

**FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA DE MOSSORÓ
CURSO DE BACHARAL EM ODONTOLOGIA**

**ALINE LIMA DE AZEVEDO
SKARLATH OHARA ALVES SARAIVA HOLANDA**

**LASERTERAPIA NA DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

**MOSSORÓ
2022**

**ALINE LIMA DE AZEVEDO
SKARLATH OHARA ALVES SARAIVA HOLANDA**

**LASERTERAPIA NA DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Profa. Dra. Mariana Linhares Almeida.

Faculdade Nova Esperança de Mossoró/RN – FACENE/RN.
Catalogação da Publicação na Fonte. FACENE/RN – Biblioteca Sant'Ana.

A994I Azevedo, Aline Lima de.

Laserterapia na desinfecção do sistema de canais radiculares: uma revisão integrativa / Aline Lima de Azevedo; Sharlath Ohara Saraiva Holanda. – Mossoró, 2022.

20 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Linhares Almeida.
Monografia (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró.

1. Terapia fotodinâmica. 2. Endodontia. 3. Desinfecção. I. Holanda, Sharlath Ohara Alves Saraiva. II. Almeida, Mariana Linhares. III. Título.

CDU 616.314

**ALINE LIMA DE AZEVEDO
SKARLATH OHARA ALVES SARAIVA HOLANDA**

**LASERTERAPIA NA DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES:
UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

Artigo Científico apresentado a Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró (FACENE/RN), como requisito obrigatório, para obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Aprovada em ___/___/___.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mariana Linhares Almeida – Orientador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Profa. Esp. Raquel Lopes Cavalcanti – Avaliador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

Prof. Me. Caio César Delfino Oliveira do Carmo – Avaliador(a)
Faculdade de Enfermagem Nova Esperança de Mossoró

LASERTERAPIA NA DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

LASERTHERAPY IN THE DISINFECTION OF THE ROOT CANAL SYSTEM: AN INTEGRATIVE REVIEW

**ALINE LIMA DE AZEVEDO
SKARLATH OHARA ALVES SARAIVA HOLANDA**

RESUMO

A terapia endodôntica apesar de toda tecnologia incorporada ao longo do tempo ainda apresenta pontos críticos que devem ser cautelosamente compreendidos visando aumentar as taxas de sucesso do tratamento. Sendo as bactérias as principais causadoras da inflamação ou infecção pulpar, as mesmas são também as responsáveis diretas pelo fracasso da endodontia. Por conta disso o presente artigo trata-se de uma revisão de literatura que tem por objetivo investigar quais benefícios a utilização da terapia fotodinâmica pode proporcionar quanto a redução da carga bacteriana durante o tratamento endodôntico. Para tal utilizamos as bases de dados PubMed, LILACS e SCIELO onde foi possível identificar um total de 270 trabalhos, os quais passaram pelos critérios de inclusão e exclusão restando um total de 15 artigos. Os resultados conseguem comprovar uma real redução bacteriana quando a terapia fotodinâmica é aplicada, além do mais, os efeitos de biomodulação da dor e dos processos de cicatrização também aparecem durante sua aplicação. A terapia com o laser se constitui como um adjuvante importante e de aplicação viável na terapia endodôntica não apenas como método de desinfecção auxiliando os processos de modelagem e irrigação, mas também na analgesia pós-operatória e cicatrização periapical.

PALAVRAS-CHAVE: Terapia fotodinâmica; Endodontia; Desinfecção.

ABSTRACT

Endodontic therapy, despite all the technology incorporated over time, still has critical points that must be carefully understood in order to increase treatment success rates. Since bacteria are the main causes of inflammation or pulpal infection, they are also directly responsible for the failure of endodontics. Because of this, the present article is a literature review that aims to investigate which benefits the use of photodynamic therapy can provide in terms of reducing the bacterial load during endodontic treatment. For this, we used the PubMed, LILACS and SCIELO databases, where it was possible to identify a total of 270 works, which passed the inclusion and exclusion criteria, leaving a total of 15 articles. The results manage to prove a real bacterial reduction when photodynamic therapy is applied, in addition, the effects of biomodulation of pain and healing processes also appear during its application. Laser therapy constitutes an important adjuvant and a viable application in endodontic therapy, not only as a disinfection method helping the modeling and irrigation processes, but also in postoperative analgesia and periapical healing.

KEYWORDS: Photodynamic therapy; Endodontics; Disinfection.

1 INTRODUÇÃO

A terapia fotodinâmica vem do inglês photodynamic therapy (PDT) é também conhecida apenas por laserterapia, hodiernamente vem se colocando como promissor agente antimicrobiano e biomodulador tecidual, podendo ser aplicado nas mais diversas especialidades odontológicas como agente terapêutico complementar aos procedimentos de ordem local¹.

A ação antibacteriana da laserterapia pode ser explicada basicamente pela interação do laser de baixa potência que ao ser aplicado sobre substâncias fotossensibilizantes, geram a produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) capazes de eliminar os microrganismos (MO) rapidamente, sem provocar qualquer tipo de resistência bacteriana².

A Endodontia é a especialidade Odontológica responsável por tratar as enfermidades dentárias de origem pulpar e perirradicular. A terapia objetiva a prevenção e/ou controle da dor, bem como o reparo tecidual periapical primordialmente pela remoção do tecido inflamado ou infectado³.

Dentre os fatores causais que levam um elemento dentário necessitar de uma intervenção endodôntica, a invasão bacteriana provocada pela doença cárie ainda aparece como principal fator, sendo os mesmos também responsáveis pelo insucesso da terapia⁴.

Diversos estudos vêm demonstrando a incapacidade de desinfecção promovida pelos métodos convencionais do preparo biomecânico dos canais radiculares, onde mesmo com toda a tecnologia empregada nos equipamentos, a maior parte das superfícies interna da raiz - cerca de 10 a 50% em anatomias mais simples (canais circulares) e 10 a 80% em condutos mais complexos (canal em forma de C) - permanecem ainda livre da ação mecânica dos instrumentos e conseqüentemente das soluções irrigadoras, fazendo com que permaneçam microrganismos no interior da complexa anatomia radicular⁵.

