

# USO CLÍNICO DA LASERTERAPIA NA DESINFECÇÃO DOS CANAIS RADICULARES

## AUTORES

**Camila da Costa Reis ESSER**

Discente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

**Vinicius Henrique Alves FERREIRA**

**Jessica de Almeida COELHO**

Docentes da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

## RESUMO

A laserterapia consolida-se como uma ferramenta adjuvante promissora na Endodontia, elevando a eficácia dos protocolos convencionais de desinfecção dos canais radiculares. Sua ação antimicrobiana singular é capaz de atingir microrganismos em áreas de difícil acesso, como os túbulos dentinários, superando as limitações dos irrigantes químicos tradicionais. Adicionalmente, o laser oferece efeitos biológicos relevantes, incluindo a modulação da inflamação, a redução da dor pós-operatória e a estimulação de processos regenerativos por meio da fotobiomodulação. Tais efeitos favorecem a cicatrização periapical e a recuperação funcional. Diferentes comprimentos de onda — como os lasers de diodo, Er:YAG, Er,Cr:YSGG e Nd:YAG — permitem aplicações específicas, que variam da desinfecção direta à ativação de irrigantes e ao estímulo celular. Contudo, a ausência de protocolos clínicos padronizados e o custo elevado dos equipamentos ainda representam fatores que limitam sua ampla difusão na prática clínica. Apesar dos desafios, estudos clínicos e revisões sistemáticas corroboram a eficácia e os resultados encorajadores do uso do laser, reforçando seu papel como um recurso complementar, e não substitutivo, às técnicas tradicionais. Assim, espera-se que, com o avanço tecnológico e o aumento da acessibilidade, a laserterapia se firme como parte integrante da Endodontia contemporânea, notadamente em associação a terapias regenerativas.

## PALAVRAS - CHAVE

Endodontia. Tratamento de canal. Laserterapia.

## 1. INTRODUÇÃO

A Endodontia é uma especialidade odontológica cujo principal objetivo é a preservação dos dentes acometidos por lesões pulpares e periapicais. O sucesso do tratamento endodôntico está diretamente relacionado à eliminação de microrganismos do sistema de canais radiculares, que ocorre por meio da instrumentação mecânica e da irrigação com soluções químicas de ação antimicrobiana (ZANCAN et al., 2021). No entanto, a eficácia desses métodos pode ser limitada pela complexidade anatômica dos canais radiculares e pela presença de biofilmes bacterianos resistentes aos agentes químicos convencionais (KARATAS et al., 2023).

Nos últimos anos, avanços tecnológicos têm proporcionado melhorias significativas nas técnicas endodônticas, destacando-se a aplicação da laserterapia como um método complementar para a descontaminação dos canais radiculares. O uso do laser na Endodontia baseia-se em sua capacidade de eliminar microrganismos por meio da interação da radiação com os tecidos dentais, promovendo a desinfecção intracanal e melhorando a adesão dos materiais obturadores à dentina (HUANG et al., 2023).

Diferentes comprimentos de onda, como os lasers de diodo, Nd:YAG e Er:YAG, têm sido investigados quanto à sua eficiência na remoção da camada de *smear layer*, na modulação da inflamação e na estimulação da reparação tecidual (ZANCAN et al., 2021).

A introdução da laserterapia na Endodontia minimamente invasiva também tem sido explorada como alternativa à instrumentação convencional, permitindo a descontaminação dos canais radiculares sem a necessidade de desgaste excessivo da estrutura dental. Estudos recentes indicam que a aplicação de luz azul na faixa de 400–470 nm pode apresentar efeito antibacteriano sobre espécies patogênicas comuns em infecções endodônticas, reduzindo a carga microbiana sem comprometer a integridade do tecido dentinário (KARATAS et al., 2023).

Além disso, a laserterapia tem sido associada à redução significativa da dor pós-operatória e a uma maior taxa de sucesso clínico a longo prazo, tornando-se uma alternativa promissora para o manejo das infecções endodônticas persistentes e para a reabilitação de dentes tratados endodonticamente. No entanto, a escolha do protocolo ideal de laserterapia ainda é motivo de debate, sendo necessários estudos adicionais para padronizar parâmetros como potência, tempo de exposição e tipo de laser utilizado (DEL FABBRO et al., 2016).

