo considerado um sistema viável para desinfecção endodôntica.
ARTIGO	Conceptual combination of disinfection in regenerative endodontics: Conventional versus laser-assisted disinfection
AUTOR (ES)	Divya, D. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2021
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo desse estudo foi avaliar o desfecho da desinfecção dos canais radiculares realizado pelo método convencional com NaOCl e laser por 1,3 e 6 meses.
MÉTODO	O estudo clínico utilizou um total de 18 crianças com dentes incisivos centrais permanentes necrosados com desenvolvimento radicular incompleto. Seguindo o protocolo AAE (American Association of Endodontists) para tratamento endodôntico regenerativo, na primeira sessão, foi realizado o acesso e coleta para contagem das colônias bacterianas de cada indivíduo. O Grupo A realizou a irrigação química copiosa e suave de NaOCl 1,5% com agulha fechada de ventilação lateral (20 ml/canal, 5 min) seguida de irrigação com 17% de EDTA (20 ml/canal, 5 min). No Grupo B, a irrigação com NaOCl 1,5% com agulha fechada de ventilação lateral (20 ml/canal, 5 min) foi seguida pela transmitida com laser de diodo de 810 nm com potência 1 W, comprimento de pulso de 20 ms e duração de intervalo de 20 ms. A ponta de fibra ótica (200 microns) foi direcionada 1 mm aquém do comprimento de trabalho e a irradiação do laser foi realizada com o irrigante no canal por 15 s, seguido de irrigação com 17% de EDTA. Na segunda sessão, a vedação coronal foi realizada com MTA após a realização das demais etapas do processo de regeneração endodôntica. Depois uma avaliação pós-tratamento foi realizada com 1, 3 e 6 meses.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Laser de Diodo de 810 nm
DESFECHO	Os dentes submetidos à desinfecção mediada por laser, apresentaram melhores resultados quando comparados ao método convencional, nas 3 modalidades avaliadas, após o período de 6 meses.
ARTIGO	Comparison of Antimicrobial Efficacy of Diode Laser, Ultrasonic Activated and Conventional Irrigation with 2.5% NaOCl during RCT: An Interventional Study

AUTOR (ES)	Jambagi, N. et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2021
DELINEAMENTO DO ESTUDO	O objetivo deste presente estudo foi de avaliar a eficácia da desinfecção dos canais radiculares com o uso do laser de diodo, a utilização de NaOCl 2,5% com o uso de agulha convencional e ultrassom.
MÉTODO	O estudo clínico utilizou um total de 60 dentes unirradiculares. Os critérios de inclusão utilizados em seu estudo foram, dentes não vitais (diagnosticados pelos testes de vitalidade e radiográficos), participantes com histórico médico não contributivo e dentes com estrutura coronal adequada, garantindo uma boa esterilização, instrumentação e isolamento. Na primeira sessão, foi realizado o acesso e coleta para contagem das colônias bacterianas de cada indivíduo. Na segunda sessão, a instrumentação foi realizada com o sistema rotatório ProTaper Universal pela técnica Crown down e o hipoclorito de sódio a 2,5% foi usado para irrigação em todos os três grupos, após a preparação inicial com NaOCl a 3%. O grupo I utiliza um laser de Diodo de 940 nm para desinfetar o canal, com a fibra de diodo comandada 1 mm aquém do ápice por 5 segundos, repetir quatro vezes com intervalo de 5 segundos entre cada um. Já o grupo II utiliza irrigação por ultrassom com hipoclorito de sódio a 2,5% por 3 minutos com um fluxo contínuo de 50 ml. Por fim, o grupo III utiliza irrigação com 2 ml de hipoclorito de sódio a 2,5% após cada instrumentação com uma seringa descartável de agulha calibre 26. Após o procedimento foi realizada uma nova coleta para contagem.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO	Laser de Diodo de 940 nm
DESFECHO	Neste estudo, o que obteve melhor diminuição microbiana foi o laser de Diodo quando comparado aos outros 2 grupos, seguido pela ultrassônica. Acredita-se que o uso de agulha convencional tenha reduzido em menor quantidade a atividade microbiana, pois a concentração de NaOCl foi de apenas 2,5% e diversos outros estudos que usaram a concentração de 5% tiveram melhores resultados.
ARTIGO	Effect of antimicrobial photodynamic therapy on the reduction of bacteria and virulence factors in teeth with primary endodontic infection
AUTOR (ES)	Alves-Silva et al.
ANO DE PUBLICAÇÃO	2023
DELINEAMENTO DO ESTUDO	Objetivo deste estudo foi através de um ensaio clínico avaliar se a terapia fotodinâmica suplementar é eficaz na melhora da remoção bacteriana, bem como na redução dos níveis de lipopolissacarídeo (LPS) e ácido lipoteicóico (LTA).

