

A FOTOBIMODULAÇÃO NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA CRÍTICA DA PRODUÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL

Sandra Margarete de Oliveira Cotta

Doutoranda em Saúde Pública. Biomédica. Especialista em Diabetes e Complicações Crônicas.
<https://orcid.org/0009-0003-0099-0913>
<http://lattes.cnpq.br/2898497962853057>
E-mail: sandracotta76@gmail.com

Marine de Souza Madeira Santana

Mestranda em Ciências da Saúde e Ética Cristã. Enfermeira Especialista em Dermatologia.
<http://lattes.cnpq.br/7635303992505263>
<https://orcid.org/0009-0006-6915-4384>
E-mail: marine_santana@yahoo.com

Rebecca Barcelos Pachú Costa Antunes

Graduada em Enfermagem. Especialista em Pediatria e Neonatologia. Especialista em Urgência e Emergência. Mestranda em Ciências da Saúde e Ética Cristã.
<https://orcid.org/0009-0009-9543-1770>
E-mail: rebeccaantunesb@gmail.com

Fabiana Falcão de Almeida

Graduada em Enfermagem.
<https://orcid.org/0009-0007-4754-4426>
E-mail: fabianafalcao473@gmail.com

DOI-Geral: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2026.V5N2>

DOI-Individual: <http://dx.doi.org/10.47538/RA-2026.V5N2-35>

RESUMO: A cicatrização de feridas constitui um processo biológico complexo, dinâmico e dependente da interação coordenada entre mediadores inflamatórios, células estruturais, matriz extracelular, perfusão tecidual e condições clínicas do paciente. Nos últimos anos, a fotobiomodulação tem recebido crescente atenção como terapia adjuvante no manejo de lesões agudas e crônicas, sobretudo por sua capacidade de modular respostas celulares sem provocar dano térmico significativo. O objetivo deste artigo é revisar criticamente a literatura nacional e internacional sobre o uso da fotobiomodulação na cicatrização de feridas, com ênfase em mecanismos de ação, aplicações clínicas, parâmetros terapêuticos, implicações para a prática assistencial e limitações das evidências disponíveis. Trata-se de uma revisão bibliográfica narrativa, elaborada a partir da análise de revisões sistemáticas, meta-análises, revisões de escopo, revisões integrativas e ensaios clínicos publicados em periódicos científicos. A literatura analisada mostra que a fotobiomodulação apresenta efeitos favoráveis sobre redução da dor, modulação da inflamação, estímulo à angiogênese, proliferação de fibroblastos, reorganização do colágeno, melhora do tecido de granulação e aceleração do fechamento de feridas. Tais benefícios foram descritos em lesões por pressão, úlceras venosas, úlceras do pé diabético e outras feridas cutâneas. Entretanto, persistem

limitações metodológicas importantes, especialmente quanto à heterogeneidade dos comprimentos de onda, densidades de energia, frequência de aplicação, seleção de desfechos e desenho dos estudos. Conclui-se que a fotobiomodulação representa estratégia promissora e clinicamente relevante para o tratamento adjuvante de feridas, mas sua incorporação protocolar deve ser acompanhada de avaliação crítica das evidências, padronização dos parâmetros terapêuticos e integração aos princípios clássicos do cuidado interdisciplinar em lesões cutâneas.

PALAVRAS-CHAVE: Fotobiomodulação. Cicatrização. Feridas. Laserterapia. Reparo tecidual.

PHOTOBIMODULATION IN WOUND HEALING: A CRITICAL LITERATURE REVIEW OF NATIONAL AND INTERNATIONAL PRODUCTION

ABSTRACT: Wound healing is a complex and dynamic biological process that depends on the coordinated interaction among inflammatory mediators, structural cells, extracellular matrix, tissue perfusion, and patient-related clinical conditions. In recent years, photobiomodulation has received increasing attention as an adjuvant therapy in the management of acute and chronic wounds, especially because of its ability to modulate cellular responses without causing significant thermal damage. This article aims to critically review national and international literature on the use of photobiomodulation in wound healing, emphasizing mechanisms of action, clinical applications, therapeutic parameters, implications for healthcare practice, and limitations of the available evidence. This is a narrative bibliographic review based on systematic reviews, meta-analyses, scoping reviews, integrative reviews, and clinical trials published in scientific journals. The reviewed literature shows that photobiomodulation has favorable effects on pain reduction, inflammatory modulation, stimulation of angiogenesis, fibroblast proliferation, collagen reorganization, improvement of granulation tissue, and acceleration of wound closure. These benefits have been described in pressure injuries, venous ulcers, diabetic foot ulcers, and other cutaneous wounds. However, important methodological limitations remain, especially regarding the heterogeneity of wavelengths, energy densities, treatment frequency, outcome selection, and study design. It is concluded that photobiomodulation is a promising and clinically relevant strategy for adjuvant wound treatment, but its protocol-based incorporation should be accompanied by critical appraisal of the evidence, standardization of therapeutic parameters, and integration with the classical principles of interdisciplinary wound care.

KEYWORDS: Photobiomodulation. Wound healing. Wounds. Low-level laser therapy. Tissue repair.

INTRODUÇÃO

As feridas constituem importante problema sanitário e assistencial, com repercussões que ultrapassam o dano cutâneo visível e alcançam as dimensões funcional, emocional, social e econômica do indivíduo. Quando uma lesão assume caráter crônico, o paciente passa a conviver não apenas com a interrupção da integridade tecidual, mas também com dor persistente, limitação da mobilidade, risco aumentado de infecção, dependência de curativos frequentes, afastamento do trabalho e comprometimento da autoestima. Em sistemas públicos e privados de saúde, tais quadros implicam elevação dos custos com materiais, internações, antibióticos, procedimentos cirúrgicos e acompanhamento multiprofissional prolongado. Desse modo, discutir tecnologias que favoreçam o reparo tecidual significa discutir, simultaneamente, qualidade da assistência, racionalidade do cuidado e sustentabilidade dos serviços.

