

Fototerapia com LED no reparo tecidual de feridas crônicas em pessoas com diabetes: revisão sistemática

LED phototherapy in tissue repair of chronic wounds in people with diabetes: a systematic review

Fototerapia LED en la reparación de tejidos de heridas crónicas en personas con diabetes: una revisión sistemática

Valéria da Silva Baracho^a 

Natália Cristina da Silva^a 

Marco Fabrício Dias Peixoto^b 

Kinulpe Honorato Sampaio^c 

Cláudia Aparecida Fernandes Cordeiro^a 

Thabata Coaglio Lucas^d 

Como citar este artigo:

Baracho VS, Silva NC, Peixoto MRD, Sampaio KH, Cordeiro CAF, Lucas TC. Fototerapia com LED no reparo tecidual de feridas crônicas em pessoas com diabetes: revisão sistemática. Rev Gaúcha Enferm. 2023;44:e20220274. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2023.20220274>.pt

RESUMO

Objetivo: Identificar evidências científicas da fotobiomodulação com LED no tratamento e reparo tecidual em feridas crônicas de pessoas com Diabetes Mellitus, tipo I e II.

Método: Revisão sistemática realizada de setembro/2021 a abril/2022 na PubMed, LILACS, SCIELO, COHRANE, EMBASE e Web of Science. Incluídos ensaios clínicos randomizados e observacionais utilizando LED na cicatrização de feridas em diabéticos, publicados entre 2015 a 2022. Os dados foram analisados descritivamente com triagem de título/resumo, leitura dos artigos em texto completo e seleção definitiva após atender aos critérios de inclusão e exclusão pré-definidos.

Resultados: Do total de 840 referências encontradas, foram selecionados oito artigos que avaliaram a eficácia da fototerapia LED em feridas de pacientes diabéticos.

Conclusão: A luz LED mostrou-se benéfica no reparo tecidual, com aumento na produção de colágeno e fibroblastos, angiogênese, redução da inflamação e consequentemente, diminuição no tamanho da lesão.

Palavras-chave: Fototerapia. Cicatrização. Diabetes Mellitus. Pé diabético. Úlcera do pé.

ABSTRACT

Objective: To identify scientific evidence of LED photobiomodulation in the treatment and tissue repair of chronic wounds in people with Diabetes Mellitus, types I and II.

Method: Systematic review conducted from September/2021 to April/2022 in PubMed, LILACS, SCIELO, COHRANE, EMBASE and Web of Science. Randomized and observational clinical trials using LED in wound healing in diabetics, published between 2015 and 2022 were included. Data were descriptively analyzed with title/abstract screening, full text articles reading and definitive selection after meeting the predefined inclusion and exclusion criteria.

Results: From the total of 840 references, eight articles were selected, that evaluated the effectiveness of LED phototherapy in wounds of diabetic patients.

Conclusion: LED light proved to be beneficial in tissue repair, with increased production in collagen and fibroblasts, angiogenesis, reduction of inflammation and, consequently, a decrease in lesion size.

Keywords: Phototherapy. Wound healing. Diabetes Mellitus. Diabetic foot. Foot ulcer.

RESUMEN

Objetivo: Identificar evidencias científicas de fotobiomodulación con LED en el tratamiento y reparación de tejidos de heridas crónicas en personas con Diabetes Mellitus, tipos I y II.

Método: Revisión sistemática realizada de septiembre/2021 a abril/2022 en PubMed, LILACS, SCIELO, COHRANE, EMBASE y Web of Science. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados y observacionales con uso de LED en la cicatrización de heridas en diabéticos, publicados entre 2015 y 2022. Los datos fueron analizados descriptivamente con selección de título/resumen, lectura de artículos a texto completo y selección definitiva después de cumplir con la inclusión e inclusiones ex – predefinidas.

Resultados: Del total de 840 referencias encontradas, se seleccionaron ocho artículos que evaluaron la efectividad de la fototerapia LED en heridas de pacientes diabéticos.

Conclusión: La luz LED demostró ser beneficiosa en la reparación de tejidos, con aumento de la producción de colágeno y fibroblastos, angiogénesis, reducción de la inflamación y, en consecuencia, disminución del tamaño de la lesión.

Palabras clave: Fototerapia. Cicatrización de heridas. Diabetes Mellitus. Pie diabético. Úlcera del pie.

^a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

^b Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

^c Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Departamento de Medicina, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

^d Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Departamento de Enfermagem, Diamantina, Minas Gerais, Brasil.

INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus (DM) é uma doença metabólica crônica que compromete o metabolismo da glicose e outros substratos energéticos, e está associado a complicações em órgãos essenciais à vida⁽¹⁾. É considerada uma das doenças crônicas de maior impacto nos gastos com a saúde, com alta morbi-mortalidade e incidência crescente em virtude do aumento da expectativa de vida da população⁽²⁾. No ano de 2017 cerca de 56,9% das mortes no Brasil na faixa etária de 30 a 69 anos, foram decorrentes das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), incluindo o DM⁽³⁾. Estima-se que até 2045, se as tendências atuais persistirem, o número de pessoas com a doença será acima de 628,6 milhões⁽¹⁾.

Entre as complicações crônicas, pessoas com DM apresentam grande potencial para o surgimento de ulceração nos pés, aproximadamente 40 a 70% das amputações nas extremidades dos membros inferiores não traumáticas são decorrentes dessa enfermidade^(4,5). Isso implica em elevados custos relacionados à hospitalização, tratamento e reabilitação, além de provocar efeitos físicos, mentais e sociais no indivíduo, tais como: sofrimento, angústia, alteração de sua autoimagem, perda de função, entre outros⁽⁶⁾.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que o número de adultos com DM alcance 629 milhões em 2045⁽⁷⁾. Esse número afetará, sobretudo, países de baixa e média renda que, muitas vezes apresentam um gasto anual elevado com a saúde dos diabéticos⁽⁷⁾.

Uma pessoa com DM tem um risco de 25% de apresentar úlcera no pé, sendo essa lesão responsável por 20% das internações de indivíduos diabéticos^(6,8). Mais da metade de todas as úlceras do pé exigem hospitalização devido a infecções e 20% das infecções nos membros inferiores resultam em amputação^(6,8). Diante do impacto socioeconômico das feridas em pessoas diabéticas na sociedade moderna torna-se necessário um maior envolvimento e melhores tratamentos, de modo a evitar complicações.

Tal enfermidade está relacionada à cicatrização deficitária, devido às lesões vasculares (hipóxia) e às alterações nas células fagocitárias, que favorecem a instalação de infecções; ao estreitamento da perfusão sanguínea (vasculopatia); à neuropatia, por causa da diminuição de estímulos da inflamação liberados por terminações nervosas^(9,10). As feridas que acometem pessoas com DM, também chamada de pé diabético, frequentemente são decorrentes de trauma repetitivos, deformidade óssea, limitação de movimento, pressão numa extremidade ou proeminência óssea cuja sensibilidade já se encontra deficitária ou ausente^(11,12).

Apesar da variedade de métodos terapêuticos disponíveis para o tratamento de feridas, ainda existem feridas crônicas

de difícil cicatrização, sendo que um grande número (mais de 70%) delas não cicatriza mesmo com terapia tópica adequada⁽¹⁰⁾. Além disso, a ocorrência de recidiva é muito comum e representa um desafio tanto aos profissionais da saúde quanto aos pacientes, ocasionando tratamentos longos e complexos⁽¹⁰⁾. Nesse sentido, perante a cronicidade e a possibilidade de reincidências dessas lesões torna-se necessário a busca por condutas terapêuticas inovadoras como forma de acelerar o processo de regeneração tecidual e proporcionar maior qualidade de vida aos indivíduos acometidos⁽¹³⁾.