MÉTODOS	Este estudo randomizado envolveu 24 canais radiculares com necrose pulpar e lesão periapical, divididos aleatoriamente em dois grupos: um grupo que recebeu tratamento endodôntico convencional com preparação química-mecânica (CMP) (n = 12) e um grupo que recebeu terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) após CMP (n = 12). Amostras foram coletadas antes e depois do CMP no grupo convencional, e após a terapia fotodinâmica no grupo aPDT. O fotossensibilizador utilizado foi o azul de metileno 0,005%, aplicado por 3 minutos após o CMP, e aPDT foi realizado usando um laser vermelho com potência de 30 mW e densidade de energia de 9 J/cm ² por 90 segundos por canal radicular. A técnica de cultura foi usada para quantificar as unidades formadoras de colônias bacterianas.
PROTOCOLO DE APLICAÇÃO DO LASER	Terapia PDT com laser vermelho com potência de 30 mW
DESFECHE	Ambos os grupos CMP e aPDT diminuíram significativamente os níveis de LPS e LTA (p < 0,05), com diferença estatística entre os grupos a favor da aPDT (p < 0,05). O uso da terapia fotodinâmica como adjuvante ao CMP se mostrou eficaz em melhorar a desinfecção do canal radicular e reduzir os níveis de LPS e LTA em dentes com infecção endodôntica primária.

Fonte: Autoras (2023)

5. DISCUSSÃO

5.1 Lasers x Técnicas de irrigação

Estudos realizados por MATHEW et al. (2014), JAMBAGI et al. (2021) e DIVYA et al. (2021) concluíram que a incorporação dos lasers na técnica endodôntica induziu uma melhor eficácia antimicrobiana, do que demais técnicas de irrigação. Ainda, MATHEW et al (2014) sugerem que a irrigação convencional necessita de uma suplementação para alcançar melhores resultados, uma vez que, diante dos diversos protocolos - irrigação mecanicamente ativada, irrigação ativada com laser de Diodo de 940 nm e o fluxo fotoacústico iniciado por fótons (PIPS) – a irrigação manual com NaOCl a 5 % mostrou-se menos eficiente (MATHEW, 2014).

No entanto, resultados divergentes foram observados no estudo realizado por SOHRABI et al. (2016), que evidenciou que a técnica de irrigação teve uma redução maior de bactérias quando comparada ao uso isolado de laser. Estes resultados podem ser controversos devido à diferença de metodologia utilizada, profundidade da ponta de irrigação e de aplicação do laser, potência e duração da irradiação (SOHRABI, 2016).

Assim como MATHEW et al. (2014), JAMBAGI et al. (2021) concluíram que a aplicação da tecnologia do laser induziu uma desinfecção dos canais radiculares mais eficiente, frente às demais técnicas. Todavia, a menor redução microbiana vista no grupo submetido a irrigação convencional, pode ter certa influência da concentração da solução irrigadora utilizada não ter sido a habitual, ou seja, a de 5% (JAMBAGI, 2021).

DIVYA et al. (2021) também observaram que a aplicação do laser (Diodo 810 nm) diante da irrigação química, resultou em melhores evidências no ataque antimicrobiano. Vale salientar que tal autor, avaliou a aplicabilidade em procedimentos endodônticos regenerativos, nos quais a instrumentação mínima ou nenhuma é priorizada, logo, diferente dos demais estudos, não foi aplicado o preparo químico-mecânico convencional, optando-se pela técnica de irrigação química pura, a base de 20 ml de NaOCl 1,5%. Assim, nestes casos, a suplementação com laser mostra-se ainda mais relevante, contribuindo para o sucesso no processo de regeneração endodôntica (DIVYA, 2021).

