

REVISÃO DE LITERATURA IDENTIFICADO

EFEITO DA FOTOBIMODULAÇÃO NA CICATRIZAÇÃO DE QUEIMADURAS DE ESPESSURA PARCIAL: REVISÃO SISTEMÁTICA

EFFECT OF PHOTOBIMODULATION ON THE HEALING OF PARTIAL-THICKNESS BURNS: A SYSTEMATIC REVIEW

Marcus Vinicius de Sousa Furtado¹, Allan Rezende Fontinele de Carvalho¹, Allyce Soares de Moura¹,
Alysson Juan da Silva Gomes¹, Iara Silva de Macedo¹, Paulo Roberto Milanez Oliveira Junior²

1. Acadêmico do curso Fisioterapia da Faculdade Afya Teresina; 2. Professor do curso Fisioterapia da Faculdade Afya Teresina.
paulomilanezjr@hotmail.com

Eixo Temático: 01 Saúde

RESUMO

Introdução: Queimaduras de espessura parcial podem apresentar atraso na reepitelização, dor e risco de complicações, justificando a investigação de terapias adjuvantes. A fotobimodulação utiliza luz de baixa intensidade com potencial efeito sobre reparo tecidual, inflamação e dor. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da fotobimodulação sobre a cicatrização de queimaduras de espessura parcial em adultos. **Método:** Foi realizada revisão sistemática conforme as recomendações PRISMA 2020. A estratégia PICO considerou adultos com queimaduras de espessura parcial, fotobimodulação como intervenção, tratamento convencional ou sham como comparação e tempo de cicatrização, redução da área da lesão e dor como desfechos. Foram pesquisadas PubMed/MEDLINE, Scopus e PEDro, considerando estudos publicados entre 2016 e 2026. Foram priorizados ensaios clínicos randomizados e estudos clínicos controlados. O risco de viés foi avaliado conforme o delineamento dos estudos e a certeza da evidência pelo sistema GRADE. **Resultados:** A evidência clínica disponível é limitada e heterogênea. Um ensaio randomizado com 11 pacientes e 18 áreas doadoras demonstrou maior redução da área da ferida com laser vermelho de 655 nm. Estudo-piloto com nove pacientes encontrou redução de 46,2% no tempo de epitelização com fotobimodulação. Em ensaio randomizado publicado em 2026, 24 pacientes com queimaduras de segundo grau receberam laser superpulsado de 904 nm ou sham, observando-se reepitelização mais rápida no grupo intervenção, com 8,3 versus 12,6 dias. **Conclusão:** A fotobimodulação apresenta resultados promissores para acelerar a cicatrização de queimaduras de espessura parcial e reduzir sintomas, porém a quantidade de estudos controlados e o tamanho das amostras ainda são insuficientes para estabelecer um protocolo clínico definitivo.

Palavras-chave: Queimaduras. Fotobimodulação. Terapia a Laser de Baixa Intensidade. Cicatrização de Feridas. Reepitelização.

ABSTRACT

Introduction: Partial-thickness burns may present delayed re-epithelialization, pain, and risk of complications, supporting the investigation of adjunctive therapies. Photobiomodulation uses low-intensity light with potential effects on tissue repair, inflammation, and pain. **Objective:** To evaluate the effects of photobiomodulation on the healing of partial-thickness burns in adults. **Method:** A systematic review was conducted according to PRISMA 2020 recommendations. The PICO strategy considered adults with partial-thickness burns, photobiomodulation as the intervention, conventional treatment or sham as the comparator, and healing time, wound area reduction, and pain as outcomes. PubMed/MEDLINE, Scopus, and PEDro were searched for studies published between 2016 and 2026. Randomized clinical trials and controlled clinical studies were prioritized. Risk of bias was assessed according to study design and certainty of evidence using the GRADE approach. **Results:** Available clinical evidence is limited and heterogeneous. A randomized trial involving 11 patients and 18 donor sites demonstrated greater wound-area reduction with 655-nm red laser. A pilot study involving nine patients found a 46.2% reduction in epithelialization time with photobiomodulation. In a randomized trial published in 2026, 24 patients with second-degree burns received either 904-nm superpulsed laser or sham treatment, with faster re-epithelialization

in the intervention group, at 8.3 versus 12.6 days. **Conclusion:** Photobiomodulation shows promising results for accelerating the healing of partial-thickness burns and reducing symptoms; however, the limited number of controlled studies and small sample sizes remain insufficient to establish a definitive clinical protocol.

Keywords: Burns. Photobiomodulation. Low-Level Light Therapy. Wound Healing. Re-Epithelialization.

INTRODUÇÃO

As queimaduras constituem importante problema de saúde pública e podem produzir alterações locais e sistêmicas, com repercussões sobre a integridade cutânea, dor, mobilidade e qualidade de vida. Nas queimaduras de espessura parcial, a velocidade de reepitelização é determinante para o prognóstico, uma vez que períodos prolongados de cicatrização estão associados a maior risco de complicações e alterações cicatriciais.