A aplicação de luz como agente terapêutico vem sendo discutida e utilizada desde a antiguidade, há relatos de seu uso em casos de doenças de pele, como vitiligo e câncer⁶. Devido a sua eficácia e eficiência nos mais diversos processos médicos e odontológicos, a técnica vem sendo atualmente cada vez mais desenvolvida, estudada e praticada na atualidade².

Dentre as possibilidades de aplicação da laserterapia, pesquisadores elucidam sobre seu uso na Endodontia, trazendo a PDT como importante ferramenta contemporânea adjuvante na desinfecção do sistema de canais radiculares (SCR)⁷. A busca por alternativas complementares se faz necessária pelo já reconhecido fato de que as técnicas convencionais de limpeza apresentam limitações na eliminação dos MO⁵.

Visto, portanto, a necessidade da eliminação dos agentes envolvidos nas infecções intrarradiculares, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma busca investigativa na literatura sobre como a PDT pode complementar a desinfecção dos canais pela aplicação direta do fotossensibilizador no interior dos canais preparados e sua ativação luminosa, bem como auxiliar o reparo tecidual e melhorar o pós-operatório da terapia pela aplicação do laser diretamente sobre o tecido gengival e fundo de sulco.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TERAPIA ENDODÔNTICA

As manobras que regem o tratamento endodôntico visam a remoção do conteúdo inflamado ou infectado do interior cavidade pulpar e dos canais radiculares, para tal, diversas técnicas, instrumentos e tecnologias podem ser empregadas com finalidade de modelar, desinfetar a região interna das raízes ⁹.

Todavia, mesmo com os avanços tecnológicos na área e uma melhora na capacidade de limpeza intrarradicular, a obtenção de um canal estéril é impossível, pelo contrário, ao final do preparo a maior parte das superfícies permanecem ainda livre da ação mecânica dos instrumentos e soluções irrigadoras ⁵.

Mesmo com as limitações impostas principalmente pela anatomia radicular, a terapia apresenta índices de sucesso relativamente bons (entre 86% e 98%)¹⁰. Sendo a principal causa de insucesso a permanência de microrganismos e seus produtos ainda viáveis no interior dos canais mesmo após meticulosos tratamentos alguns métodos de desinfecção auxiliar vêm sendo propostas¹⁰.

2.2 TERAPIA FOTODINÂMICA

Os avanços tecnológicos na Odontologia atualmente se dão cada vez mais rápidos e abrangem as mais diversas especialidades não apenas com novas técnicas, mas também pela inserção de tecnologias e filosofias ¹¹. Dentre estes, está a terapia fotodinâmica, que trata-se de um método não invasivo que utiliza um determinado comprimento de onda luminosa e substâncias fotossensíveis para a geração de espécies reativas de oxigênio¹².

2.2.1 Histórico

A descoberta da PDT se deu no século 20 por Oscar Raab, graças a sua percepção do efeito exterminador de uma luz e um fotossensibilizador (laranja de acridina) sobre uma espécie de protozoário (*Paramecium caudatum*), o mesmo ainda observou que nenhum efeito era experimentado quando a luz e a substância eram utilizadas separadamente sobre a mesma célula. Mais tarde utilizando eosina e luz, o professor de Raab utilizou a terapia da luz para o tratamento de doenças de pele, como o condiloma lata, lúpus vulgar, psoríase, sífilis e câncer de pele não melanoma¹³.

2.2.2 Componentes

Para que a PDT tenha seu efeito alcançado são necessários basicamente três componentes fundamentais: a substância fotossensibilizadora, o equipamento emissor de luz e o oxigênio¹³. O fotossensibilizador (FS) é uma substância que pode ser administrada por via venosa, oral ou topicamente, sendo a última a mais utilizada na Odontologia¹⁴. Após aplicada, a molécula não é capaz de promover nenhuma alteração sobre o tecido, seja ele saudável ou infectado, para que sua ação possa ser possível é necessária sua ativação por meio luminoso com um comprimento de onda específico¹⁵. Os fotossensibilizadores podem ser classificados em primeira, segunda ou terceira geração, de acordo com sua ordem de surgimento, sendo os última geração os que apresentam as melhores propriedades do ponto de vista de ação local e toxicidade relativa¹⁵.

Os FS de primeira geração possuem desvantagens que atualmente os fazem não serem mais utilizados, dentre essas desvantagens está a rápida degradação da molécula, falta de especificidade, fototoxicidade cutânea e baixa solubilidade nos líquidos corporais¹⁶. Já os de segunda geração, introduzidos com objetivo de melhorar as propriedades dos pioneiros, apresentam tais vantagens além de proporcionarem um efeito com maior potencial oxidativo¹⁷. Em outras palavras, os FS de terceira geração são basicamente FS de segunda geração recombinados que conseguiram reunir características melhores do que seus anteriores, estes compostos apresentam excelentes propriedades farmacocinéticas e de efetividade, já que a ativação acontece apenas em seu local de ação, pois as modificações realizadas levaram em consideração a síntese desses compostos junto de moléculas biológicas levando a sua ação ocorrer no local alvo¹⁷.

O segundo componente da terapia, tão importante quanto o FS, é a fonte emissora de luz, onde variáveis como o comprimento da onda e tempo de exposição influenciam diretamente na atividade sobre os fotossensibilizadores. A luz vermelha visível é a principal utilizada para ativar os FS atuais, seu comprimento de onda varia aproximadamente de 630-700 nm, sendo capaz de provocar uma penetração tecidual de 0,5-1,5 cm atingindo seu local de ação¹⁸.

