

APLICABILIDADE E PROTOCOLOS CLÍNICOS DO LASER DE DIODO DE ALTA E BAIXA POTÊNCIA EM ENDODONTIA: REVISÃO DE LITERATURA

APPLICABILITY AND CLINICAL PROTOCOLS OF HIGH AND LOW-POWER LASERS IN ENDODONTICS: LITERATURE REVIEW

Laura Beatriz Pimenta Alves^a, Nathalia Alice Lazzaretti Dí Silva^a,
Allisson Filipe Martins^b, Vitor Hugo Marçal de Carvalho^{a*}

^a – Centro Universitário Goyazes, Rodovia GO-060, Km 19, nº 3.184, Setor Laguna Park, CEP 75380-000, Trindade, GO, Brasil.

^b – Universidade Evangélica de Goiás — Av. Universitária, Km 3,5, Cidade Universitária, CEP 75083-515, Anápolis, GO, Brasil.

*Correspondente: vitor.carvalho@unigoyazes.edu.br

Resumo

Objetivo: Este estudo tem por objetivo analisar e descrever os protocolos mais utilizados em Endodontia, do uso do Laser de diodo (DL), tanto de alta quanto de baixa potência com base em uma revisão da literatura científica. **Material e Métodos:** Foi realizada uma revisão da literatura a partir de artigos buscados na base de dados eletrônica PubMed. Foram incluídos estudos publicados no período de 2013 a 2023, nos idiomas inglês, espanhol e português, estudos do tipo ensaios clínicos e revisões sistemáticas, com texto integral disponível de forma gratuita. **Resultados:** Foram incluídos um total de cinquenta e dois artigos desses, sendo 11 deles sobre Lasers de Diodo de alta. Os estudos mostraram que são utilizados para remover tecidos duros e calcificados, descontaminar o canal radicular, tratar hipersensibilidade e realizar cirurgias endodônticas. Sobre os Lasers de baixa potência, foram englobados quarenta e um artigos que mostraram sua utilização para reduzir a inflamação, promover a regeneração tecidual e para o alívio de dor. Além disso esse tipo de Laser pode ser aplicado a terapia fotodinâmica, onde um agente fotossensibilizante é associado ao uso do laser, evidenciando células específicas. **Conclusão:** O DL contribui para o sucesso da terapia endodôntica, tendo grande relevância para a odontologia moderna, sendo necessário o conhecimento científico, principalmente com a finalidade de aperfeiçoar os tratamentos.

Palavras-chave: Laser de Diodo. Endodontia. Terapia a laser. Terapia com luz de baixa intensidade. Laser de estado sólido.

Abstract

Objective: This study aims to analyze and describe the most commonly used protocols in Endodontics for the use of both high- and low-power diode lasers (DLs) based on a review of the scientific literature. **Material and Methods:** A literature review was conducted using articles searched in the PubMed electronic database. Studies published between 2013 and 2023 in English, Spanish, and Portuguese, including clinical trials and systematic reviews, with full texts freely available, were included. **Results:** A total of fifty-two articles were included, 11 of which were on high-power diode lasers. The studies showed that they are used to remove hard and calcified tissue, decontaminate the root canal, treat hypersensitivity, and perform endodontic surgeries. Regarding low-power lasers, forty-one articles were included, demonstrating their use in reducing inflammation, promoting tissue regeneration, and pain relief. Furthermore, this type of laser can be applied to photodynamic therapy, where a photosensitizing agent is combined with the laser, highlighting specific cells. **Conclusion:** DL contributes to the success of endodontic therapy and is highly relevant to modern dentistry. Scientific knowledge is essential, especially for improving treatments.

Keywords: Diode laser. Endodontic. Laser therapy. Low-Level Light Therapy. Solid-state laser.

Introdução

O tratamento endodôntico tem como objetivo, efetiva modelagem, limpeza e erradicação dos microrganismos presentes nos sistemas de canais radiculares (SCR), (ANAGNOSTAKI *et al.*, 2020), entretanto, sabe-se que os métodos convencionais são incapazes de atingir de forma satisfatória as paredes do canal, tendo maior propensão a falha endodôntica. Assim, métodos alternativos que aumentem a eficácia da limpeza do SCR podem ser necessários, dentre esses métodos, pode-se citar o uso do Laser (TAVARES *et al.*, 2022).

Laser é um equipamento em que ondas eletromagnéticas são geradas a partir do estímulo de átomos ou moléculas, os quais reagem em cadeia, produzindo mais ondas eletromagnéticas, que são emitidas, a partir como um feixe Laser, sempre no mesmo comprimento de onda. Os Lasers apresentam comprimento de onda específico e a interação da luz com os tecidos obedece aos princípios básicos da óptica: absorção, reflexão, refração e transmissão. São classificados pelo comprimento de onda, pela potência (alta ou baixa), tipo de meio ativo que produz a luz (gás, sólido, líquido) (LEDEZMA *et al.*, 2020). Além disso, algumas características, tais como a potência, forma de aplicação, efeito térmico e o tempo de aplicação diferenciam o método de uso do Laser para cada procedimento (SANCHES, 2020).

Segundo Tavares *et al.* (2022), a aplicabilidade do Laser na Endodontia tem se tornado frequente, sendo uma ferramenta auxiliar importante para tratamento convencional, podem auxiliar no diagnóstico de vitalidade pulpar, capeamento pulpar, pulpotomia, analgesia, preparo do SRC, irrigação e antissepsia de canais radiculares, além de serem utilizados no retratamento endodôntico e cirurgia periapical. Há diferenças nos tipos de Laser utilizados nesses diversos procedimentos, enquanto para procedimentos cirúrgicos e preparos cavitários é utilizado o Laser de alta potência, o uso durante o tratamento endodôntico convencional e diagnóstico pulpar é recomendado o Laser de baixa potência.