A fotobiomodulação, anteriormente denominada terapia de baixa intensidade com laser ou luz, utiliza fontes luminosas capazes de produzir efeitos fotobiológicos sem causar dano térmico significativo. Entre os mecanismos propostos estão a modulação da atividade mitocondrial, alterações na produção de espécies reativas, modulação inflamatória e estímulo à proliferação celular, mecanismos potencialmente relacionados à reparação de feridas.

Apesar do crescente interesse pela utilização da fotobiomodulação em queimaduras, os protocolos apresentam grande variabilidade quanto à fonte luminosa, comprimento de onda, potência, densidade de energia, frequência e número de sessões. Um protocolo de ensaio clínico publicado em 2022 destacou justamente a ausência de padronização das doses e procedimentos de fotobiomodulação para queimaduras.¹

Estudos clínicos recentes apresentam resultados promissores, mas são caracterizados por amostras reduzidas. Um ensaio clínico randomizado avaliou áreas doadoras em pacientes queimados e observou maior redução da área da ferida com laser vermelho de 655 nm.² Estudos mais recentes também sugerem aceleração da epitelização após fotobiomodulação em queimaduras de segundo grau.³⁻⁴

Diante dessas limitações, esta revisão teve como objetivo avaliar os efeitos da fotobiomodulação sobre a cicatrização de queimaduras de espessura parcial em adultos, considerando o tempo de reepitelização, redução da área da lesão e dor.

MÉTODO

Foi realizada revisão sistemática da literatura conforme as recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020).⁵

A pergunta de pesquisa foi estruturada pela estratégia PICO: P - adultos com queimaduras de espessura parcial; I - fotobiomodulação por laser ou fonte luminosa de baixa intensidade; C - tratamento convencional, sham ou ausência da intervenção; O - tempo de cicatrização/reepitelização, redução da área da ferida e dor. A pergunta norteadora foi: A fotobiomodulação, comparada ao tratamento convencional ou sham, acelera a cicatrização de queimaduras de espessura parcial em adultos?

Foram pesquisadas as bases PubMed/MEDLINE, Scopus e PEDro, considerando publicações entre janeiro de 2016 e março de 2026. Foram utilizados os termos “*burns*”, “*second-degree burns*”, “*partial-thickness burns*”, “*photobiomodulation*”, “*low-level laser therapy*”, “*low-level light therapy*”, “*wound healing*” e “*re-epithelialization*”, combinados pelos operadores booleanos AND e OR.

Foram priorizados ensaios clínicos randomizados e estudos clínicos controlados envolvendo adultos com queimaduras de espessura parcial e que apresentassem pelo menos um desfecho relacionado à cicatrização ou dor. Foram excluídos estudos exclusivamente experimentais em animais, estudos *in vitro*, relatos de caso, protocolos sem resultados e estudos sem desfechos relacionados à cicatrização da queimadura. A extração dos dados considerou autor, ano, delineamento, amostra, característica da queimadura, modalidade de fotobiomodulação, comprimento de onda, dose, frequência das aplicações, comparador, tempo de seguimento e principais desfechos.

O risco de viés foi avaliado conforme o delineamento dos estudos. Para ensaios clínicos randomizados foi considerada a ferramenta Cochrane Risk of Bias 2 (RoB 2).⁶ A certeza da evidência foi interpretada pelo GRADE, considerando risco de viés, inconsistência, imprecisão, indireção e viés de publicação. Devido à heterogeneidade dos protocolos e das populações, os resultados foram sintetizados de forma narrativa.

RESULTADOS

A busca identificou estudos clínicos que utilizaram diferentes modalidades de fotobiomodulação, principalmente laser vermelho e fontes luminosas na faixa vermelha e infravermelha. A evidência disponível apresentou grande heterogeneidade quanto ao comprimento de onda, densidade de energia, número de aplicações e características das lesões.

Em ensaio clínico randomizado publicado em 2018, Vaghardoost et al. avaliaram 18 áreas doadoras em 11 pacientes com queimaduras de terceiro grau submetidos a enxerto. As áreas foram divididas aleatoriamente em intervenção e controle. O grupo submetido ao laser vermelho de 655 nm, 150 mW e 2 J/cm² apresentou redução significativamente maior da área da ferida durante os sete dias de acompanhamento.²

Um estudo clínico publicado em 2023 avaliou 62 pacientes com queimaduras de segundo grau em membros inferiores, comparando tratamento convencional com tratamento associado à luz vermelha de 630–650 nm. O grupo submetido à fototerapia apresentou maior taxa de cicatrização e redução de secreção, além de melhora de dor e resposta inflamatória local. Entretanto, o estudo não utilizou randomização convencional, reduzindo a força da evidência.³

Um estudo-piloto publicado em 2025 avaliou nove pacientes hospitalizados com queimaduras de segundo grau, utilizando cada paciente como seu próprio controle. A área tratada com fotobiomodulação apresentou tempo médio de epitelização de 7,56 dias, comparado a 16 dias na área controle, correspondendo a redução média de 46,22% no tempo de cicatrização ($p=0,004$).⁴