O último componente é o oxigênio (O₂), que na presença do FS e da luz permite o surgimento das espécies reativas de oxigênio, as ROS, através da recombinação proporcionada graças a energia liberada pela ação da luz sobre os FS, essas espécies de O₂ possuem poder oxidativo altíssimo que provoca danos irreversíveis a estruturas de patógenos causando sua destruição¹⁷.

2.2.3 Mecanismo de ação

A ação da PDT é baseada em processos fotofísicos e fotoquímicos que culminam em danos biológicos promovido pela oxidação. Nessa terapia, o fármaco utilizado trata-se de um fotossensibilizador, que é aplicado sobre o tecido a ser tratado, a ação dessa substância se inicia no momento em que a luz o atinge (efeito fotofísico), a luminosidade provoca a excitação das moléculas do FS que são então capazes de interagir quimicamente com o oxigênio proporcionando a formação de espécies reativas de O₂, como oxigênio singlete, radical superóxido, peróxido de hidrogênio, e radical hidroxila, que possuem intrínseca atividade de destruição de componentes de patógenos de maneira seletiva¹⁹.

2.2.4 Terapia fotodinâmica na Endodontia

A PDT pode ser utilizada nas diferentes especialidades odontológicas, como na cirurgia oral, periodontia, implantodontia e endodontia, com o objetivo principal de eliminar microrganismos¹².

Principalmente na Endodontia, a ação microbicida de uma substância com poder de desinfecção seletivo contra MO como bactérias, fungos e protozoários se faz importante, já que comprovadamente o preparo mecânico e químico não é capaz de eliminar totalmente os patógenos envolvidos na infecção intracanal⁵.

Para a utilização da PDT como agente antimicrobiano, a fonte emissora de luz utilizada é o laser de diodo e o azul de toluidina ou o azul de metileno, os fotossensibilizadores. A aplicação da terapia se dá após o completo preparo biomecânico convencional, onde os

condutos são impregnados pelo corante e após um tempo a luz é então aplicada dando início a atividade microbicida da fototerapia ²⁰.

Como trata-se de uma terapia emergente, estudiosos buscam comprovar se sua ação realmente acontece por meio de trabalhos *in vitro*, *ex vivo* e *in vivo*, onde a PDT vem demonstrando redução da carga bacteriana após ser utilizada ^{21, 22, 23}.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo tratou-se de uma revisão integrativa da literatura que consegue englobar os mais diversos tipos de trabalhos (artigos, dissertações, teses etc.) para realizar um levantamento mais abrangente de estudos com metodologias diferentes.

Para a busca dos artigos os Descritores em Ciências da Saúde – DeCS, foram consultados e os seguintes termos utilizados: terapia fotodinâmica, endodontia, desinfecção nas bases de dados descritas na tabela 01. Os filtros de intervalo dos anos de publicação, título e resumo foram preenchidos e selecionados para resultados das buscas mais direcionadas.

Para a coleta dos artigos os critérios para a inclusão aplicados recaíram sobre: artigos publicados no período de 2017 a 2022, sem restrições de idiomas ou de acesso que contemplassem diferentes metodologias sendo eles, estudos *in vitro*, *ex vivo* e ensaios clínicos randomizados, já os critérios de exclusão foram: revisões sistemáticas ou críticas, trabalhos que fujam da temática pré-definida ou que tratem de relatos de caso, por possuírem baixa evidência científica. Artigos repetidos e incompletos também foram desconsiderados.

Tabela 01 – Estratégia de busca

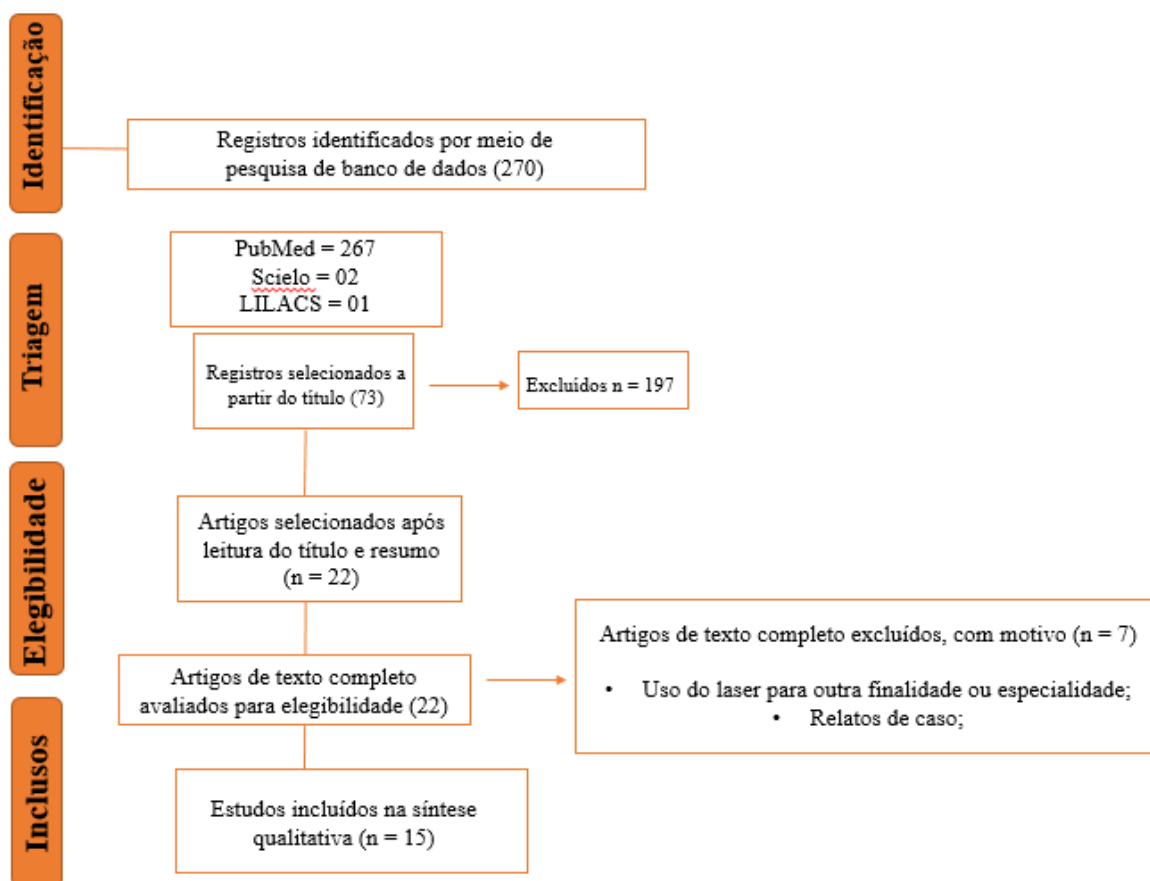
Base de dados	Estratégia de busca
PubMed	((disinfection) AND (endodontics)) AND (photodynamic therapy)
LILACS	((disinfection) AND (endodontics)) AND (photodynamic therapy)
SCIELO	((disinfection) AND (endodontics)) AND (photodynamic therapy)