Ao longo dos anos, diversas tecnologias têm sido utilizadas como recurso terapêutico dessas lesões, e uma delas é a terapia de fotobiomodulação com LED (Diodo Emissor de Luz), baseada na interação da luz com os tecidos do corpo humano⁽¹⁴⁾. O LED é um recurso fototerápico amplamente utilizado em alterações cutâneas e têm se mostrado aplicável em feridas, com resultados benéficos em diferentes lesões, principalmente por sua ação nas fases inflamatórias e proliferativas da cicatrização^(9,15,16). Esse tipo de fonte de luz vem apresentando vantagens em relação ao LASER, se apresenta mais economicamente viável, pode irradiar uma maior área de superfície em um menor tempo, possui facilidade de manuseio, não causa dor ou queimadura e requer menos energia para a operação⁽¹⁷⁾.

Acredita-se que estas terapias promovam a proliferação de fibroblastos, osteoblastos e células epiteliais, circulação local, bem como a síntese de colágeno, sendo fundamental para a aceleração do processo de restauração tecidual, melhorando a regeneração e cicatrização dos tecidos, além de ter efeito analgésico e anti-inflamatório⁽¹⁸⁻²¹⁾.

Nos últimos anos, pesquisas realizadas com o uso da fotobiomodulação por LASER e LED (*Light Emitting Diode*) em diversos comprimentos de onda, doses de aplicação e densidades de energia variadas têm sido frequentes na prática clínica do cuidado de feridas, em virtude do seu caráter bioestimulador para o reparo tecidual. Pesquisadores obtiveram ótimos resultados no que diz respeito à neovascularização, melhora da microcirculação e no processo de cicatrização, maior retração da área da ulceração, aceleração do processo cicatricial com estímulo à produção de tecido de granulação e síntese de colágeno^(14,22-25).

Estudos têm demonstrado resultados relevantes em relação ao emprego dos diodos emissores de luz (LEDs) na regeneração tecidual, todavia os efeitos da LED fototerapia ainda são pouco compreendidos^(11,16,26). Esses dispositivos são de baixo custo, possuem maior facilidade de manuseio, trabalham com correntes elétricas relativamente baixas em comparação ao LASER com potência de irradiação altamente segura e não invasiva, sendo uma ótima opção como terapia opcional aos tratamentos tradicionais ou mesmo ser utilizado

em conjunto com outras coberturas para otimizar os resultados, auxiliando assim no processo cicatricial, reduzindo custos e o tempo final de tratamento^(18,27).

Pessoas com DM podem desenvolver úlceras crônicas que afetam os membros inferiores e são caracterizadas por um processo cicatricial lento e dispendioso, sendo responsáveis por hospitalizações frequentes, infecções e amputações, levando a incapacidade e comprometimento da qualidade de vida do indivíduo⁽²⁸⁾. Nesse sentido, o tratamento adequado das feridas crônicas nesta população representa um desafio contínuo aos trabalhadores da saúde e pacientes.

Em virtude das elevadas taxas de incidência, diversidade de parâmetros, dos impactos socioeconômicos gerados aos familiares e serviços de saúde e a dificuldade no estabelecimento de protocolos para o tratamento de feridas crônicas em pessoas com DM, o objetivo desta revisão é identificar evidências científicas do uso da fotobiomodulação com LED no tratamento e reparo tecidual em feridas crônicas de pessoas com DM, tipo I e II.

■ MÉTODO

Este estudo é uma revisão sistemática com referencial baseado nas recomendações do *The Joanna Briggs Institute* (JBI)⁽²⁹⁾. O modelo permitiu uma análise rigorosa e estruturada a fim de alcançar uma seleção confiável dos seguintes itens dos artigos analisados: 1) título; 2) objetivo e questão norteadora; 3) introdução; 4) critérios de inclusão; 5) métodos; 6) resultados e discussão; 7) conclusão.

Esta revisão sistemática foi conduzida conforme a estratégia "PICOS", que significa "Patient, Intervention, Comparator, Outcomes e Study design", ou seja, participante, intervenção, comparador, desfecho e tipo de estudo (Quadro 1).

A partir dessa estratégia foi elaborada a pergunta de pesquisa, a fim de contemplar o objetivo esperado: quais as evidências científicas da fotobiomodulação com LED no

tratamento e reparo tecidual em feridas crônicas de pessoas com DM, tipo I e II?

Protocolo e Registro

O protocolo de revisão sistemática foi previamente registrado no Registro Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO) em junho de 2022 sob o número CRD42022339365.

Pesquisa de literatura

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura nas bases de dados PubMed (*National Library of Medicine*), LILACS (*Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde*), SCIELO (*Scientific Electronic Library Online*), COHRANE, CINAHL, EMBASE e Web of Science no período de 09 de setembro de 2021 a 05 de abril de 2022. O rigor metodológico seguiu a lista de verificação PRISMA (*Preferred Reporting of Systematic Reviews*) utilizado para auxiliar a construção de revisões sistemáticas e as recomendações da Cochrane⁽³⁰⁾.

Por se tratar de um método de tratamento novo na cicatrização de feridas em pessoas com DM, não foram encontrados estudos antigos envolvendo a temática, o que justifica o tempo ser inferior a 10 anos, como apresentados no fluxograma de busca.

A busca foi realizada por título, resumo e descritores, quando não possível, fez-se a leitura de todo o documento. Não houve restrições de idioma, data de publicação ou local de estudo. Foram validadas pesquisas originais publicadas no período pré-definido e texto completo disponível na base de dados. Os termos usados para a busca estavam relacionados com a condição de interesse e o desfecho clínico a se analisar.

Para a seleção dos termos e recuperação de publicações de interesse nas bases de dados utilizou-se a estratégia de

Participante	Pessoas com feridas crônicas causadas pelo DM I e II
Intervenção	Fotobiomodulação com LED seguido do tratamento convencional
Comparador	Tratamento convencional ou placebo
Desfecho	Redução da área da ferida e cicatrização
Tipo de estudo	Ensaio clínico randomizado e observacional

Quadro 1 – Elementos da estratégia PICOS. Diamantina, Minas Gerais, Brasil, 2022

Fonte: Os autores, 2022.

termos MeSH (*Medical Subject Headings*) e DECS (Descritores em Ciências da Saúde). Adotou-se operadores booleanos AND e OR para detectar ocorrências simultâneas ou individuais do tema de pesquisa. Os termos MeSH e DECS foram: Phototherapy OR diabetic foot AND Wound Healing OR Low-Level Light Therapy. Phototherapy AND foot ulcers, Grupo 2: Diabetic Foot AND Diabetes Mellitus AND phototherapy. Wound Healing AND Diabetic Foot AND Phototherapy.

Como seleção para os estudos que contemplariam a presente pesquisa, utilizou-se os seguintes critérios de inclusão: os estudos do tipo ensaios clínicos randomizados (ECRs) e observacionais que descreveram o uso do LED fototerapia na cicatrização de feridas e/ou melhora da regeneração tecidual em pessoas com DM, publicados nos anos de 2015 a 2022. Incluiu-se ainda estudos que avaliaram o efeito do LED fototerapia na cicatrização de feridas de pessoas com DM nos quais os grupos de comparação receberam tratamento padrão, placebo ou outro tipo de fototerapia como por exemplo, o LASER.