O laser HILT pode ser utilizado para remover tecidos duros e calcificados, descontaminar o canal radicular, tratar hipersensibilidade e realizar cirurgias endodônticas. Alguns exemplos desse tipo de laser são: Laser de Dióxido de carbono (CO₂); Laser de Neodímio-ítrio-alumínio-granada (Nd:YAG); Laser de Érbio-ítrio-alumínio-granada (Er:YAG); Laser de érbio cromo dopado por ítrio escândio gálio e granada (Er;Cr;YSGG); Laser de Diodo (SANCHES, 2020).

Enquanto o LILT pode ser utilizado para reduzir a inflamação, promover a regeneração tecidual e para o alívio de dor. Além disso esse tipo de Laser pode ser aplicado a terapia fotodinâmica, onde um agente fotossensibilizante é associado ao uso do laser, evidenciando células específicas. A exemplo de LLLT o DL (SANCHES, 2020).

O DL tem despertado crescente interesse clínico, devido suas variedades de aplicações em alta e baixa potência. O DL é capaz de promover desinfecção, por meio da modificação da célula bacteriana ou efeito fototérmico correlacionado com a transmissão de calor através da irradiação (PELOZO *et al.*, 2022). Seu uso em Endodontia tem demonstrado vantagens significativas, incluindo a capacidade de reduzir o desconforto do paciente, desinfetar canais, acelerar o reparo, aumentar a precisão e melhorar os resultados clínicos. Segundo Kaplan, Sezgin e Kaplan, 2021, vários pesquisadores observaram desinfecção eficaz do canal radicular por irradiação de DL. Devido sua capacidade de absorção pela água os Lasers de diodo, podem atingir bactérias em camadas mais profundas dos túbulos dentinários. Neste estudo de revisão, achamos diferentes tipos de protocolos do DL de alta e baixa potência para uso clínico na Endodontia. Portanto, tem por objetivo considerar as variedades no comprimento de onda, potência, tempo de exposição e o diâmetro da fibra e tipo de Laser a ser utilizado.

Material e Métodos

Seleção de Fontes de Dados

Nessa revisão da literatura, as buscas foram realizadas na base de dado eletrônica da área da saúde MEDLINE por meio do PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>). Foram combinados descritores MeSh, termos sinônimos, de modo que a pesquisa atinja variáveis combinações filtrando os artigos selecionados (tabela 1).

Tabela 1. Método de pesquisa para o PubMed.

Linha (Query)	Termos de Busca (em inglês)	Combinação	Área / Objetivo
#1	((("Low-Level Light Therapy") OR ("low level laser")) OR ("solid state laser") OR ("gas laser") OR ("diode laser"))	-	Tipo de Laser
#2	(((((endodontics) OR (endodontic) OR ("dental pulp") OR ("periapical periodontitis")) OR ("dental pulp necrosis") OR ("root canal preparation")) OR (pulpitis)))	-	Termos Endodônticos/Pulpaes
#1 AND #2	#1 AND #2	#1 AND #2	Laser de Baixa Intensidade na Endodontia
#3	(pulpotomy) OR ("dental pulp capping")	-	Técnicas de Proteção Pulpar
#4	((laser therapy) OR (laser)) OR (lasers))	-	Termos Genéricos de Laser
#3 AND #4	#3 AND #4	#3 AND #4	Laser em Técnicas de Proteção Pulpar
#4 AND #2	#4 AND #2	#4 AND #2	Laser Genérico na Endodontia
#5	((gingivectomy))	-	Gengivectomia
#6	(periodontics)	-	Periodontia
#5 AND #4 AND #6	#5 AND #4 AND #6	#5 AND #4 AND #6	Laser na Gengivectomia e Periodontia
#7	((photochemotherapy) OR ("photodynamic therapy"))	-	Terapia Fotodinâmica (PDT)
#7 AND #4	#7 AND #4	#7 AND #4	Terapia Fotodinâmica com Laser
#8	((("laser irrigation activation"))	-	Ativação da Irrigação por Laser (LAI)

#8 AND #4	#8 AND #4	#8 AND #4	Ativação da Irrigação por Laser
#9	((("pain postoperative")))	-	Dor Pós-operatória
#9 AND #4 AND #2	#9 AND #4 AND #2	#9 AND #4 AND #2	Laser na Dor Pós-operatória Endodôntica
#10	((("anesthesia local")))	-	Anestesia Local
#10 AND #4	#10 AND #4	#10 AND #4	Laser e Anestesia Local
#11	((Laser Biostimulation) OR (photobiomodulation))	-	Fotobiomodulação (Sinônimo LLLT)
#11 AND #2	#11 AND #2	#11 AND #2	Fotobiomodulação na Endodontia
#12	((("edema")))	-	Edema
#12 AND #4	#12 AND #4	#12 AND #4	Laser no Controle de Edema

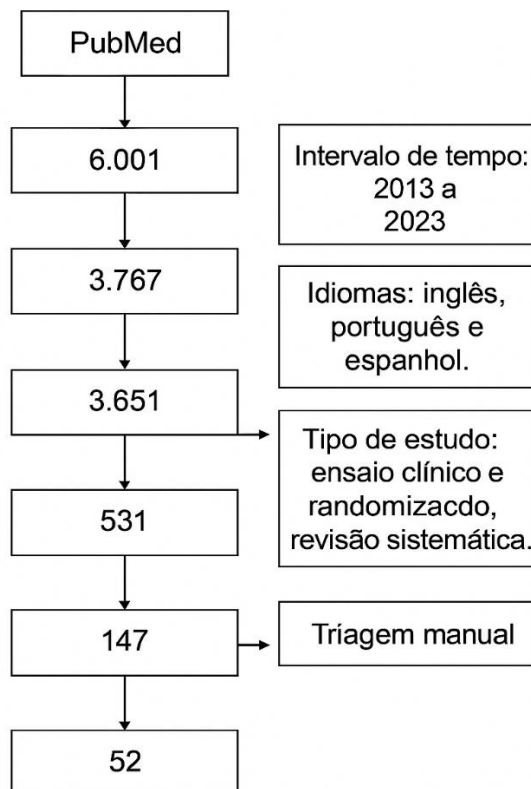
Fonte: os autores (2023).