Fonte: Autores (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela busca nas bases de dados configuraram um total de 270 trabalhos, sendo 267 advindos da PubMed, 02 da Scielo e 01 da base LILACS. Após coletados os trabalhos, um total de 08 publicações repetidas foram excluídos da amostra inicial. Os critérios de inclusão foram aplicados através de uma leitura dos títulos e resumos dos artigos, o que resultou em 22 artigos para leitura na íntegra. Nestes artigos atentou-se para a maneira na qual a execução da metodologia foi aplicada às amostras, afim de se obter trabalhos relevantes e com resultados seguros. Essa análise crítica resultou na exclusão de 07 trabalhos, totalizando uma amostra final de 15 publicações para a construção desta revisão integrativa.

Figura 1 – Fluxograma de pesquisa



Fonte: Autores (2022)

Nas tabelas estão apresentando os artigos incluídos no trabalho. Neles foi possível identificar que a maioria das publicações contemplam a ação antimicrobiana da terapia fotodinâmica e em menor escala a sua atividade de biomodulação na cura e analgesia.

Tabela 02 – Trabalhos que abordam efeito antimicrobiano com nome dos autores e ano, tipo de estudo, objetivos, metodologia e resultados obtidos.

Autor / Ano	Tipo de estudo	Objetivos	Amostra e protocolo	Resultados
Souza et al, 2017	<i>In vitro</i>	Avaliar a atividade antimicrobiana de soluções de hipoclorito e instrumentação recíproca associada à terapia fotodinâmica (PDT).	132 amostras foram divididas em onze grupos (n = 12) e submetidas aos seguintes protocolos: G1-água destilada + Reciproc R40 (controle), G2-1% hipoclorito de sódio (NaOCl) + Reciproc R40, G3-2,5% NaOCl + Reciproc R40; G4-1% hipoclorito de cálcio (Ca[OCI] ₂) + Reciproc R40, G5-2,5% Ca(OCI) ₂ + Reciproc R40; G6-PDT; G7-água destilada + Reciproc R40 + PDT, G8-1% NaOCl + Reciproc R40 + PDT, G9-2,5% NaOCl + Reciproc R40 + PDT; G10-1% Ca(OCI) ₂ + Reciproc R40 + PDT, G11-2,5% Ca(OCI) ₂ + Reciproc R40 + PDT.	A maior capacidade de promover redução bacteriana foi observada nos grupos 8 (1% NaOCl + R40 + PDT), 9 (2,5% NaOCl + R40 + PDT), 10 (1% Ca[OCI] ₂ + R40 + PDT), e 11 (2,5% Ca[OCI] ₂ + R40 + PDT), sem diferença significativa entre eles (p < 0,05).
Pourhajibagher; Bahador, 2018	Abordagem fenotípicas e moleculares tradicionais	Investigar o efeito da PDT na redução da diversidade e contagem microbiana, relacionada com infecções endodônticas primárias.	Amostras microbianas foram coletadas antes da PAD de pacientes infectados com a infecção endodôntica primária. Após a aplicação da PAD foi realizada reamostragem no canal radicular, e os microrganismos foram identificados por testes microbiológicos.	A PAD foi eficiente em reduzir substancialmente a diversidade e contagem microbiana nas infecções endodônticas primárias.
Da Silva et al., 2018	Estudo Microbiológico Clínico e Molecular	Avaliar a terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT) como adjuvante ao tratamento endodôntico.	Dez dentes unirradiculares (grupo controle (GC) = 4 (2 e grupo teste (GT) = 6) com infecções endodônticas primárias. Instrumentação mecânica (CMI), após aPDT (para o GT) e após a remoção das restaurações provisórias (segunda sessão). No GT, a aPDT foi realizada na gengiva próximo ao forame apical.	A PDT pode ser uma terapia adjuvante eficaz, resultando em uma redução da incidência de <i>E. faecalis</i> antes da obturação do canal radicular.
Niavarzi et al, 2019	<i>Ex vivo</i>	Avaliar o efeito da ativação ultrassônica do fotossensibilizador sobre a eficácia da	58 incisivos inferiores de canal único. (1) hipoclorito de sódio a 5,25% ativado por ultrassom (NaOCl) por 20 s, (2) aPDT usando azul de metileno (MB) mais laser de diodo de 660 nm com potência de 150 mW por 1 minuto,	A profundidade de penetração do fotossensibilizador no grupo 3 foi significativamente maior do que no grupo 2 (P < 0,05). A contagem de <i>E. faecalis</i> em todos os três grupos

		Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (aPDT) contra <i>Enterococcus faecalis</i> e a profundidade de penetração do fotossensibilizador	e (3) MB ativado por ultra-som por 20 s seguido de aPDT como no grupo 2.	experimentais foi significativamente menor do que no grupo controle ($P < 0,05$).
Sarda et al, 2019	<i>Ex vivo</i>	Avaliar e comparar a atividade antimicrobiana do laser de diodo, terapia fotodinâmica e hipoclorito de sódio e suas combinações em patógenos endodônticos: <i>Enterococcus faecalis</i> e <i>Streptococcus mutans</i> .	120 dentes unirradiculares. Divididos em dois grupos (n = 60) sendo inoculados com <i>E. faecalis</i> (Grupo E) e sessenta dentes restantes com <i>S. mutans</i> (Grupo S). Os grupos foram subdivididos de acordo com a técnica de desinfecção utilizada. Dez dentes de cada subgrupo foram desinfetados com laser de diodo, desinfecção fotoativada, hipoclorito de sódio, uma combinação de hipoclorito de sódio e laser de diodo, uma combinação de hipoclorito de sódio e desinfecção fotoativada, respectivamente. Dez dentes em cada grupo serviram como controle sem qualquer desinfecção.	Foi observada uma redução significativa (98%) na contagem de <i>E. faecalis</i> quando o NaOCl foi utilizado em combinação com o laser de diodo ou PDT.
Zorita-García et al., 2019	<i>Ex vivo</i>	Analisar a atividade antimicrobiana da terapia fotodinâmica como coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, contra <i>Enterococcus faecalis</i> .	42 dentes unirradiculares. A amostragem foi desenvolvida em três etapas: (1) imediatamente após o acesso ao canal radicular, (2) após a instrumentação química e mecânica e, finalmente, (3) após a aplicação da terapia fotodinâmica.	A terapia endodôntica obteve uma redução média na carga bacteriana cultivável, enquanto a combinação de terapia fotodinâmica aumentou significativamente a depuração bacteriana ($P < 0,0001$).
Asnaashari et al, 2020	<i>Ex vivo</i>	Comparar a eficácia dos dois métodos quando usado com e	Grupos experimentais foram: (1) Sistema de ativação de irrigação, (2) Sistema de ativação de irrigação +	Os resultados da desinfecção nos grupos experimentais mostram que a integração de novas tecnologias como a

		sem hipoclorito de sódio na eliminação de <i>E. faecalis</i> de canais radiculares infectados.	hipoclorito de sódio, (3) PDT e (4) PDT + hipoclorito de sódio	ativação do sistema de irrigação ou PDT em combinação com NaOCl melhora a desinfecção do canal radicular
Alimadadi et al, 2021	<i>Ex vivo</i>	Avaliar o efeito do tamanho e conicidade apical na eficácia da desinfecção do canal radicular com terapia fotodinâmica LED (PDT) como adjuvante à irrigação com hipoclorito de sódio.	126 molares inferiores humanos extraídos foram divididos em 4 grupos. O canal méso-vestibular foi preparado para dimensionar 25/4% no grupo 1, 25/6% no grupo 2, 30/4% no grupo 3 e 30/6% no grupo 4 usando o sistema rotatório iRaCe. Um <i>Enterococcus faecalis</i> de 21 dias biofilme foi preparado e utilizado para inoculação dos canais. Cada grupo foi dividido aleatoriamente em 3 subgrupos para desinfecção do canal com hipoclorito de sódio 2,5%, hipoclorito de sódio mais LED PDT e soro fisiológico (controle positivo).	O tamanho e conicidade apical e o uso da PDT como adjuvante não tiveram efeito significativo na redução da contagem bacteriana. No entanto, o aumento do tamanho apical e a condução da PDT como adjuvante da irrigação com hipoclorito de sódio diminuiu significativamente o número de bactérias residuais no sistema de canais radiculares.
Mustafa et al, 2021	<i>In vitro</i>	Investigar a eficácia do tratamento endodôntico convencional (cRCT) com terapia fotodinâmica adjuvante (aPDT) contra biofilmes microbianos em canais radiculares em forma de C infectados.	20 dentes molares inferiores humanos recém-extraídos com configuração de canal em forma de C foi realizada com <i>E. faecalis</i> e <i>P. aeruginosa</i> para produzir biofilmes de três dias no sistema de canais preparado. A PDT foi aplicada ao final do preparo radicular.	A utilização de aPDT (grupo-2) resultou em uma diminuição considerável na contagem de <i>E. faecalis</i> e <i>P. aeruginosa</i> . Em canais radiculares em forma de C, além de proporcionar uma melhor resistência de união do material de obturação com a raiz.
Nunes et al, 2022	<i>Ex vivo</i>	Avaliar o efeito antimicrobiano da água ozonizada e da terapia fotodinâmica (PDT) com ativação sônica em canais	Os dentes foram divididos em seis grupos experimentais (n=10): água ozonizada sem e com ativação sônica; PDT sem e com ativação sônica; PDT + água ozonizada sem e com ativação sônica; e dois grupos controle, um positivo (n = 5) e negativo (n = 5).	Em todos os protocolos houve redução microbiana significativa ($p = 0,025$), enquanto nos grupos em que foi utilizada ativação sônica, a redução microbiana foi significativamente maior ($p = 0,001$).

		radiculares infectados com <i>Enterococcus faecalis</i>		
Alves et al, 2022	<i>Ex vivo</i>	Avaliar o efeito da terapia fotodinâmica (PDT) em canais radiculares infectados.	Vinte e um dentes humanos foram selecionados e 18 foram infectados por <i>E. faecalis</i> por 60 dias. G1. Preparo do canal radicular (RCP) com instrumentos rotatórios de Níquel-Titânio (NiTi), NaOCl 2,5% e irrigação final com EDTA 17%, seguido de TFD com fotossensibilizador azul de metileno e laser diodo de baixa potência; G2. RCP usando limas de aço inoxidável e os mesmos protocolos de irrigação e PDT do G1; G3. Mesmo protocolo RCP que G1 sem PDT; G4. Somente irrigação com NaOCl 2,5%; G5. Mesmo protocolo PDT que G1 sem RCP; G6. Controle negativo; G7. Controle positivo.	Após PDT (S3) em G1 e 2, houve uma redução adicional na densidade óptica do meio de cultura, respectivamente ($p>0,05$). No Grupo 5, a análise dos meios de cultura em S2 revelou um aumento na densidade óptica em relação a S1 ($p>0,05$). Nas imagens SEM de G1, 2 e 5 foram evidenciadas dentina com áreas de fusão e recristalização. Após o preparo do canal radicular com o sistema rotatório ou associado manualmente com NaOCl 2,5%, a PDT não foi capaz de eliminar completamente a <i>E. faecalis</i> presente no canal radicular.