Os resultados dos estudos clínicos incluídos neste estudo não se limitaram à apresentação de uma cicatrização completa, mas também aos efeitos da fototerapia na redução da área da ferida, aceleração do processo de reparo tecidual, alívio da dor, entre outros.

Foram excluídos os artigos ineditáveis e publicados em editoriais, revisões sistemáticas, estudos com animais, cartas, entrevistas, pautas, erratas, artigos de reflexão e artigos que estudaram o LED com outra finalidade que não fosse a cicatrização de feridas em pessoas com DM, como por exemplo, nas áreas de estética, odontológica, manejo em icterícia neonatal, dentre outros. Para artigos duplicados ou idênticos, apenas a primeira publicação foi incluída.

Processo de triagem

Na segunda fase, a seleção dos estudos foi realizada por dois revisores independentes (C.A.F.C., N.C.S) por meio de análise e verificação de critérios de elegibilidade de forma a minimizar o risco de viés e garantir que não fossem excluídos trabalhos relevantes. A busca de dados foi realizada por meio do *Rayyan* QCR para potencializar a triagem dos ensaios clínicos encontrados, que garante autenticidade da seleção⁽³¹⁾.

Realizou-se uma análise descritiva com triagem por meio de título e resumo, em seguida leitura abrangente dos artigos em texto completo e pôr fim a seleção definitiva de estudos que preenchem os critérios de inclusão e exclusão pré-definidos, havendo troca de publicações entre eles. As eventuais discrepâncias foram resolvidas por meio de acordo mútuo entre os pesquisadores e consenso em reuniões. As

discordâncias entre os pesquisadores foram sanadas com a presença de um terceiro revisor (V.S.B), que definiu a inclusão ou exclusão do artigo.

O nível de evidência de cada estudo foi avaliado pelo *Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation* (GRADE)⁽³²⁾. A qualidade de evidência foi classificada em quatro níveis (alto, moderado, baixo e muito baixo). Os ensaios clínicos randomizados iniciaram-se com pontuação alta e estudos observacionais com pontuação baixa. No entanto, os pesquisadores se atentaram para limitações metodológicas e para presença de vieses que poderiam alterar a pontuação.

Avaliação da qualidade

Os estudos foram avaliados baseado em seus propósitos, na operacionalização das medidas de resultados e em seguida passaram por um processo de revisão por pares para garantir a confiabilidade da pesquisa, dois juízes independentes (T.C.L, M.F.D.P) participaram dessa etapa. É considerada a etapa mais relevante porque permite garantir a validação ou não dos artigos selecionados pelos pesquisadores em relação aos critérios de inclusão. A decisão final sobre as publicações foi tomada por consenso. Pesquisas adicionais por meio das referências dos artigos originais foram realizadas para identificar outras publicações que não foram recuperadas nas etapas anteriores. As publicações selecionadas foram validadas pelos pesquisadores.

Os resultados dos estudos incluídos foram codificados e analisados por categorização de conteúdo. Todas as publicações foram recuperadas em formato PDF. A tabulação dos dados foi realizada a partir de planilha construída no *Microsoft Excel*, composta pelas variáveis: autoria, ano, local do estudo, título, metodologia, amostra, frequência, intervenção, comprimentos de onda/dose de aplicação e desfecho. Os resultados foram subdivididos em grupos, sendo realizada uma análise descritiva e comparativa das análises verificadas nos estudos encontrados.

Questões éticas

Por se tratar de uma revisão sistemática da literatura não foi necessária a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa.

RESULTADOS

A partir da pesquisa nas bases de dados com os termos MeSH e DECS, inicialmente foram identificados 840 artigos no PubMed, LILACS, Scielo e Web of Science, cinco foram seleção manual. A busca manual se deu por meio da

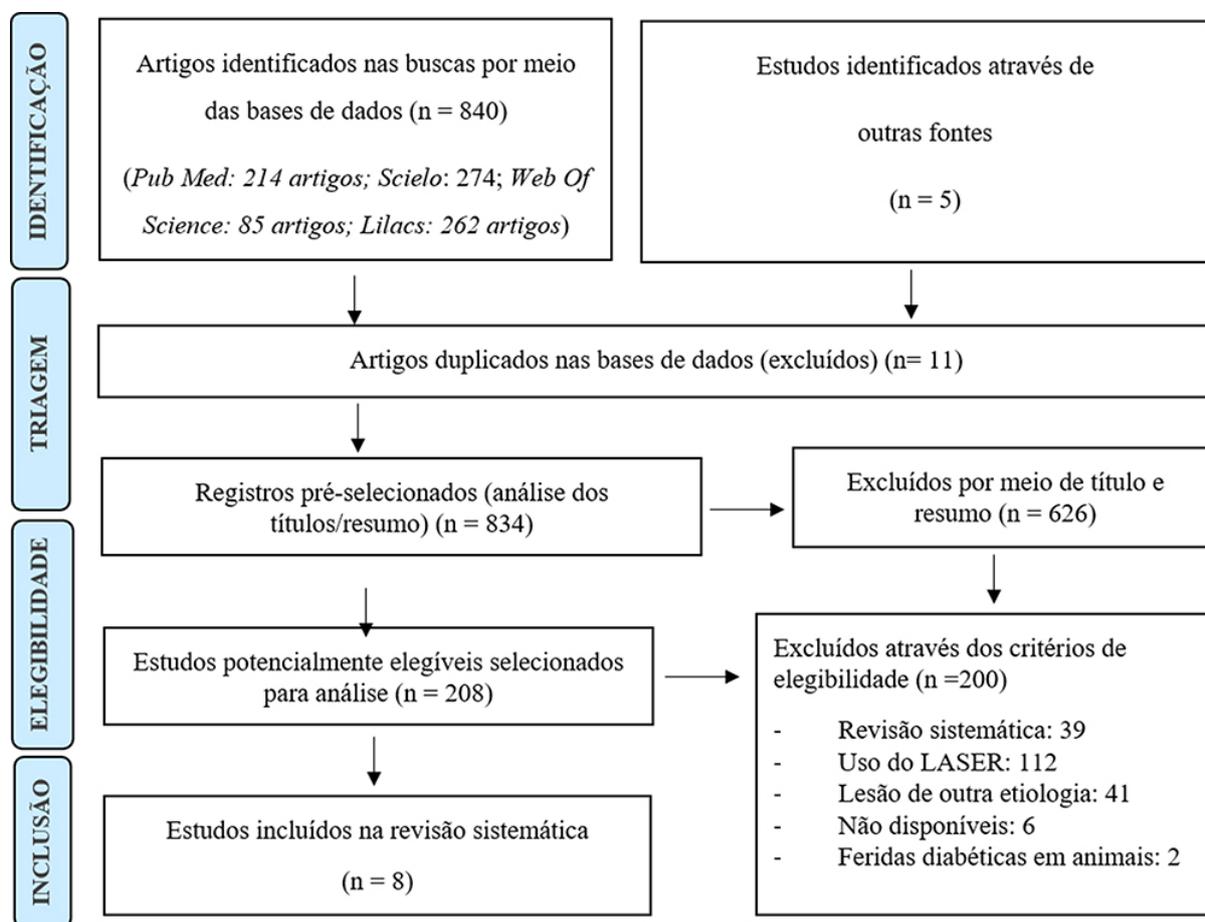


Figura 1 – Fluxograma da seleção dos estudos segundo *Prisma*. Diamantina, Minas Gerais, Brasil, 2022
Fonte: Os autores, 2022.

leitura de anais e resumos de congressos na área de interesse, listas de referências de estudos publicados e demais referências relevantes.

