



CESPU
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Interesse e limitações da bioestimulação a laser de baixa intensidade na cicatrização pós-extração

Carla Marie Elise D'agnone

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Gandra, Maio de 2024

Carla Marie Elise D'agnone

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária
(Ciclo Integrado)**

**Interesse e limitações da bioestimulação a laser de baixa
intensidade na cicatrização pós-extração**

Trabalho realizado sob a Orientação de
Professora Doutora Ana Azevedo

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Agradecimentos

À minha orientadora Professora Ana Azevedo pela sua disponibilidade, o seu envolvimento e a sua gentileza que me impeliram ao longo deste ano.

A minha mãe, Elisabeth, obrigada por seres o meu rochedo nos momentos difíceis, obrigada por seres o meu maior fã nas minhas vitórias, obrigada por tudo o que és, obrigada por seres a minha fonte de amor incondicional.

Ao meu irmão, Anthony, obrigada pelos momentos maravilhosos da nossa infância, obrigada pelo teu apoio inestimável quando éramos mais velhos e obrigada pelo irmão precioso que és todos os dias.

Aos meus avós, Gigi, Michel et Hélène, obrigada por todos esses momentos compartilhados. Obrigada por sua sabedoria, sua ternura infinita e seus corações generosos.

Para o resto da minha família, Claire, Tof, JS, Sacha e Margaux, obrigada por fazeres parte da minha vida. Estou grata por ter crescido convosco.

A Regis, gostaria de expressar a minha profunda gratidão pela pessoa extraordinária que és na minha vida. És muito mais do que um pai. Estou grata por todos os ensinamentos e pelo amor que me têm dado. Eu amo-te, com afeto eterno.

Aos meus amigos para toda a vida, Nisrine, Thaïs, Anna, Clementine, Karl obrigada por me terem apoiado desde o início, mudaram a minha vida, tornaram-na melhor. Obrigada por serem estas pessoas excepcionais que tornam cada momento que partilhamos tão precioso.

Os meus amigos, em França e Portugal, do fundo do meu coração pelo seu apoio infalível, pelos nossos momentos partilhados, e por me aturarem em todos os meus momentos de dúvida e stress...Gostaria de agradecer especialmente:

-A Olivia: a minha melhor companheira de quarto, obrigada por todos os momentos inesquecíveis que passámos juntas.

-A Lauriane: a minha primeira amiga em Gandra, obrigada por todas essas memórias maravilhosas

-A Philippine : obrigada por ter estado aqui desde o início, obrigada por me ouvir, és uma pessoa importante para mim.

-A Céline: meu pilar, obrigada por seres uma amiga incrível no dia a dia, em todos os nossos momentos juntos e nos outros que virão.

-A Mehdi: Obrigada pelo teu apoio, obrigada por estar aqui, tens um lugar especial no meu coração.

-A Constance: A tua presença e o teu apoio foram uma grande ajuda para mim e nunca o esquecerei. Obrigada por seres uma amiga tão preciosa

A todos aqueles que não pude mencionar, mas que fizeram parte desta aventura numa altura ou noutra.

Estou grata por te ter na minha vida, sem voce, nada teria sido possível.

RESUMO

Introdução: A extração dentária leva a uma cicatrização alveolar complexa bem como a reabsorção óssea. Diversas abordagens, como a bioestimulação com lasers de baixa energia, são utilizadas para minimizar a perda óssea e melhorar a cicatrização após a extração. O laser de baixa energia estimula a atividade celular e a regeneração óssea, sendo eficaz em várias aplicações clínicas devido à bioestimulação das células ósseas.

Objetivo: Avaliar os benefícios e limitações da bioestimulação a laser de baixa energia na cicatrização pós-extração.

Materiais e Métodos: Foi efetuada uma pesquisa eletrónica nas base de dados Pubmed e Science Direct entre 2014 e 2024. Procedeu-se ao uma esquematização e comparação dos estudos existentes analisando parâmetros como a cicatrização ,a dor, o edema e o trismo. De acordo com os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 28 artigos nos 3348 artigos.

Resultados: Após análise e comparação de vários estudos encontrou-se um impacto positivo significativo na terapia a laser de baixa intensidade na cicatrização após uma extração dentária.

Discussão: Esta revisão sistemática mostra que a LLLT promove a cicatrização pós-extração, acelerando a regeneração dos tecidos, reduzindo as complicações inflamatórias e melhorando a angiogénese e a proliferação celular.

Conclusão: Apesar dos resultados promissores por parte da fotobiomodulação da LLLT,a variabilidade dos protocolos de tratamento realça a necessidade a necessidade de mais investigação para estabelecer padrões ótimos.

Palavras-chave: "dentisteria", "extração de dentes", "osteogénese", "cirurgia do terceiro molar", "cicatrização de alvéolos", "cicatrização de feridas", "terapia laser de baixo nível".

ABSTRACT

Introduction: Tooth extraction leads to complex alveolar healing and bone resorption. Various approaches, such as biostimulation with low-energy lasers, are used to minimize bone loss and improve healing after extraction. Low energy lasers stimulate cellular activity and bone regeneration and are effective in various clinical applications due to the biostimulation of bone cells.

Objective: To evaluate the benefits and limitations of low-energy laser biostimulation in post-extraction healing.

Materials and Methods: An electronic search was carried out in the Pubmed and Science Direct databases between 2014 and 2024. Existing studies were schematized and compared, analyzing parameters such as healing, pain, edema and trismus. According to the inclusion and exclusion criteria, 28 articles were selected from the 3348 articles.

Results: After analyzing and comparing several studies, a significant positive impact of low-intensity laser therapy on healing after tooth extraction was found.

Discussion: This systematic review shows that LLLT promotes post-extraction healing by accelerating tissue regeneration, reducing inflammatory complications and improving angiogenesis and cell proliferation.

Conclusion: Despite the promising results of LLLT photobiomodulation, the variability of treatment protocols highlights the need for further research to establish optimal standards.

Keywords: "dentistry", "tooth extraction", "osteogenesis", "third molar surgery", "alveolus healing", "wound healing", "low-level laser therapy".

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1. Objetivo principal:.....	5
2.2. Objetivos secundários:	5
3. MATERIAIS E MÉTODOS	7
3.1 Foco da Questão PICO.....	7
3.2. Questão PICO	7
3.4. Termos de Pesquisa	8
3.5. Critérios de Inclusão e Critérios de Exclusão	8
3.6. Seleção de estudos	9
4. RESULTADOS	11
4.1 Características dos estudos.....	12
5. DISCUSSÃO	29
5.1 Processo de Cicatrização	29
5.2 Fotobiomodulação LLLT na cicatrização e regeneração dos tecidos.....	30
5.3 LLLT no pós-cirúrgico	32
5.4 Limites dos Estudos e Restrições do Laser	34
5.4.1 Limitações dos Estudos.....	34
5.4.3 Restrições ao uso de Lasers.....	34
6. CONCLUSÃO	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de fluxo de dados

Figura 2. Distribuição dos parâmetros avaliados durante a cicatrização

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Tabela que apresenta a distribuição dos artigos que revelam um impacto positivo significativo nos parâmetros de cicatrização óssea durante o tratamento com LLLT

Tabela 2: Tabela dos resultados

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRONIMOS

LLLT-Low level laser therapy

LED-Light-Emitting Diode

AMB-Abertura máxima da boca

CGF-Fator de crescimento concentrado

ATP-Adenosina trifosfato

Nd: YAG :neodímio:ítrio-alumínio-guarnet

GaAlAs: Gálio alumínio arsênio

LED: díodos emissores de luz

IAN-Nervo alveolar inferior

OCN-osteocalcina

PDGF-B-fator de crescimento derivado de plaquetas B

VEGF-fator de crescimento endotelial vascular

CBCT-tomografia computadorizada de feixe cônico

1. INTRODUÇÃO

Apesar dos avanços nos tratamentos dentários conservadores, a extração dentária ainda é frequentemente necessária na cirurgia oral. A cicatrização alveolar após a extração envolve mecanismos que substitui o espaço alveolar por tecido ósseo novo, resultando em reabsorção óssea. Os defeitos ósseos são a principal causa de distúrbios estéticos e funcionais, afetando negativamente a qualidade de vida dos pacientes e limitando a colocação ideal do implante protético(1). Pesquisas anteriores sugeriram que a principal redução na altura do osso alveolar ocorre nos três meses seguintes ao procedimento de extração (2). Assim, a qualidade da cicatrização do osso alveolar é uma questão importante na odontologia moderna, levando a diversas pesquisas sobre métodos para minimizar a perda de dimensão da crista alveolar, tornar o processo de cicatrização mais previsível e acelerar a regeneração óssea(3). Adquirir uma compreensão aprofundada dos aspectos cruciais do desenvolvimento, maturação e reparação do osso alveolar gerou uma abundância de informações, abrindo a possibilidade de explorar abordagens terapêuticas prometedoras para fortalecer a regeneração óssea(4). Elas podem ser classificadas em várias categorias: métodos implementados durante a extração, como preservação do coágulo (esponjas hemostáticas, suturas), visando condições ideais de cicatrização para limitar a perda óssea(5); métodos para guiar e melhorar a cicatrização óssea natural após a extração dentária que incluem: a regeneração óssea guiada (ROG)(6,7); PRP (Plasma Rico em Plaquetas) ou PRF (Plasma Rico em Fibrina)(8). As Radiação Laser para Bioestimulação (Laser de Baixa Energia): Utiliza lasers de baixa intensidade para estimular a atividade celular e promover a regeneração e cicatrização óssea. Este método é conhecido por aumentar a microcirculação e a formação de colágeno, contribuindo para a recuperação mais rápida e eficiente do tecido ósseo. O laser é uma tecnologia baseada na emissão estimulada e amplificada de luz, daí o acrônimo LASER: «Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation». A luz emitida possui um comprimento de onda e potência específicos para cada tipo de laser, distribuindo energia luminosa que será absorvida de maneira diferente por certos tecidos, dependendo desses parâmetros (9). Albert Einstein descreveu a emissão estimulada pela primeira vez em 1917, mas o primeiro laser de ação pulsada, o laser de rubi, foi desenvolvido por Maiman nos EUA em 1960. Em seguida, surgiram os lasers Nd (1961), Argon (1964) e CO2 (1965). Mais tarde, foram desenvolvidos os

lasers HO, diodo e Er(10). Diversos tipos de laser são usados na fotobiomodulação para promover a cicatrização óssea e a preservação alveolar: o laser de diodo melhora a densidade óssea e a cicatrização alveolar após a extração dentária; o laser Nd estimula atividades mitocondriais e modula a diferenciação e proliferação de osteoblastos; o laser CO2 modula processos inflamatórios e cicatrização óssea, embora com resultados variáveis; e o LED aumenta a proliferação e diferenciação das células ósseas, dependendo dos parâmetros específicos do tratamento(1). O laser é nomeado pelo meio ativo, comprimento de onda, sistema de distribuição, modos de emissão, absorção tecidual e aplicações clínicas. Eles causam diferentes ações nos tecidos dependendo do comprimento de onda e potência: ablação, vaporização, coagulação (efeitos térmicos) e estimulação celular(11). Este último efeito é obtido pela emissão de radiação na faixa vermelha ou infravermelha, com baixa potência: é a terapia laser de baixa energia (LLLT). O laser de baixa energia funciona através de um efeito conhecido como bioestimulação, onde a energia do feixe laser é absorvida por moléculas dos componentes celulares, transformando-se em energia química e estimulando a atividade celular. Os mecanismos de ação dessa terapia laser nas células incluem a estimulação dos fotorreceptores mitocondriais, o aumento da absorção de ácido ascórbico, a modificação dos níveis de ATP, a modulação das espécies reativas de oxigênio (ROS) e a indução de fatores de transcrição(9).

