

Tratamento de feridas usando laser de baixa intensidade como terapia adjuvante: uma revisão integrativa da literatura

Wound treatment using low-level laser as adjuvant therapy: an integrative literature review

Tratamiento de heridas con láser de bajo nivel como terapia adyuvante: una revisión integrativa de la literatura

Recebido: 22/07/2022 | Revisado: 30/07/2022 | Aceito: 06/08/2022 | Publicado: 16/08/2022

Thaiz Souza Graneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2410-101X>
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: thaizgraneiro@gmail.com

Cristiane Rodrigues da Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5658-0353>
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: Cristiane.r.rocha@unirio.br

Lara Raquel Dias Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3447-7969>
Centro Universitário Unifacid Wyden, Brasil
E-mail: laraaquelmartires1106@outlook.com

Resumo

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura com abordagem qualitativa. O objetivo deste artigo é avaliar os parâmetros relacionados à dosimetria do *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas mais utilizados nas evidências científicas. Dados foram coletados nas bases Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde e Base de Dados de Enfermagem, pela Biblioteca Virtual em Saúde; *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*, pela PubMed; *Web of Science*; *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* e EMBASE, utilizando-se o filtro temporal de 2016 a 2022. Foram usados os seguintes descritores controlados e não controlados: *low level light therapy*; LLLT; *laser biostimulation*; *laser therapy*; *photobiomodulation*; *wounds and injuries*; *wound healing*; *diabetic foot*; *pressure ulcer*. Resultados: Foram analisados 14 estudos a partir de duas categorias temáticas para avaliação dos parâmetros do *laser* de baixa intensidade utilizados nas lesões com as seguintes etiologias: ferida diabética e lesão por pressão. Conclusão: Todos os estudos encontraram desfecho positivo com uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão ou úlceras diabéticas. A maioria recomendou comprimento de onda na faixa do vermelho (658 nm – 660 nm). Houve grande discrepância quanto à energia aplicada, porém a maioria dos trabalhos apresentou uma janela de 3 J/cm² a 6 J/cm². A categoria que analisou os estudos com úlcera diabética teve potência de 30 mW na maioria dos artigos. A categoria de lesões por pressão obteve bons resultados com potências de 3,6 mW a 100 mW.

Palavras-chave: Terapia com luz de baixa intensidade; Lesão por pressão; Cicatrização; Pé diabético.

Abstract

This paper is an integrative literature review, under descriptive qualitative design. Its goal is to evaluate the parameters of low intensity laser's dosimetry in the treatment of lesions caused by pressure and diabetes-related ulcers more largely utilized on scientific evidences. Data was collected from Latin American and Caribbean-based literature available on *Ciencias da Saude* and *Base de Dados de Enfermagem*, through *Biblioteca Virtual em Saúde*; *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*, through PubMed; *Web of Science*; *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* and EMBASE, filtered by date from 2016 to 2022. The following controlling and non-controlling key-words were used: *low level lighttherapy*; LLLT; *laser biostimulation*, *laser therapy*, *photobiomodulation*, *wounds and injuries*; *wound healing*; *diabetic foot*; *pressure ulcer*. Results: 14 studies were analyzed according to two thematic categories, so an evaluation of the parameters of the Low Intensity Laser used on lesions could be made, according to the following etiologies: diabetic wound and lesion by pressure. Conclusion: All the studies found a positive outlook regarding the use of low intensity laser on the treatment of diabetic-related lesions or the ones caused by pressure. The majority recommended a specific length of red range (558nm-660nm). There were discrepancies regarding the energy applied. Nevertheless, the majority of studies present a window from 3 J/cm² to 6 J/cm². The category destined to study diabetes-caused ulcers had the potency of 30mW, on the wide majority of cases. The ones related to lesions caused by pressure showed good results with potencies from 3,6mW to 100mW.

Keywords: Low-Level Light Therapy; Pressure ulcer; Wound healing; Diabetic foot.

Resumen

Esta es una revisión integrativa de la literatura con un enfoque cualitativo. El objetivo de este artículo es evaluar los parámetros relacionados con la dosimetría láser de baja intensidad en el tratamiento de las úlceras por presión y las úlceras diabéticas más utilizados en la evidencia científica. Los datos fueron recolectados de las Bases de Datos de Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud y Enfermería, por la Biblioteca Virtual en Salud; Sistema de Recuperación y Análisis de Literatura Médica en línea, por la PubMed; *Web of Science*; *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* y EMBASE, utilizando el filtro temporal de 2016 a 2022. Se utilizaron los siguientes descriptores controlados y no controlados: fototerapia de bajo nivel; LLLT; bioestimulación con láser; terapia con láser; fotobiomodulación; heridas y lesiones; cicatrización de la heridas; pie diabético; úlcera de presión. Resultados: se analizaron 14 estudios basados en dos categorías temáticas para evaluar los parámetros de *Laser* de Baja Intensidad utilizados en lesiones con las siguientes etiologías: herida diabética y lesión por presión. Conclusión: Todos los estudios analizados encontraron un resultado positivo con el uso de *Laser* de bajo nivel en el tratamiento de lesión por presión o úlceras diabéticas. La mayoría de los estudios recomendó longitudes de onda en el rango rojo (658 nm – 660 nm). Hubo una gran discrepancia en los hallazgos relacionados con la energía aplicada, pero la mayoría de los estudios presentan una ventana de 3 J/cm² a 6 J/cm². La categoría que analizó los estudios con úlcera diabética tuvo una potencia de 30 mW en la mayoría de los artículos. La categoría de lesiones por presión obtuvo buenos resultados con potencias desde 3,6 mW hasta 100 mW.

Palabras clave: Terapia por Luz de Baja Intensidad; Úlcera por presión; Cicatrización de heridas; Pie diabético.

1. Introdução

Na atualidade, cerca de 6,5 milhões de pessoas no mundo sofrem com as consequências diretas e indiretas relacionadas às feridas (Oliveira et al., 2017). As feridas crônicas estão entre as condições de saúde que podem afetar a vida das pessoas por longos anos, muitas vezes causando prejuízo das atividades laborais, o que resulta em aposentadoria precoce e restrições nas atividades de vida e lazer, reduzindo a qualidade de vida em qualquer fase do ciclo da vida. Essas lesões levam a sentimentos de frustração, ansiedade, isolamento, depressão, baixa autoestima e autoconceito negativo (Santos et al., 2017).

Nesse sentido, a rápida recuperação dos clientes deve ser uma preocupação do enfermeiro e as terapias adjuvantes têm auxiliado na conquista desse objetivo e são atribuições legais do exercício profissional de acordo com a Resolução nº 567 (2018), do Conselho Federal de Enfermagem. Dentre as terapias adjuvantes mais utilizadas, o *laser* de baixa intensidade tem se mostrado uma realidade tecnológica aplicável no tratamento de feridas, com resultados positivos em diferentes tipos de lesões (Lipovsky et al., 2008 citado por Bavaresco, 2018; Palagi et al., 2015 citado por Bavaresco, 2018; Watson et al., 2011 citado por Bavaresco, 2018).

As evidências demonstram que esta terapia induz atividades anti-inflamatórias e angiogênicas, como também, a neocolagênese formando novos vasos no tecido, que melhoram o aspecto e progressão da cicatrização das feridas. Outrossim, em feridas extensas, principalmente em pacientes diabéticos são eficazes, mesmo que aplicados em diferentes energias e comprimentos de onda na lesão e nas margens (Farias & Catão, 2022; Kasemikhoo et al., 2018).