Os resultados da pesquisa bibliográfica e a estratégia usada para projetar este estudo estão descritos em um fluxograma (Figura 1) seguindo as recomendações *Prisma*. Com a aplicação dos filtros e por meio da leitura dos títulos e resumos foram excluídos 626 artigos. Os artigos que foram excluídos, avaliaram feridas em animais ou com outros fins que não o da cicatrização, como por exemplo, área estética, odontológica, manejo de icterícia em neonatos, dentre outros.

Dos estudos que foram potencialmente elegíveis (n= 208), oito estavam de acordo com os critérios de inclusão e foram selecionados para compor a revisão, uma vez que referiam ao uso do LED fototerapia na cicatrização de feridas em pessoas com DM (Quadro 2). Dentre os oito estudos selecionados, todos foram publicados na língua inglesa, com publicações entre os anos de 2015 a 2019. Não foram encontrados artigos referentes a essa temática entre os

anos de 2020 a 2022. O Quadro 2 apresenta os resultados dos estudos que foram incluídos nesta revisão sistemática.

■ DISCUSSÃO

Verificou-se com os resultados desta revisão que os tratamentos convencionais associados à LED fototerapia eram mais eficazes quando comparados a um grupo controle que não havia sido tratado com o LED^(33,34). Nos grupos controles, em nenhuma ferida a cicatrização foi completa considerando o tempo e o método avaliado nos estudos.

O tempo de cicatrização, no entanto, variava com a área total irradiada, período de duração da ferida e etiologia⁽³³⁾. Outro fator que influencia na taxa de cicatrização, são os parâmetros do LED utilizado, com o tempo de aplicação na ferida, comprimento de onda, dosagem de aplicação, geralmente a escolha está na faixa de 630 ± 20 nm e 940 ± 20 nm, densidade de energia, tamanho do *spot* e número de LEDs^(34–36,38).

Nº	Autor/ Ano País/	Participantes	Tipo de estudo/Nível de evidência	Grupo intervenção (GI)	Grupo controle (GC)	Frequência	Método para avaliação das feridas	Resultado do tratamento
01	Nteleki B, Abrahamse H, Houreld NN. (2015) África do Sul ⁽³³⁾	Sete pacientes adultos com 15 úlceras nas extremidades inferiores diagnosticadas com diabetes tipo II	Estudo piloto experimental prospectivo e cego simples.	Grupo 2: LED fototerapia e tratamento padrão. Grupo 3: LED fototerapia da úlcera e linfonodos e tratamento padrão (limpeza com SF 0,9%, monopomada de Iruxol se esfacelo, curadas com Silbecor 1% juntamente com gaze e Primapore).	Grupo 1: LED fototerapia placebo e tratamento podológico padrão (limpeza com SF 0,9%, monopomada de Iruxol se esfacelo, Silbecor 1% juntamente com gaze e Primapore).	Duas vezes/semana até cicatrização ou prazo máximo de 90 dias	As úlceras foram examinadas visualmente e por fotografia digital. As fotografias foram tiradas antes e depois de cada sessão de tratamento. Utilizou-se um tripé para padronização.	A combinação de tratamento podológico padrão e LED fototerapia produziu o potencial de estimular e aumentar as taxas de cicatrização de úlceras. Houve aumento da taxa de cicatrização nos três grupos. Das 67% úlceras tratadas com LED fototerapia, 40% cicatrizaram em oito semanas e somente 10 % das úlceras tratadas com placebo cicatrizaram.
02	Nunes GAMA, Reis MC, Rosa MFF, Peixoto LRT, Rocha AF, Rosa SSRF. (2016) Brasil ⁽³⁴⁾	Cinco pacientes que apresentavam dez úlceras crônicas associadas ao pé diabético	Ensaio clínico randomizado	Oito úlceras tratadas com uma palmilha de látex natural e uma matriz de LED fototerapia	Cinco úlceras tratadas com curativo padrão. Antes de aplicar o curativo com espuma de prata, era feito desbridamento e limpeza com SF 0,9% e gaze.	Semanalmente – mínimo de 28 dias	As úlceras foram fotografadas com câmera digital. O paciente sentado em uma cadeira, com a câmera montada em um tripé paralelo às feridas, com distância focal de 15 cm.	Após quatro semanas o tratamento convencional alcançou uma cicatrização de 51.8% enquanto que o tratamento com LED fototerapia alcançou 78.4%.

Quadro 2 – Descrição dos estudos incluídos na revisão sistemática. Diamantina, Minas Gerais, Brasil, 2022

Nº	Autor/ Ano País/	Participantes	Tipo de estudo/Nível de evidência	Grupo intervenção (GI)	Grupo controle (GC)	Frequência	Método para avaliação das feridas	Resultado do tratamento
03	Frangéz I, Cankar K, Frangéz HB, Smrke DM. (2017) Eslovênia/ Leste Europeu ⁽³⁵⁾	40 pacientes diabéticos e 39 sem diabetes com feridas crônicas nos membros inferiores	Ensaio clínico randomizado e duplo cego	20 pacientes com LED fototerapia – (diabéticos) 19 pacientes com LED-fototerapia (não diabéticos)	20 pacientes terapia placebo (diabéticos, controle). 20 pacientes terapia placebo (não diabéticos, controle) O placebo era realizado com luz que simulava LED, mas sem efeito biológico conhecido.	Três vezes/ semana durante oito semanas	Análise do sangue e da microcirculação que foram avaliadas por fluxometria Laser Doppler antes do primeiro tratamento e no final. Avaliação do leito da ferida pela pontuação de Falanga.	A avaliação do leito da ferida mostrou cicatrização mais rápida nos grupos tratados com LED comparado ao controle. O fluxo sanguíneo medido por Doppler revelou maior microcirculação nos grupos tratados com LED e sem diferença nos grupos de controle.
04	Romanelli M, Piaggese A, Scapagnini G, Dini V, Janowska A, Lacopi E, et al. (2018) Itália ⁽³⁶⁾	99 pacientes: 52 úlceras venosas de perna, 32 úlceras do pé diabético e 15 lesões por pressão	Estudo multicêntrico, prospectivo, observacional e não controlado	Aplicação de uma camada de gel cromóforo e iluminação da área com LED por 5 minutos. Em combinação com o padrão de cuidados para ferida crônica (desbridamento e limpeza com soro fisiológico a 0,9%).	-	Regime quinzenal	A avaliação da área e do tempo de cicatrização da ferida foi realizada com um dispositivo de imagem denominado <i>Silhouette Imaging System</i> .	O fechamento da ferida foi alcançado em 47 pacientes: 26 (50%) com úlceras venosas (UV), 16 (50%) com pé diabético e 5 (33,3%) com lesão por pressão (LPP). A média de tempo de cicatrização foi de 41,3 dias para o pé diabético, 82,3 dias para UV e 81,2 dias para as LPP. 18 feridas não responderam ao tratamento sendo: 10 (19,2%) UV, 4 (12,5%) pé diabético e 4 (26,6%) com LPP.

Quadro 2 – Cont.