Critérios de Inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão dos estudos (Figura 1) são: artigos publicados em português, inglês ou espanhol, priorizando textos completos com período de publicação últimos dez anos (2013 a 2023), estudos do tipo ensaios clínicos ou revisões sistemáticas disponíveis em acesso gratuito (free full texto). Para a seleção do estudo, os títulos e resumos dos textos selecionados, foram lidos e os critérios de inclusão aplicados. No que lhe diz respeito dos critérios de exclusão foram: artigos que não apresentaram informações completas e que os protocolos apresentados não foram testados, estudos que não relataram o uso de Laser na odontologia, especificamente com aplicação na Endodontia, textos que não apresentavam informações conclusivas e relevantes ao assunto deste estudo em específico.

Após a aplicação dos filtros os textos foram lidos pelas duas autoras e selecionados de acordo com a relevância para o presente trabalho (Tabela 2).

Figura 1. Fluxograma da busca.



(Fonte: os autores (2023))

Tabela 2 - exemplificação da análise de alguns textos selecionados.

Autor(es)	Tipo de estudo	Resultados
(AFKHAMI et al., 2022)	Estudo clínico randomizado	LLLT diminui a dor relacionada com a anestesia local.
(ANAGNOSTAKI et al., 2020)	Revisão sistemática	Foi revelado que quase todos os estudos (14/17) apresentaram um resultado melhorado

		estatisticamente em relação ao tratamento endodôntico assistido por laser. A irrigação ativada por laser (LAI) com laser Er, Cr:YSGG e Nd:YAG removeu mais rapidamente de forma eficaz. Além disso, o streaming fotoacústico induzido por laser (PIPS) com Er:YAG mostrou ser um método eficaz para descontaminar o sistema de canais radiculares.
(ASNAASHARI et al., 2022)	Revisão sistemática	O uso de Nd:YAG no controle da dor em pulpite irreversível foi eficaz, especialmente quando combinado com o alívio da dor, comparado a outros tipos de laser.
(BARAKAT et al., 2022)	Estudo clínico randomizado	O uso de LLLT reduziu a dor e o desconforto em pacientes submetidos à terapia endodôntica em comparação ao grupo controle, mostrando melhora significativa no alívio da dor.
(CHANDRAN et al., 2020)	Revisão sistemática	A meta-análise mostrou diferença estatisticamente significativa nos resultados em favor do laser em relação a métodos convencionais, indicando melhora no controle da dor e da inflamação após o tratamento endodôntico.
(DAI et al., 2018)	Estudo clínico randomizado	A irrigação ativada por laser mostrou melhor remoção de detritos em comparação a outros grupos. O Er:YAG com PIPS apresentou a irrigação mais eficiente que MD, CI, ou Nd:YAG.
(DELEU et al., 2013)	Estudo clínico randomizado	As cavidades radiculares bacterianas raramente foram observadas, mesmo em túbulos dentinários distantes, havendo maior limpeza nas amostras irradiadas com laser.
(DURMUS, TANBOGA et al., 2014)	Estudo clínico randomizado	As taxas de sucesso radiográfico foram de 87%, 79% e 73% para os grupos FC, FS e DAP, respectivamente. Er:YAG apresentou resultados superiores.
(ELAIFI-EBEID, et al., 2022)	Revisão sistemática	Os resultados indicam que a terapia fotodinâmica é promissora em termos de eficácia da PEP comparada às terapias convencionais.
(ELDESSOUKY, KHALEFA e ABU-SEIDA, et al., 2023)	Estudo clínico randomizado	Em ambos os subgrupos, os lasers de diodo reduziram o tempo clínico e o DLP em termos de comparação com grupos convencionais, formação de novo tecido duro e reabsorção

		óssea ($P < 0,05$). Er:YAG reduziu o tempo clínico em relação ao DAP.
(GUPTA et al., 2015)	Ensaio clínico randomizado	Após 12 meses de acompanhamento, as taxas de sucesso clínico e radiográfico foram de 100% no grupo laser, mas apenas 80% nos grupos ES e FS.
(GUERREIRO et al., 2020)	Revisão sistemática	Com base na evidência de qualidade limitada, a maioria dos estudos relatou significativamente menos dor pós-operatória após LLLT.
(HABSHI et al., 2023)	Estudo clínico randomizado	Não foram observadas diferenças significativas na contagem de detritos entre os grupos, exceto para o laser 4 ($p < 0,05$).
(ISMAIL, OBEID, HASSANIEN, 2023)	Estudo clínico randomizado	A terapia com laser de baixa intensidade reduziu a dor pós-operatória após uma única visita.
(KAPLAN, SEZGIN, KAPLAN, 2021)	Estudo clínico randomizado	O nível médio de dor no grupo controle foi significativamente maior do que no grupo laser ($p < 0,05$).
(KAPLAN, SEZGIN, KAPLAN, 2022)	Estudo clínico randomizado	O MTA apresentou taxa de sucesso de 94,7%, enquanto o LLLT teve 95% aos três meses, decaindo para 80% aos 12 meses.
(NIRANJANI et al., 2015)	Estudo clínico randomizado	O laser e o eletrocautério foram comparáveis quanto à facilidade de uso, com carbonização maior no laser.
(ULOOPPI et al., 2016)	Ensaio clínico	A alternativa do uso do PDT é um método indolor e fácil de administrar, eficaz em dentes decíduos.
(KUMAR, RATTAN, RAI, 2015)	Estudo clínico randomizado	Houve contagem bacteriana inferior no grupo DL em comparação ao grupo Endo ($P < 0,001$).
(LINH DO et al., 2020)	Revisão sistemática	Os resultados indicam que o laser reduziu dor, edema e trismo em comparação ao grupo controle.
(MOMENI et al., 2021)	Ensaio clínico	A busca foi restrita a artigos sobre desinfecção do canal radicular, totalizando 306 publicações.
(MORSY et al., 2019)	Estudo clínico randomizado	A combinação de laser de baixa potência e ibuprofeno apresentou os melhores resultados em termos de dor pós-operatória.