2.OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal:

O objetivo deste trabalho é avaliar, por meio de uma revisão sistemática da literatura científica, os benefícios e limitações da bioestimulação por laser de baixa energia na cicatrização pós-extração, comparativamente a técnica de extração convencional.

2.2. Objetivos secundários:

- Avaliar se a terapia laser utilizada como terapia adjuvante melhora significativamente os parâmetros de recuperação tecidual.
- Avaliar se a terapia laser utilizada como terapia adjuvante melhora significativamente alguns parâmetros clínicos: Dor, edema, trismo e AMB.
- Determinar as limitações da bioestimulação laser de baixa intensidade na cicatrização pós-extração

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Foco da Questão PICO

Os critérios aplicados à questão PICO são:

P População alvo	Ratos, coelhos e pacientes que tenham sido submetidos a extracções de terceiros molares
I Intervenção ou Exposição	Utilização do laser de baixa intensidade pós -extração
C Comparação	Comparação entre os parâmetros que influenciam a cicatrização após extração seguindo a utilização do laser e a método convencional.
O Resultados	Este estudo permitiu-nos confirmar que a cicatrização pós-extração pode ser melhorada através de um tratamento com laser de baixa energia.

3.2. Questão PICO

Foi estabelecida uma questão orientadora/diretriz, de acordo com o desenho do estudo, população, intervenção, comparação e resultados. Para a elaboração deste trabalho de revisão integrativa sistemática, foi efetuada uma pesquisa em bases de dados internacionais e nacionais, cumprindo critérios de inclusão e exclusão e tendo em vista a resposta à questão de investigação (PICO): "Definir o interesse e as limitações do laser da baixa intensidade na cicatrização pós-extração".

3.3 Estratégia de Pesquisa

Neste estudo, foi definido um período de 10 anos onde foram incluídos artigos publicados entre 2014 e 2024, nas bases de dados de pesquisa, aplicados em humanos e animais que abordassem a temática dos efeitos da fotobiomodulação na cicatrização pós-extração. Foram excluídos artigos com acesso limitado ao texto integral, artigos que não fossem de interesse ao tema proposto e artigos cujo título ou resumo não incluíssem o tema pretendido. A pesquisa bibliográfica foi efetuada com recurso à base de dados Pubmed e ScienceDirect, através de diferentes combinações de palavras-chave.

3.4. Termos de Pesquisa

Para a elaboração deste trabalho de revisão bibliográfica, foram incluídos artigos de interesse para rever o tema. No intervalo temporal estabelecido, a pesquisa foi efetuada com os seguintes termos: "low level laser therapies", "dentistry", "tooth extraction", "osteogenesis", "Laser", "Third molar surgery", "Dental extraction", "Socket healing", « wound healing », »third molar », low level laser therapy. A estratégia de pesquisa agrupou as palavras-chave com os operadores booleanos nas seguintes combinações: (low level laser therapies[MeSH Terms]) AND (dentistry[MeSH Terms]) ,(low level laser therapy[MeSH Terms]) AND (tooth extraction[MeSH Terms]),((Low level laser therapy[MeSHTerms]) AND (osteogenesis[MeSHTerms])) AND (alveolar healing[MeSH Terms]),(Third molar surgery[MeSHTerms]) AND (Laser[MeSHTerms]),(Dental extraction[MeSHTerms]) AND (Socket healing[MeSHTerms]),(Tooth extraction [MeSHTerms]) AND (wound healing[MeSHTerms]), (low level laser therapy [MeSHTerms]) AND (third molar [MeSHTerms]).

3.5. Critérios de Inclusão e Critérios de Exclusão

Os critérios de inclusão determinados incluíam os seguintes tópicos:

- Artigos com texto disponível em inglês;
- Artigos no espaço temporal previamente determinado, entre 2014 e 2024;
- Estudos aplicados em modelos humanos e animais;
- Artigos com acesso através da CESPU;
- Artigos que tratam do efeito do tratamento com laser de baixa energia no tecido ósseo da maxila ou mandíbula.

Os critérios de exclusão determinados incluíam:

- Através da leitura do título e do resumo que demonstrassem vago interesse para o tema;
- Artigos que não abordassem o tema visado;
- Artigos publicados antes de 2014

- Artigos que tratam unicamente da contribuição deste método para a remodelação óssea durante os movimentos ortodônticos, ou na gestão da osteonecrose devida aos bifosfonatos.

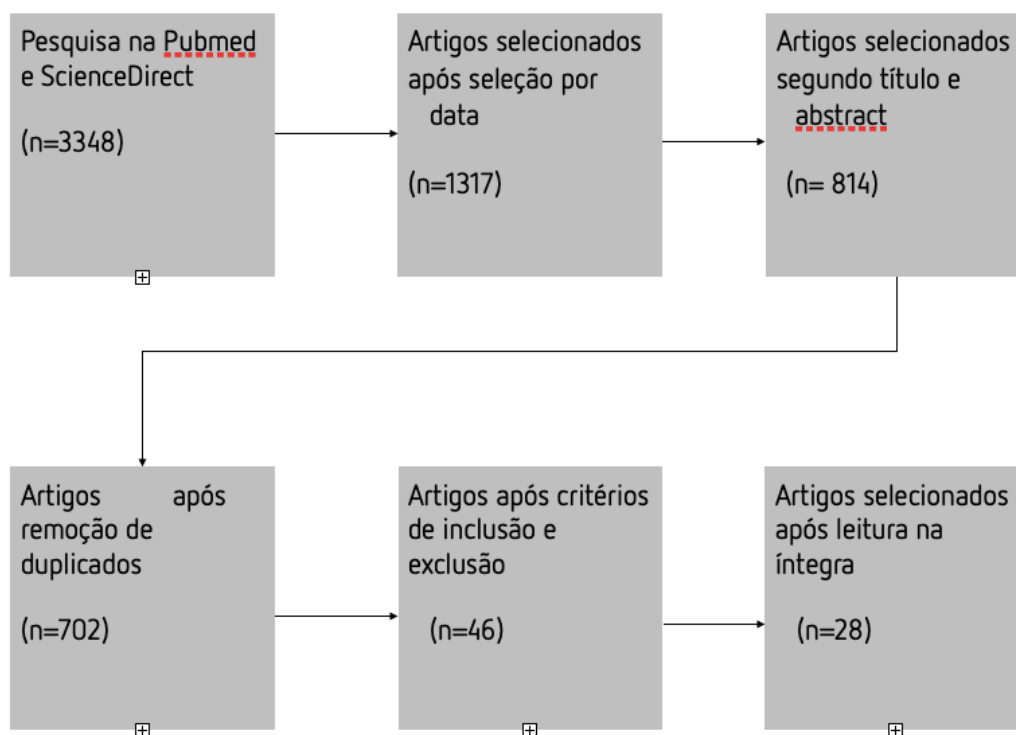
3.6. Seleção de estudos

A seleção dos estudos foi realizada de forma a dar cumprimento aos critérios de elegibilidade (critérios de inclusão e exclusão). A etapa inicial da seleção dos artigos foi realizada por leitura dos títulos e resumos dos artigos encontrados. Estudos que não completavam os critérios de elegibilidade foram descartados. Na segunda fase da seleção, foram aplicados os mesmos critérios de elegibilidade para os estudos restantes em texto completo.

4. RESULTADOS

A pesquisa bibliográfica identificou um total de 3348 artigos, conforme referenciado no fluxograma (Fig.1). Após a seleção baseada na data de publicação, restaram 1317 artigos. Em seguida, 814 artigos foram selecionados de acordo com o título e o resumo. Posteriormente, os duplicados foram removidos e aplicaram-se os restantes critérios de exclusão, resultando em um total de 28 artigos.

Figura 1. Diagrama de fluxo de dados.