Nº	Autor/ Ano País/	Participantes	Tipo de estudo/Nível de evidência	Grupo intervenção (GI)	Grupo controle (GC)	Frequência	Método para avaliação das feridas	Resultado do tratamento
05	Frangéz I, Nizic-Kos T, Frangéz HB. (2018) Eslovênia/ Leste Europeu ⁽³⁷⁾	30 pacientes com Diabetes Mellitus e com ferida crônica	Estudo prospectivo duplo-cego e randomizado	Aplicação de LED fototerapia em pacientes com Diabetes Mellitus e com ferida crônica. Não houve especificação da quantidade de cada grupo.	30 pacientes tratados com luz que simulava LED fototerapia	Três vezes/ semana durante oito semanas	Mensurado a superfície da ferida por meio de imagem fotográfica. Utilizou-se o instrumento de medição <i>Pressure Ulcer Scale for healing</i> . Comparou-se a área da ferida com a aplicação de diferentes comprimentos de onda: 625,660 e 850 J/cm ²	Nos pacientes que receberam LED houve redução (56%) da ferida, e no controle reduziu 65% (p>0,05). A redução da área não variou com diferentes comprimentos de onda. Entre a 4ª e 8ª semana houve melhora significativa (p<0,05) do tecido de granulação, com fibrina e exsudato. Não houve cicatrização total da ferida.
06	Ivanova YV, Klimova EM, Prasol VA, Mushenko EV, Kobrov AM, Pogorielov MV, et al. (2018) Ucrânia ⁽³⁸⁾	48 pacientes com formas isquêmicas e neuroisquêmicas da síndrome do pé diabético	Ensaio clínico randomizado	24 pacientes com necrose isquêmica dos pés. Utilizado LED fototerapia violeta, azul, verde e vermelho. Associou-se o desbridamento terapia a vácuo, autodermo-plastia, antissépticos, pomadas, coberturas sorventes, etc.	24 pacientes com necrose isquêmica dos pés e feridas após desbridamento e curativos diários (antissépticos, pomadas, coberturas sorventes, etc). Também associou terapia à vácuo e autoder-moplastia.	Três a cinco sessões	Exame clínico, laboratorial, não invasivo, invasivo dos pacientes no pré-operatório para determinar a extensão do distúrbio do fluxo sanguíneo, a circulação colateral e a microcirculação.	O tratamento alcançou cicatrização completa em 91,7% dos pacientes, parcial (mais de 50%) em 8,3% dos pacientes e evitou amputações. Houve cicatrização completa em 31 dias após a cirurgia. A combinação de coberturas, LED e fator de crescimento foram efetivos para aceleração do tempo de cicatrização.

Quadro 2 – Cont.

Nº	Autor/ Ano País/	Participantes	Tipo de estudo/Nível de evidência	Grupo intervenção (GI)	Grupo controle (GC)	Frequência	Método para avaliação das feridas	Resultado do tratamento
07	López-Del- is A, Rosa SSRF, Souza PEN, Carneiro MLB, Rosa MFF, Mace- do YCL, et al. (2018) Brasil ⁽²³⁾	15 pacientes com isquemia de membros inferiores e úlceras neuropáticas.	Estudo controlado e randomizado	Grupo I: Cinco participantes, aplicação de adesivo de látex natural + LED fototerapia. Profissional enfermeiro fazia o curativo. Grupo III: Cinco participantes, aplicação de adesivo de látex natural + LED fototerapia. O próprio paciente fazia o curativo em domicílio.	Grupo II: Cinco participantes, tratamento padrão (uso de curativo de alginato de prata) atendidos por enfermeiros	Regime quinzenal	Duas amostras da ferida e de sangue venoso foram coletados para avaliação da formação de radicais livres. Coleta de tecido da ferida por raspagem para avaliar o processo de cicatrização. Utilizou-se um espectrofotômetro para as medições.	A associação (látex +LED fototerapia) mostrou aceleração da cicatrização com formação de tecido de granulação, quando comparado ao grupo controle. Houve alta concentração de radicais livres no início e durante o tratamento e ao final sua redução, no grupo experimental, sendo associada ao processo cicatricial da ferida. As feridas em que os enfermeiros fizeram o curativo cicatrizaram mais rápido e não desenvolveram infecção.
08	Vitoriano NAM, Mont'Al- verne DGB, Martins MIS, Silva PS, Martins CA, Teixeira H.D, et al. (2019) Brasil ⁽³⁹⁾	12 pacientes com úlcera diabética	Ensaio clínico randomizado, comparativo, de abordagem quantitativa.	Aplicação de LED fototerapia	Feridas tratadas com Laser GaAlAs	Duas vezes/semana com um total de dez sessões	Foram realizados registros fotográficos e avaliação de neuropatia.	Ao final da 10ª sessão, houve uma redução da área da ferida de 79,5% no grupo LASER e 55,86% no grupo LED ($p<0,05$). Quanto à porcentagem, o grupo Laser apresentou redução de 81,7% e o grupo LED de 62,26%. Quanto à avaliação do quadro neuropático, houve melhora significativa ($p<0,05$) em ambas as terapias.

Quadro 2 – Cont.

Fonte: Os autores, 2022.

Os parâmetros apresentados nos estudos, no entanto, estão de acordo com relatos, na literatura, de que o LED fototerapia com comprimentos de onda entre 600 e 1000 nm promove uma maior velocidade no reparo tecidual^(14,24,25,40). Além disso, estudos têm sugerido que a fototerapia com comprimentos de onda de luz que variam do espectro vermelho ao infravermelho próximo (600 a 980 nm) podem acelerar a cicatrização de feridas^(14,41,42).

Os efeitos biológicos que o LED provoca nos tecidos depende de um conjunto de fatores que englobam características individuais, condição clínica a ser tratada, características do tecido, além de parâmetros gerais relacionados a dosimetria da luz e comprimentos de onda⁽¹⁴⁾. Sendo assim, se não for avaliado as características físicas e clínicas das úlceras e os parâmetros do LED de forma a padronizar um tempo mínimo de cicatrização, o tratamento pode não ser efetivo, sobretudo, devido à hiperglicemia de pacientes diabéticos que geram neuropatia e doença arterial periférica que podem impossibilitar uma acelerada cicatrização.

Por outro lado, um estudo demonstrou que a LED fototerapia, independente do comprimento de onda, foi efetiva tanto para pacientes com úlceras diabéticas tanto para aqueles com feridas crônicas⁽³⁵⁾. O efeito no tempo de cicatrização das feridas foi semelhante independente de apresentar DM.

Um outro estudo apontou que, o tempo de cicatrização total da ferida em diabéticos não foi maior quando comparado a pacientes que fizeram o mesmo tratamento com LED fototerapia e que apresentavam ulcera venosa e lesão por pressão⁽³⁶⁾. As lesões por pressão apresentaram aproximadamente o dobro do tempo para cicatrização total da ferida quando comparada à úlceras diabéticas, mesmo para esse grupo de pacientes em que a neuropatia e a angiopatia poderiam resultar em baixa taxa de cicatrização⁽³⁶⁾. Esse resultado demonstrou a efetividade do LED fototerapia independente da doença de base do paciente e heterogeneidade nas características das feridas.

Em contrapartida, em alguns pacientes o tratamento com o LED não foi efetivo⁽³⁶⁾. Verificou-se que não foi investigado o motivo da não eficácia do tratamento como, por exemplo, comorbidades associadas, estado clínico do paciente e se havia alguma especificidade nas feridas como infecção ou presença de esfacelos e tecido necrótico que poderia ter interferido no sucesso do tratamento.