A complexidade do tema torna-se ainda mais evidente quando se observam os principais grupos de pacientes acometidos. Pessoas com diabetes mellitus, insuficiência venosa crônica, neuropatias periféricas, lesão medular, imobilidade prolongada, doenças arteriais e fragilidades nutricionais apresentam maior risco de desenvolver feridas de difícil cicatrização. Nesses cenários, o reparo deixa de ser um evento simplesmente local e passa a depender da interação entre perfusão, resposta inflamatória, imunidade, controle metabólico, alívio de pressão, adesão ao tratamento e acompanhamento longitudinal. Em outras palavras, nenhuma tecnologia adjuvante pode ser compreendida isoladamente do contexto clínico em que se insere.

Entre os recursos terapêuticos propostos para qualificar o processo cicatricial, a fotobiomodulação vem ganhando relevância crescente. Em linhas gerais, trata-se da aplicação terapêutica de luz em baixa intensidade, geralmente nas faixas do vermelho e do infravermelho próximo, com o objetivo de induzir respostas celulares benéficas sem causar dano térmico destrutivo. A literatura atribui a essa modalidade potencial de modular inflamação, reduzir dor, favorecer angiogênese, aumentar a atividade fibroblástica e

melhorar a organização da matriz extracelular, tornando-a particularmente atrativa no tratamento adjuvante de feridas agudas e crônicas (Kuffler, 2016, p. 107-122; Leyane; Jere; Houreld, 2021, p. 1-32).

Entretanto, a expansão do interesse clínico pela fotobiomodulação nem sempre foi acompanhada por igual rigor crítico na produção textual secundária. Parte dos manuscritos de revisão disponíveis, especialmente em níveis introdutórios, tende a reproduzir descrições simplificadas, generalizações excessivas ou formulações pouco problematizadoras. Além disso, alguns textos apresentam seleção bibliográfica limitada, uso insuficiente de fontes internacionais, dependência de afirmações pouco demonstradas e redação muito próxima de materiais já publicados, o que compromete a originalidade acadêmica e a consistência científica do argumento.

Nesse contexto, torna-se necessário reconstruir o debate a partir de literatura qualificada, preservando o rigor analítico exigido por um artigo de revisão bibliográfica. O valor de uma revisão não reside apenas em reunir estudos que apontam efeitos favoráveis, mas sobretudo em examinar a qualidade dessas evidências, identificar convergências e discordâncias, reconhecer limitações metodológicas e propor leitura equilibrada das aplicações clínicas. Uma revisão bibliográfica sólida precisa articular fundamentos biológicos, resultados clínicos, implicações profissionais e lacunas de pesquisa, evitando tanto o entusiasmo terapêutico acrítico quanto o descarte precipitado de evidências promissoras.

Diante disso, o presente artigo tem por objetivo revisar criticamente a literatura nacional e internacional sobre a fotobiomodulação na cicatrização de feridas, discutindo os fundamentos fisiopatológicos do reparo tecidual, os mecanismos biológicos atribuídos à terapia, as evidências clínicas em diferentes tipos de lesão, os desafios de padronização dos parâmetros terapêuticos, as limitações atuais da literatura e as contribuições do tema para a enfermagem e para o cuidado interdisciplinar.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica narrativa com análise crítica da literatura, delineamento adequado quando se pretende discutir um tema de forma abrangente, integrando evidências de natureza metodológica diversa e articulando aspectos conceituais, clínicos e assistenciais. Diferentemente de uma revisão sistemática com protocolo rigidamente pré-definido, a revisão narrativa permite maior amplitude interpretativa, desde que mantenha critérios claros de seleção, coerência argumentativa e transparência na utilização das fontes.

A construção do manuscrito baseou-se na leitura analítica de publicações nacionais e internacionais em português e inglês, priorizando artigos de periódicos científicos indexados. Foram valorizadas revisões sistemáticas, meta-análises, revisões de escopo, revisões integrativas e ensaios clínicos randomizados que abordassem o uso da fotobiomodulação no reparo de feridas cutâneas. Essa escolha decorre do fato de que tais estudos permitem reunir tanto a discussão mecanística quanto a observação clínica dos efeitos terapêuticos, oferecendo base mais robusta para a formulação de uma revisão crítica.

Os estudos selecionados contemplaram quatro eixos principais. O primeiro foi o dos fundamentos biológicos da fotobiomodulação, com foco em mecanismos mitocondriais, sinalização intracelular, angiogênese, modulação inflamatória, proliferação fibroblástica e remodelamento da matriz. O segundo eixo envolveu a aplicação clínica em diferentes etiologias de feridas, especialmente úlceras do pé diabético, úlceras venosas, lesões por pressão e feridas cutâneas em geral. O terceiro concentrou-se nos parâmetros terapêuticos, como comprimento de onda, potência, densidade de energia, frequência das sessões e tipo de equipamento. O quarto examinou a qualidade metodológica das evidências, com ênfase em limitações de desenho, heterogeneidade e risco de extrapolação indevida dos resultados.

Para organizar a análise, cada fonte foi examinada quanto ao tipo de estudo, objetivo, principais achados, relevância clínica e limitações metodológicas. Esse procedimento permitiu comparar diferentes níveis de evidência e evitar a justaposição acrítica de resultados.

A leitura crítica também considerou a data de publicação, a abrangência da população estudada, o tipo de ferida investigada e a capacidade do estudo de sustentar afirmações mais amplas. Sempre que possível, preferiram-se publicações recentes; contudo, estudos anteriores foram mantidos quando representavam referências clássicas ou estruturalmente importantes para a compreensão do tema.

Embora a revisão não tenha seguido fluxo PRISMA nem realizado cálculo de efeito agregado, buscou-se preservar rigor acadêmico em três dimensões. A primeira foi a qualidade das fontes, priorizando estudos revisados por pares e periódicos reconhecidos na área. A segunda foi a qualidade da síntese, evitando reproduções literais ou paráfrases muito próximas dos textos de origem. A terceira foi a qualidade interpretativa, expressa no esforço de problematizar os achados em vez de apenas reuni-los de maneira descritiva. Por se tratar de estudo baseado exclusivamente em literatura publicada, não houve envolvimento direto de participantes humanos nem necessidade de submissão a comitê de ética em pesquisa.

ARTIGOS UTILIZADOS NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para explicitar o corpus utilizado nesta revisão, apresenta-se a seguir a relação dos estudos centrais selecionados para sustentação teórica, análise crítica e discussão clínica. A inclusão dessa síntese visa dar maior transparência ao processo de construção do artigo e demonstrar quais referências fundamentaram diretamente a interpretação desenvolvida ao longo do texto.