(MOTA et al., 2015)	Estudo clínico randomizado	O laser de diodo melhorou a cicatrização periapical durante o acompanhamento.
(MUHAMMAD et al., 2015)	Revisão sistemática	O uso de AINEs foi significativamente menor no grupo tratado com laser.
(NABI et al., 2018)	Estudo clínico randomizado	O NaOCl a 2,5% foi tão eficaz quanto o CNP e mais eficaz que solução salina (p = 0,008).
(PELOZO et al., 2023)	Ensaio clínico	As técnicas com laser diminuíram significativamente o número de microrganismos.
(PETRINI et al., 2017)	Ensaio clínico	O laser de baixa intensidade resultou em aumento da epitelização e cicatrização.
(ROSHDY et al., 2018)	Estudo clínico randomizado	O NaOCl mostrou efeito antibacteriano maior que o laser de diodo de 980 nm (P<0,05).
(SANCHES, 2020)	Revisão sistemática	O LED apresentou bons resultados no controle das sequelas pós-operatórias.
(SOBOUTI et al., 2015)	Revisão sistemática	Os escores de dor no VAS foram maiores no grupo KNS do que nos grupos LE e MP.
(SOHRABI et al., 2015)	Ensaio clínico	A eliminação bacteriana máxima foi observada no grupo Er,Cr:YSGG + NaOCl (p <0,005).
(TENIS et al., 2018)	Estudo clínico randomizado	Os lasers Er,Cr:YSGG e Er:YAG aumentaram significativamente o efeito bactericida do NaOCl (p <0,05).
(THAYER et al., 2022)	Estudo clínico randomizado	A taxa de sucesso clínica foi de 100% nos grupos eletrocirúrgico e laser de diodo.
(TOKUC et al., 2019)	Estudo clínico randomizado	Não houve diferenças significativas entre grupos nos parâmetros avaliados.

Fonte: os autores (2023).

Resultados

Por meio da inclusão de 52 estudos, verifica-se que diferentes tipos de protocolos de Laser são aplicados na Endodontia. A partir da leitura dos artigos, as informações foram agregadas e, a seguir, são apresentadas as informações mais relevantes dos protocolos utilizados, para que possam auxiliar a tomada de decisão clínica do uso dos Lasers em Endodontia.

Controle da dor pós-operatória:

Parâmetros de Laser:

Comprimento de onda: 790 - 980 nm (infra-vermelho)

Potência: 100 mW

Modo de aplicação: contínuo

Área do Feixe: 0,028 - 0,3 cm Energia – 2J.

Tempo de exposição: 30 segundos.

Técnica: Irradiação perpendicular à mucosa dos tecidos moles ao nível dos ápices do dente alvo.

Fotobiomodulação: Controle da Inflamação, Edema e aceleração do reparo *: *pode ser realizada de forma simultâneas com a emissão dos dois comprimentos de ondas de uma só vez.

- Parâmetros de Laser:

Comprimento de onda: 790 - 980 nm (infra-vermelho)

Potência: 100 mW

Modo de aplicação: contínuo

Área do Feixe: 0,028 - 0,3 cm

Energia – 2J.

Tempo de exposição: 20 segundos.

Comprimento de onda: 660 - 690nm (vermelho)

Potência 100 mW

Modo de aplicação: contínuo

Área do Feixe: 0,028 - 0,3 cm

Energia – 2J.

Tempo de exposição: 20 segundos.

Comprimento de onda: 660 - 690nm (vermelho) +: 790 - 980 nm (infravermelho) *

Potência 100 mW

Modo de aplicação: contínuo

Área do Feixe: 0,028 - 0,3 cm

Energia – 3J.

Tempo de exposição: 30 segundos.

- Técnica: Contato e perpendicular à mucosa.

Penetrabilidade dos anestésicos:

Parâmetros de Laser:

Comprimento de onda: 790 - 980 nm (infra-vermelho)

Potência 100 mW

Modo de aplicação: contínuo

Área do Feixe: 0,028 - 0,3 cm

Energia – 4J.

Tempo de exposição: 40 segundos.

- Técnica: Irradiação perpendicular à mucosa dos tecidos moles no ponto de infiltração da agulha.

Ativação da irrigação por Laser (LAI):

- Parâmetros de Laser:

Comprimento de onda: 790 – 980 nm (infra-vermelho)

Potência: 1, 5 W

Modo de aplicação: contínuo

Diâmetro da Fibra: 200 µm

Tempo de exposição: 4 vezes 10 segundos por canal.

- Técnica: Inserir no canal radicular a não mais que 3 mm do comprimento de trabalho e movida para cima e para baixo ao longo do canal durante a aplicação. A cada repetição deve renovar a solução.

Gengivectomia:

- Parâmetros de Laser:

Comprimento de onda: 790 – 980 (infra-vermelho)

Potência: 1,5 W

Modo de aplicação: contínuo

Diâmetro da Fibra: 400 µm

Tempo de exposição: 10 segundos

- Técnica: Utilizado na margem dos tecidos moles e realizar a limpeza da fibra para continuar com o corte.