Outro estudo aplicou LED fototerapia nas úlceras diabéticas, no entanto, não associou o tratamento convencional nos pacientes⁽³⁷⁾. Verificou-se melhora do tecido de granulação com aumento da microcirculação, mas com pouca diferença na redução da área entre o grupo placebo e experimental⁽³⁷⁾.

Diante disso, apesar de poucos estudos clínicos disponíveis na literatura, pode-se presumir que o LED fototerapia é mais efetivo quando associado a um determinado tratamento

padrão e que a taxa de cicatrização, mais uma vez, não foi dependente do comprimento de onda⁽³⁷⁾. Mais estudos experimentais, no entanto, são necessários para uma comparação padronizada de doses de densidade de energia e diferentes comprimentos de onda do LED no processo de cicatrização, envolvendo análise microscópica e histológica das diferentes camadas de tecido, da produção de colágeno e análise pontual do tempo total para o fechamento da ferida.

Verificou-se ainda nesta revisão que um estudo, não padronizou o tratamento convencional específico, mas aplicou diferentes técnicas de tratamento invasivas e não invasivas para acelerar o processo de cicatrização e obteve resultados de sucesso, quando evidenciado que, mesmo com feridas isquêmicas houve cicatrização completa num tempo aproximadamente de um mês quando associado à LED fototerapia⁽³⁸⁾. Concluiu-se que, para feridas que não fecharão espontaneamente, após cirurgia de revascularização em pés diabéticos isquêmicos, a LED fototerapia está indicada.

Outro estudo, indicou a LED fototerapia para a redução do processo inflamatório da ferida, ao verificar a diminuição dos radicais livres no leito de feridas isquêmicas e de úlceras neuropáticas⁽²³⁾. Durante o processo inflamatório, macrófagos e neutrófilos liberaram moléculas de radicais livres estimulando um estresse oxidativo⁽⁴³⁾. Níveis elevados dessa molécula prolonga o processo inflamatório, ativa vias proteolíticas e leva a danos no tecido^(12,43). Sendo assim, o LED fototerapia contribuiu para diminuir as lesões nos tecidos, sobretudo de granulação, promovendo uma aceleração da cicatrização.

Outro tipo de fototerapia que acelera a cicatrização é o LASER, mas, mesmo não sendo critério de inclusão deste estudo, incluiu-se nesta revisão, um estudo que comparou a LED fototerapia com esse método que também promove uma fotobiomodulação efetiva⁽³⁹⁾. Apesar dos resultados indicarem que o LASER promoveu uma melhor cicatrização na área da ferida quando comparado a LED fototerapia, algumas limitações foram identificadas no estudo, como ausência de padronização do tamanho das feridas, número reduzido de participantes e ausência de outras análises como um estudo histológico e microscópico e análise de marcadores oxidativos para uma melhor compreensão do processo cicatricial que envolve esses dois métodos. O LASER, no entanto, foi efetivo na redução do tamanho das feridas e pode ser utilizado como adjuvante no tratamento de úlceras diabéticas.

Essas pesquisas demonstraram que há uma limitação de estudos relacionados a LED fototerapia versus a cicatrização de feridas em nível mundial e, sobretudo, a necessidade do Brasil desenvolver mais trabalhos envolvendo essa temática, devido ao elevado número de pessoas com feridas diabéticas que necessitam de um melhor tratamento e acompanhamento^(23,34,39).

Quanto à frequência de tratamento, os estudos revelaram uma falta de consenso para o uso da fototerapia no

tratamento de feridas em pessoas com DM. Foram encontrados diferentes períodos de tempo, com estudos que citaram duas a cinco sessões diárias⁽³⁸⁾, quinzenalmente^(23,36), semanalmente⁽³⁴⁾, duas vezes por semana^(39,33) e três vezes por semana^(35,37), com o tempo de aplicação que variava de acordo com o tamanho da lesão e método aplicado.

Mesmo diante de evidências de estudos que apontaram que a fototerapia com LED constituiu em uma abordagem terapêutica eficaz, segura, rápida e de baixo custo no tratamento de feridas^(23,35-38,40,44), ainda existe escassez de dados robustos e pesquisas clínicas mais embasadas sobre seu efeito no processo de cicatrização em pessoas com DM e a comparação nos diferentes esquemas de dosagem e comprimentos de onda. Recomenda-se novos estudos para aprimoramento da técnica e melhor padronização visando a criação de protocolos que auxiliem na redução do tempo de cicatrização, diminuindo transtorno aos pacientes e melhor qualidade de vida.

Sugere-se a construção de um protocolo específico sobre LED fototerapia, sobretudo, escrito por enfermeiras, profissionais experientes no tratamento e manejo clínico de feridas, com bases em evidências científicas já publicadas e analisadas para condução do tratamento de feridas em pé diabéticos, uma vez que, atualmente ainda é difícil a cicatrização completa dessas feridas que, muitas vezes, aparecem em pacientes polineuropáticos, isquêmicos e com DM não controlada. Finalmente uma análise detalhada do processo de cicatrização desde a fase de inflamação, granulação, epitelização e maturação da ferida com a aplicação do LED fototerapia associado ao número de sessões e ao tempo da cicatrização completa promoverá um tratamento efetivo e padronizado dessa terapia.

Uma das limitações desta revisão foi a reduzida quantidade de estudos relacionados ao tema proposto e que não foi suficiente para demonstrar maior nível de evidência. Grande parte das pesquisas disponíveis fazem relação à aplicabilidade do LED em diferentes situações clínicas ou mesmo estão relacionadas ao uso do fotobiomodulação com LASER. Nesse sentido faz-se necessários novos estudos para maior aplicação na prática clínica da LED fototerapia no tratamento das feridas em pacientes portadores de Diabetes Mellitus. Ressalta-se que o custo baixo do equipamento em comparação aos encontrados no mercado, e sua rápida e fácil aplicação pode favorecer a utilização deste dispositivo nos serviços de saúde visando a promoção de uma maior qualidade de vida aos pacientes portadores de diabetes e a diminuição dos gastos com o tratamento convencional.

■ CONCLUSÃO

A assistência prestada ao paciente com ferida, sobretudo ao paciente diabético ainda é um desafio, tanto para

quem vivencia tal problema quanto para os cuidadores e profissionais de saúde. É necessário um maior engajamento no cuidado uma vez que esta lesão interfere diretamente na qualidade de vida, autoestima e em aspectos biopsicossociais do indivíduo. O tratamento de uma ferida crônica é trabalhoso, porém é importante que ocorra de forma global, levando em consideração o histórico de vida do paciente e as condições gerais da lesão. Além do tratamento convencional, atualmente a terapia de baixa intensidade com uso do LED tem trazido boas respostas para o reparo/cicatrização de feridas, agindo como biomodulador das células e tecidos e otimizando o tempo do tratamento.

Verificou-se, diante dos estudos analisados, uma falta de padronização nos testes que comprovam a eficácia da associação do tratamento padrão com a luz LED, o que pode dificultar uma comparação fiel dos resultados de cada pesquisa.

Foi evidenciado que a luz LED foi benéfica para o reparo tecidual de feridas em pessoas com DM, principalmente em relação a produção de colágeno, angiogênese, redução da inflamação e do tamanho da lesão e estímulo de fibroblastos. Todavia, os estudos relacionados à aplicabilidade deste recurso nesta população ainda são limitados e trazem poucas evidências do benefício do LED. Observou-se uma grande heterogeneidade em relação aos delineamentos experimentais, sobretudo, quanto à densidade de energia aplicada às células, comprimentos de onda, tempo de aplicação e número ideal de sessões no tratamento, inexistindo um consenso ou mesmo padronização na técnica.