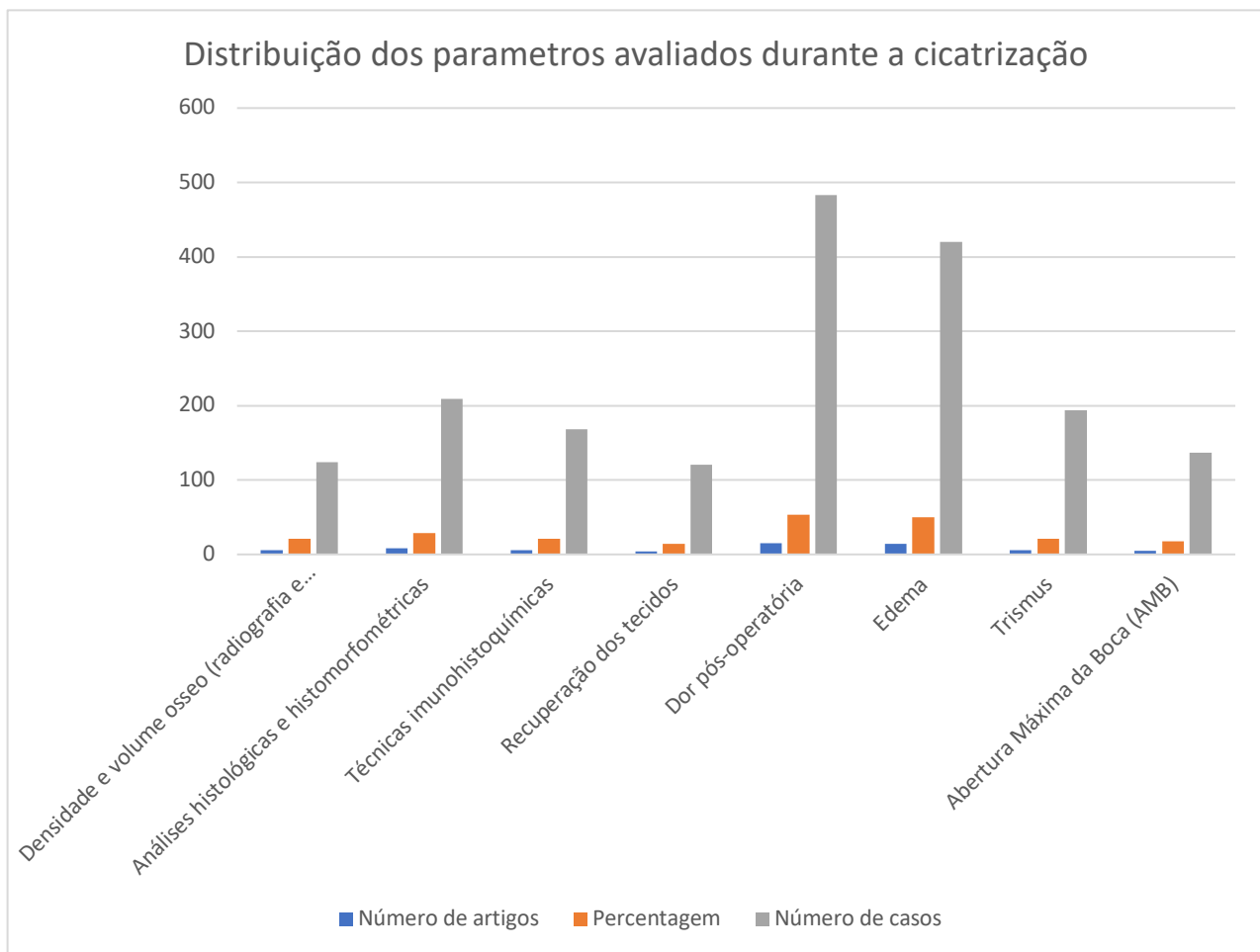
Finalmente, o resultado da seleção final incluiu 28 artigos (Figura 1), a partir dos quais os resultados e a discussão, respetivamente, foram centrados e desenvolvidos. Após recolha dos dados de cada artigo, estes foram colocados na forma de tabela (tabela 2) segundo determinados parâmetros como: autor e o ano, o objetivo, o número de casos e a distribuição dos grupos, o tipo de laser, o protocolo experimental, os parâmetros avaliados, os resultados e, por fim, a conclusão do estudo em questão.

4.1 Características dos estudos

Numa análise aos artigos revistos, um total de 852 pacientes foram estudados. Foram encontrados 23 (82,14%) (12–34) testes em humanos, 3 artigos usaram ratos como sujeito de estudo (10,71%)(35–37), 2 artigos referem fazer teste em coelhos (7,14 %) (38,39).

Dos 28 artigos obtidos, dezassete (60,71%) (13–16,18–20,23,26,28–30,32,34–36,38) artigos abordavam o efeito do laser sobre a cicatrização e regeneração dos tecidos duros e moles e dezasseis (57,14%) (12–14,17,21–27,29,31,33,37,39) artigos abordavam o efeito do laser sobre os parâmetros clínicos, que são utilizados para medir os sintomas e sinais visíveis nos pacientes após uma extração dentária .

Figura 2. Distribuição dos parâmetros avaliados durante a cicatrização



A tabela 1 apresenta a distribuição dos artigos que revelam um impacto positivo significativo nos parâmetros de cicatrização durante o tratamento com LLLT. Esta análise abrange diferentes aspectos, incluindo densidade e volume ósseo, análises histológicas e histomorfométricas, técnicas imunohistoquímicas, recuperação de tecidos, redução da dor pós-operatória, redução do edema, trismus e abertura máxima da boca (AMB). A apresentação destes dados fornece uma visão abrangente sobre a eficácia do LLLT em diversas aplicações clínicas na medicina dentária.

Tabela 1. Tabela que apresenta a distribuição dos artigos que revelam um impacto positivo significativo nos parâmetros de cicatrização durante o tratamento com LLLT

Parâmetros de cicatrização	Número de Artigos	Resultados com impacto positivo significativo	Referências
Densidade óssea e volume ósseo (radiografia e densitometria)	6	2 (33,33%)	(30,34)
Análises histológicas e histomorfométricas	8	7 (87,5%)	(18–20,30,35,36)
Técnicas imunohistoquímicas	6	4 (66,66%)	(32,35)
Parâmetros recuperação dos tecidos	4	3 (75%)	(32,35)
Redução da dor pós-operatória	15	11 (73,3%)	(17,21–24,26,29,31,33,37,39)
Redução do edema	14	6 (42,86%)	(14,17,23,26,29,31)
Trismus	6	0 (0%)	
Abertura Máxima da Boca (AMB)	5	2 (40%)	(17,26)

Tabela 2 : Tabela de resultados

Autor/Ano	Autor/Ano	Nº casos /grupos	Tipo de laser	Protocolo	parâmetros avaliados	Resultados	Conclusão
Nunes C ,Andrade K,Martins C , Chaves F Pereira de Oliveira D Sampieri M 2023	Avaliar a eficácia da terapia laser de baixa intensidade na redução da dor, edema e trismo após a extração de um terceiro molar inferior impactado	N= 22 Boca dividida	λ :808 nm	Extração do terceiro molar inferior. Uma primeira aplicação do laser no pós-operatório imediato e a segunda aplicação no pós-operatório de 48 horas	-Dor -Edema -Abertura máxima da boca (AMB)	- Dor : não houve diferenças estatísticas No entanto, em cada dia, o número médio de analgésicos ingeridos pelo grupo de teste foi inferior ao número médio de analgésicos ingeridos pelo grupo placebo. - AMB : não houve diferenças estatísticas Mas o grupo de teste apresentou melhores resultados do que o grupo placebo - Edema facial : não houve diferenças estatísticas	A utilização do laser como é considerada segura e eficaz para ajudar a reduzir a dor e o trismo após extrações complexas de terceiros molares.
Ahrari F, Eshghpour M, Zaré R 2020	Determinar o efeito da terapia laser de baixa intensidade na redução das complicações após a extração dentária	N=40 4 grupos: -1: laser 660nm -2: laser 810 nm -3: combinação 660/810 nm -4: placebo	InGaAlP λ = 610 nm GaAlAs λ = 810 nm	Extrações dos dentes atraumaticamente.A terapia laser de baixa intensidade foi realizada após 0,5 a 1 hora de extração e 2 dias depois.	-Dor -Grau de cicatrização	- Dor : Não se registaram diferenças significativas - Cicatrização : As diferenças foram pequenas e insignificantes.	A LLLT com um comprimento de onda de 660 nm ou 810 nm ou a sua combinação não teve um efeito maior do que o laser placebo na redução da dor e na aceleração do processo de cicatrização após a extração dos molares inferiores em adultos.

<p>Alves Pereira D , Gomes Junqueira Mendès P , de Souza Santos S, Lopes de Rezende Barbosa G, Sales R , José Pimentel Lopes de Oliveira G</p> <p>2022</p>	<p>Avaliar o efeito da terapia de fotobiomodulação combinada com terapia laser vermelha e infravermelha na cicatrização dos alvéolos pós-extração dos terceiros molares inferiores</p>	<p>N=19 para avaliação clínica N=18 para para avaliação tomográfica</p> <p>um lado com laser vermelho infravermelho</p> <p>um lado de controlo que não foi irradiado</p>	<p>laser GaAIAs</p> <p>vermelho : λ 660 nm</p> <p>infravermelho: λ 808 nm</p>	<p>Extração do terceiro molar.</p> <p>O lado teste recebeu PTBM com um laser vermelho e infravermelho (aplicada imediatamente e 3 e 7 dias após a cirurgia) e o lado de controlo não foi irradiado.</p>	<p>Edema Dor Sangramento Reparação da mucosa</p>	<p>-Dor/Sangramento : Não houve interferência na sensação de dor ou na presença de sangramento.</p> <p>-Edema Redução significativa do edema no grupo PBMT nos dias 3 e 7</p> <p>- Reparação da mucosa: Melhoria significativa da reparação da mucosa no grupo PBMT nos dias 3 e 7</p> <p>-Densidade óssea e dimensão fractal Não houve diferença entre os grupos no padrão de reparação, na densidade óssea ou na dimensão fractal</p>	<p>A fotobiomodulação de duplo comprimento de onda beneficiou o resultado clínico pós-operatório da cirurgia de extração dos terceiros molares inferiores, reduzindo o edema e melhorando a reparação dos tecidos moles</p>
<p>Comunian CR, Luis Neto Custódio A, de Oliveira L</p> <p>2017</p>	<p>Avaliar os efeitos do LED e do laser de baixa intensidade na cicatrização de alvéolos dentários de coelhos</p>	<p>N=18</p> <p>Três grupos de 6 : -grupo I : irradiação LED -grupo II: irradiação laser -grupo III : controlo</p>	<p>LED : infrarouge λ : 830 nm</p> <p>Laser: infrarouge λ : 830 nm</p>	<p>Extração do primeiro pré-molar inferior direito. 48 h após a cirurgia, os três grupos de coelhos receberam o tratamento designado.</p> <p>As avaliações clínicas foram efectuadas a cada 48 horas durante 18 dias.</p>	<p>-Densidade ossea -Quantidade de osso trabecular</p>	<p>A diferença entre os grupos 1 e 2 não é estatisticamente significativa. A diferença entre os grupos 1 e 3 foi estatisticamente significativa, mas entre os grupos 2 e 3 não foi estatisticamente significativa.</p>	<p>Verificou-se que a fotobiomodulação com Laser e LED tem efeitos positivos na densidade óssea e na quantidade de osso trabecular.</p>
<p>Park JB, Ahn S-J, Kang Y-G, Kim E-C, Heo JS, Kang KL</p> <p>2015</p>	<p>Estudar os efeitos do tempo de irradiação na cicatrização de alvéolos de extração, avaliando a expressão de genes e proteínas ligados à cicatrização óssea.</p>	<p>N=24</p> <p>Quatros grupos em função do tempo de irradiação</p>	<p>GaAIAs</p> <p>λ : 980 nm</p>	<p>Irradiação no local de extração durante 0, 1, 2 ou 5 minutos por dia, durante 3 ou 7 dias</p>	<p>marcadores biológicos: níveis de expressão de Runx2, Col 1, OCN, VEGF e PDGF-β</p>	<p>Análise quantitativa da expressão genética : o laser aumenta as expressões de todos os genes. os níveis mais elevados : grupo de 5 minutos após 7 dias.</p> <p>Análise Western blot</p>	<p>Um aumento do tempo de irradiação acelerou proporcionalmente a formação óssea e a mineralização dos alvéolos após uma extração.</p>