Legenda: Terapia fotodinâmica (PDT); Hipoclorito de sódio (NaOCl); Hipoclorito de cálcio ($\text{Ca}[\text{OCl}]_2$); Grupo controle (GC); Grupo teste (GT); Azul de metileno (MB); Tratamento endodôntico convencional (cRCT); Preparo do canal radicular (RCP); Níquel-Titânio (NiTi); Terapia fotodinâmica antimicrobiana (aPDT);

Fonte: Próprias autoras (2022)

Tabela 03 – Trabalhos que abordam a fotobiomodulação pós-operatório com nome dos autores e ano, tipo de estudo, objetivos, metodologia e resultados obtidos.

Autor / Ano	Tipo de estudo	Objetivos	Amostra e protocolo	Resultados
Guimarães et al, 2019	Ensaio clínico randomizado	Avaliar a eficácia da fotobiomodulação na redução dos sintomas pós-operatórios e uso de analgésicos em dentes com periodontite apical assintomática tratados com alargamento foraminal em uma única visita.	35 pacientes no grupo controle (GC) - tratamento endodôntico com ampliação foraminal, sem nenhum tratamento adicional e 35 pacientes no grupo fotobiomodulação (PBM.G) - tratamento endodôntico com alargamento foraminal associado à fotobiomodulação (terapia fotodinâmica antimicrobiana e terapia com laser de baixa potência).	Não houve diferenças significativas na dor pós-operatória e sensibilidade entre os grupos em qualquer período de observação ($p > 0,05$). A fotobiomodulação não teve efeito significativo na dor pós-operatória, sensibilidade, edema e uso de analgésicos após o tratamento endodôntico com alargamento foraminal
Coelho; Vilas-Boas; Tawil, 2019	Ensaio clínico randomizado	Determinar os efeitos da terapia fotodinâmica (PDT) na dor pós-operatória após tratamentos de dentes com polpas necróticas.	60 pacientes distribuídos aleatoriamente no Grupo Controle (GC) ou no Grupo PDT (GP). Depois que a instrumentação foi concluída, os canais foram inundados com azul de metileno (MB). O dispositivo emitiu PDT apenas para o PG.	O PDT teve um efeito significativo na diminuição da dor pós-operatória em intervalos de 24 e 72 horas no tratamento de dentes uniradiculares com polpas necróticas realizado em uma visita.
Vilas-Boas et al, 2021	Ensaio clínico randomizado	Avaliar o impacto da terapia fotodinâmica (PDT) após o preparo do canal radicular no alívio da dor em dentes posteriores com periodontite apical sintomática (PAS).	Setenta pacientes foram alocados em dois grupos ($n=35$): um grupo controle (GC) sem aplicação de PDT e um grupo intervenção com aplicação de PDT (GP). O mesmo preparo químico-mecânico foi obtido em ambos os grupos. No PG, $150 \mu\text{M}$ de azul de metileno (MB) foi colocado dentro do canal por 2 minutos e um laser de comprimento de onda de 660 nm foi aplicado. Os pacientes foram solicitados a registrar sua percepção de dor no documento VAS após intervalos de 24 horas, 72 horas e 1 semana.	O GP resultou em menores níveis de dor após o intervalo de 24 horas do que o GC; não houve diferença entre os dois grupos em intervalos de 72 horas e 1 semana. A diminuição da dor foi maior no GP em todos os intervalos de tempo quando comparado ao GC. Não houve diferença no número médio de comprimidos tomados para alívio da dor ($P > 0,05$).

Legenda: Terapia fotodinâmica (PDT); Hipoclorito de sódio (NaOCl); Grupo controle (GC); Grupo teste (GT); Azul de metileno (MB); Percepção de dor no documento (VAS); periodontite apical sintomática (PAS); Grupo controle (GC);

Fonte: Próprias autoras (2022)

Tabela 04 – Trabalhos que abordam efeito sobre a cicatrização tecidual com nome dos autores e ano, tipo de estudo, objetivos, metodologia e resultados obtidos.

Autor / Ano	Tipo de estudo	Objetivos	Amostra e protocolo	Resultados
De-Miranda; Colombo, 2018	Ensaio clínico randomizado	Avaliar a eficácia da terapia fotodinâmica (PDT) no sucesso clínico (cicatrização periapical) e na microbiota de infecções endodônticas primárias.	Trinta e dois pacientes apresentando molares inferiores com periodontite apical (um dente/paciente) selecionados e alocados em dois grupos terapêuticos: controle (desbridamento químico-mecânico [CMD]; n = 16) e PDT (CMD + PDT; n = 16). Todos os dentes de ambos os grupos receberam medicação intracanal com hidróxido de cálcio por 7 dias antes da obturação final. Radiografias de acompanhamento foram feitas em 3 e 6 meses.	Foram observadas diminuições significativas nos escores do PAI em ambos os grupos ao longo do tempo, embora aos 6 meses, o grupo PDT apresentou um escore de cicatrização significativamente melhor do que o controle (p < 0,05)

Legenda: Terapia fotodinâmica (PDT); Desbridamento químico-mecânico (CMD); Índice de Escores Periapicais (PAI).

Fonte: Próprias autoras (2022)

Visto a impossibilidade da obtenção de um canal estéril apesar de toda tecnologia empregada pelos métodos convencionais de preparo químico-mecânico, durante a terapia endodôntica um dos objetivos principais da modelagem se constitui na redução dos níveis bacterianos ao máximo possível onde as mesmas não tenham potencial de desenvolvimento e retomada do processo inflamatório/ infeccioso⁵.