A descontaminação eficaz do sistema de canais radiculares é um dos principais desafios da Endodontia moderna. Tradicionalmente, a irrigação com substâncias químicas tem sido o método padrão para a eliminação de microrganismos e remoção de debris orgânicos e inorgânicos dos condutos radiculares. O hipoclorito de sódio (NaOCl), em diferentes concentrações, é amplamente utilizado devido ao seu efeito bactericida e à capacidade de dissolver tecidos necróticos (HOSHYARI et al., 2024).

No entanto, apesar de sua eficácia antimicrobiana, o hipoclorito de sódio apresenta limitações, como citotoxicidade para os tecidos periapicais e incapacidade de penetrar completamente nos túbulos dentinários, onde microrganismos como *Enterococcus faecalis* podem persistir e causar falhas no tratamento endodôntico (MESGARANI et al., 2024).

Outros irrigantes, como o EDTA e a clorexidina, são frequentemente utilizados em combinação com o NaOCl para melhorar a remoção da *smear layer* e garantir um ambiente livre de microrganismos antes da obturação dos canais. Entretanto, a combinação desses irrigantes não garante a completa eliminação de biofilmes bacterianos, sendo necessária a busca por métodos complementares de desinfecção intracanal (DEL FABBRO et al., 2016).

Nos últimos anos, a laserterapia tem sido estudada como uma alternativa promissora para aumentar a eficiência da descontaminação dos canais radiculares. O laser diodo, especialmente nos comprimentos de onda de 445 nm e 970 nm, tem demonstrado efeitos significativos na redução da carga bacteriana intracanal, alcançando áreas de difícil acesso onde os irrigantes convencionais apresentam limitações (MORSY et al., 2018). O mecanismo de ação da laserterapia envolve efeitos fototérmicos e fotodinâmicos que promovem a lise celular de microrganismos patogênicos sem comprometer a integridade estrutural do dente (HOSHYARI et al., 2024).

Estudos comparativos demonstram que a irradiação intracanal com laser diodo pode reduzir significativamente a presença de *E. faecalis*, um dos principais agentes etiológicos de infecções endodônticas persistentes. A terapia fotodinâmica (PDT), que combina o uso de um agente fotossensibilizador com a irradiação a laser, também tem demonstrado resultados promissores na eliminação de biofilmes bacterianos em condutos radiculares infectados, permitindo uma descontaminação mais eficiente (MESGARANI et al., 2024).

A combinação de métodos convencionais de irrigação com a laserterapia pode proporcionar um protocolo mais eficiente de desinfecção intracanal. Enquanto o hipoclorito de sódio e o EDTA continuam sendo agentes fundamentais na Endodontia, a introdução da laserterapia representa uma evolução significativa no controle microbiológico e na preservação da estrutura dentária (FAHIM et al., 2024). Estudos adicionais são necessários para padronizar os parâmetros de aplicação do laser, otimizando sua eficácia e segurança no contexto clínico da Endodontia moderna (ZHOU et al., 2024).

O objetivo deste trabalho foi analisar a aplicação da laserterapia como um método complementar à descontaminação dos canais radiculares na endodontia, destacando seus benefícios, mecanismos de ação e eficácia em comparação com os métodos convencionais. Além disso, busca-se discutir os avanços tecnológicos na área e os desafios na padronização dos protocolos de laserterapia para otimizar a desinfecção intracanal e melhorar o prognóstico dos tratamentos endodônticos.

## **2. METODOLOGIA**

A metodologia utilizada neste estudo foi baseada em uma revisão bibliográfica, com foco na análise de artigos científicos relacionados às técnicas convencionais para desinfecção de canais radiculares em endodontia comparando com o uso da laserterapia como substituto nesta etapa clínica baseado em evidências científicas. As pesquisas foram realizadas em bases de dados renomadas, como Google Acadêmico, PubMed, SciELO, LILACS e Embase, abrangendo publicações no período de 2000 a 2024. Os descritores selecionados incluíram termos como "laserterapia", "laser em odontologia", "laser em endodontia", "desinfecção de canais radiculares".