Autoria	Ano	Tipo de estudo	Tema principal	Contribuição para esta revisão
Kuffler	2016	Revisão	Fotobiomodulação e cicatrização	Fundamentação conceitual e mecânica da terapia.
Machado, Viana e Sbruzzi	2017	Revisão sistemática	Laserterapia em lesões por pressão	Síntese da evidência clínica em lesões por

				pressão e discussão de parâmetros.
Huang, Chen, Xiong, Huang e Liu	2021	Meta-análise de ensaios randomizados	Laserterapia em úlceras do pé diabético	Evidência quantitativa sobre taxa de cicatrização, área da ferida e tempo de cura.
Leyane, Jere e Houreld	2021	Revisão	Sinalização celular e fotobiomodulação em feridas crônicas	Discussão aprofundada dos mecanismos biológicos e moleculares.
Bavaresco e Lucena	2022	Ensaio clínico randomizado	Terapia a laser de baixa potência em úlcera venosa	Evidência nacional aplicada ao cuidado clínico de úlceras venosas.
Silva, Iohan, Cassão e Capellari	2023	Revisão integrativa	Laserterapia de baixa intensidade no tratamento de feridas	Síntese da produção nacional recente e apoio à contextualização brasileira.
Taha, Daoud, Malik, Shettysookoor e Rahman	2024	Revisão sistemática e meta-análise	Efeitos do laser de baixa intensidade em feridas cutâneas	Síntese quantitativa atualizada sobre cicatrização e manejo da dor.
Silva, Silva, Martins, Bavaresco e Echevarría-Guanilo	2025	Revisão de escopo	Fotobiomodulação e terapia fotodinâmica em lesões por pressão	Atualização do mapeamento recente das terapias de luz em lesões por pressão.

A seleção desses estudos privilegiou publicações com pertinência direta ao objetivo do artigo, diversidade metodológica suficiente para análise crítica e representatividade nacional e internacional. Assim, a revisão foi estruturada a partir de literatura que contempla mecanismos de ação, cenários clínicos específicos, sínteses quantitativas e evidências produzidas no contexto brasileiro.

FUNDAMENTOS DA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS

A cicatrização é um processo biológico altamente organizado, cuja finalidade é restaurar a continuidade estrutural e funcional do tecido lesionado. Apesar de ser

didaticamente dividida em fases sucessivas, essa dinâmica ocorre de forma parcialmente sobreposta, com intensa comunicação molecular entre células inflamatórias, fibroblastos, queratinócitos, células endoteliais, plaquetas e componentes da matriz extracelular. Tal característica explica por que alterações sistêmicas ou locais, mesmo discretas, podem repercutir de maneira importante na evolução da ferida e transformar uma lesão inicialmente simples em quadro crônico e de difícil reparação (Leyane; Jere; Houreld, 2021, p. 2-6).

A primeira fase do processo cicatricial é a hemostasia, iniciada imediatamente após a lesão. Nesse momento, há vasoconstrição, ativação plaquetária e formação do coágulo, que cumpre dupla função: conter a perda sanguínea e oferecer matriz provisória para a migração celular subsequente. As plaquetas, além do papel hemostático, liberam mediadores bioquímicos que participam da sinalização do reparo, entre eles fatores de crescimento e citocinas que recrutam células inflamatórias para o local da lesão. Essa fase é breve, mas decisiva para a adequada transição às etapas seguintes.

Na sequência, instala-se a fase inflamatória, marcada pela chegada de neutrófilos, macrófagos e outros componentes do sistema imune. Durante essa etapa, ocorre depuração de detritos celulares, controle da contaminação microbiana e manutenção de uma rede de mediadores que regula a progressão do reparo. A inflamação é fisiologicamente necessária; contudo, quando persiste de modo prolongado, desorganizado ou excessivo, passa a atuar como obstáculo à cicatrização. Esse prolongamento inflamatório é um dos elementos mais característicos das feridas crônicas, nas quais se observam desequilíbrio de citocinas, aumento de proteases, hipóxia local e incapacidade de progressão ordenada para a fase proliferativa (Leyane; Jere; Houreld, 2021, p. 3-7).

A fase proliferativa corresponde ao momento em que o tecido inicia sua reconstrução. Nela ocorrem angiogênese, formação de tecido de granulação, proliferação de fibroblastos, deposição de matriz extracelular e migração de queratinócitos para reepitelização. Trata-se de etapa metabolicamente intensa, que depende de energia celular, oxigenação adequada, integridade vascular e sinalização bioquímica eficiente. Fibroblastos produzem colágeno e

outros componentes matriciais, enquanto células endoteliais promovem neovascularização necessária para suprir o tecido em formação.

Por fim, a fase de remodelamento envolve reorganização da matriz, maturação da cicatriz e fortalecimento tênsil do tecido reparado. Nessa etapa, o colágeno inicialmente depositado passa por rearranjos graduais, com substituição relativa do colágeno tipo III por colágeno tipo I e maior alinhamento das fibras conforme as tensões locais. Embora a cicatriz amadureça ao longo de semanas ou meses, o tecido reparado raramente recupera integralmente as propriedades mecânicas do tecido original. Isso significa que o sucesso do reparo não se resume ao fechamento da lesão, mas também à qualidade estrutural e funcional do tecido resultante.

A compreensão dessas fases é indispensável para interpretar qualquer terapia adjuvante destinada ao tratamento de feridas. Não basta afirmar que determinado recurso acelera a cicatrização; é necessário compreender em que parte do processo ele atua, de que forma interfere no ambiente celular e quais condições podem potencializar ou limitar sua eficácia. Nesse sentido, a fotobiomodulação ganha relevância por parecer exercer influência em múltiplos momentos do reparo, especialmente na modulação inflamatória, na bioenergética mitocondrial, na angiogênese e na organização da matriz (Kuffler, 2016, p. 109-114; Leyane; Jere; Houreld, 2021, p. 8-21).