Nesta perspectiva, métodos classificados como complementares ou adjuvantes a terapia foram inseridos, e vêm sendo estudados e aplicados com mais frequência durante o preparo e desinfecção do SCR, como é o caso da terapia fotodinâmica. Os estudos até aqui comprovam a eficácia da PDT na redução da carga bacteriana com o uso sinérgico a solução de hipoclorito ^{24, 25, 26, 27}.

Esses trabalhos comumente utilizam a PTD ao final do preparo químico-mecânico, ou seja, apenas como método auxiliar e não substituto das etapas de modelagem e/ou desinfecção, até por que a literatura científica é bem clara que o preparo mecânico se constitui como fator de maior relevância na terapia⁵, em nossa revisão também encontramos trabalhos revelando tal fato. Alimadadi e colaboradores (2021), concluíram que o preparo apical influencia significativamente na redução bacteriana do que a própria utilização de métodos adicionais de desinfecção.

Todavia, é sabido que grande parte da superfície do canal radicular permanece ainda livre da ação mecânica dos instrumentos em percentuais significativos mesmo em condutos circulares (10 a 50%) e que em condutos de anatomia mais complexa como é o caso de canais achatados ou em forma de C uma quantidade ainda maior pode ser encontrada sem preparo mecânico (50 a 80%)⁵, nestes casos uma terapia adjuvante como PTD pode torna-se alternativa viável para redução de bactérias dessas superfícies como demonstrou o trabalho de Mustafa e colaboradores (2021)

A eficiência da PDT também foi testada ao ser utilizada juntamente com outros métodos complementares, como a agitação ultrassônica. Neste caso os autores realizaram a ativação do fotosensibilizador chegando à conclusão de que o método melhora a profundidade de penetração da substância principalmente pelos TD, aumentando assim sua ação antimicrobiana^{26, 28}

Além dos efeitos antimicrobianos, a terapia com laser possui potencial de atuar na biomodulação tecidual e trazer um efeito analgésico, propriedades muito bem vindas também na Endodontia, alguns trabalhos revelaram que em relação a dor pós-operatória a PDT parece influenciar positivamente no controle da dor pós tratamento e reduzir assim a necessidade da ingestão de medicamentos²⁹.

Na amostra do presente trabalho três publicações contemplaram o relato de dor pós-operatória, onde o protocolo de atendimento em sessão única foi realizado com e sem ampliação foraminal, condições associadas a maior desconforto pós-operatório. O resultado dos trabalhos mostra que a sensação dolorosa é reduzida – pelo menos nas primeiras 24 horas – quando os pacientes são submetidos a uma aplicação final da terapia com o laser ^{29, 30, 31}.

Em relação a cicatrização apenas um dos trabalhos contemplaram tal avaliação, com resultados positivos de cura em casos de periodontite apical, os pacientes tratados apresentaram melhores índices de reparo no acompanhamento de 3 e 6 meses ³. E apenas, Niavarzi e colaboradores (2019) e Vilas boas e colaboradores (2021), foram os únicos trabalhos que apresentaram nos seus protocolos do laser descrevendo o tempo, potência e comprimento de ondas utilizado durante seus estudos. Niavarzi e colaboradores citam que utilizaram azul de metileno (MB) mais laser de diodo comprimento de onda 660nm e uma potência de 150mW por 1 minuto, já Vilas Boas e colaboradores (2021) cita utilizar 150mw de potência por 2 minutos com comprimento de 660nm foi aplicada. Os demais autores não descrevem o protocolo do laser.

5 CONCLUSÃO

A terapia com o laser se constitui como um adjuvante importante e de aplicação viável na terapia endodôntica não apenas como método de desinfecção auxiliando os processos de modelagem e irrigação, mas também na analgesia pós-operatória e cicatrização periapical.

REFERÊNCIAS

1. Carvalho Edos S, Mello I, Albergaria SJ, Habitante SM, Lage-Marques JL, Raldi DP. Effect of chemical substances in removing methylene blue after photodynamic therapy in root canal treatment. *Photomed Laser Surg.* 2011;29(8):559-63.
2. Nesi-Reis V, et al. Contribution of photodynamic therapy in wound healing: a systematic review. *Photodiagnosis And Photodynamic Therapy*, 2018; 21: 294-305.
3. De Miranda RG, Colombo APV. Clinical and microbiological effectiveness of photodynamic therapy on primary endodontic infections: a 6-month randomized clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2018;22(4):1751-61.
4. CAMARGO, M. Irrigação dos Canais Radiculares. In: CAMARGO, M. **Endodontia Clínica:Á luz da Microscopia Operatória: Visão, Precisão e Previsibilidade.** 1ªed. São Paulo: Napoleão Editora, 2016. p. 353-395.