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

A Endodontia é uma das especialidades odontológicas mais relevantes para a preservação da saúde oral, tendo como principal objetivo o tratamento de infecções pulpares e periapicais, a fim de manter a função e a integridade do elemento dentário na cavidade oral. O sucesso terapêutico depende, em grande parte, da descontaminação do sistema de canais radiculares, cuja anatomia complexa e presença de ramificações dificultam a completa eliminação de microrganismos. Essa dificuldade está diretamente relacionada à formação de biofilmes bacterianos, que conferem resistência aos tratamentos convencionais. Diante dessas limitações, novas tecnologias foram introduzidas para potencializar os resultados clínicos, entre elas a laserterapia, que vem sendo amplamente investigada como recurso adjuvante em Endodontia (HUANG et al., 2023).

Tradicionalmente, a irrigação intracanal com substâncias químicas como o hipoclorito de sódio (NaOCl) e o EDTA é considerada padrão-ouro para a desinfecção. O NaOCl apresenta propriedades bactericidas e capacidade de dissolver tecidos orgânicos, enquanto o EDTA atua na remoção de *smear layer* e quelantes de cálcio. No entanto, tais soluções apresentam limitações importantes, como a incapacidade de penetrar profundamente nos túbulos dentinários e potenciais efeitos citotóxicos nos tecidos periapicais. Essa limitação reforça a necessidade de métodos complementares, como o laser, que podem atingir microrganismos em regiões inacessíveis ao método convencional (HOSHYARI et al., 2024).

A laserterapia tem se mostrado uma tecnologia promissora, pois além da ação antimicrobiana, possui efeitos na modulação da inflamação e na aceleração do reparo tecidual. O mecanismo de ação do laser varia conforme o comprimento de onda utilizado, permitindo que diferentes equipamentos sejam aplicados para finalidades específicas. Entre os efeitos observados destacam-se os fototérmicos, que promovem aquecimento e lise celular; os fotodinâmicos, associados ao uso de fotossensibilizadores; e os fotobiomodulatórios, responsáveis por estimular processos biológicos de regeneração celular. Esses mecanismos tornam a laserterapia uma ferramenta multifuncional e adaptável às necessidades clínicas (DEL FABBRO et al., 2016).

Dentre os equipamentos disponíveis, os lasers de diodo são os mais investigados, especialmente em comprimentos de onda de 445 nm, 940 nm e 980 nm, por apresentarem boa penetração e ação direta sobre microrganismos. Já os lasers Er:YAG e Er,Cr:YSGG, de comprimentos de onda mais elevados, são eficazes na remoção da *smear layer* e na ativação de soluções irrigadoras, aumentando sua capacidade de penetração nos túbulos dentinários. O Nd:YAG, por sua vez, possui maior profundidade de ação, atingindo bactérias resistentes como *Enterococcus faecalis*. Essas características demonstram a versatilidade da tecnologia, desde a desinfecção até a preparação da dentina para melhor adesão dos cimentos obturadores (ZANCAN et al., 2021).

A literatura aponta que a laserterapia pode ser especialmente útil na redução da dor pós-operatória, um dos maiores desconfortos relatados pelos pacientes após procedimentos endodônticos. Estudos clínicos com laser diodo 980 nm em dentes com necrose pulpar e lesões periapicais revelaram significativa diminuição da dor em comparação ao tratamento convencional. Essa diminuição da sintomatologia está associada à modulação da resposta inflamatória, ao estímulo da microcirculação e à liberação de mediadores químicos envolvidos na analgesia (MORSY et al., 2018).

Outro aspecto fundamental da laserterapia é o estímulo à cicatrização dos tecidos periapicais, decorrente da fotobiomodulação. Pesquisas demonstram que o laser pode aumentar a atividade mitocondrial, elevando a síntese de ATP e favorecendo a proliferação de fibroblastos e osteoblastos, células essenciais para o reparo tecidual. Além disso, a terapia contribui para a organização da matriz colágena e acelera a formação óssea, o que resulta em maior previsibilidade de recuperação clínica após o tratamento endodôntico (HAMBLIN & GUPTA, 2013).

Ensaio clínicos randomizados apontam que a utilização do laser de baixa intensidade em pacientes submetidos ao tratamento endodôntico convencional está relacionada à menor necessidade de analgésicos no pós-operatório. Esse resultado reforça o potencial da fotobiomodulação como recurso não apenas para a desinfecção, mas também para a melhoria da qualidade de vida do paciente, ao reduzir o desconforto e acelerar o retorno à normalidade funcional (GUEIRREIRO et al., 2020).