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS DA FOTOBIMODULAÇÃO

A fotobiomodulação, frequentemente associada à terapia a laser de baixa intensidade, consiste no uso terapêutico de luz não ionizante para induzir respostas biológicas favoráveis sem produzir efeito térmico ablativo. Em termos práticos, trata-se de uma intervenção baseada na aplicação controlada de comprimentos de onda, geralmente no espectro do vermelho e do infravermelho próximo, com intensidade suficiente para desencadear respostas fotoquímicas e fotofísicas em células e tecidos. Essa definição é importante porque afasta a compreensão equivocada de que todo uso de laser se associa a destruição ou

cauterização tecidual. No caso da fotobiomodulação, o objetivo não é lesionar, mas modular funções biológicas (Kuffler, 2016, p. 107-110).

O mecanismo mais frequentemente descrito na literatura envolve a absorção da luz por cromóforos intracelulares, sobretudo a citocromo c oxidase, componente da cadeia respiratória mitocondrial. Quando esses cromóforos absorvem fótons em faixas adequadas, ocorre aumento da atividade mitocondrial e, conseqüentemente, elevação da produção de ATP. Como a reparação tecidual demanda intensa atividade metabólica, essa ampliação da disponibilidade energética pode favorecer proliferação celular, migração, síntese proteica e manutenção do metabolismo local. Essa hipótese bioenergética é central para compreender por que a terapia costuma ser associada à aceleração do reparo (Kuffler, 2016, p. 110-115; Leyane; Jere; Houreld, 2021, p. 10-14).

Contudo, a ação da fotobiomodulação não se limita ao aumento do ATP. Leyane, Jere e Houreld (2021, p. 12-21) mostram que a terapia também influencia vias de sinalização intracelular relacionadas ao cálcio, às MAPKs e à JAK/STAT. Essas vias participam da regulação de proliferação, diferenciação, sobrevivência e migração celular, especialmente em fibroblastos, queratinócitos e células endoteliais, que são componentes-chave do processo cicatricial. Desse modo, a fotobiomodulação não atua apenas como estímulo energético, mas como moduladora de redes celulares complexas que condicionam a resposta do tecido lesionado.

Outro ponto amplamente discutido refere-se ao papel das espécies reativas de oxigênio. Em concentrações fisiológicas, essas moléculas exercem funções importantes de sinalização; entretanto, quando produzidas em excesso, contribuem para estresse oxidativo, dano celular e manutenção de ambiente pró-inflamatório. Em feridas crônicas, esse desequilíbrio é especialmente relevante. A literatura sugere que a fotobiomodulação pode modular esse sistema redox, favorecendo condições mais adequadas ao reparo e reduzindo a permanência da lesão em estado inflamatório prolongado (Leyane; Jere; Houreld, 2021, p. 15-22).

A terapia também parece repercutir sobre a liberação de citocinas e fatores de crescimento. Esse aspecto ajuda a explicar por que, em diferentes estudos, se observam efeitos associados à neovascularização, formação de tecido de granulação, proliferação fibroblástica e reorganização do colágeno. O estímulo angiogênico é particularmente relevante, uma vez que a perfusão constitui requisito essencial para manutenção do metabolismo local, transporte de nutrientes, oxigenação tecidual e defesa imunológica (Kuffler, 2016, p. 112-118).

É importante ressaltar, entretanto, que esses efeitos dependem fortemente de parâmetros adequados de aplicação. Diferentes comprimentos de onda, densidades de energia, potências e frequências de uso podem resultar em respostas distintas, o que ajuda a compreender a heterogeneidade dos estudos clínicos. Em outras palavras, a existência de plausibilidade biológica não significa que qualquer aplicação luminosa produza os mesmos efeitos. A fotobiomodulação deve ser entendida como intervenção sensível à dosimetria e ao contexto biológico do tecido irradiado.

ANÁLISE CRÍTICA DAS FONTES UTILIZADAS

A reestruturação do presente artigo exigiu revisão cuidadosa do repertório bibliográfico empregado, justamente porque um dos problemas mais frequentes em manuscritos de revisão reside na limitação das fontes e na forma pouco crítica com que elas são mobilizadas. Em textos de revisão, o valor da argumentação depende diretamente da qualidade e da diversidade das referências. Quando a seleção bibliográfica é estreita, há maior risco de repetição de consensos aparentes, omissão de controvérsias e formulação de conclusões excessivamente categóricas. Por essa razão, a presente versão apoia-se em estudos nacionais e internacionais de maior densidade metodológica.

Entre as referências internacionais, a revisão de Kuffler (2016, p. 107-122) foi mantida por seu papel estruturante na discussão conceitual da fotobiomodulação, sobretudo quanto aos mecanismos gerais de ação e ao potencial terapêutico no reparo tecidual. Embora

não se trate de estudo quantitativo, sua relevância reside em oferecer base teórica ampla para compreender a lógica biológica da intervenção. Já a revisão de Leyane, Jere e Houreld (2021, p. 1-32) aprofunda o debate ao focar sinalização celular em feridas crônicas, aspecto fundamental para sustentar uma explicação mais sofisticada dos efeitos terapêuticos.

No campo da evidência clínica sintetizada, destacam-se a revisão sistemática de Machado, Viana e Sbruzzi (2017, p. 937-944), a meta-análise de Huang, Chen, Xiong, Huang e Liu (2021, p. 763-776) e a revisão sistemática com meta-análise de Taha, Daoud, Malik, Shettysowkooor e Rahman (2024, e72542). Esses estudos oferecem três vantagens importantes. A primeira é o exame de desfechos concretos, como redução da área da ferida, tempo de cicatrização, taxa de fechamento e alívio da dor. A segunda é a possibilidade de comparar resultados entre populações e tipos de ferida distintos. A terceira é a exposição das próprias limitações da literatura, o que impede leitura triunfalista dos resultados.

No cenário brasileiro, foram incorporadas referências particularmente relevantes para aproximar a revisão da realidade assistencial nacional. O ensaio clínico de Bavaresco e Lucena (2022, p. 1-7) foi decisivo por apresentar evidência clínica aplicada à úlcera venosa em contexto brasileiro, demonstrando efeitos favoráveis da terapia a laser de baixa potência como adjuvante ao tratamento convencional. A revisão integrativa de Silva, Iohan, Cassão e Capellari (2023, e023004), por sua vez, foi útil para mapear como a produção nacional recente tem sintetizado os resultados da laserterapia em feridas. Já a revisão de escopo de Silva, Silva, Martins, Bavaresco e Echevarría-Guanilo (2025, p. 1-15) ampliou a discussão sobre lesões por pressão e terapias de luz, contribuindo para a atualização temática.