5. Siqueira, J. F., et al. Áreas de superfície do canal radicular não preparadas: causas, implicações clínicas e estratégias terapêuticas. *Braz. Oral Res.* São Paulo 2018; 32(65), supl. 1.
6. Ackroyd R, Kelty C, Brown N, Reed M. The history of photodetection and photodynamic therapy. *Photochem Photobiol.* 2001;74(5):656-69.
7. Lacerda SLFM, Alfenas FC, Campos NC. Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico - revisão de literature. *RFO UPF.* 2014; 19(1).
8. Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP, Núñez SC, Jorge AO, Hamblin MR. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. *Lasers Surg Med.* 2007;39(1):59-66.endodontic therapy. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; (12):Cd005969.
10. Tabassum, S., Khan, F. R. Failure of endodontic treatment: The usual suspects. *Eur J Dent,* 2016; 10, 1: 144-147.
11. Polverini PJ, Krebsbach PH. Research and Discovery Science and the Future of Dental Education and Practice. *J Dent Educ.* 2017; 81(9):eS97-eS107.
12. Eduardo PC, Bello-Silva MS, Ramalho KM, Lee EMR, Aranha ACC. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.* 2015; 69 (3).
13. Babilas P, Schreml S, Landthaler M, Szeimies RM. Photodynamic therapy in dermatology: state-of-the-art. *Photodermatol Photoimmunol Photomed.* 2010;26(3):118-32.
14. Kou J, Dou D, Yang L. Porphyrin photosensitizers in photodynamic therapy and its applications. *Oncotarget.* 2017; 8(46):81591-603.
15. Kwiatkowski s., Knap B., Przystupski D., Saczko J., Kędzierska E., Knap-Czop K., Kotlińska J., Michel O., Kotowski K., Kulbacka J. Terapia fotodinâmica—Mecanismos, fotossensibilizadores e combinações. *Biomédico. Farmacêutico.* 2018; 106 :1098-1107.
16. Detty MR, Gibson SL, WAGNER SJ. Fotossensibilizadores clínicos e pré-clínicos atuais para uso em terapia fotodinâmica. *J. Med. Química* 2004; 47 :3897-3915.
17. Abrahamse H, Hamblin MR. New photosensitizers for photodynamic therapy. *Biochem J.* 2016;473(4):347-64.
18. Neugebauer J., Jozsa M., Kübler A. Terapia fotodinâmica antimicrobiana para prevenção de osteite alveolar e dor pós-extração. *Mund. Kiefer Gesichtschir.* 2004; 8 :350-355.
19. Dolmans DE, Fukumura D, Jain RK. Terapia fotodinâmica para câncer. *Nat Rev Câncer.* 2003; 3 (5):380–387
20. Garcez AS, Arantes-Neto JG, Sellera DP, Fregnani ER. Effects of antimicrobial photodynamic therapy and surgical endodontic treatment on the bacterial load reduction and periapical lesion healing. Three years follow up. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2015; 12(4):575-80.

21. Mustafa M, Almnea R, Ajmal M, Alamri HM, Abdulwahed A, Divakar DD. Efficacy of root canal treatment in c-shaped canals with adjunctive photodynamic therapy using micro-CT. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021;34:102257.
22. Rosa RAD, Santini MF, Figueiredo JAP, Visioli F, Pereira JR, Vivan RR, Montagner F, S6 MVR. Effectiveness of photodynamic therapy associated with irrigants over two biofilm models. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2017, 20:169-174.
23. Da Silva CC, Chaves Júnior SP, Pereira GLD, Fontes K, Antunes LAA, Póvoa HCC, et al. Antimicrobial Photodynamic Therapy Associated with Conventional Endodontic Treatment: A Clinical and Molecular Microbiological Study. *Photochem Photobiol.* 2018;94(2):351-6
24. Nunes IA, Novais TM, Garcia PP, Silva WS, Tavares RJ, Rizzi CC, et al. Antimicrobial action of ozonated water and photodynamic therapy with sonic activation in root canals infected with *Enterococcus faecalis*. *J Clin Exp Dent.* 2022;14(6):e486-e91.
25. Souza MA, Lima G, Pazinato B, Bischoff KF, Palhano HS, Cecchin D. Evaluation of antimicrobial activity of association of chlorhexidine to photosensitizer used in photodynamic therapy in root canals infected by *Enterococcus faecalis*. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2017;19:170-4.
26. Asnaashari M, Kooshki N, Salehi MM, Azari-Marhabi S, Amin Moghadassi H. Comparison of Antibacterial Effects of Photodynamic Therapy and an Irrigation Activation System on Root Canals Infected With *Enterococcus faecalis*: An In Vitro Study. *J Lasers Med Sci.* 2020;11(3):243-8.
27. Sarda RA, Shetty RM, Tamrakar A, Shetty SY. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, diode laser, and sodium hypochlorite and their combinations on endodontic pathogens. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019;28:265-72.
28. Niavarzi S, Pourhajibagher M, Khedmat S, Ghabraei S, Chiniforush N, Bahador A. Effect of ultrasonic activation on the efficacy of antimicrobial photodynamic therapy: Evaluation of penetration depth of photosensitizer and elimination of *Enterococcus faecalis* biofilms. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019;27:362-6.
29. Vilas-Boas L, Cozer V, Tawil PZ, Coelho MS. Effect of Photodynamic Therapy on Postoperative Pain in Posterior Teeth with Symptomatic Apical Periodontitis. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021;35:102348.
30. Guimarães LDS, da Silva EAB, Hespanhol FG, Fontes K, Antunes LAA, Antunes LS. Effect of photobiomodulation on post-operative symptoms in teeth with asymptomatic apical periodontitis treated with foraminal enlargement: A randomized clinical trial. *Int Endod J.* 2021;54(10):1708-19.
31. Coelho MS, Vilas-Boas L, Tawil PZ. The effects of photodynamic therapy on postoperative pain in teeth with necrotic pulps. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019;27:396-401.
32. Alimadadi, H. M. Asnaashari, M. Naseri and Z. Yadegari. Effect of Apical Size and Taper on the Efficacy of Root Canal Disinfection With LED Photodynamic Therapy as an Adjunct to Irrigation With Sodium Hypochlorite. *J Lasers Med Sci.* 2021. 12:e58.

33. Alves DRS, Decucio DA, Alencar AHG, Estrela CRA, Souza JB, Pinheiro ALB, et al. Effect of low-power diode laser on infected root canals. *Braz Dent J.* 2022;33(3):8-17.
34. Pourhajibagher M, Bahador A. An in vivo evaluation of microbial diversity before and after the photo-activated disinfection in primary endodontic infections: Traditional phenotypic and molecular approaches. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2018;22:19-25.
35. Zorita-García M, Alonso-Ezpeleta L, Cobo M, Del Campo R, Rico-Romano C, Mena-Álvarez J, et al. Photodynamic therapy in endodontic root canal treatment significantly increases bacterial clearance, preventing apical periodontitis. *Quintessence Int.* 2019;50(10):782-9.