						aumento significativo nos níveis de expressão de todas as proteínas	
Çırak E , Özyurt A, Peker T , Suna Ömeroğlu , Güngör MN 2018	Avaliar os efeitos dos dois lasers em diferentes doses na cicatrização óssea após a extração dentária.	N=30 5 grupos: 4 grupos tratados com o laser e um grupo de controlo	GaAlAs HeNe λ : entre 650 e 830 nm.	Extração dos incisivos. Os ratos de ambos os grupos de laser receberam doses de energia de 6 J/cm ² e 10 J/cm ² durante 7 dias.	-Histológica e Morfológica -VEGF	-Os grupos de laser: cicatrização óssea mais rápida.	O laser é um método eficaz para acelerar a cicatrização óssea após a extração de dentes.
Sigaroodi A, Motevasseli S, Maleki D 2023	Avaliar a eficácia da terapia laser de baixa intensidade no desconforto após a extração de dentes do siso mandibulare	N=32 2 grupos : -laser -controlo	Laser de diodo Ga-Al-As λ : 808 nm	Após a extração cirúrgica, o grupo foi submetido a irradiação laser intra-oral e extra-oral imediatamente após a cirurgia e 24 horas após a cirurgia.	-Dor -Edema -Abertura da boca.	O grupo do laser tinha menos inflamação do que o grupo de intervenção, e a diferença era significativa para todos os parâmetros	A utilização do laser de diodo Ga-Al-As de 808 nm, 200 mW, intra-oralmente e extra-oralmente, mostrou um benefício significativo no controlo da dor, edema e trismo após a remoção cirúrgica de terceiros molares inferiores.
Hamad CA .Jandar S. Naif &Mahdi A. Abdallah 2016	Avaliar o efeito da terapia laser de baixa intensidade na cicatrização de alvéolos dentários extraídos em coelhos saudáveis.	N=20 Boca dividida	Laser GmbH λ:808 nm	Extracções dos primeiros pré-molares direito e esquerdo: o raio laser foi aplicado durante 5 minutos imediatamente após a extração e a cada 72 horas durante os 12 dias seguintes.	Composição do osso	Dia 14,30 : A densidade volumétrica do osso trabecular é significativamente mais elevada nas cavidades tratadas com laser.	A aplicação do laser de diodo acelerou significativamente a cicatrização do alvéolo de extração dentária, tanto na fase inicial como na fase final do processo de cicatrização.

<p>Nogueira Soares Ribeiro L , Augusto Tocchini de Figueiredo F , Caroline da Silva Mira P , Fernanda Manfrin Arnez M , Aiko Nakane Matsumoto M , Macedo de Menezes L , Calvano K�chler E , Bernadete Sasso Stuani M</p> <p>2022</p>	<p>Avaliar o efeito da terapia laser de baixa intensidade na melhoria da cicatriza�o óssea em alvéolos irradiados após extra�o dentária</p>	<p>N=60</p> <p>2 grupos : - controlo - experimental</p> <p>Estes grupos foram divididos em subgrupos (n = 5) de acordo com o tempo de observa�o (1, 2, 3, 5, 7 e 10 dias).</p>	<p>GaAIAs λ 830 nm</p>	<p>Os primeiros molares superiores esquerdos foram extraídos e a região alveolar foi irradiada com um dispositivo laser imediatamente após a extra�o e com aplica�es diárias adicionais durante 3 dias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Forma�o �ssea - Processo inflamatório -Matura�o do colagénio - TRAP - RUNX-2 	<ul style="list-style-type: none"> - Aos 5 e 7 dias: a forma�o óssea foi significativamente mais elevada no grupo experimental - Aos 10 dias: não houve diferença - 1 a 5 dias : A expressão de células imunomarcadas para TRAP foi significativamente mais elevada no grupo experimental A expressão de células imunomarcadas para RUNX-2 foi significativamente mais elevada no grupo experimental 	<p>Uma aplica�o p�s-extra�o seguida de tr�s aplica�es diárias consecutivas de laser de baixa intensidade melhora a repara�o precoce das cavidades dentárias após a extra�o de dentes molares.</p>
<p>Arturo Vallejo Rosero K , Manuel Freire Sampaio R ,Cristina Zindel Deboni M , Correa L, Martins Marques M , Prado Ferraz E, da Graça NHM</p> <p>2020</p>	<p>Avaliar os efeitos da terapia laser de baixa intensidade na repara�o do osso alveolar</p>	<p>N=17</p> <p>Boca dividida</p>	<p>GaAIAs λ=808 nm</p>	<p>Extrac�es bilaterais simples de primeiros ou segundos molares.A terapia laser foi efectuada nos seguintes períodos: pós-operatório imediato e após 1, 2, 3, 4, 7 e 15 dias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Volume �sseo - Superfície �ssea - Espessura trabecular -Densidade de conectividade 	<ul style="list-style-type: none"> - Densidade de conectividade, Espessura trabecular: Os parâmetros foram mais elevados no grupo do laser do que no grupo de controlo com uma diferença significativa - Volume �sseo , Superfície óssea: os seus parâmetros não significativos 	<p>A terapia laser de baixa intensidade pode ser considerada como um tratamento adjuvante para a preserva�o do alvéolo</p>

<p>Momeni E, Kazemi F, Sanaei-Rad P 2022</p>	<p>Avaliar o efeito do laser de diodo extra-oral de baixa intensidade de 940 nm na dor, edema e trismo após a extração cirúrgica de terceiros molares inferiores impactados</p>	<p>N=25 Boca dividida</p>	<p>laser de diodo $\lambda = 940 \text{ nm}$</p>	<p>O quadrante do laser recebeu irradiação laser em três pontos do músculo imediatamente após a extração cirúrgica do terceiro molar. O terceiro molar no quadrante placebo foi extraído após 2 semanas.</p>	<p>- Dor - Edema - Abertura máxima da boca (AMB)</p>	<p>- Dor: O número médio de analgésicos tomados foi significativamente menor no grupo do laser. A pontuação média da dor foi significativamente mais elevada no grupo de controlo durante os primeiros 7 dias pós-operatório. - Edema: não apresentaram diferenças significativas - AMB : não foi significativamente diferente antes ou imediatamente após a cirurgia. Foi maior no grupo do laser aos 2 dias, 7 dias e no pós-operatório.</p>	<p>Uma única sessão de irradiação extra-oral com um laser de diodo de 940 nm pode reduzir eficazmente a dor após a cirurgia de extração dos terceiros molares.</p>
<p>Almasri MA, Mandal NB, Kulkarni P, Raj A, Zeya A, Mann NK, Tiwari RVC 2022</p>	<p>Avaliar a terapia laser de baixa intensidade na cicatrização de feridas durante a extração cirúrgica mandibular.</p>	<p>N=50 2 grupos: - experimental - controle</p>	<p>Não determinado</p>	<p>Remoção cirúrgica do molar impactado na mandíbula. O grupo laser recebeu o laser durante 4 min.</p>	<p>- Dor - Edema - Profundidade do alvéolo</p>	<p>- Profundidade do alvéolo: diferença estatisticamente significativa no dia 7 - Edema: houve diferença significativa no dia 1,3,5 - Dor: diferença significativa todos os dias.</p>	<p>A terapia laser de baixa intensidade pode controlar com êxito o trismo, o inchaço e a dor e pode afetar a qualidade óssea. Por conseguinte, podem ser considerados após extracções cirúrgicas.</p>

<p>Momeni E , Barati H ,Arbabi MR ,Jalali B, Moosavi MS 2021</p>	<p>Estudar o impacto da terapia laser intra-oral de baixa intensidade utilizando um laser diodo de 940 nm na dor, inchaço e trismo após a extração cirúrgica do terceiro molar inferior impactado.</p>	<p>N=25 Boca dividida</p>	<p>$\lambda = 940 \text{ nm}$</p>	<p>Extração dos terceiros molares inferiores direito e esquerdo. O diodo laser intra-oral de 940 nm foi aplicado imediatamente após a sutura no lado de teste, enquanto no lado placebo foi utilizada uma ponta de fibra sem radiação laser após a cirurgia.</p>	<p>- Edema - Trismus - Dor</p>	<p>- Edema :antes, durante o estudo, 2 dias após e 7 dias após a cirurgia não diferiram significativamente entre os dois grupos. - Trismus: antes, durante o estudo, 2 dias após e 7 dias após a cirurgia não diferiram significativamente entre os dois grupos. - Dor : aos 6 e 7 dias, era significativamente mais baixa no grupo experimental</p>	<p>A terapia laser de baixa intensidade tem um efeito calmante na dor pós-cirúrgica.</p>
<p>Isolan C, Kinalski MD , Leão OA , Poste LK , Isolan TM , Dos Santos MB 2021</p>	<p>Avaliar a eficácia da terapia laser de baixa energia na redução dos índices de dor pós-operatória em pacientes submetidos a extrações de terceiros molares.</p>	<p>N=44 2 grupos: - laser - controle</p>	<p>GaAIs $\lambda = 808 \text{ nm}$</p>	<p>Extração de terceiros molares. Aplicação do laser em 6 pontos diferentes durante 1,23 minutos</p>	<p>Dor</p>	<p>O grupo laser : houve uma diferença estatisticamente significativa na redução da dor pós-operatória em T6, T24 e T48</p>	<p>A terapia com laser de baixa energia mostrou uma redução estatisticamente significativa na pontuação da dor pós-operatória quando avaliada 6, 24 e 48 horas após a extração dos terceiros molares.</p>

<p>Zhu L, Bingquan H, juin T, Fei G 2024</p>	<p>Avaliar a eficácia da terapia laser de baixa intensidade e do fator de crescimento concentrado (CGF) para facilitar a cicatrização de feridas nesses casos.</p>	<p>N=31 3 grupos: - laser (N=10) - CGF (N=10) - controle (N=11)</p>	<p>Laserware $\lambda = 808 \text{ nm}$</p>	<p>Extração de dentes do siso mandibulares inclusos.o grupo CGF foi tratado com gel CGF no segundo dia após a cirurgia; e o grupo laser foi tratado com irradiação laser no segundo dia após a cirurgia e depois recebeu irradiação laser dia sim, dia não, num total de sete vezes</p>	<p>- Recuperação do nervo - Profundidade periodontal - Reparação de defeitos ósseos na região distal do segundo molar</p>	<p>- Recuperação do nervo: As taxas de melhoria nos grupos do CGF e do laser foram significativamente melhores do que as do grupo de controlo. - Profundidade periodontale: - As alterações na DV nos grupos CGF e controlo foram estatisticamente significativas, - As alterações entre os grupos laser e controlo ou entre os grupos laser e CGF não foram estatisticamente significativas. - Altura do osso: Nenhum aumento significativo da altura do osso entre os grupos de laser e de controlo, ou entre os grupos de laser e de FGC</p>	<p>A terapia a laser e o FGC são opções viáveis não só para a recuperação do nervo, mas também para a cicatrização geral de feridas durante esses procedimentos dentários.</p>
---	--	--	---	---	---	--	--