A análise crítica dessas fontes mostra que existe convergência importante quanto ao potencial clínico favorável da fotobiomodulação. Em diferentes desenhos de estudo, repetem-se achados relacionados à redução da dor, aceleração do fechamento da ferida, estímulo à granulação, melhora de indicadores clínicos do leito e benefício adjuvante em feridas crônicas. Essa convergência não deve ser ignorada, porque constitui sinal relevante

de plausibilidade clínica. Quando efeitos semelhantes são observados em diferentes populações e contextos, o argumento científico se fortalece.

Entretanto, essa mesma literatura também evidencia fragilidades importantes. Diversos estudos apresentam amostras reduzidas, grande heterogeneidade de protocolos, multiplicidade de comprimentos de onda e densidades de energia, além de diferenças nos instrumentos de avaliação dos desfechos. Em alguns casos, a qualidade global da evidência é considerada baixa ou muito baixa, como destacado por Huang, Chen, Xiong, Huang e Liu (2021, p. 770-774) ao aplicar o sistema GRADE. Isso significa que, embora os resultados sejam promissores, a segurança com que se pode estimar a magnitude do efeito ainda é limitada.

Estudo	Tipo de estudo	Contribuição principal	Limitação relevante
Kuffler (2016)	Revisão	Discute mecanismos gerais e plausibilidade biológica da fotobiomodulação.	Não produz síntese quantitativa dos desfechos.
Leyane, Jere e Houreld (2021)	Revisão	Aprofunda vias de sinalização celular em feridas crônicas.	Ênfase maior em mecanismos do que em comparações clínicas.
Machado, Viana e Sbruzzi (2017)	Revisão sistemática	Examina o uso em lesões por pressão e destaca melhor desempenho com 658 nm.	Pequeno número de estudos incluídos.
Huang, Chen, Xiong, Huang e Liu (2021)	Meta-análise	Mostra benefício em úlcera do pé diabético quanto à área, cicatrização e tempo de cura.	Evidência classificada como muito baixa pelo GRADE.
Bavaresco e Lucena (2022)	Ensaio clínico randomizado	Demonstra benefício adjuvante em úlcera venosa em cenário brasileiro.	Amostra relativamente limitada.
Silva, Iohan, Cassão e Capellari (2023)	Revisão integrativa	Resume a literatura nacional recente sobre laserterapia e feridas.	Menor robustez metodológica quando comparada a revisões sistemáticas.
Taha, Daoud, Malik, Shettysowkoor e Rahman (2024)	Revisão sistemática e meta-análise	Reforça efeitos favoráveis sobre	Heterogeneidade de protocolos e necessidade

		cicatrização e dor em feridas cutâneas.	de estudos mais padronizados.
Silva, Silva, Martins, Bavaresco e Echevarría-Guanilo (2025)	Revisão de escopo	Atualiza o mapeamento de terapias de luz em lesões por pressão.	Não consolida estimativa quantitativa de efeito.

Desse conjunto decorre uma conclusão analítica importante: o debate científico sobre fotobiomodulação não se resume a saber se existem ou não efeitos terapêuticos, mas a compreender quais efeitos são mais consistentes, em quais tipos de ferida, sob quais parâmetros e com qual grau de certeza metodológica.

EVIDÊNCIAS CLÍNICAS DA FOTOBIMODULAÇÃO NA CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS

FERIDAS CUTÂNEAS EM GERAL

Quando se considera o conjunto das feridas cutâneas, independentemente da etiologia específica, a literatura recente sugere que a fotobiomodulação apresenta efeito favorável sobre desfechos clínicos importantes, especialmente redução da dor, diminuição da área da lesão e aceleração do fechamento tecidual. Esse panorama mais amplo é relevante porque mostra que os benefícios da terapia não se restringem a uma única categoria de ferida, embora a magnitude e a consistência dos resultados variem conforme o desenho do estudo e as características da população avaliada.

A meta-análise de Taha, Daoud, Malik, Shettysowkoo e Rahman (2024, e72542) reuniu 18 ensaios clínicos randomizados e 670 feridas cutâneas, constituindo uma das sínteses mais úteis nesse plano geral. Os autores encontraram maior redução percentual da área das feridas, aumento da taxa de cicatrização e diminuição significativa da dor nos grupos tratados com laser de baixa intensidade em comparação aos controles. Esses achados são clinicamente expressivos porque indicam que a terapia pode atuar tanto sobre a progressão

objetiva do reparo quanto sobre a experiência subjetiva do paciente, especialmente no que diz respeito ao desconforto durante o tratamento.

A relevância da analgesia merece atenção particular. Em pacientes com feridas extensas ou persistentes, a dor interfere no repouso, no humor, na mobilidade, na tolerância às trocas de curativo e na adesão global ao plano terapêutico. Assim, uma intervenção que reduza dor sem acrescentar efeitos adversos significativos ganha valor assistencial adicional. Nesse sentido, a fotobiomodulação se diferencia de recursos exclusivamente tópicos ou mecânicos, pois parece oferecer benefício sintomático e reparador ao mesmo tempo.

Entretanto, a análise crítica impõe prudência. Estudos agrupados sob o rótulo “feridas cutâneas” frequentemente incluem lesões de origens diferentes, com gravidade variável e contextos assistenciais heterogêneos. Isso significa que, embora o balanço geral seja favorável, não se deve presumir que todos os tipos de ferida respondam de modo equivalente à fotobiomodulação. Além disso, a diversidade de protocolos dificulta a definição de uma recomendação universal. Assim, o conjunto de evidências sugere utilidade clínica ampla, mas ainda não autoriza padronização indiscriminada.

ÚLCERAS DO PÉ DIABÉTICO

As úlceras do pé diabético compõem um dos cenários mais desafiadores do cuidado em feridas. O problema não se resume à presença de uma lesão cutânea, mas envolve neuropatia periférica, alterações micro e macrovasculares, prejuízo da resposta imunológica, aumento da suscetibilidade à infecção e maior risco de amputação. Em muitos pacientes, a lesão é percebida tardiamente, evolui de forma silenciosa e encontra ambiente biológico profundamente desfavorável ao reparo. Por isso, terapias adjuvantes capazes de melhorar o microambiente da ferida despertam grande interesse clínico.