As questões relativas aos parâmetros da dosimetria no tratamento das feridas são portanto, divergentes entre os profissionais de saúde, requerendo da comunidade científica maiores estudos sobre o tema para a melhor efetividade do tratamento e segurança do cliente.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é avaliar os parâmetros relacionados à dosimetria do *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas mais utilizados nas evidências científicas.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão integrativa de literatura com abordagem qualitativa. Souza et al. (2010) apontam que a revisão integrativa de literatura proporciona a síntese do conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática.

Para a elaboração desta revisão integrativa, as seguintes etapas foram percorridas, de acordo com Mendes et al.

(2008): 1) identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para elaboração da revisão integrativa; 2) estabelecimento dos critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura; 3) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/categorização dos estudos; 4) avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; 5) interpretação dos resultados; 6) apresentação da revisão/síntese do conhecimento.

A questão de pesquisa que norteou este estudo foi: Quais são os embasamentos teóricos-científicos (*Models or Theories – Moth*) sobre cuidados no uso do *laser* de baixa intensidade em lesões por pressão e úlceras diabéticas em adultos no âmbito ambulatorial e hospitalar (H)? Para tanto, foi utilizado o acrônimo BeHEMOTH, sendo Be – *Behaviour of interest* (Comportamento de interesse), H – *Health context* (Contexto de saúde), E – *Exclusions* (Exclusões) e *Moth – Models or Theories* (Conceitos, Modelos Conceituais ou Teorias).

Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram publicações em português, espanhol e inglês que retratassem a temática referente aos cuidados e ao uso do *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e úlceras diabéticas; que contemplassem cuidados ou protocolos clínicos no uso da laserterapia em feridas, disponíveis on-line, de 2016 a 2022.

Os critérios de exclusão foram: editoriais; cartas; estudos envolvendo animais ou exclusivamente *in vitro* (sem irradiação de feridas em pacientes vivos), estudos que não ofereciam dados referentes a dosimetria e parâmetros utilizados e que envolviam tratamento de feridas de outras etiologias que não lesão por pressão ou úlcera diabética. Estudos envolvendo *laser* de alta intensidade e *light-emitting diode* (LED) também foram excluídos. Revisões que analisaram ensaios clínicos randomizados desenvolvidos em animais ou *in vitro* foram considerados elegíveis.

Foram utilizados, para a busca dos artigos, os seguintes descritores controlados ou não controlados, identificados nos Descritores em Ciência da Saúde, *Medical Subject Headings* e do tesauro próprio *Cumulative Index of Nursing and Allied Health: low level light therapy* OR LLLT OR *laser biostimulation* OR *laser therapy* OR *photobiomodulation therapy* AND *wounds and injuries* OR *wound healing* OR *diabetic foot* OR *pressure ulcer*. A utilização dos descritores foi adaptada às especificações de cada base.

Para o levantamento dos artigos na literatura, foi realizada busca, por meio da plataforma CAFE do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde e Base de Dados de Enfermagem, por meio da Biblioteca Virtual em Saúde, *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* através da PubMed, *Web of Science*, *Cumulative Index of Nursing and Allied Health* e EMBASE, com a utilização do filtro de busca temporal de 2016 a 2022 e busca dos descritores nos títulos e resumos das publicações.

3. Resultados

Inicialmente, a busca nas bases de dados evidenciou 251 referências, que foram submetidas à avaliação pelos critérios de inclusão. Nesta primeira análise, baseada na leitura dos títulos e resumos, foram selecionados 43 artigos para serem lidos integralmente.

O Quadro 1 apresenta a estratégia de busca utilizada em cada base, bem como o número de estudos selecionados para leitura na íntegra e elegíveis para análise final.

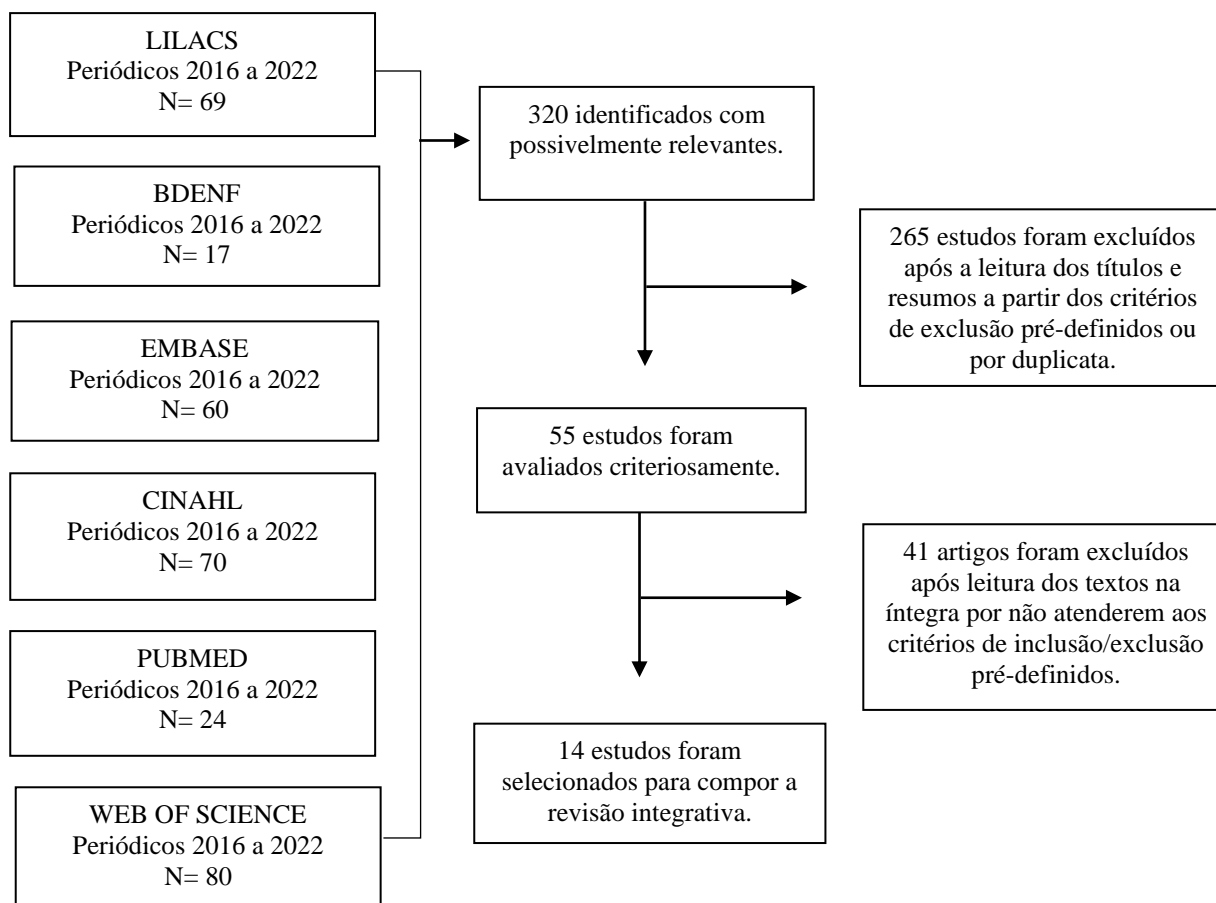
Quadro 1 – Estratégia de busca.