Tabela 3 – Resumo dos protocolos apresentados LLLT.

Aplicação	Comprimento de onda (nm)	Energia (J)	Potência (mW)	Modo de aplicação	Área do Feixe (cm ²)	Tempo de exposição (s)	Técnica
Controle da dor pós-operatória	790–980 (infra-vermelho)	2	100	Contínuo	0,028–0,3	30	Irradiação perpendicular aos tecidos moles ao nível dos ápices do dente alvo.
Controle da inflamação	790–980 (infra-vermelho)	2	100	Contínuo	0,028–0,3	20	Contato e perpendicular à mucosa.
Controle de edema	660–690 (vermelho)	2	100	Contínuo	0,028–0,3	20	Contato e perpendicular à mucosa.
Aceleração de reparo	660–690 nm (vermelho) + 790–980 nm (infra-vermelho)	3	100	Contínuo	0,028–0,3	30	Contato e perpendicular à mucosa.
Penetrabilidade dos anestésicos	790–980 (infra-vermelho)	4	100	Contínuo	0,028–0,3	40	Irradiação perpendicular à mucosa dos tecidos moles no ponto de infiltração da agulha.
Infecções (PDT)	630–660 (vermelho)	9	100	Contínuo	0,028–0,3	90	Terapia Fotodinâmica associando aos

fotossensibilizadores azul de metileno 0,005%.

Fonte: os autores (2023).

Tabela 4 – Resumo dos protocolos apresentados HILT.

Aplicação	Comprimento de onda (nm)	Potência (W)	Modo de aplicação da Fibra	Diâmetro (µm)	Tempo de exposição (s)	Técnica
Ativação da irrigação por laser (LAI)	790–980 (infra-vermelho)	1,5	Contínuo	200	4×10	Inserir no canal radicular a não mais que 3 mm do comprimento de trabalho e movida para cima e para baixo ao longo do canal durante a aplicação. A cada repetição deve renovar a solução.
Gengivectomia	790–980 (infra-vermelho)	1,5	Contínuo	400	10	Utilizado na margem dos tecidos moles e realizar a limpeza da fibra para continuar com o corte.

Fonte: os autores (2023).

Discussão

Nas pesquisas sobre o uso do DL para controle da dor pós-operatória, autores como Morsy *et al.* (2018) e Elafifi-Ebeid *et al.* (2022) avaliaram que DL tem a capacidade de diminuir a dor pós-operatória após o tratamento endodôntico convencional em casos de dentes necróticos com lesões periapicais, teve melhores resultados por apresentar uma capacidade de diminuir os níveis de mediadores inflamatórios e aumentar a vascularização para proliferação celular. Ismail, Obeid e Hassanien, (2023) compararam em seu estudo, que o LLLT no quesito controle da dor foi melhor que o LAI no período de 24h pelo seu efeito de fotobiomodulação, onde obtém um efeito anti-inflamatório, trazendo mais conforto ao paciente pós terapia endodôntica.

Nabi *et al.* (2018) analisou e comparou em seu estudo que o LLLT pode ser uma alternativa mais eficaz no controle da dor pós-operatória do que o uso dos AINES. No entanto, para Guerreiro *et al.* (2020) mostra que embora o LLLT apresente bons resultados para o controle da dor é preciso novos estudos devido a heterogeneidade na precisão clínica dos resultados.

A respeito do controle da inflamação, foram selecionados artigos nos quais abordavam principalmente, temáticas ligadas a dor pós-operatória, reparo ósseo e edema. Em relação a dor todos os artigos adotados apresentaram significativa redução, segundo Nabi, *et al.* (2018), a LLLT pode ser uma alternativa eficaz ao uso tradicional de AINEs para o controle da dor pós-endodôntica, eliminando assim os efeitos adversos desta classe de medicamentos nos pacientes. Em relação reparo, a fotobiomodulação tem se mostrado satisfatória, e um tratamento adjuvante a outros mais convencionais.

Em relação ao controle de edema Petrini *et al.* (2017), relata que o uso de Laser pode reduzir significativamente o inchaço, além de reduzir o uso de AINEs nas primeiras 24 horas pós procedimentos. Já para Dawdy *et al.* (2017), a LLLT pode reduzir o inchaço pós-operatório 2 dias após a cirurgia de forma significativa. Em relação a outros protocolos apresentados no presente trabalho, este apresentou um número relativamente pequeno de artigos relevantes, uma justificativa de acordo com. Apesar dos resultados favoráveis, é importante ressaltar, assim como Yükses e Eroglu (2021) afirmam, que a terapia a Laser tem um mais custo elevado do que as outras terapias para redução do edema, dificultando o uso do Laser na rotina clínica, mesmo com seus resultados satisfatórios.

Sobre aceleração de reparo utilizaram o Laser na intervenção de reparo e cicatrização. Os autores Pelozo *et al.* (2023), verificaram que o uso do DL auxilia na cicatrização dos tecidos periapicais dos dentes com periodontite apical assintomática, demonstrando ainda um efeito antimicrobiano melhor.

Ao analisarmos o uso do Laser na penetrabilidade dos anestésicos Thayer *et al.* (2022) observaram que é preciso mais estudos para melhor eficácia de comprovação do uso do Laser para melhor penetrabilidade dos anestésicos, entretanto Afkahami *et al.* (2022) mostraram que a aplicabilidade do Laser antes da injeção, tem uma significativa melhora no alívio da dor devido à penetração da agulha no tecido e na diminuição no edema no local da injeção. É importante ressaltar que o desconforto da aplicação do anestésico é umas das principais queixas e gerador de ansiedade nos pacientes, assim, acreditamos que o uso do Laser antes da anestesia local pode estar relacionado com um procedimento menos traumático, por gerar menos desconforto.