Para o ensino, este estudo poderá contribuir para ampliar técnicas com o intuito de favorecer a cicatrização de feridas em pessoas com diabetes, que se demonstrou efetiva nos ensaios clínicos. Estratégias de simulação em laboratórios de enfermagem permitem uma maior aproximação e participação ativa do profissional integrando a teoria com a prática, contribuindo com o processo de ensino e aprendizagem de forma a reduzir eventos adversos.

Este estudo abre a perspectiva de uma maior ampliação da temática e a necessidade de estudos futuros verificarem os efeitos agudos e de longo prazo da fotobiomodulação com LED em feridas diabéticas para a prevenção de agravos e complicações.

■ REFERÊNCIAS

1. Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. São Paulo: Clannad; 2019 [citado 2022 dez 07]. Disponível em: <https://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Diretrizes-Sociedade-Brasileira-de-Diabetes-2019-2020.pdf>
2. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Diabetes Mellitus. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2006 [citado 2022 dez 07]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diabetes_mellitus_cab16.pdf

3. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Boletim epidemiológico 40. 2019 [citado 2022 dez 07];50(40):1-9. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doencas-cronicas-nao-transmissiveis-dcnt/boletim-epidemiologico-vol-50-no40-dez-2019/view>
4. Lucoveis MLS, Gamba MA, Paula MAB, Moritta ABPS. Grau de risco para úlceras nos pés por diabetes: avaliação de enfermagem. *Rev Bras Enferm*. 2018;71(6):3217-23. doi: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2017-0189>
5. Andrade LL, Carvalho GCP, Valentim FAAA, Siqueira WA, Melo FMAB, Costa MML. Caracterização e tratamento de úlceras do pé diabético em um ambulatório. *Rev Pesqui Cuid Fundam*. 2019;11(1):124-8. doi: <http://doi.org/10.9789/2175-5361.2019.v11i1.124-128>
6. Silva AAS, Castro AA, Bomfim LG, Pitta GBB. Amputação de membros inferiores por Diabetes Mellitus nos estados e regiões do Brasil. *Res Soc Dev*. 2021;10(4):e11910413837. doi: <http://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13837>
7. World Health Organization: Classification of Diabetes Mellitus 2019 [Internet]. Geneva: WHO; 2019 [cited 2022 Dez 07]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325182/9789241515702-eng.pdf>
8. International Diabetes Federation. Diabetes Atlas [Internet]. 8th ed. Brussels, Belgium: IDF; 2017 [cited 2022 Dez 07]. Available from: https://diabetesatlas.org/upload/resources/previous/files/8/IDF_DA_8e-EN-final.pdf
9. Silva LG, Alves LS, Silva ER, Alves AS, Belchior ACS. Efeito do LED no processo de cicatrização em ratos Wistar lesados no dorso. *Fisioter Bras*. 2018;19(Suppl 5):S70-4. doi: <https://doi.org/10.33233/fb.v19i5.2602>
10. Oliveira AC, Rocha DM, Bezerra SMG, Andrade EMLR, Santos AMR, Nogueira LT. Quality of life of people with chronic wounds. *Acta Paul Enferm*. 2019;32(2):194-201. doi: <https://doi.org/10.1590/1982-0194201900027>
11. Borges NCS. Fotobiomodulação com diodos emissores de luz (LED) no espectro vermelho e infra-vermelho na cicatrização de úlceras de pé diabético: um ensaio clínico randomizado e controlado [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo; 2021. doi: <https://doi.org/10.11606/T.17.2021.tde-09092021-090117>
12. Santana TF. Análise da inflamação e estresse oxidativo no processo de cicatrização tecidual após o uso combinado de lipossomas com curcumina em biomembranas de látex natural e ledterapia para regeneração tecidual em portadores de úlcera diabética [dissertação]. Brasília, DF: Universidade de Brasília; 2020 [citado 2022 dez 07]. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/41351>
13. Bavaresco T, Lucena AF. Low-laser light therapy in venous ulcer healing: a randomized clinical trial. *Rev Bras Enferm*. 2022;75(3):e20210396. doi: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0396>
14. Chaves MEA. Úlceras por pressão submetidas à fotobiomodulação com diodo emissor de luz [tese]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2015 [citado 2022 dez 07]. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9WGHSG>
15. Barbosa LS, Parisi JR, Viana LC, Carneiro MB, Silva JRT, Silva ML, et al. The photobiomodulation (658, 830 and 904nm) on wound healing in histomorphometric analysis. *Fisioter Mov*. 2020;33:e003318. doi: <https://doi.org/10.1590/1980-5918.033.A018>
16. Vieira ABH, Purificação MB, Ferreira MDF, Costa TDCD, Lam YW, Ramos FS, et al. Os efeitos fisiológicos do LED vermelho no tegumento. *Rev Cient Estét Cosmetol*. 2020;1(1):28-38. doi: <https://doi.org/10.48051/rcec.v1i1.22>
17. Solmaz H, Ulgen Y, Gulsoy M. Photobiomodulation of wound healing via visible and infrared laser irradiation. *Lasers Med Sci*. 2017;32(4):903-910. doi: <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2191-0>
18. Minatel DG, Frade MAC, França SC, Enwemeka CS. Phototherapy promotes healing of chronic diabetic leg ulcers that failed to respond to other therapies. *Lasers Surg Med*. 2009;41(6):433-41. doi: <https://doi.org/10.1002/lsm.20789>
19. Khan I, Arany PR. Photobiomodulation therapy promotes expansion of epithelial colony forming units. *Photomed Laser Surg*. 2016;34(11):550-5. doi: <https://doi.org/10.1089/pho.2015.4054>
20. Cunha DR, Salomé GM, Massahud Junior MR, Mendes B, Ferreira LM. Construção e validação de um algoritmo para aplicação de laser no tratamento de ferida. *Rev Latino Am Enfermagem*. 2017;25:e2955. doi: <http://doi.org/10.1590/1518-8345.1998.2955>
21. Dode MTB, Domingues LS, Lund LS. Uso de LED associado a fatores de crescimento em úlceras vasculares. *Rev Inspir Mov Saúde*. 2021 [citado 2022 dez 07];21(3):1-17. Disponível em: <https://inspirar.com.br/wp-content/uploads/2021/10/913-2020.pdf>
22. Ferreira CLR, Nicolau RA, Oliveira MA, Costa DR, Prianti Júnior ACG. Efeito da terapia LED ($\lambda = 945 \pm 20$ nm) de baixa intensidade sobre tecido epitelial de ratos diabéticos em processo de reparo. *Rev Bras Eng Biomed*. 2013;29(4):404-13. doi: <http://doi.org/10.4322/rbeb.2013.040>
23. López-Delis A, Rosa SSRF, Souza PEN, Carneiro MLB, Rosa MFF, Macedo YCL, et al. Characterization of the cicatrization process in diabetic foot ulcers based on the production of reactive oxygen species. *J Diabetes Res*. 2018;2018:4641364. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/4641364>
24. Camargo CP, Carvalho HA, Maluf FC, Sousa AAC, Perin POM, Perin MM, et al. Light-emitting diode stimulates radiodermatitis recovery. *Acta Cir Bras*. 2021;36(3):e360301. doi: <https://doi.org/10.1590/ACB360301>
25. Suckow PPT, Bini ACD, Hosni AP, Miri AL, Cordeiro MER, Bernardi LS, et al. Influence of 627 nm wavelength light emitting diode phototherapy on secondary intention wound healing. *Int J Res Granthaalayah*. 2021;9(6):177-89. doi: <https://doi.org/10.29121/granthaalayah.v9.i6.2021.3983>
26. Alberto T, Corbo BFB, Macina ECD, Leite JV, Inacio RF. Efeitos do diodo emissor de luz (LED) vermelho na estimulação de fibroblastos: ênfase na reparação tecidual. *Intellectus*. 2016 [citado 2019 out 30];1(33):94-105. Disponível em: <http://www.revistaintellectus.com.br/artigos/33.346.pdf>
27. Silva FM, Moreira LS, Silva MS, Rodrigues W; Rosa SSRF. Uso de fototerapia para cicatrização de feridas de pé diabético. *Hegemonia*. 2019 [citado 2019 out 30];27(Especial):7-27. Disponível em: [http://www.unieuro.edu.br/sitenovo/revistas/revista_hegemonia_27/Franci%C3%A9le%20da%20Silva%20\(2\).pdf](http://www.unieuro.edu.br/sitenovo/revistas/revista_hegemonia_27/Franci%C3%A9le%20da%20Silva%20(2).pdf)
28. Hourel N. Healing effects of photobiomodulation on diabetic wounds. *Appl Sci*. 2019;9(23):5114. doi: <https://doi.org/10.3390/app9235114>
29. Aromataris E, Munn Z. Chapter 1: JBI Systematic Reviews. In: Aromataris E, Munn Z, editors. *JBI Manual for Evidence Synthesis* [Internet]. Adelaide: The Joanna Briggs Institute; 2020. doi: <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-02>
30. Higgins J, Green S, editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.1.0* [Internet]. Oxford: Cochrane Collaboration; 2011 [cited 2019 Oct 30]. Available from: <https://handbook-5-1.cochrane.org/>
31. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016;5(1):210. doi: <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
32. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Diretrizes metodológicas: Sistema GRADE – manual de graduação da qualidade da evidência e força de recomendação para tomada de decisão em saúde [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2014 [citado 2020 jun 1]. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/diretrizes_metodologicas_sistema_grade.pdf