<p>Yüksek MN , Eroğlu CN 2021</p>	<p>Comparar os efeitos de sessões únicas e repetidas de fotobiomodulação, aplicadas em dois comprimentos de onda terapêuticos diferentes no espectro infravermelho, na resposta inflamatória pós-operatória após a extração do terceiro molar incluso.</p>	<p>N=40 (80 dentes) 2 grupos: - única sessão de laser a 810 nm e 940 nm imediatamente após a cirurgia - sessões repetidas de laser a 810 nm e 940 nm imediatamente após a cirurgia e no dia pós-operatório 1</p>	<p>$\lambda = 810 \text{ nm}$ $\lambda = 940 \text{ nm}$</p>	<p>Extração de terceiros molares inclusos bilaterais e tratamento com laser intra e extra-oral dos diferentes grupos.</p>	<p>- Dor, - Edema - Trismus</p>	<p>Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para nenhum dos parâmetros avaliados</p>	<p>Os efeitos de 810 nm e 940 nm e os de aplicações únicas e repetidas foram semelhantes no que respeita à dor, ao edema e ao trismus. A fotobiomodulação pós-operatória imediata pode ser preferível a aplicações pontuais repetidas num período de 24 horas.</p>
<p>Monea A , Beresescu G , Boeriu S, Tibor M , Popsor S , Antonescu DM 2015</p>	<p>Determinar se a terapia laser de baixa intensidade pode reduzir o tempo entre a extração/transplante do alvéolo e a colocação do implante</p>	<p>N=30 2 grupos: - teste - controle</p>	<p>OsseoPulse</p>	<p>Extração a-traumática. Grupo de teste que recebeu tratamento pós-operatório com fototerapia OsseoPulse, administrada por operadores, durante 20 minutos por dia, durante 21 períodos consecutivos.</p>	<p>Formação óssea</p>	<p>Grupo teste Rápida regeneração óssea</p>	<p>A LLLT tem a capacidade de reduzir o tempo de cicatrização pós-enxerto em alvéolos de extração. A LLLT tem um efeito biomodulador positivo na reparação óssea enxertada com aloenxerto particulado. A LLLT pode ser considerada um método útil para reduzir o tempo total de tratamento entre a extração e a colocação do implante.</p>
<p>Raiesian S , Khani M , Khiabani K, Hemmati E , Pouretzad M 2017</p>	<p>Avaliar o efeito da terapia laser de baixa intensidade (LLLT) na dor, inchaço e abertura máxima da boca em pacientes submetidos a</p>	<p>N=28 2 grupos - experimental (12) - controle (16)</p>	<p>$\lambda = 940 \text{ nm}$</p>	<p>Cirurgia bilateral, em que um lado recebeu o laser e o outro lado foi colocada uma peça de mão sem laser no local da cirurgia.</p>	<p>- Dor, - Edema - Abertura máxima da boca</p>	<p>- Dor: Grupo laser significativamente inferior ao grupo controle - Edema: nenhuma diferença significativa - AMB: nenhuma diferença significativa</p>	<p>A LLLT foi útil na redução da dor e pode reduzir ligeiramente o inchaço em comparação com o tratamento medicamentoso, durante a cirurgia do terceiro molar incluído.</p>

	cirurgia dos terceiros molares.						
Koparal M, Kucuk AO, Alan H, Asutay F, Avci M 2018	avaliar e comparar os efeitos de uma dose única e de duas doses de terapia laser de baixa intensidade (LLLT) no inchaço, trismo e dor pós-operatórios em pacientes submetidos a extração de terceiros molares inferiores impactados	N=45 3 grupos: - grupo 1: controle - grupo 2: uma dose de LLLT - grupo 3: duas doses de LLLT	GaAIIAs $\lambda = 810 \text{ nm}$	Extração de terceiros molares inferiores incluídos, o grupo 2 recebeu uma única dose de LLLT imediatamente após a cirurgia; e o grupo 3, que recebeu duas doses de LLLT, imediatamente após a cirurgia e no segundo dia pós-operatório.	- Dor - Edema - Trismus	- Dor: Diferença estatisticamente significativa no dia 7 - Trismus: nenhuma diferença significativa - Edema: nenhuma diferença significativa	A LLLT em dose única resultou numa redução significativa da dor ao 7º dia e a LLLT em dose única foi mais eficaz do que o tratamento de rotina na redução da dor após a cirurgia do terceiro molar. A aplicação de duas doses de LLLT não aumentou os efeitos benéficos na redução da dor, do inchaço e do trismo após a cirurgia.
Thorat SD, Nilesh K 2022	Avaliar a eficácia da terapia laser de baixa intensidade (LLLT) no controlo da dor, inchaço e trismo após a remoção cirúrgica de terceiros molares inferiores impactados.	N=30 2 grupos: - grupo LLLT - grupo controle	$\lambda = 980 \text{ nm}$	O grupo A recebeu LLLT imediatamente após a extração cirúrgica, enquanto o grupo B recebeu o protocolo pós-operatório de rotina sem LLLT.	- Dor - Abertura máxima da boca (AMB) - Edema - Cicatrização no local da cirurgia - Presença de alvéolite seca	- Dor: diferença estatisticamente significativa - AMB: aumentou no dia 3 e 7 com uma diferença estatisticamente significativa - Edema: diferença estatisticamente significativa (3º ao 7º dia pós-operatório) - Cicatrização: diferença estatisticamente significativa no dia 7 - Alveolite seca: totalmente ausente no grupo LLLT em comparação com o grupo de controlo	A LLLT é uma ferramenta eficaz para reduzir as sequelas pós-operatórias após a cirurgia do 3º molar

<p>Ferreira GM, Prado LF, Santos KVR, Rodrigues LG, Valladares-Neto J, Torres E, Silva MAG</p> <p>2022</p>	<p>Testar dois protocolos de terapia laser de baixa intensidade, avaliando o controlo da dor, do inchaço e do trismo no período pós-operatório da cirurgia do terceiro molar inferior</p>	<p>N=21</p> <p>um lado com o protocolo A e um lado com o protocolo B</p>	<p>$\lambda = 660\text{nm}$ em intra oral</p> <p>$\lambda = 789\text{nm}$ em extra oral</p>	<p>Extrações dos molares</p> <p>PROTOCOLO A - O laser foi aplicado em três momentos diferentes: imediatamente após a cirurgia, e 24 e 48 horas após a cirurgia.</p> <p>PROTOCOLO B - Quando realizado no lado oposto, o laser foi aplicado da mesma forma, mas numa única sessão, imediatamente após a cirurgia.</p>	<p>- Edema</p> <p>- Trismus</p>	<p>Este estudo não mostra nenhuma diferença crítica entre o laser aplicado uma ou três vezes. Embora o protocolo A tenha levado a uma menor utilização de analgésicos, não foi relevante para o edema e o trismus.</p>	<p>não houve diferença entre a aplicação do laser em 3 sessões e a aplicação apenas no pós-operatório imediato. Uma única aplicação de laser no pós-operatório imediato poderia ser eficaz no controlo do desconforto pós-operatório em cirurgias de terceiros molares inferiores.</p>
<p>Kelkar M, Kadanthode M, Mohanty S, Verma A</p> <p>2023</p>	<p>Avaliar a eficácia da LLLT adjuvante, bem como o protocolo padrão, na obtenção de hemostase pós-extração em doentes hemofílicos.</p>	<p>N=60</p> <p>2 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - grupo teste - grupo controle 	<p>Não determinado</p>	<p>Extração dos molares mandibulares .O grupo de teste foi exposto a LLLT em cinco pontos diferentes durante 40 s</p>	<p>Tempo necessário para a hemostase (minutos)</p>	<p>Diferença estatisticamente significativa:</p> <p>22,42% de redução no grupo de teste em comparação com o grupo de controlo</p>	<p>A LLLT como protocolo adjuvante reduz consideravelmente o tempo necessário para alcançar a hemostase em hemofílicos e também resulta num melhor período pós-operatório para estes doentes.</p>

<p>Scarano A , Lorusso F , Postiglione F , Mastrangelo F , Petrini M</p> <p>2021</p>	<p>Avaliar o impacto da fotobiomodulação (PBMT) nos processos de cicatrização da mucosa que cobre os alvéolos pós-extração e nas complicações associadas</p>	<p>N=20</p> <p>boca dividida</p> <p>2 grupos: - grupo teste - grupo controle</p>	<p>Laser (Nd : YAG)</p> <p>λ:1064 nm</p>	<p>Extração bilateral de terceiros molares inferiores inclusos.O controlateral foi marcado 40 dias mais tarde.O grupo de teste foi exposto a laser</p>	<p>- Dor - Edema - Análise histomorfométrica - Análise imunohistoquímica</p>	<p>- Dor: Redução estatisticamente significativa nos dias 4, 6 e 14 - Edema: diminuíram significativamente após 4 dias - Análise histomorfométrica : - Grupo de controlo: tecido de granulação - Grupo de teste: tecido menos ativo e mais maduro, menos células inflamatórias grupo de teste com diferença estatística - Análise imunohistoquímica: Grupo de controlo: Alta positividade para os anticorpos alfa-SMA e anti-desmina Grupo de teste: baixa positividade para os anticorpos alfa-SMA e anti-desmina, mas positiva para os anticorpos anti-miosina</p>	<p>A PBMT acelera o processo de cicatrização dos alvéolos pós-extração após a extração do terceiro molar.</p>
<p>Othman M, Zaki A , Eltayeb E , Khalil N.A</p> <p>2024</p>	<p>Comparar a eficácia da fotobiomodulação com laser de diodo de 650 nm e 810 nm na preservação do alvéolo alveolar após extração dentária.</p>	<p>N=20</p> <p>2 grupos: - Grupo A: Tratados com laser de diodo de 650 nm. - Grupo B: Tratados com laser de diodo de 810 nm.</p>	<p>λ:810 nm λ:650 nm</p>	<p>Ambos os grupos foram submetidos a um procedimento padrão de preservação do alvéolo alveolar utilizando um tampão de colagénio, seguido de terapia de fotobiomodulação de acordo com protocolos específicos.</p>	<p>- Análise radiográfica - Exame histológico - Testes imunohistoquímicos</p>	<p>- O diodo de infravermelhos (810 nm) mostrou um efeito significativo na área de superfície do osso alveolar em comparação com o laser vermelho - O diodo vermelho (650 nm) demonstrou melhorias significativas em todos os parâmetros histológicos avaliados -Análise imunohistoquímica: Diferença significativa a favor do grupo A</p>	<p>O estudo conclui que ambos os comprimentos de onda têm os seus méritos, mas o diodo de 650 nm mostra um efeito notável na qualidade da cicatrização e regeneração óssea. Isto aponta para o potencial de uma maior exploração dos lasers de 650 nm na fotobiomodulação para procedimentos dentários</p>