Base	Estratégia de busca com os filtros	Estudos recuperados	Artigos selecionados para leitura na íntegra
Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde	<i>(low level light therapy)</i> OR (LLLT) OR (<i>laser therapy</i>) OR (<i>laser biostimulation</i>) AND ((<i>wounds AND injuries</i>) OR (<i>wound healing</i>) OR (<i>diabetic foot</i>) OR (<i>pressure ulcer</i>)) AND (<i>fulltext</i> :"1" AND db:"LILACS") AND (<i>year_cluster</i> :[2016 TO 2022])	69	12
Base de Dados de Enfermagem	((<i>low level light therapy</i>) OR (LLLT) OR (<i>laser therapy</i>) OR (<i>laser biostimulation</i>)) AND ((<i>wounds AND injuries</i>) OR (<i>wound healing</i>) OR (<i>diabetic foot</i>) OR (<i>pressure ulcer</i>)) AND (<i>fulltext</i> :"1" OR "1" AND db:"BDENF") AND (<i>year_cluster</i> :[2016 TO 2022])	17	10
Web of Science	(TS= (" <i>low level light therapy</i> " OR "LLLT" OR " <i>laser Biostimulation</i> " OR " <i>laser therapy</i> ")) AND TS=(" <i>wounds and injuries</i> " OR " <i>wound healing</i> " OR " <i>diabetic foot</i> " OR " <i>pressure ulcer</i> ") Filtros: ano de publicações: 2016 – 2022 Categorias da <i>Web of Science</i> : Serviços de Ciências da saúde ou Dermatologia OU Enfermagem OU Ciências Multidisciplinares	80	11
PubMed	((<i>low level light therapy</i>) OR (LLLT) OR (<i>laser biostimulation</i>) OR (<i>laser therapy</i>)) AND ((<i>wounds and injuries</i>) OR (<i>wound healing</i>) OR (<i>diabetic foot</i>) OR (<i>pressure ulcer</i>)) <i>Filters: Free full text, English, Portuguese, Spanish, MEDLINE, Adult: 19+ years, from 2016 – 2022</i>	24	1
EMBASE	' <i>low level light therapy</i> ' OR 'LLLT' OR ' <i>laser biostimulation</i> ' AND ' <i>wounds and injuries</i> ' OR ' <i>wound healing</i> ' OR ' <i>diabetic foot</i> ' OR ' <i>decubitus</i> ' OR ' <i>pressure ulcers</i> ' AND (2016:py OR 2017:py OR 2018:py OR 2019:py OR 2020:py OR 2021:py OR 2022:py) AND ' <i>human</i> '/de AND ([<i>adult</i>]/lim OR [<i>middle aged</i>]/lim OR [<i>young adult</i>]/lim) AND (' <i>chronic wound</i> '/dm OR ' <i>decubitus</i> '/dm OR ' <i>diabetes mellitus</i> '/dm OR ' <i>diabetic foot</i> '/dm OR ' <i>diabetic neuropathy</i> '/dm OR ' <i>granulation tissue</i> '/dm OR ' <i>skin injury</i> '/dm OR ' <i>ulcer</i> '/dm OR ' <i>ulcer healing</i> '/dm OR ' <i>wound healing</i> '/dm OR ' <i>wound healing impairment</i> '/dm)	60	10
<i>Cumulative Index of Nursing and Allied Health</i>	((<i>low level light therapy</i>) OR (LLLT) OR (<i>laser biostimulation</i>) OR (<i>low power laser therapy</i>) OR (<i>photobiomodulation therapy</i>)) AND (<i>wounds and injuries</i>) OR (<i>wound healing</i>)	70	11
Total		320	55

Fonte: Autores (2022).

Após a leitura na íntegra dos artigos selecionados, foram excluídos os artigos que não atendiam aos critérios de inclusão e as duplicatas. Assim, para análise e discussão, foram incluídos 14 artigos para compor esta revisão. A Figura 1 demonstra a seleção dos artigos em cada base.

Figura 1 – Fluxograma estratégia de busca.



Fonte: Autores (2022).

Os estudos selecionados foram identificados pela letra A seguida dos números de 1 a 14, conforme a ordem decrescente de publicação.

Para a análise e posterior síntese dos artigos que atenderam aos critérios de inclusão, foi utilizado um quadro sinóptico, construído para esse fim, contemplando os seguintes aspectos: autores, título da pesquisa, periódico e ano de publicação, método/nível de evidência, objetivo, parâmetros utilizados e desfecho. O Quadro 2 exibe as informações acima descritas.

Quadro 2 – Síntese dos artigos incluídos na revisão integrativa.

Número	Título / Autores / Período / Ano	Método / Nível de evidência	Objetivo	Parâmetros utilizados	Desfecho
A1	<i>The use of low power laser by nurses in the treatment of cutaneous and oral lesions.</i> Armelin et al. Nursing 2019	Revisão integrativa de literatura. Nível de evidência: 2.a	Verificar a produção científica nacional e internacional acerca da utilização do <i>laser</i> de baixa potência pelo enfermeiro no tratamento de feridas, lesões por pressão, mucosite oral e lesões mamilares nos últimos sete anos.	A maioria dos estudos usou comprimento de onda 660 nm. As doses variaram entre 4 J/cm ² e 6 J/cm ² e a potência variou entre 10W e 30 mW. A maioria das pesquisas trabalhou com aplicação em modo pontual, distância de 1 cm entre cada ponto, três vezes na semana. Com relação ao tempo de aplicação, apenas dois estudos informaram esses dados. Um usou técnica de varredura por três a quatro minutos no centro da lesão e pontual nas bordas sem mencionar o tempo. O outro fez aplicação pontual por 45 segundos. O período médio de tratamento foi de quatro semanas.	Esta revisão analisou quatro artigos, sendo eles dois relatos de caso, um estudo clínico randomizado e uma revisão de literatura. A revisão de literatura não informou dados relacionados a dosimetria e um estudo de caso teve resultados inconclusivos. O estudo randomizado teve uma amostragem pequena (N=18), mas o grupo <i>laser</i> apresentou melhora significativa em relação ao grupo controle. Um estudo de caso também teve resultados satisfatórios na diminuição da área da ferida após cinco semanas de aplicação de laserterapia.
A2	<i>Effects of laser therapy in the treatment of pressure injuries: a systematic review.</i> Bernardes & Jurado CuidArte, Enferm. 2018	Revisão Sistemática. Nível de evidência: 2.c	Estudar a eficácia da laserterapia no processo de cicatrização de úlceras por pressão.	Melhores resultados com comprimento de onda de 658 nm e doses de 4 a 6 J/cm ² . Apenas potência de 45 mW foi descrita. Recomenda-se a divisão das feridas em quadrantes de cerca de 2 cm ² onde cada região deve ser irradiada separadamente. Intervalo entre as aplicações: os estudos que mencionaram este parâmetro usaram aplicação duas vezes na semana.	Neste estudo, não foram descritos todos os parâmetros relacionados a dosimetria de cada artigo analisado. Cinco artigos não forneceram resultados conclusivos quanto a eficácia do uso de <i>laser</i> de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão. Foram observados resultados satisfatórios nos estudos que usaram comprimento de onda na faixa do infravermelho próximo (830 – 904 nm) e do vermelho (658 – 660 nm).
A3	<i>Low-level laser therapy and Calendula officinalis in repairing diabetic foot ulcers.</i> Carvalho et al. Rev. Esc. Enferm. USP (Online). 2016.	Ensaio clínico experimental, controlado, randomizado, prospectivo, intervencionista e quantitativo. Nível de evidência: 4.d	Avaliar os efeitos da laserterapia de baixa intensidade isolada e associada ao óleo de <i>Calendula officinalis</i> no reparo de úlceras do pé diabético.	Grupo <i>laser</i> : Aparelho <i>Laser</i> – fabricante HTM. Comprimento de onda: 658 nm. Potência: 30 mW. Tempo de aplicação: 80 segundos. Fluência: 4 J/cm ² . Onda contínua, feixe visível, área equivalente a 12,566 mm ² . Aplicação perpendicular à lesão com contato, modo pontual. A ponteira foi protegida com papel filme transparente. Foi usado óculos de proteção. Frequência: três atendimentos semanais, em dias alternados. Total de 12 atendimentos.	A área da lesão e as queixas de dor diminuíram significativamente nos grupos <i>laser</i> e <i>laser</i> + calêndula.