O protocolo de uso do DL para pulpotomia, artigos de relevância foram adicionados, onde grande parte deles apresentaram conclusões satisfatórias ao uso do Laser, promovendo então a cicatrização da polpa, e apresentando uma taxa de sucesso clinicamente e radiograficamente de 100% como afirmam Garima *et al.* (2015). De acordo com Krothapalli, *et al.* (2015), o uso de MTA (Mineral Trioxide Aggregate), segue sendo o procedimento padrão ouro para pulpotomia, sugerindo o Laser como uma alternativa para substituição de outros materiais como o formocresol. Por ser um procedimento normalmente realizado em dentes decíduos o aquecimento da polpa pelo uso do Laser foi uma preocupação presente entre alguns estudos, e sendo exposta por autores presentes no estudo de Durmus *et al.* (2014), como um fator prejudicial por causar danos no tecido pulpar circundante, podendo então ser uma justificativa para o baixo uso do DL no tratamento de pulpotomia.

Segundo Anagnostaki *et al.* (2020) a desinfecção associada a PDT apresenta uma melhora significativa nos resultados para desinfecção dos canais, proporcionando maiores segurança na eliminação das bactérias. Porém, o estudo de Asnaashari1 *et al.* (2022) evidencia que a melhor opção segue sendo a terapia convencional com o uso do hipoclorito de sódio na eliminação das bactérias, pelo fato do Laser apresentar diferentes protocolos e ocasionar um efeito fototérmico aos tecidos circundantes. Iona *et al.* (2019) e os autores Leonardo, *et al.* (2023) e Rubio *et al.* (2022) concluem que a eficácia da PDT e da terapia assistida por Laser permanece sendo uma opção de tratamento inatingível por ter limitações por falta de protocolos conclusivos devido a diferentes níveis de potência.

Os artigos selecionados para elaboração do protocolo de irrigação ativada a Laser, as abordagens apresentadas relataram a eficácia da LAI na desinfecção dos canais radiculares, evidenciando superioridade a irrigação convencional, e até mesmo na irrigação ativada por ultrassom como o que foi proposto por Badami *et al.* (2023).

Do total de estudos utilizados, Dai *et al.* (2018); Liu *et al.* (2022); Sohrabi *et al.* (2015) e Wang *et al.* (2018) concluem que o uso de NaOCl associado ao Laser apresenta resultados ainda mais satisfatórios ao tratamento endodôntico, no estudo de Dai *et al.* (2018), essa combinação pode ser considerada o protocolo ideal para elevar as taxas de sucesso da terapia, sendo indicada para até mesmo para dentes decíduos, que é o foco de seu estudo. Entretanto Sohrabi *et al.* (2015), afirmaram que o efeito do NaOCl a 5,25% apresenta efeitos significativamente melhores do que o DL no comprimento de onda de 980 nm. Ao comparar diferentes tipos de Laser Wang *et al.* (2018), destacaram que a ordem dos efeitos bactericidas dos procedimentos de irrigação investigados foi, Er:YAG + NaOCl, Er,Cr: YSGG + NaOCl > Nd:YAP > Nd:YAG, diodo > NaOCl, sugerindo a combinação do DL com Nd: YAG.

A gengivectomia com DL frequentemente é adotada para auxiliar o tratamento endodôntico, devido a presença de hiperplasia gengival, que dificulta o acesso ao SCR. De acordo com os autores Abenes e Derikvand (2023) mostraram que a cicatrização de feridas com o Laser reduziu o desconforto dos pacientes pós procedimento de gengivectomia, já Kumar, Rattan e Rai (2015) sugerem que não houve diferença de utilização do DL e o eletrocautério na realização da gengivectomia por apresentar limitações de estudos além de, haver diferenças na cicatrização de feridas em cada paciente.

O presente estudo avaliou o uso do DL de alta e baixa potência na Endodontia, visando a elaboração de protocolos para serem aplicados na rotina clínica de acordo com a literatura atual. Notamos uma vasta presença de estudos sobre o uso do DL, entretanto, a maioria dos estudos são falhos em relatar apropriadamente os parâmetros utilizados, sugere-se que pesquisas mais aprofundadas, com protocolos bem descritos, sejam realizadas.

Conclusão

Em conclusão, destaca-se a versatilidade do DL, contribuindo para o sucesso da terapia endodôntica, tendo grande relevância para a odontologia moderna, sendo necessário o conhecimento científico, principalmente com a finalidade de aperfeiçoar os tratamentos. A

presente revisão de literatura possibilitou delimitar os parâmetros do DL utilizados em cada procedimento da Endodontia. No entanto, sugere-se um aprofundamento maior da literatura para buscar uma constante atualização.

Referências

AFKHAMI, Farzaneh *et al.* Evaluation of the effect of the photobiomodulation therapy on the pain related to dental injections: A preliminary clinical trial. **Dental and Medical Problems**, v. 59, n. 3, p. 421-425, 2022.

ALMADI, K. H.; ALKAHTANY, M. F. Adjunctive use of different lasers Er, Cr: YSGG, femtosecond, potassium titanyl phosphate and photodynamic therapy on radicular disinfection bonded to glass fiber post. **European Review for Medical & Pharmacological Sciences**, v. 27, n. 6, 2023.

ANAGNOSTAKI, Eugenia *et al.* Systematic review on the role of lasers in endodontic therapy: valuable adjunct treatment? **Dentistry Journal**, v. 8, n. 3, p. 63, 2020.

ASNAASHARI, Mohammad; SADEGHIAN, Ali; HAZRATI, Parham. The Effect of High-Power Lasers on Root Canal Disinfection: A Systematic Review. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 13, 2022.