<p>Farhadi F ,Eslami H ,Majidi A ,Fakhrzadeh V, Ghanizadeh M, Neghad SK 2017</p>	<p>Avaliar o efeito complementar da terapia laser de baixa intensidade na dor, inchaço e trismo após a remoção cirúrgica do terceiro molar inferior inclusivo</p>	<p>N= 48</p>	<p>λ: 550 nm</p>	<p>No grupo experimental, o laser foi aplicado intra-oralmente e extra-oralmente imediatamente após a cirurgia em contacto com a área alvo durante 25 segundos cada.</p>	<p>- Trismus - Dor - Edema</p>	<p>- Trismus: Nenhuma diferença estatisticamente significativa - Dor: A diferença entre a dor média antes, no dia seguinte e sete dias após a cirurgia nos grupos não foi estatisticamente significativa. A diferença em termos de alívio da dor até ao sétimo dia foi estatisticamente significativa. - Edema: A diferença entre a média do edema antes, no dia seguinte e sete dias após a cirurgia nos grupos não foi estatisticamente significativa. A diferença entre em termos de redução do edema até o sétimo dia foi estatisticamente significativa</p>	<p>A utilização de um laser de baixa potência com um comprimento de onda de 550 nm como terapia adjuvante reduziu a dor, o inchaço e o trismo após a remoção cirúrgica dos sisos mandibulares incluídos, mas tal não foi estatisticamente significativo</p>
---	---	--------------	-------------------------------------	--	--	---	---

<p>Zhou Y, Fengying S, Zhang Z, Duan X, Long X, Liu X, Zou D, Jiakai II</p> <p>2023</p>	<p>Estudar os resultados da cicatrização alveolar após a preservação do rebordo alveolar em locais de molares infectados utilizando um laser de granada de ítrio e alumínio dopado com érbio (Er:YAG)</p>	<p>N=14</p> <p>2 grupos : - grupo laser - grupo controle</p>	<p>Er: YAG</p>	<p>Extração, os indivíduos foram seleccionados para receber tratamento com laser (grupo laser) ou tratamento convencional (grupo de controlo), de acordo com o método aleatório descrito acima. No grupo do laser, foi utilizado um laser Er:YAG para remover completamente o tecido de granulação no alvéolo de extração.</p>	<p>-Tamanho da crista alveolar -OCN -RUNX-2 -Formação óssea</p>	<p>- Vertical : A redução média da tábua óssea vestibular no grupo laser foi menor com uma diferença estatisticamente significativa. - Horizontal: Reabsorção acentuada em ambos os grupos, sem diferença significativa. - Grupo laser: Aumento do OCN e diminuição do RUNX-2, mas sem diferença estatisticamente significativa. -Formação de osso novo : Formou-se mais osso novo no grupo do laser do que no grupo de controlo, mas sem diferença estatisticamente significativa</p>	<p>A irradiação com laser Er:YAG para desgranulação e desinfecção é eficaz e promissora em comparação com o tratamento por curetagem. Além disso, a adição de um laser Er:YAG ao protocolo pós-extração pode ser particularmente benéfica para acelerar a regeneração óssea precoce.</p>
---	---	--	----------------	--	---	--	--

<p>Alan H , Yolcu U , Kopal M, Ozgur C , Ozturk S , Malkoc S</p> <p>2016</p>	<p>Examinar o efeito da terapia laser de baixa intensidade na dor, na abertura da boca e no inchaço em pacientes cujo 3º molar impactado foi extraído</p>	<p>N=15</p> <p>2 grupos: - grupo LLLT - grupo controle</p> <p>Boca dividida</p>	<p>GaAIA's</p> <p>$\lambda = 810 \text{ nm}$</p>	<p>A terapia laser extra-oral de baixa intensidade foi aplicada ao grupo experimental após a cirurgia e no dia 2.</p>	<p>- Dor - Trismus - Edema</p>	<p>- Dor: redução da intensidade no grupo LLLT, com uma diferença estatisticamente significativa ao 7º dia - Edema: Nenhuma diferença significativa - Trismus: O grupo LLLT apresentou um maior grau de abertura da boca (dias 2 e 7 após a cirurgia), mas não houve uma diferença estatisticamente significativa.</p>	<p>Embora os resultados indiquem que o método proposto reduz a dor, o inchaço e o trismo, apenas foram observadas diferenças significativas no nível de dor ao 7º dia no grupo do laser em comparação com o grupo de controlo.</p>
<p>Dumić AK , Pajk F , Olivi G</p> <p>2021</p>	<p>Avaliar um protocolo completo de pós-extração a laser, comparando a regeneração óssea alveolar resultante com a obtida após um procedimento de extração padrão</p>	<p>N=24</p> <p>2 grupos: - grupo laser - grupo controle</p>	<p>Er:YAG; $\lambda = 2940 \text{ nm}$</p> <p>Nd:YAG; $\lambda = 1064 \text{ nm}$</p>	<p>Foram realizadas cerca de 53 extracções simples foram utilizados vários lasers para desgranulação, desinfeção, desepitelização da gengiva circundante, estabilização do coágulo e fotobiomodulação</p>	<p>Densidade óssea entre o dia 1 e o dia 4 pós-extração</p>	<p>O aumento da densidade óssea foi significativamente maior no grupo do laser do que no grupo de controlo. Não se registou dor, hemorragia ou inchaço no pós-operatório no grupo do laser.</p>	<p>O procedimento laser pós-extração proposto é um método seguro e eficaz para melhorar a cicatrização óssea pós-extração.</p>

5. DISCUSSÃO

5.1 Processo de Cicatrização

A reorganização dos ossos alveolares e dos tecidos moles constitui uma reação fisiológica normal após uma extração dentária(34), representando um processo complexo que envolve uma atividade orgânica tanto local quanto sistêmica(36). Esta dinâmica tem despertado grande interesse há muito tempo, principalmente devido às preocupações dos pacientes quanto ao tempo necessário para a cicatrização e para o fechamento da ferida de extração. Esta preocupação é frequentemente relacionada ao desconforto sentido ao mastigar do lado da extração devido à presença de um alvéolo vazio que pode encher-se de detritos alimentares(19), e que também pode ser delimitado por bordas ósseas afiadas(13). A presença deste alvéolo residual desencadeia uma série de processos biológicos que induzem mudanças significativas na arquitetura óssea(19).

A regeneração do osso alveolar começa cerca de dois dias após a lesão(19) com a formação de um coágulo sanguíneo, marcando assim o início da fase inflamatória. Este coágulo é progressivamente substituído por um tecido de granulação que inclui vasos sanguíneos neoformados, células inflamatórias e eritrócitos(20). Durante esta fase de coagulação, as plaquetas liberam componentes da matriz, fatores de crescimento e quimiocinas, promovendo o recrutamento e a migração de células(29). Este tecido de granulação produz fibras de colágeno e inicia o processo de mineralização, levando à formação de um osso imaturo(20). A produção de tecidos de granulação altamente vascularizados favorece o fornecimento de oxigênio e nutrientes (29). Em seguida, este osso imaturo é gradualmente remodelado em osso trabecular e esponjoso, preenchendo assim a cavidade alveolar(20). Cerca de quatro semanas após a extração, o local de extração é totalmente preenchido por osso compacto(19). O novo osso passa então por um processo de remodelação, uma reação fisiológica inevitável e irreversível que resulta em mudanças na altura e espessura do osso alveolar(20). Este processo geralmente resulta numa reformação óssea completa em cerca de três meses(29). Em resumo, a reparação alveolar segue um processo fisiológico em quatro fases: proliferação celular, desenvolvimento do tecido conjuntivo, maturação deste tecido e finalmente a diferenciação ou mineralização óssea(19). As implicações clínicas da remodelação pós-extração podem afetar os resultados dos tratamentos subsequentes(34). Em algumas situações, a atrofia do osso alveolar residual pode comprometer os resultados

de futuras intervenções de restauração estética e funcional, especialmente quando se trata de restaurações com implantes(20). Além disso, a cicatrização espontânea da ferida pode levar mais tempo, o que aumenta o risco de complicações, como superinfecções, necroses e a necessidade de doses mais altas de medicamentos para aliviar a dor(29).

Consequentemente, existe um interesse considerável no desenvolvimento de métodos eficazes para reduzir a perda óssea, acelerar a cicatrização e tornar este processo mais previsível. Enquanto a maioria das pesquisas tradicionalmente se concentram em medicamentos ou técnicas cirúrgicas, nos últimos anos surgiram outras abordagens para influenciar o processo de cicatrização. Entre estas abordagens, o uso da terapia a laser despertou um interesse particular(34). Acredita-se que a LLLT (terapia a laser de baixa intensidade) possa contribuir para a cicatrização, modulando várias respostas teciduais, como o fluxo sanguíneo, a inflamação, a proliferação celular e a diferenciação celular(36).

5.2 Fotobiomodulação LLLT na cicatrização e regeneração dos tecidos

Os tratamentos a laser emergiram como soluções promissoras, oferecendo vantagens significativas em termos de regeneração óssea e redução de complicações pós-operatórias. De fato, a LLLT demonstrou a capacidade de estimular a proliferação celular em tecidos moles e duros, promovendo assim a regeneração dos tecidos e a rápida cicatrização de feridas pós-extracraniais. A maioria dos estudos selecionados para esta revisão sistemática utilizou o laser Er:YAG(32,34), Nd:YAG(29), diodos (12,14,16,17,19–22,24–27,30,31,33,35,39). Os estudos variaram em termos de design, incluindo ensaios controlados randomizados, estudos de coorte prospectivos e estudos experimentais em animais.