Diversos estudos clínicos têm investigado o potencial da laserterapia, especialmente com diodo na faixa de 980 nm, como recurso adjuvante em retratamentos endodônticos para acelerar a cicatrização óssea periapical. Em um ensaio clínico randomizado, observou-se que os pacientes submetidos ao retratamento com o uso do laser diodo apresentaram maior taxa de casos curados — 45% a mais — ao longo de um acompanhamento de 12 meses, sugerindo que o laser favorece a reparação periapical mesmo que os desfechos radiográficos em 3 e 6

meses não apresentem diferenças estatísticas marcantes (PELOZO et al., 2023). Além disso, revisões sistemáticas apontam que lasers, incluindo os de diodo, Er,Cr:YSGG e Nd:YAG, podem acelerar o processo de cura de lesões periapicais e melhorar os resultados terapêuticos em tratamentos endodônticos não cirúrgicos, complementando a limpeza e moldagem convencionais (HAZRATI et al., 2024).

No campo da desinfecção intracanal, os lasers têm se mostrado eficazes contra espécies bacterianas resistentes, como o *Enterococcus faecalis*, frequentemente associado às falhas endodônticas. Estudos indicam que o laser Er,Cr:YSGG a 2780 nm e o diodo a 940 nm são capazes de reduzir significativamente a carga microbiana, inclusive em áreas de difícil acesso, onde os irrigantes convencionais apresentam limitações. Essa ação antimicrobiana mais profunda representa um avanço no controle das infecções endodônticas persistentes (FAHIM et al., 2024).

Comparações diretas entre o uso do laser e irrigantes como hipoclorito de sódio e clorexidina demonstram que, em alguns casos, a eficácia antimicrobiana pode ser equivalente. A vantagem da laserterapia está no fato de não deixar resíduos químicos no interior do canal, além de apresentar menor risco de agressão aos tecidos periapicais. Isso torna a técnica especialmente interessante para casos de maior complexidade, onde os métodos convencionais podem apresentar falhas (MESGARANI et al., 2024).

A ação antimicrobiana do laser, entretanto, não é uniforme e depende diretamente do comprimento de onda, da potência, do tempo de exposição e do modo de emissão. Assim, a padronização de protocolos é um dos maiores desafios atuais, uma vez que diferentes estudos utilizam parâmetros variados, o que dificulta comparações diretas e generalizações clínicas (HOSHYARI et al., 2024).

Protocolos como a irrigação ativada por laser vêm sendo descritos como alternativa eficiente para aumentar a penetração dos irrigantes. Essa técnica potencializa a ação química do NaOCl, ampliando sua eficácia contra biofilmes. Estudos *in vitro* mostram que a ativação por laser melhora significativamente a remoção de detritos e a penetração nos túbulos dentinários, aumentando as chances de sucesso da desinfecção (KARATAS et al., 2023).

A técnica Photon-initiated Photoacoustic Streaming (PIPS), realizada com laser Er:YAG, é uma das inovações mais promissoras na Endodontia contemporânea. O método utiliza pulsos de baixa energia e curta duração, gerando microexplosões que promovem intensa agitação da solução irrigadora, melhorando a limpeza em regiões de difícil acesso. Ensaios clínicos demonstraram que o PIPS aumenta a eficiência da irrigação, potencializando a eliminação de biofilmes bacterianos (ZHOU et al., 2024).

Entretanto, a presença da *smear layer* ainda é considerada um obstáculo importante. Estudos relatam que a camada residual de detritos dentinários pode reduzir a ação antimicrobiana tanto de irrigantes quanto do laser, tornando necessária sua remoção prévia para otimizar a eficácia do tratamento. Assim, a associação entre EDTA e laser surge como alternativa viável para potencializar os resultados clínicos (ZANCAN et al., 2021).

A integração entre laserterapia e métodos convencionais de irrigação representa atualmente a abordagem mais promissora, visto que cada técnica contribui de maneira complementar para a descontaminação do canal radicular. Enquanto os irrigantes atuam quimicamente, o laser amplia o alcance da desinfecção e modula a resposta biológica, proporcionando maior previsibilidade clínica e menores taxas de insucesso (FAHIM et al., 2024).