BADAMI, Vijetha *et al.* Efficacy of Laser-Activated Irrigation Versus Ultrasonic-Activated Irrigation: A Systematic Review. **Cureus**, v. 15, n. 3, 2023.

BARAKAT, Reem M. *et al.* Evaluation of Dentinal Microcracks following Diode Laser-and Ultrasonic-Activated Removal of Bioceramic Material during Root Canal Retreatment. **Scanning**, v. 2022, 2022.

BHAT, Pragathi, *et al.* Avaliação da estabilidade marginal dos tecidos moles alcançada após excisão com técnica convencional em comparação com excisão a laser: um estudo piloto. **Jornal Indiano de Pesquisa Odontológica**, 2015, 26.2: 186.

BORDEA, Ioana Roxana, *et al.* Avaliação do resultado de diversas aplicações de terapia a laser na desinfecção de canais radiculares: uma revisão sistemática. **Fotodiagnóstico e terapia fotodinâmica**, 2020, 29:101611.

CETIRA FILHO, Edson Luiz *et al.* Effect of preemptive photobiomodulation associated with nimesulide on the postsurgical outcomes, oxidative stress, and quality of life after third molar surgery: a randomized, split-mouth, controlled clinical trial. **Clinical Oral Investigations**, v. 26, n. 12, p. 6941-6960, 2022.

CHANDRAN, Vennila *et al.* Effect of LASER therapy Vs conventional techniques on clinical and radiographic outcomes of deciduous molar pulpotomy: A systematic review and meta-analysis. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 12, n. 6, p. e588, 2020.

DAI, Shanshan *et al.* Bactericidal effect of a diode laser on *Enterococcus faecalis* in human primary teeth—an in vitro study. **BMC Oral Health**, v. 18, n. 1, p. 1-7, 2018.

DAWDY, Jamie *et al.* Efficacy of adjuvant laser therapy in reducing postsurgical complications after the removal of impacted mandibular third molars: a systematic review update and meta-analysis. **The Journal of the American Dental Association**, v. 148, n. 12, p. 887-902. e4, 2017.

DE TOLEDO LEONARDO, Renato *et al.* Clinical study of antimicrobial efficacy of laser ablation therapy with indocyanine green in root canal treatment. **Journal of Endodontics**, 2023.

DELEU, Ellen; MEIRE, Maarten A.; DE MOOR, Roeland JG. Efficacy of laser-based irrigant activation methods in removing debris from simulated root canal irregularities. **Lasers in medical science**, v. 30, p. 831-835, 2015.

DO, Quy Linh; GAUDIN, Alexis. The efficiency of the Er: YAG laser and photoninduced photoacoustic streaming (PIPS) as an activation method in endodontic irrigation: a literature review. **Journal of lasers in medical sciences**, v. 11, n. 3, p. 316, 2020.

DURMUS, Basak; TANBOGA, Ilknur. In vivo evaluation of the treatment outcome of pulpotomy in primary molars using diode laser, formocresol, and ferric sulphate. **Photomedicine and laser surgery**, v. 32, n. 5, p. 289-295, 2014.

ELAFIFI-EBEID, Haitham *et al.* Post-endodontic pain evaluation after different intracanal laser assisted disinfection techniques. A Systematic Review. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 15, n. 2, p. e149, 2023.

ELDESSOKY, Aalaa E.; KHALEFA, Mohammed M.; ABU-SEIDA, Ashraf M. Regenerative endodontic therapy in mature teeth with necrotic pulp and apical periodontitis using two disinfection protocols. **BMC Oral Health**, v. 23, n. 1, p. 1-12, 2023.

GUERREIRO, Marcella Yasmin Reis *et al.* Effect of low-level laser therapy on postoperative endodontic pain: An updated systematic review. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 57, p. 102638, 2021.

GUPTA, Garima *et al.* Laser pulpotomy—an effective alternative to conventional techniques: a 12 months clinicoradiographic study. **International journal of clinical pediatric dentistry**, v. 8, n. 1, p. 18, 2015.

HABSHI, Amel Yousif *et al.* Efficacy of Smear Layer Removal at the Apical One-Third of the Root Using Different Protocols of Erbium-Doped Yttrium Aluminium Garnet (Er: YAG) Laser. **Medicina**, v. 59, n. 3, p. 433, 2023.

HUANG, Qin *et al.* Current Applications and Future Directions of Lasers in Endodontics: A Narrative Review. **Bioengineering**, v. 10, n. 3, p. 296, 2023.

ISMAIL, Hend H.; OBEID, Maram; HASSANIEN, Ehab. Efficiency of diode laser in control of postendodontic pain: a randomized controlled trial. **Clinical Oral Investigations**, p. 1-8, 2023.

KAMACI, Aysenur; AYDIN, Berdan; ERDILEK, Necdet. The effect of ultrasonically activated irrigation and laser-based root canal irrigation methods on debris removal. **The International Journal of Artificial Organs**, v. 41, n. 2, p. 71-75, 2018.

KAMAR AFFENDI, Nur Hafizah, *et al.* A integração de um laser de diodo superpulsado de comprimento de onda duplo para ablação consistente de tecidos na zona estética: uma série de casos. **Relatos de Casos em Odontologia**, 2020, 2020.

KAPLAN, Tuna; KAPLAN, Sema Sönmez; SEZGIN, Güzide Pelin. The effect of different irrigation and disinfection methods on post-operative pain in mandibular molars: a randomised clinical trial. **BMC Oral Health**, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2022.

KAPLAN, Tuna; SEZGIN, Güzide Pelin; SÖNMEZ KAPLAN, Sema. Effect of a 980-nm diode laser on post-operative pain after endodontic treatment in teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. **BMC oral health**, v. 21, n. 1, p. 1-9, 2021.