Neste trabalho de revisão constatou-se que a LLLT (Terapia a Laser de Baixa Intensidade) pode acelerar consideravelmente o processo de cicatrização de tecidos moles, melhorando a angiogênese, que é crucial para a cicatrização óssea, pois facilita o fornecimento de oxigênio e nutrientes essenciais ao local da extração, além de promover a remoção de resíduos metabólicos(35). Os autores Kelkar e al., e Çirak e al. demonstram a importância da angiogênese no processo de cicatrização óssea e destaca o potencial dos lasers de baixa intensidade para modular favoravelmente essa resposta biológica. O estudo de Kelkar e al. oferece uma perspectiva promissora sobre o uso da LLLT como uma estratégia eficaz para controlar a hemostase em um grupo de pacientes hipocogulados, com uma redução de

22,42% no tempo médio necessário para alcançar a hemostase no grupo de teste. Isso sugere que a LLLT acelera não apenas a hemostase inicial, mas também contribui para uma formação mais duradoura de coágulos sanguíneos. O mecanismo por trás da eficácia da LLLT pode estar relacionado à sua capacidade de induzir a fotobiomodulação, favorecendo a ativação celular e da produção de fatores de crescimento(28). Os estudos de Kelkar e al. e Çirak e al. também destacam uma imunorreatividade vascular aumentada nos grupos tratados com lasers, sugerindo um aumento no suprimento sanguíneo ao local de cicatrização, crucial para a regeneração óssea(35). Após a formação e maturação de um coágulo sanguíneo, há a infiltração de fibroblastos que substituem o coágulo que leva ao estabelecimento de uma matriz temporária, subsequentemente substituída por osso neoformado e, finalmente, por osso lamelar e medula óssea. Existem várias proteínas da matriz extracelular e fatores de crescimento que contribuem para a diferenciação de células-tronco em células formadoras de osso, acelerando assim o processo de cicatrização(16). O RUNX-2 é um fator de transcrição crucial que aumenta a diferenciação dos osteoblastos e a formação óssea precoce. É também um promotor de vários genes osteogénicos, incluindo OCN(32). Alguns autores demonstram que a preservação do rebordo alveolar após a extração dentária pode melhorar a regeneração óssea precoce através da modulação da expressão de fatores ligados à osteogénese tais como RUNX-2 e OCN (16,19,30,32). O colágeno, um componente principal da matriz extracelular óssea, indica a formação de novos tecidos ósseos após a mineralização da matriz. Assim, um aumento na quantidade de colágeno pode representar um benefício significativo da LLLT no processo de cicatrização óssea(16). Os resultados dos estudos de Ribeiro e al. e Comunian e al. demonstraram uma cicatrização óssea caracterizada por feixes de fibras de colágeno maduros e formação óssea precoce, particularmente promissores para a terapia LED no estudo de Comunian e al.(15,19). Alguns artigos concentram -se em resultados do volume ósseo e da densidade óssea e as mudanças das dimensões vertical e horizontal(14,20,30,32,34,38). De facto, para Vallejo e al., a superfície óssea foi significativamente mais elevada no grupo do laser, mas alguns parâmetros, tipo o volume ósseo, a espessura trabecular, não foram aumentados de maneira significativa(20), bem como Zhu e al., onde não tinha nenhum aumento significativo da altura do osso entre os grupos de laser e de controlo(38). Os resultados mostraram que a reabsorção vertical da placa óssea bucal foi diminuída de maneira significativa no grupo tratado com laser ao

contrário da reabsorção horizontal que indica que o tratamento com laser poderia ser benéfico para manter a altura vertical dos ossos, o que é particularmente vantajoso para futuras colocações de implantes dentários, mas que seus efeitos na prevenção da perda óssea horizontal podem ser limitados como foi sugerido no estudo de Zhou e al.(32). Além disso, Othman e al. e Dumiç e al. mostram que a adição de lasers ao protocolo pós-extração pode ser particularmente benéfica para a manutenção da estrutura óssea após a extração(30,34). Os resultados sugerem que o laser de diodo vermelho (650 nm) pode ser particularmente benéfico para a qualidade da regeneração óssea, enquanto o laser de infravermelhos (810 nm) é mais eficaz na manutenção da estrutura óssea após a extração(30). Foi efetuadas estudos de análises histológicas e histomorfométricas que avaliam a regeneração óssea na utilização de laser. Os autores como Hamad e al., Comunian e al., Monéa e al. revelam que a terapia com o LLLT acelerou a maturação do novo osso, aumentou a quantidade de deposição óssea e promoveu um tecido conjuntivo altamente vascularizado(15,18,36). Monéa e al. sugerem que a formação de novo osso nos alvéolos tratados ocorre em cerca de 60 dias, em comparação de um mínimo de 120 dias no grupo de controlo(36). A hipótese de que a LLLT poderia contribuir para a melhoria da reparação óssea e, portanto, ser considerada como uma terapia adjuvante para a preservação do alvéolo dentário também é confirmada pelo estudo de de Sigaroodi e al., no qual havia uma diferença significativa foi observada na profundidade da alvéola entre os dois grupos , com uma melhor cicatrização no grupo LLLT desde o dia 7(17).

5.3 LLLT no pós-cirúrgico

De fato, a cirurgia de extração pode causar um trauma tecidual significativo, suscetível de causar morbidade no local operado. Esse trauma pode desencadear um amplo processo inflamatório, acompanhado de dor, edema, trismo, lesões nervosas e alveolite(14). Estes sintomas podem afetar significativamente a qualidade de vida e o conforto dos pacientes, especialmente durante os três primeiros dias após o procedimento. Durante este período, a intensidade máxima da dor é frequentemente sentida entre 3 e 5 horas após o desaparecimento da anestesia local, enquanto o pico de edema ocorre entre 12 e 48 horas após a operação. A dor e o edema podem persistir por quase uma semana. A administração de corticosteroides, bem como o uso de analgésicos, anti-inflamatórios e antibióticos, são comumente recomendados para gerir o pós-operatório. No entanto, esses medicamentos

podem causar efeitos colaterais, como reações alérgicas, distúrbios plaquetários, úlceras gastrointestinais, bem como complicações renais e cardiovasculares(17). Além disso, seu uso é contraindicado em pacientes com distúrbios específicos ou que já tenham passado por tratamentos farmacológicos intensivos(29). Observou-se que o LLLT reduz o consumo de medicamentos devido aos seus efeitos anti-inflamatórios e analgésicos(17). De fato, ele pode produzir um efeito analgésico ao estimular a produção de endorfina endógena, bloqueando a bradicinina ou, em particular, a atividade das fibras C. Sua ação anti-inflamatória resulta da inibição de certos mediadores, como o fator de necrose tumoral e a interleucina, o que altera o comportamento dos vasos sanguíneos e linfáticos e reduz o edema(17). A maioria dos estudos analisados confirma a eficácia do LLLT na redução significativa da dor pós-operatória (17,21–24,26,29,31,33,37,39). Momeni e al. encontraram que os escores de dor eram significativamente mais baixos no grupo LLLT em comparação com o grupo placebo durante os primeiros 7 dias pós-operatórios(21,22). No entanto, Alan e al. constataram uma diminuição significativa nos níveis de dor com o LLLT, a partir do 7º dia pós-operatório, que sugere que o efeito do LLLT sobre a dor pode ser mais pronunciado e mais duradouro em um período pós-operatório mais longo(33). Além disso, existem alguns artigos que não concordam com as suas hipóteses, Ahrari e al., Farhadi e al. e Ferreira e al., não encontraram nenhum benefício adicional do uso de lasers de baixa intensidade em comparação com o placebo(13,27,31).

O LLLT pode modular o processo inflamatório, reduzindo a liberação de citocinas pró-inflamatórias como TNF- α , IL-1 β , IL-6 e IL-8. Essa modulação permite controlar a resposta inflamatória inicial que leva ao edema(14). A terapia fortalece a microcirculação, melhorando o fornecimento de oxigênio e nutrientes aos tecidos danificados, o que contribui para uma resolução mais rápida do edema(14). Os resultados são mais variados para o edema (12,14,17,21–23,25–27,29,31,33,37,39). Os estudos de Pereira e al. , Sigaroodi e al., Scarnao e al. e Almasri e al. destacam que as reduções mais significativas do edema foram observadas durante a primeira semana após a operação, correspondendo à fase inicial crítica de cicatrização, onde a inflamação e o subsequente edema são mais pronunciados(14,17,23,29). Ferreira e al. e Alan e al. sugerem que, embora o LLLT não reduza significativamente o edema, também não o exacerba(27,33). Não foram encontrados uma melhora significativa na redução do trismus. Apesar do facto que esteja relacionado com a

abertura máxima da boca (AMB), existe mais estudos em que podemos encontrar uma aumento da significativa da AMB (17,26).

5.4 Limites dos Estudos e Restrições do Laser

5.4.1 Limitações dos Estudos

As pesquisas analisadas revelam aspectos positivos significativos do uso da terapia por fotobiomodulação para o manejo de sintomas pós-operatórios após a extração dos terceiros molares(17,21–24,26,29,31,33,37,39). Contudo, é fundamental considerar as limitações desses estudos e as restrições associadas ao uso do laser para compreender plenamente as implicações dessa metodologia terapêutica. Os estudos utilizam parâmetros variados de LLLT, incluindo diferentes comprimentos de onda, intensidades, durações de exposição e frequências de tratamento. Essa variabilidade torna difícil a comparação direta dos resultados e o estabelecimento de protocolos padronizados(25). Além disso, diferentes estudos usam várias metodologias para medir a dor, o edema e o trismo, contribuindo assim para resultados inconsistentes(21,22,27,39). Algumas pesquisas não possuem um grupo placebo ou um grupo de controle não tratado, o que pode introduzir viés na interpretação dos efeitos da PBMT(21). Há também o tamanho da amostra que pode ser limitante em termos de poder estatístico dos resultados(14,15). A maioria dos estudos foca em um acompanhamento de curto prazo (alguns dias a uma semana pós-operatória), o que não permite avaliar os efeitos de longo prazo da PBMT(13,24). De fato, medidas subjetivas como a escala visual analógica (EVA) para dor são utilizadas, o que pode introduzir variações individuais na percepção da dor ou do edema(29,38). Finalmente, fatores relacionados ao paciente, como idade, problemas de saúde subjacentes e anatomia específica, podem afetar também os resultados da terapia a laser, tornando difícil prever os resultados para cada indivíduo (18).

5.4.3 Restrições ao uso de Lasers

A utilização do laser também pode gerar restrições. Primeiramente, em relação ao custo e à acessibilidade. Os equipamentos de PBMT podem ser especializados, o que limita sua disponibilidade em certos contextos clínicos, especialmente em regiões com recursos limitados(21). Além disso, o uso eficaz da PBMT requer treinamento específico e experiência

para conseguir ajustar os parâmetros de uso do laser de acordo com as necessidades individuais, o que pode ser uma barreira para alguns praticantes. De fato, se o LLLT não for aplicado corretamente ou uniformemente, algumas partes da área de tratamento podem não receber os efeitos terapêuticos esperados(22). Os dentistas devem ser treinados no manuseio desses dispositivos para também evitar efeitos adversos(18). Embora o PBMT seja considerado uma modalidade de tratamento segura, existe um risco de danos aos tecidos se o laser for mal utilizado ou em dosagens inadequadas. Uma dosagem muito alta pode causar queimaduras ou lesões nos tecidos(35). Ainda não há consenso internacional sobre os protocolos de PBMT mais eficazes o que torna difícil para os profissionais seguirem um método padronizado e reproduzível. A diversidade de comprimentos de onda e dosagens usadas nos diferentes estudos mostra que uma padronização é necessária para otimizar os resultados (23).

6. CONCLUSÃO

A utilização da terapia laser de baixa intensidade (LLLT) na cicatrização de feridas pós-extração oferece benefícios significativos, particularmente em termos de regeneração dos tecidos e de redução das complicações pós-operatórias.