Outra vertente em ascensão é a terapia fotodinâmica (PDT), que associa um fotossensibilizador à irradiação laser, resultando na formação de espécies reativas de oxigênio com potente ação antimicrobiana. Essa técnica vem sendo investigada em infecções endodônticas persistentes, apresentando resultados favoráveis na eliminação de biofilmes multiespécies, frequentemente associados a falhas terapêuticas (MESGARANI et al., 2024).

A terapia fotodinâmica (PDT) vem sendo apontada como um recurso adjuvante eficiente em casos de retratamento endodôntico, nos quais há persistência da infecção mesmo após protocolos convencionais. Ensaios clínicos e revisões sistemáticas demonstram que a PDT é capaz de reduzir significativamente a carga microbiana intracanal, inclusive em biofilmes multiespécies associados à falha terapêutica, mostrando-se uma opção promissora para aumentar a previsibilidade do sucesso clínico (NUNES et al., 2024).

Um dos aspectos mais relevantes da PDT é o seu baixo risco de desenvolvimento de resistência bacteriana. Diferente dos antibióticos, cuja eficácia pode ser reduzida pela adaptação microbiana, a PDT atua pela produção de espécies reativas de oxigênio que causam danos oxidativos irreversíveis às membranas celulares, DNA e organelas, o que torna praticamente impossível a adaptação bacteriana. Esse mecanismo confere à PDT um diferencial importante, sobretudo em infecções endodônticas persistentes (QUINTANA et al., 2023).

Outro ponto de destaque é que a aplicação da PDT não compromete a integridade dos tecidos dentinários, característica essencial para garantir o selamento adequado dos canais radiculares. Estudos mostram que a técnica não altera negativamente a adesão nem a penetração dos cimentos endodônticos, permitindo que a obturação mantenha sua função protetora. Assim, a PDT combina eficácia antimicrobiana com segurança estrutural, reforçando seu potencial como ferramenta auxiliar em Endodontia (BANCI et al., 2023).

Revisões recentes apontam que a associação da PDT com irrigação química tradicional aumenta significativamente a taxa de desinfecção intracanal. Essa integração demonstra que o laser não deve ser considerado substituto, mas sim coadjuvante dos métodos convencionais, capaz de potencializar os efeitos já estabelecidos na Endodontia (HUANG et al., 2023).

Além da ação antimicrobiana, a laserterapia desempenha papel importante no controle da dor, reduzindo a liberação de citocinas pró-inflamatórias como IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$ . Esse mecanismo ajuda a explicar por que pacientes submetidos à fotobiomodulação relatam menor sensibilidade e maior conforto no pós-operatório, mesmo em procedimentos mais invasivos (DEL FABBRO et al., 2016).

O laser de baixa intensidade também estimula a liberação de endorfinas e promove a vasodilatação local, fatores que contribuem para analgesia e melhor oxigenação tecidual. Tais efeitos sistêmicos ampliam o impacto da terapia, tornando-a uma ferramenta relevante não apenas para a descontaminação, mas também para o manejo da dor em Endodontia (HAMBLIN & GUPTA, 2013).

Estudos clínicos confirmam que pacientes submetidos a protocolos endodônticos associados à laserterapia relataram menos episódios de dor intensa e necessitaram de menores doses de analgésicos durante a fase de cicatrização inicial. Esse achado reforça o potencial do laser como aliado na melhoria da experiência do paciente, reduzindo um dos principais receios relacionados ao tratamento endodôntico (MORSY et al., 2018).

Outra contribuição relevante da laserterapia, especialmente com diodo, refere-se à aceleração da cicatrização óssea periapical. Ensaios clínicos têm demonstrado que pacientes submetidos a protocolos com laser diodo apresentaram, em acompanhamentos radiográficos, redução mais rápida do tamanho das lesões periapicais, inclusive com aumento da densidade óssea já a partir do terceiro mês, quando comparados aos grupos controles (ZAKY et al., 2024). Esses resultados justificam o uso da laserterapia como adjuvante biológico eficaz, que pode reduzir o tempo de acompanhamento clínico e melhorar a previsibilidade do sucesso terapêutico em tratamentos de retratamento endodôntico (ANBARI et al., 2021).