Em ensaio clínico randomizado publicado em 2026, 24 pacientes com queimaduras de segundo grau receberam fotobiomodulação superpulsada de 904 nm associada ao tratamento convencional ou exposição sham. O grupo intervenção apresentou reepitelização média em 8,3

dias, comparada a 12,6 dias no grupo sham, além de maior redução da ferida e redução da dor. Não foram observadas alterações significativas de proteína C-reativa ou procalcitonina entre os grupos. ⁷ A síntese dos principais estudos encontra-se apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Síntese dos estudos clínicos sobre fotobiomodulação em queimaduras

Estudo	Desenho/amostra	Intervenção	Principal desfecho	Resultados
Vaghardoost et al., 2018	ECR; 11 pacientes/18 áreas	Laser 655 nm; 2 J/cm ²	Redução da área da ferida	Maior redução no grupo laser (p=0,01)
Lu et al., 2023	Controlado; 62 pacientes	Luz vermelha 630–650 nm	Cicatrização e dor	Maior taxa de cicatrização e menor dor no grupo intervenção
Estudo-piloto, 2025	Controlado; 9 pacientes	PBM vermelha/infravermelha	Epitelização	7,56 vs. 16 dias; redução de 46,22% (p=0,004)
Yadav et al., 2026	ECR; 24 pacientes	Laser 904 nm, 1,1 J/sessão	Reepitelização	8,3 vs. 12,6 dias; p<0,05
Pereira Venceslau et al., protocolo 2022	Protocolo ECR; 39 planejados	LED vermelho/infravermelho vs. sham	Reepitelização e dor	Protocolo; resultados definitivos não considerados

Fonte: Elaboração própria com base nos estudos identificados.

A evidência demonstra tendência favorável à utilização da fotobiomodulação para aceleração da reepitelização, porém a interpretação deve ser cautelosa. Os estudos apresentam amostras pequenas, diferentes fontes luminosas e parâmetros terapêuticos, além de diferentes desenhos metodológicos. O protocolo brasileiro de três braços publicado em 2022 foi planejado para incluir 39 participantes e comparar LED vermelho, LED infravermelho e sham, evidenciando a necessidade de padronização dos parâmetros terapêuticos. ¹

A certeza da evidência foi considerada baixa, principalmente devido à imprecisão decorrente do pequeno tamanho amostral, heterogeneidade dos protocolos e limitações metodológicas dos estudos disponíveis. Assim, embora exista sinal consistente de benefício sobre a cicatrização, ainda não é possível estabelecer uma dose ou comprimento de onda ideal.

CONCLUSÃO

A fotobiomodulação apresenta resultados promissores como terapia adjuvante no tratamento de queimaduras de espessura parcial, especialmente quanto à aceleração da reepitelização e redução da área da ferida. Estudos clínicos recentes demonstraram menor tempo de cicatrização com diferentes modalidades de luz, incluindo laser vermelho e infravermelho.

Entretanto, a evidência permanece limitada por pequenas amostras, diversidade de parâmetros de aplicação e diferenças metodológicas entre os estudos. Dessa forma, a fotobiomodulação pode ser considerada uma estratégia complementar potencialmente útil, mas ainda são necessários ensaios clínicos multicêntricos, com protocolos padronizados e amostras maiores, para determinar a dose, comprimento de onda e frequência de aplicação mais eficazes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pereira Venceslau SCA, Ferreira JLS, Barros RMF, Morais RMM, Santos HH, Oliveira VMA, et al. Effects of photobiomodulation on re-epithelialization of burn wound: protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2022;23:573. doi:10.1186/s13063-022-06505-4.
2. Vaghardoost R, Momeni M, Kazemikhoo N, Mokmeli S, Dahmardehei M, Ansari F, et al. Effect of low-level laser therapy on the healing process of donor site in patients with grade 3 burn ulcer after skin graft surgery (a randomized clinical trial). *Lasers Med Sci*. 2018;33(3):603-607. doi:10.1007/s10103-017-2430-4.
3. Lu W, Lu K, Peng Y, Chen P, Bian W, Yu W. The efficacy of low-level laser therapy for the healing of second-degree burn wounds on lower limbs of glucocorticoid-dependent patients. *Lasers Med Sci*. 2023;38:186. doi:10.1007/s10103-023-03838-7.
4. Photobiomodulation treatment for second-degree burn treatment: a double-blinded controlled pilot trial. [Internet]. 2025. PMID:39724004.
5. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.
6. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2019;366:l4898. doi:10.1136/bmj.l4898.
7. Yadav D, et al. Effects of photobiomodulation adjunct therapy via superpulsed 904 nm laser in patients with second-degree burns: randomized controlled clinical trial. *J Biophotonics*. 2026;19(2):e202500386. doi:10.1002/jbio.202500386.