<p>A4</p>	<p><i>Effects of low-level laser therapy on the healing of foot ulcers in people with diabetes mellitus.</i></p> <p>Brandão et al.</p> <p>Estima (Online)</p> <p>2020</p>	<p>Revisão sistemática.</p> <p>Nível de evidência: 2.b</p>	<p>Identificar os efeitos da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização do pé diabético.</p>	<p>O comprimento de onda de todos os estudos transitou na faixa do vermelho (632,8 – 685 nm). As doses variaram de 3 a 10 J/cm². Três estudos trabalharam com 30 mW de potência e dois estudos mencionaram 50mW/cm² de densidade de potência. O tempo e intervalo de aplicação de um estudo foi a cada 48 horas por quatro semanas. Em outro, as feridas foram irradiadas diariamente por 15 dias. Dois estudos utilizaram protocolo de três atendimentos semanais em dias alternados, totalizando 12 atendimentos. No último estudo, os pacientes receberam laserterapia seis vezes por semana durante pelo menos duas semanas consecutivas e depois a cada dois dias até a cura completa.</p>	<p>Apesar da grande diferença das doses aplicadas nos seis artigos, todos evidenciaram progressão no reparo tecidual em menor tempo, alívio da dor, ação anti-inflamatória, maior perfusão tecidual e melhor resposta do sistema vascular e nervoso.</p> <p>Os autores afirmam que 12 sessões são suficientes para promover os resultados esperados, além de destacarem a importância da educação em saúde e do controle da doença de base para coadjuvar com o sucesso da terapêutica.</p> <p>As produções científicas indicam que o comprimento de onda próximo a 632,8 nm e dose de 4 J/cm² são as mais eficientes.</p>
<p>A5</p>	<p><i>Effects of Helium-Neon (HeNe) and Gallium Arsenide (GaAs) lasers associated with prevention guidelines and treatment of pressure ulcers.</i></p> <p>Fialho et al.</p> <p>Rev. med. Minas Gerais (Online)</p> <p>2017</p>	<p>Artigo de intervenção – estudo de caso.</p> <p>Nível de evidência: 4.d</p>	<p>Investigar os fatores que interferem na eficácia dos <i>lasers</i> HeNe e AsGa, associando-os à educação em saúde.</p>	<p>Um paciente foi tratado com <i>laser</i> HeNe: marca KW com comprimento de onda 632,8 nm, luz vermelha de emissão contínua, 5 J/cm², 3,6 mW de potência.</p> <p>Dois pacientes foram tratados com <i>laser</i> AsGa: marca KM, comprimento de onda 904 nm, 5 J/cm², potência 25 W (pico) +- 10%, potência média 11 mW, com emissão pulsada em 2000 kHz e duração de pulso 200 ns.</p> <p>Para os dois <i>lasers</i>, a aplicação foi feita na borda em forma pontual de 1 em 1 cm e de modo varredura no leito da ferida. Frequência: duas vezes na semana até a cicatrização das feridas.</p>	<p>O paciente que foi tratado com <i>laser</i> HeNe teve sua ferida cicatrizada após 52 sessões. O paciente 1 tratado com AsGa teve sua lesão cicatrizada após 22 sessões. O paciente 2 tratado com <i>laser</i> AsGa abandonou o tratamento e não seguia as recomendações.</p> <p>Os dois pacientes que tiveram suas lesões cicatrizadas receberam orientações em saúde sobre autocuidado e cuidados com a lesão.</p> <p>Os <i>lasers</i> HeNe e AsGa são eficazes no tratamento de úlceras por pressão juntamente com orientações de autocuidado no manejo dessas feridas.</p>
<p>A6</p>	<p><i>Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus.</i></p> <p>Sousa & Batista</p> <p>An. bras. dermatol. (Online)</p> <p>2016</p>	<p>Pesquisa bibliográfica.</p> <p>Nível de evidência: 4.a</p>	<p>Verificar o parâmetro mais eficaz na cicatrização de feridas associadas ao <i>diabetes mellitus</i>, bem como o tipo de <i>laser</i> mais usado.</p>	<p>Dos 12 artigos, cinco apresentaram experimentos com <i>laser</i> HeNe, quatro com GaAlAs, dois com AlGaInP e um com GaAs. Os estudos com <i>laser</i> HeNe mostraram resultados eficientes com doses entre 3 e 6 J/cm², com maior eficiência nos grupos irradiados com 3 a 5 J/cm². Os estudos usando diodo GaAlAs mostraram efeitos biostimulantes com doses de 10 J/cm² e densidade de potência de 0,1 W/cm². As mesmas dosagens com aplicação de 24 segundos também foram bem-sucedidas com AlGaInP. <i>Laser</i> diodo GaAs com densidade de potência de 15</p>	<p>Apesar da grande discrepância dos parâmetros apresentados e ausência de informações importantes relacionadas a dosimetria, o estudo conclui que os melhores resultados para cicatrização de feridas diabéticas foram as que aplicaram densidade de energia na faixa de 3 – 5 J/cm², densidade de potência ≤ 0,2 W/cm² e emissão contínua. O <i>laser</i> He-Ne com comprimento de onda de 632,8 nm foi o mais amplamente utilizado.</p>