5.2 Laser x Preparo do canal

O alargamento do terço apical do canal radicular tem sido recomendado para garantir que o irrigante penetre adequadamente e promova uma limpeza mais efetiva. No entanto, existem algumas desvantagens associadas a preparos apicais maiores, como o desvio da forma original do canal, o enfraquecimento da raiz e possíveis complicações, como a formação de saliências, transportes e perfurações. Por outro lado, os alargamentos apicais mínimos são defendidos por sua capacidade de preservar a estrutura dentária e prevenir a extrusão de materiais obturadores. Essa abordagem visa conservar ao máximo a estrutura original do canal, minimizando os riscos de complicações (MATHEW, 2014).

Frente ao preparo intracanal e o efeito antimicrobiano da irrigação convencional, utilizando como irrigante o NaOCl a 5% e a técnica PIPS, MANDRAS et al. (2020) compararam tais terapêuticas, concluindo que os dois métodos obtiveram uma desinfecção eficiente, contudo a técnica utilizando o PIPS, obteve resultados discretamente superiores em relação à redução de espécimes anaeróbios facultativos, cepas anaeróbicas totais e anaeróbios obrigatórios Gram-negativos. Ressalta-se o fato da ponta da fibra ser posicionada coronalmente a luz do canal, assim como o estudo de MATHEW et al. (2014), reduzindo a necessidade de possível ampliação para que tal ponta seja inserida até nível apical, assim a solução irrigadora consegue chegar em planos profundos, promovendo a desinfecção por ativação do laser (MANDRAS, 2020).

Enquanto que MATHEW et al. (2014) adotou um protocolo de instrumentação mínima de tamanho ISO 20, escolhida como limite de preparo apical, MANDRAS et al. (2020) submeteu o preparo a duas etapas com uma instrumentação com recuo de 0,5 mm do comprimento de trabalho, seguida de irrigação ativada por laser e, só então, acabamento apical com limas de calibre 25. Sendo assim, em MANDRAS et al. (2020) a ampliação do canal foi maior, no que tange o calibre atingido, todavia realizada de forma segura – após o protocolo de irrigação - para reduzir o risco de extrusão apical de detritos, sendo os resultados de tais autores semelhantes no poder desinfetante (MATHEW, 2014) (MANDRAS, 2020).

Já no estudo de OZSES et al. (2017) além da instrumentação via lima endodôntica com calibre apical de 50, os canais radiculares foram submetidos à ampliação, através da utilização de brocas Gates-Glidden, favorecendo o melhor despojamento da ponta da fibra do laser de Nd:YAG, e de Er:YAG, que, diferentemente de MATHEW et al (2014) e MANDRAS et al

(2020) não ocorreu apenas a nível coronal, sendo tal ampliação um contribuinte na potencialização da ação desinfetante a base de solução salina, uma vez que, esta só conseguiu atingir níveis mais desejáveis com o posicionamento apical da ponta (OZSES, 2017).

5.3 Lasers x Substâncias irrigadoras

O protocolo convencional de tratamento é eficiente na eliminação bacteriana, todavia bactérias residuais podem permanecer em áreas complexas como canais acessórios, estenoses e rachaduras dentinárias (JURIČ, 2015). Assim, as falhas no tratamento endodôntico estão atreladas a permanência de microrganismos no sistema de canais (TENNERT, 2014). Referente às soluções desinfetantes o hipoclorito de sódio (NaOCl), apresenta ação por contato direto e a sua penetração nos túbulos dentinários é limitada à 130 µm, já as bactérias podem atingir até 1000 µm (YILDIRIM, 2013). Outro fator importante encontra-se na relação de toxicidade de hipoclorito de sódio pode induzir, principalmente a depender da concentração utilizada (POURHAJIBAGHER, 2018).