Nesse contexto, a fotobiomodulação tem sido proposta como intervenção capaz de estimular microcirculação, modular inflamação e favorecer atividade fibroblástica,

contribuindo para o fechamento de lesões refratárias. A meta-análise de Huang, Chen, Xiong, Huang e Liu (2021, p. 763-776) reúne evidências particularmente relevantes ao incluir 13 ensaios clínicos randomizados e 413 pacientes com úlcera do pé diabético. Segundo os autores, em comparação com os grupos controle, a terapia aumentou a taxa de cicatrização completa, reduziu a área das úlceras e encurtou o tempo médio de cicatrização (Huang; Chen; Xiong; Huang; Liu, 2021, p. 767-771).

Esses achados possuem importância clínica evidente. Em pessoas com diabetes, reduzir o tempo de permanência da ferida aberta significa diminuir a janela de exposição a infecções profundas, osteomielite, internações repetidas e procedimentos mutiladores. Além disso, a aceleração do reparo pode aliviar carga emocional importante, uma vez que úlceras persistentes frequentemente se associam a medo de amputação, dependência familiar e limitação funcional progressiva.

Todavia, a própria meta-análise alerta para um aspecto crucial: a qualidade global da evidência foi classificada como muito baixa pelo sistema GRADE. Isso não invalida os resultados, mas indica que novas pesquisas podem modificar substancialmente a estimativa de efeito e a confiança nas conclusões atuais. Em linguagem prática, o cenário é promissor, porém ainda insuficientemente estável para recomendações absolutas (Huang; Chen; Xiong; Huang; Liu, 2021, p. 770-774).

Desse modo, a evidência atualmente disponível permite sustentar que a fotobiomodulação é adjuvante promissora no cuidado ao pé diabético, especialmente quando integrada a medidas clássicas de manejo, como controle metabólico, desbridamento, alívio de pressão, avaliação vascular e tratamento de infecções. O equívoco seria interpretá-la como substituta desses pilares. A contribuição mais sensata da literatura é mostrar que a terapia pode melhorar desfechos dentro de um plano de cuidado complexo e interdisciplinar.

ÚLCERAS VENOSAS

As úlceras venosas destacam-se entre as feridas crônicas de maior prevalência, especialmente em adultos e idosos com insuficiência venosa crônica, edema, hipertensão venosa e histórico de recorrência. Caracterizam-se, em muitos casos, por evolução prolongada, exsudação persistente, dor, limitação funcional e intenso impacto psicossocial. O tratamento convencional baseia-se principalmente em terapia compressiva, curativos adequados e controle dos fatores hemodinâmicos subjacentes. No entanto, a resposta terapêutica pode ser lenta, o que justifica a busca por recursos adjuvantes capazes de acelerar o reparo.

É justamente nesse cenário que a produção brasileira oferece contribuição importante. O ensaio clínico randomizado conduzido por Bavaresco e Lucena (2022, p. 1-7) comparou tratamento convencional isolado com tratamento convencional associado à terapia a laser de baixa potência em pacientes com úlcera venosa acompanhados em serviço ambulatorial. Os resultados revelaram cicatrização mais precoce no grupo intervenção, maior proporção de úlceras cicatrizadas ao final do seguimento e melhora significativa em indicadores clínicos relevantes, como granulação, exsudato e formação de cicatriz (Bavaresco; Lucena, 2022, p. 4-6).

A importância desse estudo vai além do resultado positivo em si. Ele demonstra que a pesquisa clínica conduzida no contexto brasileiro é capaz de produzir evidência aplicada, próxima da realidade do cuidado em enfermagem e do manejo ambulatorial de feridas. Isso fortalece a pertinência prática da fotobiomodulação, pois os achados deixam de depender exclusivamente de cenários externos e passam a dialogar com serviços, perfis de pacientes e dinâmicas assistenciais compatíveis com o cotidiano nacional.

Ao mesmo tempo, a análise crítica requer cautela. Úlceras venosas são fortemente influenciadas por adesão à compressão, mobilidade do paciente, controle do edema, tempo de existência da lesão, presença de infecção, nutrição e comorbidades. Assim, embora a melhora observada com a terapia a laser de baixa potência seja encorajadora, a generalização

para todos os pacientes depende de estudos adicionais e de protocolos comparáveis. Ensaios isolados, ainda que metodologicamente relevantes, precisam ser interpretados como parte de um conjunto progressivo de evidências.

Portanto, nas úlceras venosas, a literatura sugere que a fotobiomodulação tem potencial para melhorar a evolução clínica quando utilizada como adjuvante ao tratamento convencional. Seu valor parece residir especialmente na aceleração do reparo e na qualificação das condições locais da ferida. Contudo, a incorporação desse recurso deve permanecer articulada aos pilares hemodinâmicos do tratamento, sobretudo à compressão, sem a qual qualquer melhora tende a tornar-se biologicamente limitada ou temporária.

LESÕES POR PRESSÃO

As lesões por pressão são eventos complexos e multifatoriais, relacionados à compressão prolongada dos tecidos, cisalhamento, umidade, fricção, imobilidade, estado nutricional e gravidade clínica do paciente. Sua ocorrência, especialmente em contextos hospitalares, institucionais e domiciliares de longa permanência, representa importante marcador de vulnerabilidade assistencial e biológica. O manejo dessas lesões exige redistribuição de pressão, controle da umidade, higiene adequada, nutrição, avaliação de perfusão e monitoramento de infecção. Diante de tal complexidade, a fotobiomodulação tem sido estudada como recurso complementar, e não substitutivo, voltado à qualificação do microambiente reparador.

A revisão sistemática de Machado, Viana e Sbruzzi (2017, p. 937-944) examinou ensaios randomizados sobre laser de baixa intensidade em lesões por pressão e encontrou apenas quatro estudos elegíveis. Esse dado, por si só, já revela uma limitação importante do campo: embora o interesse clínico exista, a densidade da evidência ainda é reduzida. Mesmo assim, os autores observaram resultados mais favoráveis com o comprimento de onda de 658 nm, incluindo redução importante da área da lesão e melhora da cicatrização, enquanto outros

parâmetros não demonstraram desempenho equivalente (Machado; Viana; Sbruzzi, 2017, p. 940-942).