O laser Er:YAG, além de auxiliar na descontaminação, tem sido amplamente estudado pelo seu efeito na remoção de *smear layer* e abertura dos túbulos dentinários. Esse processo favorece a adesão dos cimentos obturadores, aumentando a qualidade do selamento e reduzindo os riscos de infiltração coronária ou apical, fatores essenciais para a longevidade do tratamento (ZANCAN et al., 2021).

Ao favorecer a adesão e a vedação hermética dos canais radiculares, a laserterapia pode contribuir indiretamente para a prevenção de falhas e reinfecções, já que uma obturação de qualidade é considerada determinante para o sucesso clínico em longo prazo. Dessa forma, a tecnologia se mostra útil em diferentes fases do tratamento endodôntico, não apenas no processo de desinfecção, mas também na etapa de selamento (HUANG et al., 2023).

Estudos comparativos indicam que o laser diodo pode apresentar efeito bactericida equivalente ao do hipoclorito de sódio, mas com menor risco de agressão aos tecidos adjacentes. Essa característica representa um diferencial importante, principalmente em pacientes com maior susceptibilidade a reações adversas dos irrigantes convencionais (MESGARANI et al., 2024).

O laser Nd:YAG, por sua vez, tem a vantagem de atingir maior profundidade nos túbulos dentinários, sendo indicado em casos de infecções mais resistentes. Contudo, deve-se ter cautela quanto ao risco de aumento excessivo da temperatura durante a aplicação, que pode comprometer os tecidos periodontais se não for corretamente controlado (HOSHYARI et al., 2024).

O risco de danos térmicos também se estende ao laser diodo, quando utilizado em altas potências ou por períodos prolongados. Nessas condições, pode ocorrer carbonização da dentina, alterando suas propriedades físicas e dificultando a adesão de materiais obturadores. Tais efeitos indesejados evidenciam a necessidade de aplicação criteriosa e baseada em protocolos bem definidos (FAHIM et al., 2024).

Diante disso, a escolha dos parâmetros de potência, tempo de exposição, modo de emissão e comprimento de onda é decisiva para garantir não apenas a eficácia antimicrobiana, mas também a segurança do procedimento. A ausência de padronização nos protocolos é, até o momento, uma das principais limitações para a utilização rotineira da laserterapia em consultórios odontológicos (ZHOU et al., 2024).

Apesar dessas limitações, a literatura converge para o entendimento de que a laserterapia representa um recurso promissor e seguro, quando utilizada adequadamente. Os resultados disponíveis indicam que a técnica tem potencial de complementar os métodos tradicionais e melhorar o prognóstico de casos complexos, especialmente aqueles em que há risco de insucesso com a irrigação química isolada (HOSHYARI et al., 2024).

A falta de uniformidade metodológica entre os estudos, entretanto, dificulta a consolidação de diretrizes clínicas universais. Pesquisadores enfatizam a necessidade de ensaios clínicos randomizados com maior rigor metodológico, que possam fornecer evidências robustas para embasar recomendações seguras e reproduzíveis em diferentes contextos (DEL FABBRO et al., 2016).

Essa lacuna de conhecimento também impacta a prática clínica, pois a ausência de protocolos padronizados gera incerteza na escolha de parâmetros por parte dos profissionais. Embora os resultados preliminares sejam positivos, ainda há um longo caminho a ser percorrido para consolidar a laserterapia como rotina na Endodontia contemporânea (GUEIRREIRO et al., 2020).

Outro fator limitante para a ampla utilização do laser nos consultórios odontológicos é o alto custo dos equipamentos, o que pode restringir seu acesso a clínicas e universidades com maior infraestrutura. No entanto, a tendência de redução dos custos tecnológicos nos últimos anos sugere que, em um futuro próximo, a laserterapia poderá se tornar mais acessível e difundida (MESGARANI et al., 2024).

Além da questão econômica, o treinamento adequado dos profissionais é fundamental para garantir a aplicação segura da tecnologia. A falta de conhecimento específico sobre parâmetros e técnicas de aplicação pode comprometer os resultados clínicos e aumentar o risco de efeitos adversos. Assim, investir na capacitação profissional é passo essencial para a consolidação da laserterapia na Endodontia (HUANG et al., 2023).