KAZEMINEJAD, Ezatolah *et al.* Effect of Endodontic Irrigation on Mineral Content of Root Canal Dentine: A Systematic Review and Meta-Analysis. **European Endodontic Journal**, v. 8, n. 2, p. 114-124, 2023.

KUMAR, Praveen; RATTAN, Vidya; RAI, Sachin. Avaliação comparativa da cicatrização após gengivectomia com eletrocautério e laser. **Jornal de biologia oral e pesquisa craniofacial**, 2015, 5.2: 69-74.

LEDEZMA, Paulina *et al.* Usos del Laser en la Terapia Endodóntica. Revisión de la Literatura. **International Journal of Medical and Surgical Sciences**, v. 7, n. 4, p. 1-9, 2020.

LIU, Chunhui *et al.* Evaluation of sonic, ultrasonic, and laser irrigation activation systems to eliminate bacteria from the dentinal tubules of the root canal system. **Journal of Applied Oral Science**, v. 30, 2022.

MANSANO, Barbara Sampaio Dias Martins *et al.* Enhancing the therapeutic potential of mesenchymal stem cells with light-emitting diode: implications and molecular mechanisms. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2021, 2021.

MOMENI, Ehsan *et al.* Low-level laser therapy using laser diode 940 nm in the mandibular impacted third molar surgery: double-blind randomized clinical trial. **BMC Oral Health**, v. 21, n. 1, p. 1-8, 2021.

MOMENI, Ehsan; KAZEMI, Farahnaz; SANAEI-RAD, Parisa. Extraoral low-level laser therapy can decrease pain but not edema and trismus after surgical extraction of impacted mandibular third molars: a randomized, placebo-controlled clinical trial. **BMC Oral Health**, v. 22, n. 1, p. 417, 2022.

MORSY, Dina A. *et al.* Postoperative pain and antibacterial effect of 980 nm diode laser versus conventional endodontic treatment in necrotic teeth with chronic periapical lesions: A randomized control trial. **F1000Research**, v. 7, 2018.

NIRANJANI, Krothapalli *et al.* Clinical evaluation of success of primary teeth pulpotomy using mineral trioxide aggregate®, laser and biodentine™ - an in vivo study. **Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR**, v. 9, n. 4, p. ZC35, 2015.

PELOZO, Laís Lima *et al.* Adjuvant therapy with a 980-nm diode laser in root canal retreatment: randomized clinical trial with 1-year follow-up. **Lasers in Medical Science**, v. 38, n. 1, p. 77, 2023.

PETRINI, Morena *et al.* Effect of pre-operative low-level laser therapy on pain, swelling, and trismus associated with third-molar surgery. **Medicina oral, patologia oral y cirugía bucal**, v. 22, n. 4, p. e467, 2017.

ROSHDY, Nehal Nabil; KATAIA, Engy M.; HELMY, Neveen A. Assessment of antibacterial activity of 2.5% NaOCl, chitosan nano-particles against *Enterococcus faecalis* contaminating root canals with and without diode laser irradiation: an in vitro study. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 77, n. 1, p. 39-43, 2019.

RUBIO, Francisco, *et al.* Terapia de fotobiomodulação e tratamento endodôntico de dentes com periodontite apical utilizando laser diodo 940 nm. **Relato de dois casos. Revista de Odontologia Clínica e Experimental**, 2022, 14.3: e298.

SANCHES, Francisco Miguel Alcobia Lopes. Ação dos lasers na desinfecção em endodontia: revisão sistemática. 2020.

SKONDRA, Foteini G. *et al.* The effect of low-level laser therapy on bone healing after rapid maxillary expansion: a systematic review. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 36, n. 2, p. 61-71, 2018.

SOBOUTI, Farhad, *et al.* The role of low-level laser in periodontal surgeries. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, 2015, 6.2: 45.

SOHRABI, Khosrow *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, 2016.

TAVARES, Sandro J. Oliveira *et al.* Is There a Relationship between Laser Therapy and Root Canal Cracks Formation? A Systematic Review. **Iranian Endodontic Journal**, v. 18, n. 1, p. 2, 2023.

TENIS, Carlos Alberto *et al.* Efficacy of diode-emitting diode (LED) photobiomodulation in pain management, facial edema, trismus, and quality of life after extraction of retained lower third molars: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Medicine**, v. 97, n. 37, 2018.

THAYER, Scott, *et al.* Spray intranasal Kovanaze versus anestésicos injetados tradicionais: um estudo do fluxo sanguíneo pulpar utilizando fluxometria laser Doppler. **Progresso da Anestesia**, 2022, 69.1:31-38.

TOKUC, Muge *et al.* Bactericidal effect of 2780 nm Er, Cr: YSGG laser combined with 940 nm diode laser in *Enterococcus faecalis* elimination: a comparative study. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 37, n. 8, p. 489-494, 2019.

ULOOP, K. S. *et al.* Clinical evaluation of low level diode laser application for primary teeth pulpotomy. **Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR**, v. 10, n. 1, p. ZC67, 2016.

WANG, Xiaoli *et al.* Bactericidal effect of various laser irradiation systems on *Enterococcus faecalis* biofilms in dentinal tubules: a confocal laser scanning microscopy study. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 36, n. 9, p. 472-479, 2018.

YADAV, P. *et al.* Comparative evaluation of ferric sulfate, electrosurgical and diode laser on human primary molars pulpotomy: an “in-vivo” study. **Laser therapy**, v. 23, n. 1, p. 41-47, 2014.

YÜKSEK, Mehmet Nuri; EROĞLU, Cennet Neslihan. Clinical evaluation of single and repeated sessions of photobiomodulation with two different therapeutic wavelengths for reducing postoperative sequelae after impacted mandibular third molar surgery: a randomized, double-blind clinical study. **Journal of Applied Oral Science**, v. 29, 2021.