Nos estudos realizados por OZSES et al. (2017) e SUER et al. (2020), concluiu-se que ativação do NaOCl por laser - seja através da técnica PIPS ou por aplicação de laser de alta potência - resultou em uma melhor eficácia antimicrobiana, do que a ativação da solução salina e uso isolado de laser, respectivamente (OZSES, 2017) (SUER, 2020). No entanto, resultados divergentes foram observados por BATINIĆ et al. (2018) que chegou ao desfecho que, a técnica de irrigação com NaOCl, desta vez associado ao Qmix, induziu uma redução maior de bactérias quando comparada ao uso do NaOCl associado à solução de EDTA e a terapia fotodinâmica. Estes resultados podem ser controversos devido à diferença nas concentrações de hipoclorito de sódio utilizadas, bem como a utilização de Qmix, irrigante potente a base de EDTA, clorexidina, detergente (BATINIĆ, 2018).

OZSES et al. (2017), avaliou também que para alcançar um efeito antimicrobiano em profundidade, a ativação da solução salina a 0,9% deve ocorrer com a ponta em posição apical, diferentemente da ativação do NaOCl, sendo superior independentemente do posicionamento da ponta, ou seja, a solução de hipoclorito de sódio, mostra-se mais eficaz (OZSES, 2017).

Nos estudos propostos por POURHAJIBAGHER et al. (2018) e BATINIĆ et al. (2018) observou-se que a incorporação do laser através da técnica fotodinâmica pode induzir resultados favoráveis, frente as diversas soluções irrigantes propostas. Enquanto

POURHAJIBAGHER et al. (2018) avaliaram a eficácia da utilização de NaOCl (5,25%) e Clorexidina a 0,2% e 2%, frente a terapia fotodinâmica, chegando à conclusão de que os efeitos, da mesma, sobre as formas planctônica e biocinematográfica de cepas de *E. faecalis* foram semelhantes às soluções tradicionais de irrigação (POURHAJIBAGHER, 2018). BATINIĆ et al. (2018) analisaram distintos protocolos desinfetantes, todavia, diferentemente de POURHAJIBAGHER et al. (2018), a associação de soluções irrigadoras (NaOCl e Qmix) obteve resultado discretamente maior, na ação antimicrobiana, que a associação de NaOCl + EDTA + aPDT (BATINIĆ, 2018).

SUER et al. (2020), também contribuíram para propor um protocolo mais viável, no que tange proteção aos tecidos periapicais, uma vez que, ao experimentar a combinação de laser Er:Cr:YSGG na potência de 0,75 W e NaOCl a 2,5% atingiu resultados tão favoráveis quanto a utilização isolada de NaOCl em alta concentração. Sendo assim, a aplicação da tecnologia do laser pode ser considerada um importante benefício, uma vez que, trabalhar com soluções menos concentradas de hipoclorito de sódio oferece menores risco de citotoxicidade ao paciente, podendo ser até mesmo superior ao protocolo convencional, como observado por JAMBAGI et al. (2021) (SUER, 2020).

5.4 Tipos de Lasers (alta e baixa potência)

Quando um laser interage com os tecidos orais, existem quatro resultados possíveis: transmissão, reflexão, dispersão e/ou absorção. Ações dos lasers de alta potência como o corte dos tecidos moles e a ablação dos tecidos duros são dependentes da "absorvência" da luz pelos tecidos-alvo (NAJEEB, 2015). No que tange o uso de lasers de baixa potência, tem-se a aplicabilidade da terapia fotodinâmica (PDT), também conhecida como fototerapia, fototerapia, fotoquimioterapia ou quimioterapia fotoativada (PACT) (TENNERT, 2014). Com a descoberta de certos corantes com capacidade de sensibilizar microrganismos à luz, levando à morte celular o efeito fotodinâmico foi estabelecido. Desde então, o efeito fotodinâmico tem sido amplamente estudado e aplicado em uma variedade de áreas, incluindo a medicina para o tratamento de câncer, doenças infecciosas e dermatológicas (KESSEL, 2019).

Nas análises experimentais realizadas por TENNERT et al. (2014) e JURIČ et al. (2014) foi observado que, a associação da fototerapia e da irrigação com NaOCl foi mais efetiva na eliminação da *Enterococcus faecalis* do sistema de canais (TENNERT, 2014) (JURIČ, 2014).