A associação da laserterapia com técnicas regenerativas, como o uso de biomateriais e células-tronco, abre perspectivas revolucionárias para a Endodontia regenerativa. Um estudo recente demonstrou que a fotobiomodulação (PBM), aplicada sobre células mesenquimais da polpa dental (DP-MSCs), aumentou a viabilidade celular, estimulou a mineralização e promoveu a expressão de marcadores osteogênicos como Runx2, Col1A1, ALP e BMP, além de elevar os níveis de IL-6 e IL-8 envolvidos na remodelação óssea, evidenciando seu potencial como catalisador biológico no reparo tecidual (FERNANDES et al., 2025).

Pesquisas recentes evidenciam que a fotobiomodulação exerce um papel complementar à matriz clássica da engenharia tecidual, composta por células-tronco, scaffolds e fatores de crescimento, no contexto das terapias endodônticas regenerativas. Nesse cenário, a PBM tem sido considerada como um “quarto elemento”, pois apresenta capacidade de estimular a proliferação e diferenciação celular, aumentar a produção de ATP e favorecer a remodelação metabólica em diferentes linhagens celulares envolvidas no reparo pulpar. Esses efeitos contribuem para a criação de um microambiente biológico mais favorável, que não apenas potencializa o processo de regeneração tecidual, mas também amplia as possibilidades terapêuticas em Endodontia ao associar controle da infecção com restauração da vitalidade pulpar (FANG et al., 2023).

Em estudo ex vivo, a aplicação de laser diodo com comprimento de onda de 808 nm em discos de dentina humanos resultou em aumento significativo da liberação de TGF- $\beta$ 1, um fator de crescimento essencial para o reparo tecidual. Além desse efeito, a fotobiomodulação promoveu maior viabilidade e capacidade migratória de células-tronco da polpa dentária (DPSCs), demonstrando que os estímulos induzidos pela PBM podem favorecer a regeneração endodôntica não apenas por modificar o microambiente dentinário, mas também por potencializar as propriedades regenerativas das células envolvidas no processo (RUSSO et al., 2023).

Apesar das limitações atuais, a literatura científica reforça que a laserterapia deve ser considerada uma ferramenta adjuvante de alto potencial, capaz de agregar benefícios clínicos e biológicos ao tratamento endodôntico. Sua integração a protocolos convencionais representa um avanço significativo no manejo de casos complexos e na busca por maior previsibilidade terapêutica (DEL FABBRO et al., 2016).

O consenso entre os pesquisadores é que a laserterapia não substitui os métodos tradicionais, mas deve ser incorporada como recurso complementar, potencializando a ação dos irrigantes químicos e contribuindo para a melhoria global dos resultados clínicos. Essa visão de integração reforça a necessidade de adoção gradual e responsável da tecnologia (HUANG et al., 2023).

No cenário atual, recomenda-se que o uso clínico do laser seja individualizado, considerando as particularidades anatômicas, o grau de infecção e a disponibilidade tecnológica do consultório. Dessa forma, é possível otimizar a eficácia da técnica, reduzir riscos e oferecer ao paciente uma abordagem moderna e baseada em evidências (FAHIM et al., 2024).

A expectativa é que, com o avanço das pesquisas e a consolidação de protocolos clínicos seguros, a laserterapia se torne parte integrante da Endodontia minimamente invasiva, caracterizada pela busca de técnicas mais conservadoras, biocompatíveis e eficazes no controle das infecções radiculares (ZHOU et al., 2024).

Portanto, ao analisar o conjunto de evidências disponíveis, conclui-se que a laserterapia representa um recurso inovador e complementar à Endodontia contemporânea. Sua aplicação contribui para maior eficácia antimicrobiana, redução da dor pós-operatória, aceleração da cicatrização e otimização dos protocolos de irrigação, configurando-se como uma ferramenta valiosa no manejo de casos complexos. Apesar da ausência de protocolos universalmente padronizados e das barreiras econômicas que ainda limitam seu uso, os avanços tecnológicos e as perspectivas de associação com terapias regenerativas indicam que a laserterapia tende a consolidar-se cada vez mais como parte integrante da prática clínica endodôntica moderna (FAHIM et al., 2024).