33. Nteleki B, Abrahamse H, Hourel NN. Conventional podiatric intervention and phototherapy in the treatment of diabetic ulcers. *Semin Vasc Surg.* 2015;28(3-4):172-83. doi: <http://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2016.02.001>
34. Nunes GAMA, Reis MC, Rosa MFF, Peixoto LRT, Rocha AF, Rosa SSRF. A system for treatment of diabetic foot ulcers using LED irradiation and natural latex. *Res Biomed Eng.* 2016;32(1):3-13. doi: <http://doi.org/10.1590/2446-4740.0744>
35. Frangez I, Cankar K, Frangez HB, Smrke DM. The effect of LED on blood microcirculation during chronic wound healing in diabetic and non-diabetic patients – a prospective, double-blind randomized study. *Lasers Med Sci.* 2017;32(4):887-94. doi: <http://doi.org/10.1007/s10103-017-2189-7>
36. Romanelli M, Piaggese A, Scapagnini G, Dini V, Janowska A, Lacopi E, et al. Evaluation of fluorescence biomodulation in the real-life management of chronic wounds: the EUREKA trial. *J Wound Care.* 2018;27(11):744-53. doi: <http://doi.org/10.12968/jowc.2018.27.11.744>
37. Frangez I, Nizic-Kos T, Frangez HB. Phototherapy with led shows promising results in healing chronic wounds in Diabetes Mellitus patients: a prospective rando-mized double-blind study. *Photomed Laser Surg.* 2018;36(7):377-82. doi: <http://doi.org/10.1089/pho.2017.4382>
38. Ivanova YV, Klimova EM, Prasol VA, Mushenko EV, Korobov AM, Pogorielov MV, et al. Phototherapy in complex treatment of wounds in patients with ischemic and neuroischemic form of diabetic syndrome. *Photobiol Photomed.* 2018;24:13-20. doi: <http://doi.org/10.26565/2076-0612-2018-24-02>
39. Vitoriano NAM, Mont'Alverne DGB, Martins MIS, Silva PS, Martins CA, Teixeira HD, et al. Comparative study on laser and LED influence on tissue repair and improvement of neuropathic symptoms during the treatment of diabetic ulcers. *Lasers Med Sci.* 2019;34(7):1365-71. doi: <https://doi.org/10.1007/s10103-019-02724-5>
40. Moura RO, Nunes LCC, Carvalho MEIM, Miranda BR. Efeitos da luz emitida por diodos (LED) e dos compostos de quitosana na cicatrização de feridas: revisão sistemática. *Rev Ciênc Farm Básica Apl.* 2014 [citado 2020 jun 1];35(4):513-8. Disponível em: <https://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/81/79>
41. Chaves MEA, Araújo AR, Piancastelli ACC, Pinotti M. Efeitos da luz de baixa potência na cicatrização de feridas: LASER x LED. *An Bras Dermatol.* 2014;89(4):616-23. doi: <http://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20142519>
42. Siqueira CPCM, Ramos SP, Gobbi CAA, Shigaki L, Kashimoto RK, Venâncio EJ, et al. Effects of weekly LED therapy at 625 nm on the treatment of chronic lower ulcers. *Lasers Med Sci.* 2015;30(1):367-73. doi: <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1666-5>
43. Nouvong A, Ambrus AM, Zhang ER, Hultman L, Coller HA. Reactive oxygen species and bacterial biofilms in diabetic wound healing. *Physiol Genomics.* 2016;48(12):889-96. doi: <https://doi.org/10.1152/physiolgenomics.00066.2016>
44. Leite SN, Andrade TAM, Masson-Meyers DS, Leite MN, Enwemeka CS, Frade MAC. Phototherapy promotes healing of cutaneous wounds in undernourished rats. *An Bras Dermatol.* 2014;89(6):899-904. doi: <http://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20143356>

■ **Financiamento:**

Fundação do Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG). Parecer:APQ-00726-22.

■ **Contribuição de autoria:**

Administração de projeto: Thabata Coaglio Lucas.

Análise formal: Thabata Coaglio Lucas, Marco Fabricio Dias Peixoto, Kinulpe Honorato Sampaio.

Aquisição de financiamento: Thabata Coaglio Lucas.

Conceituação: Thabata Coaglio Lucas, Marco Fabricio Dias Peixoto.

Curadoria de dados: Valéria da Silva Baracho, Thabata Coaglio Lucas, Marco Fabricio Dias Peixoto, Natália Cristina da Silva, Cláudia Aparecida Fernandes Cordeiro.
Escrita – rascunho original: Valéria da Silva Baracho, Thabata Coaglio Lucas.

Escrita – revisão e edição: Thabata Coaglio Lucas.

Metodologia: Valéria da Silva Baracho, Thabata Coaglio Lucas, Marco Fabricio Dias Peixoto, Kinulpe Honorato Sampaio.

Supervisão: Thabata Coaglio Lucas, Kinulpe Honorato Sampaio.

Os autores declaram que não existe nenhum conflito de interesses.

■ **Autor correspondente:**

Valéria da Silva Baracho

E-mail: valeriabaracho1@gmail.com

Recebido: 11.10.2022

Aprovado: 20.01.2023

Editor associado:

Graziella Badin Aliti

Editor-chefe:

João Lucas Campos de Oliveira