				mW/cm ² na dose de 3,6 J/cm ² e irradiação a cada 48 horas também foi capaz de controlar a resposta inflamatória.	
A7	<p><i>Effect of laser therapy on expression of angio- and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers.</i></p> <p>Taradaj et al.</p> <p>Int. j. med. sci.</p> <p>2018</p>	<p>Ensaio clínico randomizado</p> <p>Nível de evidência: 3.c</p>	<p>Avaliar o efeito da irradiação a <i>laser</i> em diferentes comprimentos de onda, 940, 808, 658 nm, na expressão de fatores de crescimento selecionados e mediadores inflamatórios em estágio particulares do processo de cicatrização de feridas.</p>	<p>Frequência terapia a <i>laser</i>: uma vez por dia, cinco vezes na semana durante um mês. Dispositivos usados: EzLase 940 (<i>Biolase Techonology</i>, Estados Unidos) e <i>Rainbow Drops</i> com sonda <i>SIX Laser 658 TS</i> (<i>Cosmogamma Group</i>, Indonésia). Tamanho do ponto do <i>laser</i>: 0,1 cm² ao escanear a superfície da úlcera com um aplicador em forma de cone (movimento composto com uma frequência de 20 Hz ao longo do eixo das ordenadas e 0,5 Hz ao longo do eixo das abcissas). O aplicador foi aplicado sem contato a uma distância de 2 cm da ferida. A duração de tempo do protocolo dependia do tamanho da ferida. Dose média: de 4 J/cm².</p>	<p>A cicatrização efetiva de lesões por pressão está ligada ao comprimento de onda de 658 nm. Os autores acreditam que esse efeito está relacionado à inibição de processos inflamatórios na ferida, estimulação da angiogênese e proliferação de fibroblastos nessa radiação específica.</p> <p>A terapia a <i>laser</i> com comprimentos de onda de 940 e 808 nm não afetou significativamente os processos de reparo nas lesões por pressão.</p>
A8	<p><i>Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: Gene expression analysis of inflammatory biochemical markers.</i></p> <p>Ruh et al.</p> <p>Lasers med. sci.</p> <p>2018</p>	<p>Estudo quase-experimental</p> <p>Nível de evidência: 3.d</p>	<p>Avaliar os efeitos da LLLT no aspecto macroscópico e na expressão de mRNA de genes relacionados à cicatrização de feridas em pacientes diabéticos com úlceras por pressão.</p>	<p>Aparelho usado: Thera Lase (DMC, São Carlos – Brasil). Comprimento de onda: 660 nm (InGaAIP). Potência de saída 100 mW. Densidade de energia: 2 J/cm².</p> <p>As irradiações foram feitas ao redor da lesão, com emissor em suporte plástico posicionado perpendicularmente e a 0,5 cm de distância do tecido. Distância entre pontos: 2 cm. Tempo de irradiação em cada ponto: 12 segundos. Frequência de aplicação: uma vez ao dia por 12 dias consecutivos, totalizando 12 aplicações.</p>	<p>Houve redução do tamanho das feridas macroscopicamente. Houve aumento dos níveis de VEGF e TGF-β após o tratamento e diminuição dos níveis de TNF-α.</p> <p>As feridas tiveram contração média de 50% após sete dias de tratamento.</p>
A9	<p><i>A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer.</i></p> <p>Tchanque-Fossuo et al.</p> <p>Wound repair regen.</p> <p>2016.</p>	<p>Revisão sistemática</p> <p>Nível de evidência: 1.a</p>	<p>Examinar se o uso clínico de LLLT é eficaz na cura de DFU em 12 e 20 semanas em comparação com o tratamento padrão, e fornecer recomendações baseadas em evidências e futuras diretrizes clínicas para o tratamento de DFU usando LLLT.</p>	<p>Dosimetria dos estudos clínicos randomizados estudados:</p> <p>Estudo 1: os pacientes do braço tratamento receberam LLLT com comprimento de onda 660 nm e 850 nm, densidade de potência de 60 mW/cm², fluência de 2 a 4 J/cm², uma vez ao dia por 15 dias.</p> <p>Estudo 2: os pacientes do braço tratamento receberam comprimento de onda 685 nm, densidade de potência 50 mW/cm², fluência de 10</p>	<p>Os autores concluíram que os estudos incluídos nesta revisão demonstraram melhores resultados de cura com LLLT, sem eventos adversos. Embora não haja estudos sobre a relação custo-eficácia da LLLT para DFU, a literatura sugere que a laserterapia pode reduzir significativamente o custo associado ao tratamento, além de diminuir o risco de amputação e mortalidade.</p> <p>Por fim, com base em experimentos <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> publicados e nos avanços técnicos em diodos <i>laser</i></p>

				<p>J/cm², tempo de irradiação de 200 segundos. A intervenção aconteceu seis vezes por semana durante pelo menos duas semanas consecutivas, depois a cada dois dias até a cura completa.</p> <p>Estudo 3: os pacientes do braço tratamento receberam comprimento de onda 400-800 nm, densidade de potência 180 mW/cm², fluência não especificada.</p> <p>Estudo 4 - os pacientes do grupo tratamento receberam LLLT com comprimentos de onda visível e invisível (660 – 890 nm), densidade de potência de 100mW/cm², fluência 3 J/cm² com tempo de irradiação de 30 segundos, duas vezes por semana até a cura ou no máximo 90 dias.</p>	<p>baseados em semicondutores, os autores recomendam o uso de unidades <i>multiprobes</i> com diodos <i>cluster</i>, com comprimento de onda de 660 e 890 nm, densidade de potência de 50 mW/cm², fluência de 2 J/cm², tempo de irradiação de 30 segundos e distância de 1 cm da ferida.</p>
A10	<p><i>Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers.</i></p> <p>Mathur et al.</p> <p>Lasers med. sci.</p> <p>2017.</p>	<p>Ensaio clínico randomizado</p> <p>Nível de evidência: 3.e</p>	<p>Realizar um estudo randomizado controlado com placebo sobre o efeito da luz vermelha (660 +- 20 nm) na cicatrização de DFU.</p>	<p>Foi usada fonte portátil à base de <i>laser</i> diodo (660 +- 20 nm) fabricado na RRCAT com feixe colimado de 20 mm de diâmetro. A fonte foi mantida a mais ou menos 1 pé acima da superfície da úlcera e a densidade de potência no plano da amostra foi de 50 mW/cm².</p> <p>Dependendo da área da ferida, a irradiação de luz foi realizada em 5 a 8 pontos separados espacialmente para que toda a área da ferida fosse irradiada. Foi entregue uma fluência de aproximadamente 3 J/cm² para cada exposição, mantendo o tempo de irradiação fixo em 60 segundos. As feridas foram expostas à luz diariamente por 15 dias.</p>	<p>As feridas do grupo tratado com LLLT contraíram significativamente mais que o grupo controle (37,2% x 15,12%) com p<0,001.</p> <p>A maioria das feridas do grupo LLLT estava desprovida de pus e exibiu granulação em contraste com as feridas do grupo controle, que apresentaram mais pus e menos granulação, exigindo mais desbridamentos e troca de curativos. O grupo <i>laser</i> também relatou melhora da dor neste período.</p>
A11	<p><i>Photobiomodulation: systematic review and meta-analysis of the most used parameters in the resolution diabetic foot ulcers.</i></p> <p>Mendes-Costa et al.</p> <p>Lasers med. sci.</p> <p>2021</p>	<p>Revisão sistemática com meta-análise.</p> <p>Nível de evidência: 1.a</p>	<p>Elaboração de uma revisão sistemática sobre os parâmetros de fotobiomodulação utilizados nos últimos 5 anos no tratamento de feridas de pé diabético.</p>	<p>Entre os quatro artigos analisados que avaliaram a ação do <i>laser</i> no tratamento de feridas diabéticas, os parâmetros mais comuns foram: comprimento de onda visível que variou de 632,8 a 660 nm, modo contínuo com aplicação pontual, potência de 30 mW e dose que variou de 3 a 6 J/cm² (dois estudos utilizando 4J/cm²).</p>	<p>A maioria dos estudos analisados não apresentou os parâmetros detalhados de suas respectivas aplicações. A fotobiomodulação foi reconhecida como eficaz nos ensaios clínicos estudados.</p>
A12	<p><i>Effects of low-power light therapy on the tissue repair process of chronic</i></p>	<p>Ensaio clínico randomizado, com método experimental prospectivo de</p>	<p>Analisar a eficácia do uso terapêutico da LLLT no processo de reparação tecidual de feridas crônicas em</p>	<p>Equipamento Laserpulse (Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos) com comprimento de onda 660 nm, potência de 30 mW e</p>	<p>Os resultados indicam diferença no nível de cicatrização entre os Grupos Controle e <i>Laser</i>. O grupo <i>Laser</i> apresentou excelente</p>