#### 4. CONCLUSÃO

Em síntese, a laserterapia se apresenta como recurso adjuvante promissor na Endodontia, com benefícios antimicrobianos, analgésicos e regenerativos que potencializam os métodos convencionais. Apesar de limitações como falta de protocolos padronizados e alto custo, as evidências indicam sua tendência de consolidação como parte da prática clínica moderna, sobretudo em associação a terapias regenerativas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANBARI, F. et al. Effect of diode laser on periapical healing in endodontic retreatment: a randomized clinical trial. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 34, p. 102308, 2021.

BANCI, H. A. et al. Effects of photodynamic therapy on dentin and adhesion of endodontic sealers. **Lasers in Medical Science**, v. 38, n. 1, p. 53-62, 2023.

DEL FABBRO, M. et al. Photobiomodulation in endodontics: a review. **International Endodontic Journal**, v. 49, n. 10, p. 933-946, 2016.

FAHIM, R. et al. Efficacy of laser-assisted endodontic disinfection: a systematic review. **Clinical Oral Investigations**, v. 28, n. 2, p. 655-668, 2024.

FANG, Y. et al. Photobiomodulation as a fourth element of tissue engineering: applications in regenerative endodontics. **Journal of Endodontics**, v. 49, n. 2, p. 145-154, 2023.

FERNANDES, M. A. et al. Effect of photobiomodulation on mesenchymal stem cells from dental pulp: a potential tool for regenerative endodontics. **Stem Cell Research & Therapy**, v. 16, p. 102, 2025.

GUEIRREIRO, J. C. et al. Low-level laser therapy in endodontic treatment: randomized clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 35, n. 7, p. 1557-1565, 2020.

HAMBLIN, M. R.; GUPTA, A. Mechanisms of low level light therapy. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 45, n. 6, p. 362-369, 2013.

HAZRATI, M. et al. Effect of diode, Er:YAG, and Nd:YAG lasers on periapical healing: a systematic review. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 45, p. 103211, 2024.

HOSHYARI, M. et al. Sodium hypochlorite and laser disinfection in root canal therapy: a comparative analysis. **International Endodontic Journal**, v. 57, n. 4, p. 398-410, 2024.

HUANG, G. T. J. et al. Applications of lasers in endodontics: antimicrobial and regenerative perspectives. **Journal of Endodontics**, v. 49, n. 1, p. 29-39, 2023.

KARATAS, E. et al. Antibacterial effects of blue light in root canal disinfection: an in vitro study. **Lasers in Dental Science**, v. 7, n. 1, p. 12-21, 2023.

MESGARANI, A. et al. Comparison of photodynamic therapy and conventional irrigation in endodontics: a systematic review. **Clinical Oral Investigations**, v. 28, n. 5, p. 2314-2324, 2024.

MORSY, M. A. et al. Antimicrobial efficacy of diode laser against *Enterococcus faecalis* in infected root canals. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 36, n. 1, p. 35-41, 2018.

NUNES, T. et al. Photodynamic therapy in persistent endodontic infections: randomized clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 39, n. 2, p. 425-433, 2024.

PELOZO, C. S. et al. Clinical outcomes of diode laser in nonsurgical endodontic retreatment: randomized controlled trial. **Journal of Endodontics**, v. 49, n. 3, p. 235-243, 2023.

QUINTANA, R. M. et al. Antimicrobial mechanism of photodynamic therapy against endodontic biofilms. **Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**, v. 42, p. 102171, 2023.

RUSSO, M. et al. Photobiomodulation enhances growth factor release and stem cell activity in dentin discs. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 55, n. 2, p. 145-153, 2023.

ZAKY, A. et al. Effect of diode laser on periapical bone healing: radiographic and histologic evaluation. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 42, n. 1, p. 15-23, 2024.

ZANCAN, R. F. et al. Antimicrobial activity and smear layer removal promoted by different lasers in endodontics. **Lasers in Medical Science**, v. 36, n. 5, p. 1133-1142, 2021.

ZHOU, X. et al. Photon-initiated photoacoustic streaming (PIPS) in root canal disinfection: systematic review. **International Endodontic Journal**, v. 57, n. 6, p. 621-634, 2024.