Nos estudos propostos por KASIĆ et al. (2017) foi evidenciada a capacidade dos lasers de alta potência na ação antimicrobiana de canais radiculares infectados com *E. faecalis* e *C. albicans*, sendo o Er,Cr:YSGG mais efetivo. Contrapondo OZSES et al. (2017), o laser Nd:YAG não resultou em redução estatisticamente significativa. Vale salientar que essa ação superior do Er,Cr:YSGG está atrelado ao fato que, o comprimento de onda 2790 nm, é altamente absorvido pela água e hidroxiapatita, resultando em aquecimento no ambiente bacteriano dentro do canal radicular infectado. Isso aumenta a eficácia na redução de microorganismos intrarradiculares e a taxa de sucesso dos retratamentos do canal radicular, especialmente em casos de lesões periapicais persistentes devido à resistência microbiana à endodontia de rotina, como *E. faecalis* e *C. albicans* (KASIĆ, 2017).

5.5 Tempo de Irradiação

O tempo de irradiação é um parâmetro estudado na determinação do protocolo de eficácia de desinfecção da PDT. Nos estudos de YILDIRIM et al. (2013) e SILVA et al. (2014) concluiu-se que o tempo de irradiação, para alcançar resultados clínicos benéficos, é cerca de 1 min e aumento mínimo neste, não induz alterações significativas. Diferentemente de YILDIRIM et al. (2013), SILVA et al. (2014) associaram os fatores, tempo de exposição luminosa e uso de fotossensibilizadores distintos em mesma concentração de 0,1% (azul de metileno e verde malaquita) para avaliar o efeito desinfetante, chegando ao resultado que ambos fotossensibilizados foram efetivos diante da irradiação mínima de 1 min (SILVA, 2014).

5.6 Número de aplicações x Número de sessões

O número de protocolos de irradiações e de sessões na terapia fotodinâmica também é um ponto posto em discussão na literatura. Enquanto PRAŽMO et al. (2017) avaliaram o efeito bactericida da utilização de laser de Diodo (635 nm) aplicado na forma de protocolo de aplicação única ou dupla aplicação, intercaladas por 2 min de pausa, obtendo como resultado uma redução considerável da *E. Faecalis* no modelo de aplicação em duas etapas e desinfecção insatisfatória na forma de etapa única (45%) (PRAŽMO, 2017). RABELLO et al. (2017) focaram em associar o número de sessões da terapia fotodinâmica e os efeitos deletérios frente remoção de bactérias e endotoxinas, todavia somente a redução da carga bacteriana foi alcançada e mesmo assim em sessão única, sendo assim, o autor conclui ser necessários mais estudos clínicos para determinar a redução de microorganismos após a TFPa, bem como o efeito

residual de tal terapia na segunda sessão comparado com terapia endodôntica convencional (RABELLO, 2017).

5.7 PDT x Eliminação de Endotoxinas

No viés que, ALVES-SILVA et al (2023) concluíram que a terapia fotodinâmica demonstrou ser eficaz na redução dos níveis de LPS e LTA, em dentes com infecção endodôntica primária, RABELLO et al (2017) se contrapôs ressaltando que a eliminação de endotoxinas não foi alcançada de forma eficaz. Todavia, as divergências de tais estudos podem ser explicadas pelas metodologias distintas impostas, uma vez que, RABELLO et al (2017) se propôs a avaliar a efetividade da remoção de bactérias e endotoxinas diante protocolos de desinfecção em sessão única ou em 2 sessões (uso de Ca(OH)_2 como medicação por 14 dias) (RABELLO, 2017).

5.8 Laser x Método de avaliação de permanência de espécimes bacterianas

A avaliação da permanência de espécimes bacterianas no sistema de canais é mais explorada na forma de método de cultura, que pode implicar em uma incidência baixa, quando comparada ao método PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) que apresenta alta sensibilidade e permite a detecção de microrganismos de difícil cultivo e/ou incultiváveis. CAROLINE et al. (2018) em estudo pioneiro propuseram avaliar a detecção de *E. faecalis*, *Candida spp.* e demais domínios bacterianos, por PCR, após manobra irrigação convencional seguida de aPDT em dentes permanentes com periodontite apical. Diferentemente dos demais estudos, ao final da análise todos os dentes apresentaram-se positivos para detecção bacteriana. Todavia, os elementos que apresentavam-se inicialmente positivos para a *E. faecalis* não mostraram tal resultado ao final da avaliação. Assim, também são necessários mais estudos para confirmar o auxílio da PDT no tratamento endodôntico, bem como a exploração da PCR como mecanismo de avaliação (CAROLINE, 2018).