Os resultados desta revisão indicam que a LLLT pode acelerar o processo de cicatrização, melhorando a angiogénese e a proliferação celular e modulando favoravelmente a resposta inflamatória.

Os estudos mostram que a LLLT pode reduzir a dor pós-operatória, o edema e o trismo, embora os resultados variem consoante os protocolos e os parâmetros de tratamento utilizados.

No entanto, os estudos também apresentam limitações. A variabilidade dos protocolos de tratamento, tempos de exposição, intensidades e frequências torna difícil a comparação direta dos resultados. Além disso, alguns estudos não encontraram diferenças significativas entre os grupos tratados com laser e os grupos de controlo, salientando a necessidade de mais investigação para estabelecer protocolos normalizados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amaroli A, Colombo E, Zekiy A, Aicardi S, Benedicenti S, De Angelis N. Interaction between laser light and osteoblasts: Photobiomodulation as a trend in the management of socket bone preservation—a review. Vol. 9, *Biology*. MDPI AG; 2020. p. 1–15.
2. Daigo Y, Daigo E, Fukuoka H, Fukuoka N, Ishikawa M, Takahashi K. Wound healing and cell dynamics including mesenchymal and dental pulp stem cells induced by photobiomodulation therapy: An example of socket-preserving effects after tooth extraction in rats and a literature review. Vol. 21, *International Journal of Molecular Sciences*. MDPI AG; 2020. p. 1–16.
3. Kulkarni S, Meer M, George R. Efficacy of photobiomodulation on accelerating bone healing after tooth extraction: a systematic review. *Lasers Med Sci*. 2019 Jun 1;34(4):685–92.
4. Lin Z, Rios HF, Volk SL, Sugai J V., Jin Q, Giannobile W V. Gene Expression Dynamics During Bone Healing and Osseointegration. *J Periodontol*. 2011 Jul;82(7):1007–17.
5. Azargoon H, Williams BJ, Solomon ES, Kessler HP, He J, Spears R. Assessment of hemostatic efficacy and osseous wound healing using HemCon dental dressing. *J Endod*. 2011 Jun;37(6):807–11.
6. Rakmanee T, Griffiths GS, Auplish G, Darbar U, Petrie A, Olsen I, et al. Radiographic outcomes following treatment of intrabony defect with guided tissue regeneration in aggressive periodontitis. *Clin Oral Investig*. 2016 Jul 1;20(6):1227–35.
7. Tonelli P, Duvina M, Barbato L, Biondi E, Nuti N, Brancato L, et al. Bone regeneration in dentistry. Vol. 8, *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*. 2011.
8. Kobayashi E, Flückiger L, Fujioka-Kobayashi M, Sawada K, Sculean A, Schaller B, et al. Comparative release of growth factors from PRP, PRF, and advanced-PRF. *Clin Oral Investig*. 2016 Dec 1;20(9):2353–60.
9. Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang YY, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (Light) therapy. *Ann Biomed Eng*. 2012 Feb;40(2):516–33.
10. Cardoso R, Gonçalves E (2002) . Livro *Odontologia* , Volume 1, *Dentística e Laser*. Brasil, Editora Artes Médicas . Cap.23, p.442-446.

11. Bhat AM. Lasers in prosthodontics - An overview part 1: Fundamentals of dental lasers. Vol. 10, Journal of Indian Prosthodontist Society. 2010. p. 13–26.
12. Nunes C, Andrade K, Martins C. Efficacy of low-power laser in reducing postoperative signs and symptoms after third molar surgery: a triple-blind clinical trial, Braz dent J, 2023 July-August; 34(4): 158-168.
13. Ahrari F, Eshghpour M, Zare R, Ebrahimi S, Fallahrastegar A, Khaki H. Effectiveness of low-level laser irradiation in reducing pain and accelerating socket healing after undisturbed tooth extraction. J Lasers Med Sci. 2020 Jun 1;11(3):274–9.
14. Pereira DA, Mendes PGJ, de Souza Santos S, de Rezende Barbosa GL, Pessoa RS e., de Oliveira GJPL. Effect of the association of infra-red and red wavelength photobiomodulation therapy on the healing of post-extraction sockets of third lower molars: a split-mouth randomized clinical trial. Lasers Med Sci. 2022 Jul 1;37(5):2479–87.
15. Comunian CR, Custódio ALN, de Oliveira LJ, Dutra CEA, D'almeida Ferreira Neto M, Rezende CMF. Photobiomodulation with LED and laser in repair of mandibular socket rabbit: clinical evaluation, histological, and histomorphometric. Oral Maxillofac Surg. 2017 Jun 1;21(2):201–6.
16. Park JB, Ahn SJ, Kang YG, Kim EC, Heo JS, Kang KL. Effects of increased low-level diode laser irradiation time on extraction socket healing in rats. Lasers Med Sci. 2015 Feb 1;30(2):719–26.
17. Sigaroodi AK, Motevasseli S, Maleki D, Maleki D, Fard RS. Low-level laser and management of common complications after the mandibular third molar surgery: A double-blind randomized clinical trial [Internet]. Vol. 1, Dental Research Journal. 2023. Available from: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/journals/1480
18. Hamad SA, Naif JS, Abdullah MA. Effect of Diode Laser on Healing of Tooth Extraction Socket: An Experimental Study in Rabbits. J Maxillofac Oral Surg. 2016 Sep 1;15(3):308–14.
19. Ribeiro LNS, de Figueiredo FAT, da Silva Mira PC, Arnez MFM, Matsumoto MAN, de Menezes LM, et al. Low-level laser therapy (LLLT) improves alveolar bone healing in rats. Lasers Med Sci. 2022 Mar 1;37(2):961–9.
20. Arturo Vallejo Rosero K, Manuel Freire Sampaio R, Cristina Zindel Deboni M, Corrêa L, Martins Marques M, Prado Ferraz E, et al. Photobiomodulation as an adjunctive

- therapy for alveolar socket preservation: a preliminary study in humans. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10103-020-02962-y>
21. Momeni E, Kazemi F, Sanaei-rad P. 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*. 2022 Dec 1;22(1).
 22. Momeni E, Barati H, Arbabi MR, Jalali B, Moosavi MS. Low-level laser therapy using laser diode 940 nm in the mandibular impacted third molar surgery: double-blind randomized clinical trial. *BMC Oral Health*. 2021 Dec 1;21(1).
 23. Almasri M, Mandal N, Kulkarni P, Raj A, Zeya A, Mann N, et al. Low-level laser therapy role in surgical extractions: An original research. *J Pharm Bioallied Sci*. 2022;14(5):245.
 24. Isolan CP, Kinalski M de A, Leão OA de A, Post LK, Isolan TMP, Santos MBF dos. Photobiomodulation therapy reduces postoperative pain after third molar extractions: A randomized clinical trial. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2021;26(3):e341–8.
 25. Yüksek MN, Eroğlu CN. 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*. 2021;29.
 26. Thorat S, Nilesh K. Efficacy of low-level laser therapy in the management of postoperative surgical sequelae after surgical removal of impacted mandibular third molars. *Natl J Maxillofac Surg*. 2022 Aug 1;13(4):S52–6.
 27. Ferreira GM, Prado LF, Santos KVR, Rodrigues LG, Valladares-Neto J, Torres ÉM, et al. Efficacy of two low-level laser therapy protocols following lower third molar surgery – a randomized, double-blind, controlled clinical trial. *Acta odontologica latinoamericana*. 2022 Apr 1;35(1):31–8.
 28. Kelkar M, Kadanthode M, Mohanty S, Verma A. Effect of low-level laser therapy on post-extraction hemostasis in patients with hemophilia — A prospective cohort study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2023 May 1;51(5):316–20.
 29. Scarano A, Lorusso F, Postiglione F, Mastrangelo F, Petrini M. Photobiomodulation Enhances the Healing of Postextraction Alveolar Sockets: A Randomized Clinical Trial

- With Histomorphometric Analysis and Immunohistochemistry. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2021 Jan 1;79(1):57.e1-57.e12.
30. Abd-Elhaleem Othman MA, Zaky AA, Eltayeb EA, Khalil NM. A radiographic and histological study to compare red (650 nm) versus near infrared (810 nm) diode lasers photobiomodulation for alveolar socket preservation. *Sci Rep*. 2024 Dec 1;14(1).
 31. Farhadi F, Eslami H, Majidi A, Fakhrzadeh V, Ghanizadeh M, Khademneghad S. ORIGINAL ARTICLES Evaluation of adjunctive effect of low-level laser therapy on pain, swelling and trismus after surgical removal of impacted lower third molar: A double-blind randomized clinical trial [Internet]. Available from: www.jstage.jst.go.jp/browse/islm
 32. Zhou Y, Sun F, Zhang Z, Duan X, Long X, Liu X, et al. Influence of Er:YAG laser irradiation on the outcomes of alveolar ridge preservation at the infected molar sites: a randomized controlled trial. *BMC Oral Health*. 2023 Dec 1;23(1).
 33. Alan H, Yolcu Ü, Koparal M, Özgür C, Öztürk SA, Malkoç S. Evaluation of the effects of the low-level laser therapy on swelling, pain, and trismus after removal of impacted lower third molar. *Head Face Med*. 2016 Jul 26;12(1).
 34. Krišajić Dumić A, Pajk F, Olivi G. The effect of post-extraction socket preservation laser treatment on bone density 4 months after extraction: Randomized controlled trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021 Jun 1;23(3):309–16.
 35. Çırak E, Özyurt A, Peker T, Ömeroğlu S, Güngör MN. Comparative evaluation of various low-level laser therapies on bone healing following tooth extraction: An experimental animal study. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2018 Jul 1;46(7):1147–52.
 36. Monea A, Beresescu G, Tibor M, Popsor S, Antonescu DM. Bone healing after low-level laser application in extraction sockets grafted with allograft material and covered with a resorbable collagen dressing: A pilot histological evaluation. *BMC Oral Health*. 2015 Oct 29;15(1).
 37. Chiniforush N, Nokhbatolfoghahaei H, Monzavi A, Pordel E, Ashnagar S. Surface treatment by different parameters of erbium: Yttrium-aluminum-garnet (Er:YAG) laser: Scanning electron microscope (SEM) evaluation. *J Lasers Med Sci*. 2016;7(1):37–9.
 38. Lu Z, Bingquan H, Jun T, Fei G. Effectiveness of concentrated growth factor and laser therapy on wound healing, inferior alveolar nerve injury and periodontal bone defects

post-mandibular impacted wisdom tooth extraction: A randomized clinical trial. *Int Wound J.* 2024 Jan 1;21(1).

39. Koparal M, Kucuk AO, Alan H, Asutay F, Avci M. Effects of low-level laser therapy following surgical extraction of the lower third molar with objective measurement of swelling using a three-dimensional system. *Exp Ther Med.* 2018 Apr 1;15(4):3820–6.