Esse resultado é relevante por duas razões. Primeiramente, sugere que a fotobiomodulação pode efetivamente produzir efeito clínico positivo em lesões por pressão. Em segundo lugar, reforça a noção de que o êxito terapêutico depende de parâmetros específicos, e não apenas do uso genérico da luz. Portanto, a terapia não deve ser tratada como técnica indiferenciada, já que diferentes comprimentos de onda podem gerar respostas biológicas distintas.

A revisão de escopo de Silva, Silva, Martins, Bavaresco e Echevarría-Guanilo (2025, p. 1-15) amplia esse panorama ao mapear o uso de fotobiomodulação e terapia fotodinâmica no tratamento de lesões por pressão. As autoras identificam resultados promissores relacionados à cicatrização, à redução do tamanho das lesões e à melhora de indicadores clínicos. Entretanto, como se trata de revisão de escopo, sua função principal é mapear a produção existente, e não consolidar magnitude de efeito. Ainda assim, o estudo é valioso por demonstrar que o tema permanece ativo e em expansão na literatura contemporânea.

Em síntese, a evidência específica para lesões por pressão parece menos robusta do que a observada em úlceras venosas ou pé diabético, mas ainda assim aponta direção clinicamente promissora. A terapia pode contribuir para o reparo, sobretudo quando os parâmetros são adequados e o cuidado básico é bem executado. O desafio central permanece sendo ampliar o número de estudos clínicos comparáveis, com protocolos bem definidos e desfechos padronizados.

EFEITOS TERAPÊUTICOS MAIS FREQUENTEMENTE DESCRITOS

Ao analisar a literatura como um todo, torna-se possível identificar um núcleo relativamente estável de efeitos terapêuticos atribuídos à fotobiomodulação. Embora a intensidade desses efeitos varie conforme o tipo de ferida, o desenho metodológico e o

protocolo de aplicação, há repetição suficiente de alguns achados para que eles sejam considerados centrais na interpretação do tema. Esses efeitos podem ser organizados em quatro grandes dimensões: modulação inflamatória, analgesia, aceleração do reparo e melhora da qualidade do tecido cicatricial.

Na primeira dimensão, a modulação inflamatória aparece como um dos pilares mais coerentes da literatura. Feridas crônicas, em especial, costumam permanecer em estado inflamatório prolongado, com manutenção de citocinas pró-inflamatórias, aumento de proteases e ambiente oxidativo desfavorável ao reparo. Ao interferir em vias celulares e no equilíbrio redox, a fotobiomodulação parece favorecer a transição para um estágio biologicamente mais propício ao tecido de granulação e à reepitelização (Leyane; Jere; Houreld, 2021, p. 15-22).

A segunda dimensão é a analgesia. A meta-análise de Taha, Daoud, Malik, Shettysowkooor e Rahman (2024, e72542) identificou redução significativa da dor associada ao uso da terapia em feridas cutâneas. Esse dado possui relevância clínica que vai além do conforto imediato. Dor persistente pode comprometer sono, mobilidade, humor, sociabilidade e adesão ao tratamento. Curativos dolorosos tendem a ser tolerados com maior dificuldade, o que pode interferir no comparecimento a consultas e na aceitação de medidas terapêuticas. Assim, uma intervenção que reduza dor pode melhorar indiretamente todo o itinerário assistencial do paciente.

A terceira dimensão envolve a aceleração objetiva do reparo. Em diferentes estudos, repetem-se desfechos como redução da área da ferida, maior taxa de cicatrização completa e menor tempo médio para fechamento. Esses achados aparecem com destaque em úlceras do pé diabético, úlceras venosas e feridas cutâneas em GERAL (Huang; Chen; Xiong; Huang; Liu, 2021, p. 767-771; Bavaresco; Lucena, 2022, p. 4-6; Taha; Daoud; Malik; Shettysowkooor; Rahman, 2024, e72542). Embora os resultados não sejam perfeitamente homogêneos, a direção favorável observada em diferentes contextos sustenta a ideia de que a terapia possui valor reparador concreto.

A quarta dimensão refere-se à qualidade do tecido cicatricial. Nem todos os estudos avaliam esse aspecto com a mesma precisão, mas há descrições recorrentes de melhora da granulação, reorganização do colágeno, avanço da reepitelização e formação de tecido com aspecto mais favorável. Em algumas feridas, especialmente as crônicas, esses elementos podem ser tão relevantes quanto a redução da área, pois indicam que o reparo está se tornando biologicamente mais estável e menos suscetível à estagnação.

Efeito clínico	Achados recorrentes na literatura	Força interpretativa nesta revisão
Redução da dor	Observada em revisões e meta-análises, especialmente em feridas cutâneas.	Moderada.
Redução da área da ferida	Descrita em feridas cutâneas, lesões por pressão e pé diabético.	Moderada.
Aumento da taxa de cicatrização completa	Evidenciada sobretudo em pé diabético e feridas cutâneas.	Moderada.
Menor tempo de cicatrização	Relatado em meta-análises e estudos clínicos nacionais.	Moderada.
Melhora da granulação e do exsudato	Mais visível em estudos clínicos de úlcera venosa.	Moderada.
Melhor organização do tecido cicatricial	Sugerida por estudos clínicos e pela plausibilidade biológica.	Moderada.
Padronização ideal dos parâmetros	Ainda indefinida na literatura.	Baixa.

A utilidade dessa síntese é mostrar que a fotobiomodulação apresenta conjunto coerente de efeitos terapêuticos possíveis, mas que o avanço do campo depende de traduzir esses achados em protocolos mais estáveis, comparáveis e reproduzíveis.

PARÂMETROS TERAPÊUTICOS E DESAFIOS DE PADRONIZAÇÃO

Um dos maiores obstáculos para a consolidação da fotobiomodulação no tratamento de feridas não reside propriamente na ausência de resultados positivos, mas na dificuldade de padronizar os parâmetros terapêuticos. Em muitos estudos, a terapia apresenta efeitos

promissores; entretanto, tais efeitos são observados sob condições muito variadas de comprimento de onda, potência, densidade de energia, tempo por ponto, número de sessões, periodicidade, forma de aplicação, distância da pele e tipo de equipamento. Essa heterogeneidade compromete a comparabilidade entre estudos e dificulta a formulação de protocolos clínicos amplamente aceitos.