5.9 Laser x Limitações

Alguns autores atrelam aos lasers limitações e riscos, incluindo a falta ou deficiente cobertura do feixe luminoso, aumento da temperatura que pode causar danos ao tecido circundante e a ultrapassagem da luz pelo orifício apical (KESSEL, 2019).

Como um dos grandes julgamentos do laser encontra-se no aumento da temperatura, estudos propuseram-se a avaliar tal efeito. KIVANC et al. (2017) observaram os efeitos antimicrobianos do laser de Diodo de 1,2 W, 2 W e 3 W e, conseqüentemente, o aumento da temperatura na superfície radicular durante a aplicação dos mesmos, chegando à conclusão que o efeito microbiano frente à *E. faecalis* foi similar entre todos, sendo mais justificado, assim, o protocolo com uso do laser de Diodo de menor potência de irradiação, visando um efeito antimicrobiano satisfatório e com menor aumento de temperatura (KIVANC, 2017).

Outros pontos observados são as possíveis alterações morfológicas nos túbulos dentinários e na permeabilidade dentinária, perante isso, LACERDA et al. (2016) observou-se que utilização do laser diodo promoveu a redução de *Smear Layer* e abertura dos túbulos dentinários aumentando a permeabilidade da dentina apical, todavia não influenciando na ocorrência de erosão, cracks e carbonização (LACERDA, 2016).

No que tange a exploração de forma majoritária do laser de alta potência como fonte antimicrobiana, mais estudos devem ser elaborados, uma vez que, como observado por SUER et al. (2020) a utilização apenas do laser Er:Cr:YSGG, pode induzir uma diminuição de aproximadamente 50% dos espécimes de *E. Faecalis*, enquanto que a associação e o uso puro de NaOCl a 5% atinge a marca de 100%, sendo a associação ainda mais importante, pois permite reduzir os riscos de citotoxicidade ao utilizar soluções menos concentradas do irrigante (SUER, 2020). Quanto ao protocolo PIPS, resultados mostraram ação esterilizante superior, diante principalmente da irrigação convencional, bem como dos outros protocolos como a irrigação mecanicamente ativada e fotoacústica (MATHEW, 2014) (OZSES, 2017) (MANDRAS, 2020).

6. CONCLUSÃO

Perante as evidências, infere-se que os diversos meios de fotoativação podem ser explorados como mecanismo de suplementação à irrigação convencional, desde os lasers de alta potência, sistema de fluxo fotoacústico induzido por fótons (PIPS) e, a mais difundida, terapia fotodinâmica. De acordo com a revisão da literatura realizada, a terapia fotodinâmica antimicrobiana utilizando laser apresenta resultados promissores como um adjunto aos meios convencionais de desinfecção intracanal, como o NaOCl, podendo oferecer benefícios nesse processo de desinfecção.