	<p><i>wounds in diabetic feet.</i></p> <p>Santos et al.</p> <p>Photomed. laser surg.</p> <p>2018</p>	<p>natureza qualitativa e quantitativa.</p> <p>Nível de evidência: 3.e</p>	<p>pacientes com pés diabéticos.</p>	<p>dosagem de 6 J/cm².</p> <p>Densidade de potência: 0,49 W/cm².</p> <p>Diâmetro do ponto: 0,28 cm.</p> <p>Tamanho do ponto: 0,06 cm².</p> <p>Tempo de tratamento por ponto: 13 segundos.</p> <p>Caneta perpendicular à borda da lesão, em modo pontual com contato e ponta protegida por filme PVC.</p> <p>Distância entre os pontos de 1 cm, onda contínua e espectro vermelho visível feixe.</p> <p>A troca de cobertura e as sessões de irradiação LLLT foram realizadas a cada 48 horas, totalizando 16 sessões em quatro semanas.</p>	<p>resposta no processo de reparo tecidual com diferença significativa (p < 0,013) quando comparado ao Controle.</p>
A13	<p><i>Diabetic foot wounds treated with human amniotic membrane and low-level laser therapy: A pilot clinical study.</i></p> <p>Santos et al.</p> <p>Wound Manag Prev (Online)</p> <p>2021</p>	<p>Estudo clínico piloto.</p> <p>Nível de evidência: 3.e</p>	<p>Comparar a LLLT e a HAM em úlceras de pé diabético em pacientes com <i>diabetes mellitus</i> no que diz respeito à redução da área da ferida, bem como aos efeitos no PUSH e nos escores de dor.</p>	<p>Foi usado equipamento Laserpulse (Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos) com comprimento de onda 660 nm, potência de 30mW e dosagem de 6 J/cm².</p> <p>Densidade de potência: 0,49 W/cm².</p> <p>Diâmetro do ponto: 0,28 cm.</p> <p>Tamanho do ponto: 0,06 cm².</p> <p>Tempo de tratamento por ponto: 13 segundos.</p> <p>Caneta perpendicular à borda da lesão, em modo pontual com contato e ponta protegida por filme PVC.</p> <p>Distância entre os pontos de 1 cm, onda contínua e espectro vermelho visível feixe.</p> <p>A troca de cobertura e as sessões de irradiação LLLT foram realizadas a cada 48 horas, totalizando 16 sessões em quatro semanas.</p>	<p>A redução da área da ferida, bem como os escores de PUSH e VAS mostraram melhora significativamente maior ao longo do tempo para os pacientes que receberam LLLT ou HAM do que para o grupo controle, mas as diferenças entre os grupos não foram significativas.</p>
A14	<p><i>Photobiomodulation and diabetic foot and lower leg ulcer healing: A narrative synthesis.</i></p> <p>Sutton et al.</p> <p>The Foot</p> <p>2021</p>	<p>Pesquisa bibliográfica nas bases eletrônicas.</p> <p>Nível de evidência: 1.b</p>	<p>Fornecer uma revisão narrativa abrangente e uma avaliação crítica da pesquisa que investigou a PBM como tratamento para promover a cicatrização do pé diabético humano e da úlcera de perna.</p>	<p>Os comprimentos de onda usados nos estudos variaram de 625 nm a 904 nm. A irradiância variou de 0,015 a 0,51 W/cm² e a densidade de energia de 1,5 a 10 J/cm². A maioria dos estudos usou como dose 3 – 6 J/cm².</p> <p>A maioria dos estudos tiveram sessões três vezes na semana ou em dias alternados.</p>	<p>O PBM mostrou potencial para ser um tratamento eficaz no gerenciamento de DFU quando realizado em conjunto com as recomendações de melhores práticas. As características de PBM mais bem sucedidas para cicatrização de DFU são luz vermelha entre 630 nm e 660 nm ou comprimentos de onda infravermelhos de 850 ou 890 nm e exposições radiantes entre 3 J/cm² a 6 J/cm². O PBM pode ser usado para tratar DFU superficiais ou profundos, mas são necessárias mais pesquisas para confirmar os efeitos em feridas complicadas por infecção ou isquemia.</p>

Legenda: DFU – Diabetic Foot Ulcer; HAM – Membrana Amniótica Humana; LLLT – Low Level Light Therapy; PBM – Photobiomodulation; PUSH – Pressure Ulcer Scale For Healing; VAS – Visual Analog Scale. Fonte: Os autores (2022).

Dentre os estudos inclusos nesta revisão, quanto às suas origens, 10 (71,42%) são do Brasil, um (7,14%) dos Estados Unidos da América, um (7,14%) da Índia, um (7,14%) da Polônia e um (7,14%) do Canadá.

Com relação ao delineamento metodológico, quatro (28,57%) são ensaios clínicos randomizados; quatro (28,57%) revisões sistemáticas; duas (14,28%) pesquisas bibliográficas; uma (7,14%) revisão integrativa; um (7,14%) estudo de caso; um (7,14%) estudo quase experimental; um (7,14%) estudo clínico piloto.

Quanto ao nível de evidência, de acordo com os níveis estabelecidos pelo *Joanna Briggs Institute* (2013), três (21,42%) foram classificados como nível 1; três (21,42%) como nível 2; cinco (35,71%) como nível 3; e três (21,42%) como nível 4.

Não foram descritos eventos adversos em nenhum estudo analisado.

4. Discussão

Os dados foram discutidos a partir de duas categorias temáticas: Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão e Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de úlceras diabéticas.

Categoria 1: Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão

Esta categoria contemplou a análise de cinco estudos, dos quais dois foram artigos de revisão, um estudo de caso, um ensaio clínico randomizado e um estudo quase experimental.

Nos dois estudos de revisão analisados, observou-se que o comprimento de onda vermelho (658 – 660 nm) foi o responsável pelos melhores resultados relacionados à cicatrização (Armelin et al., 2019; Bernardes & Jurado, 2018). Entretanto, Bernardes e Jurado também encontraram estudos com resultado satisfatório com comprimento de onda na faixa do infravermelho, entre 830 e 904 nm.

Um estudo de caso analisou três pacientes portadores de lesão por pressão e usou, de forma aleatória, *laser* He-Ne com comprimento de onda 632,8 nm e AsGa 904 nm. Um paciente abandonou o tratamento e os outros dois (cada um tratado com um *laser*) tiveram suas lesões cicatrizadas. Nesse estudo, além dos curativos diários e da aplicação do *laser* de baixa intensidade, ambos os pacientes receberam orientações relacionadas à educação em saúde (Fialho et al., 2017).

Tarajad et al. (2018) desenvolveram um ensaio clínico randomizado com o objetivo de avaliar o efeito da irradiação *laser* em diferentes comprimentos de onda 940, 808 e 658 nm na expressão de fatores de crescimento selecionados e mediadores inflamatórios em estágios particulares do processo de cicatrização de feridas. As mudanças positivas nos níveis de IL-2, IL-6 e TNF- α no soro e de TNF- α , VEGF e TGF- β na ferida parecem estar ligadas ao comprimento de onda de 658 nm. Os autores acreditam que esse efeito está relacionado à inibição de processos inflamatórios na ferida, estimulação da angiogênese e proliferação de fibroblastos nessa radiação específica. Por outro lado, a terapia a *laser* com comprimentos de onda de 940 e 808 nm não afetaram significativamente os processos de reparo nas lesões por pressão, explicando sua baixa eficácia no tratamento de lesões por pressão.

Ruh et al. (2018), em um estudo quase experimental, avaliaram oito pacientes do Hospital da Santa Casa de Misericórdia de Ponta Grossa, diabéticos e com lesões por pressão grau 2, 3 ou 4, de acordo com o *National Pressure Ulcer Advisory Panel*. Foi usado aparelho Thera Lase (DMC, São Carlos – Brasil) com comprimento de onda 660 nm (InGaAlP). As feridas tiveram contração média de 50% após sete dias de tratamento. Houve aumento dos níveis de VEGF e TGF- β após o tratamento e diminuição dos níveis de TNF- α . Esses resultados coincidem com os achados de Tarajad et al. (2018).

Em relação às potências, variaram entre 3,6 mW a 100 mW, porém dois estudos não mencionaram esses dados. Já as doses transitaram entre 2 J/cm² e 6 J/cm², com destaque para 4 J/cm², dose encontrada nas duas revisões e no ensaio clínico

analisado (Armelin et al., 2019; Bernardes & Jurado, 2018; Tarajad et al., 2018). Armelin et al. citam que doses acima de 10 J/cm² podem causar efeitos indesejados ao tecido.

A distância entre os pontos recomendada foi de 1 a 2 cm. A maioria não informou se a aplicação foi realizada com contato do *laser* no leito da ferida, porém em dois estudos a aplicação foi realizada a uma distância de 0,5 cm e 2 cm do leito da lesão (Ruh et al., 2018; Tarajad et al., 2018).

Dois estudos mencionaram o modo de emissão pulsado com 2000 kHz e duração de 200 ns (Fialho et al., 2017) e frequências de 20 Hz ao longo do eixo das ordenadas e 0,5 Hz ao longo do eixo das abcissas (Tarajad et al., 2018). Os demais estudos usaram modo de emissão contínuo.

A recomendação da técnica varredura no leito da lesão com aplicação pontual nas bordas esteve presente em um estudo analisado na revisão integrativa de Armelin et al. (2019) e no estudo de caso de Fialho et al. (2017). A maioria dos estudos, entretanto, utilizou método de aplicação pontual.

Houve uma grande divergência nos protocolos de irradiação com relação à frequência de aplicação. Em um estudo, as feridas foram irradiadas diariamente por 12 dias consecutivos (Ruh et al., 2018); em outro, a aplicação foi feita cinco vezes na semana, diariamente durante um mês (Tarajad et al., 2018). Também foram observadas frequências de aplicação duas e três vezes na semana com resultados positivos.

A variável tempo de aplicação por ponto foi pouco mencionada nos estudos avaliados. Para técnica pontual, variou de 12 a 45 segundos (Armelin et al., 2019; Ruh et al., 2018). Já para técnica por varredura, apenas o estudo de caso analisado na revisão de Armelin et al. mencionou variação de tempo de aplicação em torno de três a quatro minutos.

Esta categoria foi contemplada com apenas um ensaio clínico randomizado com uma amostra de 67 pacientes, tendo avaliado diferentes comprimentos de onda, o que compromete o nível de evidência dos dados apresentados.

Todos os artigos reconheceram a laserterapia como eficaz na cicatrização de lesões por pressão.

Categoria 2: Uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de úlceras diabéticas

Esta categoria contemplou a análise profunda de nove estudos acerca do uso da laserterapia no tratamento de úlceras do pé diabético (DFU), dos quais três ensaios clínicos randomizados, três artigos de revisão, duas pesquisas bibliográficas e um estudo clínico piloto estudo.

Os três ensaios clínicos randomizados foram realizados com comprimento de onda na faixa do vermelho. Carvalho et al. (2016) trabalharam com comprimento de onda de 658 nm. Mathur et al. (2017) e Santos et al. (2018) utilizaram comprimento de onda de 660 nm em seus estudos. O mesmo comprimento de onda foi usado por Santos et al. (2021) em seu estudo clínico piloto. Duas pesquisas bibliográficas e uma revisão sistemática analisaram estudos que tiveram bons resultados com comprimento de onda na faixa do infravermelho próximo, variando de 780 nm a 890 nm (Sousa & Batista, 2016; Sutton et al., 2021; Tchanque-Fossuo et al., 2016).

As fluências variaram de 1,5 J/cm² a 10 J/cm². Os ensaios clínicos randomizados tiveram fluência variando entre 3 J/cm² e 6 J/cm² (Carvalho et al., 2016; Mathur et al., 2017; Santos et al., 2018). Uma variação de dose similar foi recomendada nas pesquisas bibliográficas e revisões sistemáticas analisadas (Brandão et al., 2020; Mendes-Costa et al., 2021; Sousa & Batista, 2016; Sutton et al., 2021; Tchanque-Fossuo et al., 2016).

Dois ensaios clínicos randomizados trabalharam com potência de 30 mW (Carvalho et al., 2016; Santos et al., 2018). Dados relacionados à densidade de potência (razão entre potência radiada e área coberta pelo feixe emitido) também foram mencionados nos estudos de revisão analisados e em um estudo clínico randomizado com predominância de 50 mW/cm². Sutton et al. (2021) destacaram em sua revisão que todos os estudos que relataram usar uma densidade de potência de 0,05 W/cm² obtiveram resultados estatisticamente significativos. Isto sugere que uma irradiância de 0,05 W/cm² é benéfica para a

cicatrização de DFU. Não ficou claro, no entanto, se 0,05 W/cm² é um valor de corte mínimo para irradiância efetiva.

Todos os estudos analisados que mencionaram esses parâmetros recomendaram aplicação pontual com modo contínuo.

Com relação à frequência de aplicação, houve grande discrepância nos parâmetros estudados. Mathur et al. (2017) irradiaram os pacientes diariamente por 15 dias. A maioria dos estudos, entretanto, recomendou aplicação três vezes por semana ou em dias alternados.

Todos os artigos reconheceram a laserterapia como eficaz na cicatrização de DFU. Foram observadas limitações como tamanho da amostra pequena e pouco detalhamento na descrição das feridas e dos pacientes. Além disso, apenas três estudos clínicos randomizados foram analisados nesta categoria. Todos com amostra pequena (18 a 32 pacientes).

5. Considerações Finais

Neste estudo observou-se que todas as pesquisas analisadas recomendaram o uso de *laser* de baixa intensidade no tratamento de lesões por pressão ou úlceras diabéticas. A maioria dos estudos indicou o comprimento de onda na faixa do vermelho (658 nm – 660 nm). Houve grande discrepância quanto à densidade de energia, porém a maior parte dos trabalhos recomendou uma janela de 3 J/cm² a 6 J/cm². A maioria dos estudos relacionados à DFU trabalharam com potência de 30 mW, mas a categoria de lesões por pressão obteve bons resultados com potências que variaram de 3,6 mW a 100mW. Com relação à frequência de tratamento, a maioria dos estudos recomendou aplicação três vezes na semana ou em dias alternados, de modo pontual, com contato e emissão contínua.

A literatura estudada apontou alguns problemas na descrição dos parâmetros utilizados. Informações importantes, como a largura do feixe, foram omitidas na maioria dos artigos. Tememos que energia aplicada (J) tenha sido descrita erroneamente como densidade de energia (J/cm²). A ausência de uniformidade nos parâmetros apresentados inviabilizou a padronização e as comparações entre os resultados. Nem todos os estudos forneciam todas as informações necessárias para a indicação de uma dosimetria seguramente aplicável.