7. REFERÊNCIAS

- POURHAJIBAGHER, M. et al. Antibacterial and Antibiofilm Efficacy of Antimicrobial Photodynamic Therapy Against Intracanal *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Comparative Study with Traditional Endodontic Irrigation Solutions. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, v. 15, n. 4, p. 197–204, 2018.
- KASIĆ, S. et al. Efficacy of Three Different Lasers on Eradication of *Enterococcus faecalis* and *Candida albicans* Biofilms in Root Canal System. *Photomedicine and Laser Surgery*, v. 35, n. 7, p. 372–377, jul. 2017.
- YILDIRIM, C. et al. Antimicrobial efficiency of photodynamic therapy with different irradiation durations. *European Journal of Dentistry*, v. 07, n. 04, p. 469–473, out. 2013.
- MANDRAS, N. et al. Influence of Photon-Induced Photoacoustic Streaming (PIPS) on Root Canal Disinfection and Post-Operative Pain: A Randomized Clinical Trial. *Journal of Clinical Medicine*, v. 9, n. 12, p. 3915, 2 dez. 2020.
- NAJEEB, S. et al. Applications of Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Lasers) for Restorative Dentistry. *Medical Principles and Practice*, v. 25, n. 3, p. 201–211, 7 dez. 2015.
- CAROLINE et al. Antimicrobial Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment: A Clinical and Molecular Microbiological Study. *Photochemistry and Photobiology*, v. 94, n. 2, p. 351–356, 1 mar. 2018.
- KELLER, Ulrich; HIBST, Raimund. Experimental studies of the application of the Er: YAG laser on dental hard substances: II. Light microscopic and SEM investigations. *Lasers in surgery and medicine*, v. 9, n. 4, p. 345–351, 1989.
- SILVA, E. J. et al. Evaluation of photodynamic therapy using a diode laser and different photosensitizers against *enterococcus faecalis*. *Acta odontologica latinoamericana: AOL*, v. 27, n. 2, p. 63–65, 2014.
- PRAŽMO, E. J.; et al. 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, 10 fev. 2017.
- KLAUSEN, M. et al. Design of Photosensitizing Agents for Targeted Antimicrobial Photodynamic Therapy. *Molecules*, v. 25, n. 22, p. 5239, 10 nov. 2020.
- MATHEW, J. et al. Viability and antibacterial efficacy of four root canal disinfection techniques evaluated using confocal laser scanning microscopy. *Journal of Conservative Dentistry*, v. 17, n. 5, p. 444, 2014.
- JAMBAGI, N. et al. Comparison of Antimicrobial Efficacy of Diode Laser, Ultrasonic Activated and Conventional Irrigation with 2.5% NaOCl during RCT: An Interventional Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, v. 22, n. 6, p. 669–673, 1 jun. 2021.

DIVYA, D. et al. Conceptual combination of disinfection in regenerative endodontics: Conventional versus laser-assisted disinfection. *Journal of Conservative Dentistry*, v. 24, n. 3, p. 252, 2021.

SOHRABI, K. et al. Antibacterial Activity of Diode Laser and Sodium Hypochlorite in Enterococcus Faecalis-Contaminated Root Canals. *Iranian Endodontic Journal*, v. 11, n. 1, p. 8–12, 2016.

OZSES OZKAYA, B. et al. A Comparison of Er:YAG Laser with Photon-Initiated Photoacoustic Streaming, Nd:YAG Laser, and Conventional Irrigation on the Eradication of Root Dentinal Tubule Infection by Enterococcus faecalis Biofilms: A Scanning Electron Microscopy Study. *Scanning*, v. 2017, p. 1–7, 2017.

JURIČ, I. B. et al. 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, dez. 2014.

TENNERT, C. et al. Effect of photodynamic therapy (PDT) on Enterococcus faecalis biofilm in experimental primary and secondary endodontic infections. *BMC Oral Health*, v. 14, n. 1, 4 nov. 2014.

SUER, K.; et al. Antimicrobial effects of sodium hypochlorite and Er,Cr:YSGG laser against Enterococcus faecalis bio-film. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, v. 23, n. 9, p. 1188, 2020.

BATINIĆ, M. et al. Comparison of final disinfection protocols using antimicrobial photodynamic therapy and different irrigants after single-file reciprocating instrumentation against intracanal bacterial biofilm — An in vitro study. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, v. 24, p. 153–157, dez. 2018.

KESSEL, D. Photodynamic Therapy: A Brief History. *Journal of Clinical Medicine*, v. 8, n. 10, p. 1581, 2 out. 2019.

RABELLO, D. G. D. et al. 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, set. 2017.

ALVES-SILVA, E. G. et al. Effect of antimicrobial photodynamic therapy on the reduction of bacteria and virulence factors in teeth with primary endodontic infection. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, v. 41, p. 103292, 1 mar. 2023.

KIVANC, B. H. et al. Evaluation of antimicrobial and thermal effects of diode laser on root canal dentin. *Nigerian journal of clinical practice*, v. 20, n. 12, p. 1527-1530, 2017.

LACERDA, M. F. L. S. et al. Evaluation of the dentin changes in teeth subjected to endodontic treatment and photodynamic therapy. *Revista de Odontologia da UNESP*, v. 45, n. 6, p. 339–343, 24 nov. 2016.