Sugere-se o desenvolvimento de metodologias de pesquisa utilizando um padrão de parâmetros que contemplem informações como comprimento de onda, densidade de energia, potência, densidade de potência, tamanho do feixe óptico, tipo de regime de operação do *laser* (contínuo ou pulsado), modo de aplicação (pontual ou varredura), tempo de tratamento, frequência do pulso (taxa de repetição), número de tratamentos e características do tecido irradiado, para que tenhamos estudos mais completos e comparáveis entre si, o que propiciaria o desenvolvimento de protocolos clínicos mais precisos.

Referências

- Armelin, M. V. A. L., Saraiva, K. V. O., Corazza, A. V., Silva, G. D., Jurado, S. R., & Sanchez, A. (2019). The use of low power laser by nurses in the treatment of cutaneous and oral lesions. *Nursing (São Paulo)*, 22(253), 3006–3010. <http://www.revistanursing.com.br/revistas/253/pg114.pdf>
- Bavaresco, T. (2018). O efeito do laser de baixa potência no tratamento de úlceras venosas avaliado pela Nursing Outcomes Classification (NOC): Ensaio clínico randomizado [Tese de doutorado, Escola de Enfermagem]. Repositório Científico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/186135>
- Bernardes, L. O., & Jurado, S. R. (2018). Effects of laser therapy in the treatment of pressure injuries: A systematic review. *CuidArte, Enferm.*, 9(3), 2423–2434. <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v9i3.574>
- Brandão, M. G. S. A., Ximenes, M. A. M., Ramalho, A. O., Veras, V. S., Barros, L. M., & Araújo, T. M. (2020). Effects of low-level laser therapy on the healing of foot ulcers in people with diabetes mellitus. *Estima (Online)*, 18, e0320. https://doi.org/10.30886/estima.v18.844_PT
- Carvalho, A. F. M., Feitosa, M. C. P., Coelho, N. P. M. F., Rebêlo, V. C. N., Castro, J. G., Sousa, P. R. G., Feitosa, V. C., & Arisawa, E. A. S. (2016). Low-level laser therapy and Calendula officinalis in repairing diabetic foot ulcers. *Rev. Esc. Enferm. USP (Online)*, 50(4), 628–634. <https://doi.org/10.1590/S0080-623420160000500013>
- Conselho Federal de Enfermagem. (2018). Resolução n. 567, de 29 de janeiro de 2018. Aprova o Regulamento da atuação da Equipe de Enfermagem no Cuidado aos pacientes com feridas. *Cofen*.

- Farias, L. G., & Catão, M. H. C. V. (2022). Uso do laser de baixa intensidade e LED no processo de cicatrização de feridas: Uma revisão. *Research, Society and Development*, 11(4), e55811427722. <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/27722/24198>
- Fialho, L. M. F., Baron, M. V., Brandenburg, C., & Martins, A. B. T. (2017). Effects of Helium-Neon (HeNe) and Gallium Arsenide (GaAs) lasers associated with prevention guidelines and treatment of pressure ulcers. *Rev. med. Minas Gerais (Online)*, 27, e-1856. <http://www.dx.doi.org/10.5935/2238-3182.20170051>
- The Joanna Briggs Institute. (2013). *New JBI Levels of Evidence*. <https://nursing.lsuhsoc.edu/JBI/docs/LevelsEvidence/JBI-Levels-of-evidence.pdf>
- Kazemikhoo, N., Vaghardoost, R., Dahmardehei, M., Mokmeli, S., Momeni, M., Nilfroushzadeh, M. A., Ansari, F., Razzaghi, M. R., Razzaghi, Z., Amir, M., & Masjedi, A. M. R. (2018). Evaluation of the effects of low level laser therapy on the healing process after skin graft surgery in burned patients (a randomized clinical trial). *Lasers med. sci.*, 9(2), 139. <https://journals.sbmu.ac.ir/jlms/article/view/15076>
- Mathur, R.K., Sahu, K., Saraf, S., Patheja, P., Khan, F., & P. K. Gupta. (2017). Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *Lasers med. sci.*, 32, 275–282. <https://doi.org/10.1007/s10103-016-2109-2>
- Mendes, K. S., Silveira, R. C. C. P., & Galvão, C. M. (2008). Revisão integrativa: Método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto & contexto enferm. (Online)*, 17(4), 758–764. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>
- Mendes-Costa, L. S., Lima, V. G., Barbosa, M. P. R., Santos, L. E., Rosa, S. S. R. F., Tatmatsu-Rocha, J. C. (2021). Photobiomodulation: systematic review and meta-analysis of the most used parameters in the resolution diabetic foot ulcers. *Lasers med. sci.*, 36(3), 1129–1138. <https://doi.org/10.1007/s10103-020-03192-y>
- Oliveira, F. P., Santana, R. F., Silva, B. P., Candido, J. S. C., Tosin, M. H. S., & Oliveira, B. G. R. B. (2017). Diagnósticos de enfermagem na assistência ambulatorial ao paciente com ferida: Mapeamento cruzado. *Rev. Enferm. UERJ (Online)*, 25, e20028. <https://doi.org/10.12957/ruerj.2017.20028>
- Ruh, A. C., Frigo, L., Cavalcanti, M. F. X. B., Svidnicki, P., & Vicari, V. N. (2018). Laser photobiomodulation in pressure ulcer healing of human diabetic patients: Gene expression analysis of inflammatory biochemical markers. *Lasers med. sci.*, 33(1), 165–171. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2384-6ff>
- Santos, J. A. F., Campelo, M. B. D., Oliveira, R. A., Nicolau, R. A., Rezende, V. E. A., & Arisawa, E. A. S. (2018). Effects of low-power light therapy on the tissue repair process of chronic wounds in diabetic feet. *Photomed. laser surg.*, 36(6), 298–304. <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4455>
- Santos, J. A. F., Nicolau, R. A., Sant'Anna, L. B., Paterno, J. C., Cristovam, P. C., Gomes, J. A. P., Santos, J. D. M., & Arisawa, E. A. S. (2021). Diabetic foot wounds treated with human amniotic membrane and low-level laser therapy: A pilot clinical study. *Wound Manag Prev (Online)*, 67(8), 16–23. <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4455>
- Santos, V. L. C. G., Oliveira, A. S. O., Amaral, A. F. S., Nishi, E. T., Junqueira, J. B., & Kim, S. H. P. (2017). Qualidade de vida de pessoas com feridas crônicas: Magnitude das mudanças e fatores preditivos. *Rev. Esc. Enferm. USP (Online)*, 51, e03250. <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2016049603250>
- Sousa, R. G., & Batista, K. N. M. (2016). Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus. *An. bras. dermatol. (Online)*, 91(4), 489–493. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20163778>
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). Revisão integrativa: O que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>
- Sutton, E., Ganie, S., Chan, C., Kaur, A., & Nussbaum, E. (2021). Photobiomodulation and diabetic foot and lower leg ulcer healing: A narrative synthesis. *The Foot*, 48, 101847. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foot.2021.101847>
- Taradaj, J., Shay, B., Dymarek, R., Sopol, M., Walewicz, K., Beeckman, D., Schoonhoven, L., Gefen, A., & Rosińczuk, J. (2018). Effect of laser therapy on expression of angio- and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers. *Int. j. med. sci.*, 15(11), 1105–1112. <https://doi.org/10.7150/ijms.25651>
- Tchanque-Fossuo, C. N., Ho, D., Dahle, S. E., Koo, E., Li, C. S., Isseroff, R. R., & Jagdeo, J. (2016). A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer. *Wound repair regen.*, 24(2), 418–426. <https://doi.org/10.1111/wrr.12399>