Kuffler (2016, p. 114-119) destaca que diferentes faixas de comprimento de onda vêm sendo utilizadas em pesquisa experimental e clínica, sem que exista consenso definitivo sobre a combinação ideal para todos os contextos de reparo. Isso ocorre porque a resposta biológica à luz depende não apenas do equipamento, mas também da profundidade tecidual visada, da condição metabólica do tecido, do grau de inflamação local e da própria etiologia da ferida. Assim, seria simplificador supor que um único protocolo possa responder igualmente a feridas superficiais, cavitárias, infectadas, isquêmicas ou altamente exsudativas.

A revisão sistemática de Machado, Viana e Sbruzzi (2017, p. 940-942) ilustra bem esse problema ao apontar resultados mais favoráveis com 658 nm em lesões por pressão, enquanto outros comprimentos de onda não demonstraram a mesma consistência. Esse achado sugere que pequenas variações de dosimetria podem modificar substancialmente a resposta clínica. Já a revisão de escopo de Silva, Silva, Martins, Bavaresco e Echevarría-Guanilo (2025, p. 6-10) mostra recorrência de faixas como 658 nm, 660 nm e 980 nm em diferentes contextos, indicando que o campo ainda trabalha com múltiplas possibilidades sem consenso plenamente consolidado.

Além do comprimento de onda, a densidade de energia constitui variável crítica. Doses insuficientes podem não produzir efeito biológico relevante, ao passo que doses inadequadamente elevadas podem gerar resposta subótima ou diferente da desejada. Esse princípio, frequentemente descrito como dependência dose-resposta, explica por que a fotobiomodulação não deve ser reduzida a um procedimento tecnicamente simples apenas por utilizar baixa intensidade. A efetividade terapêutica parece depender de equilíbrio fino entre intensidade, duração e frequência das aplicações.

Na prática clínica, essa indefinição metodológica impõe cautela. Profissionais que utilizam fotobiomodulação precisam apoiar-se em capacitação técnica, leitura crítica da literatura e avaliação individualizada do caso, evitando aplicação automatizada baseada apenas na disponibilidade do equipamento. O domínio dos parâmetros é parte do cuidado, e não detalhe acessório. Uma intervenção biologicamente promissora pode perder efetividade ou ser mal interpretada se for empregada sem critério.

Do ponto de vista científico, o avanço do campo depende de estudos comparativos mais consistentes, capazes de testar protocolos de forma mais uniforme e de relacionar dosimetria com tipo de ferida, profundidade, tempo de evolução e desfechos relevantes. Somente com maior padronização será possível transformar os sinais favoráveis já observados em recomendações clínicas de maior precisão e aplicabilidade.

LIMITAÇÕES DA LITERATURA E IMPLICAÇÕES PARA A PRÁTICA

A literatura sobre fotobiomodulação em feridas cresceu de forma significativa nos últimos anos, mas esse crescimento quantitativo não elimina a presença de limitações metodológicas importantes. Reconhecer tais limites é essencial para evitar interpretações distorcidas e para posicionar corretamente a terapia dentro do cuidado baseado em evidências. Em vez de enfraquecer o campo, essa postura crítica contribui para sua maturidade científica.

A primeira limitação recorrente é a heterogeneidade metodológica. Revisões e meta-análises frequentemente reúnem estudos com diferentes tipos de ferida, protocolos distintos de aplicação, amostras pequenas e desfechos clínicos variados. Alguns trabalhos avaliam redução da área da lesão; outros focam tempo de fechamento, dor, tecido de granulação ou indicadores específicos do leito da ferida. Essa diversidade dificulta comparações diretas e reduz a precisão das sínteses quantitativas. Como resultado, mesmo quando a direção do efeito é favorável, a segurança sobre sua magnitude permanece limitada (Taha; Daoud; Malik; Shettysowkoor; Rahman, 2024, e72542).

A segunda limitação refere-se à qualidade global da evidência. A meta-análise de Huang, Chen, Xiong, Huang e Liu (2021, p. 770-774), por exemplo, encontrou benefícios relevantes em úlceras do pé diabético, mas classificou a evidência como muito baixa pelo sistema GRADE. Em lesões por pressão, Machado, Viana e Sbruzzi (2017, p. 937-944) identificaram número reduzido de estudos randomizados, o que impede generalizações mais robustas. Esses dados mostram que o problema não está necessariamente na ausência de efeito, mas na insuficiência de estudos grandes, bem controlados e comparáveis.

A terceira limitação está ligada ao risco de supervalorização clínica. Em parte da literatura secundária, a fotobiomodulação aparece em linguagem excessivamente afirmativa, como se os benefícios já estivessem totalmente consolidados para qualquer contexto. Essa postura ignora que feridas são biologicamente heterogêneas e que recursos adjuvantes dependem de cuidado global bem executado. Quando a terapia é apresentada como solução autônoma, corre-se o risco de obscurecer a importância de controle glicêmico, compressão, alívio de pressão, nutrição, desbridamento e manejo etiológico da lesão.

Essas limitações produzem implicações práticas importantes. A primeira delas é que a fotobiomodulação deve ser incorporada com critério e individualização, e não por modismo tecnológico. A segunda é que sua indicação precisa estar vinculada a avaliação clínica abrangente do paciente e da ferida. A terceira é que a monitorização dos resultados deve fazer parte do processo terapêutico; isto é, não basta aplicar a técnica, sendo necessário observar sistematicamente se há melhora da dor, evolução da área, alteração do exsudato, qualidade do tecido e velocidade de cicatrização.

Outro ponto fundamental é a capacitação profissional. Uma tecnologia potencialmente útil pode ser empregada de maneira inadequada se seus fundamentos e parâmetros não forem bem compreendidos. Isso vale especialmente para contextos interdisciplinares, nos quais diferentes categorias profissionais podem participar do cuidado em feridas. A formação continuada e a construção de protocolos institucionais baseados em

evidências tornam-se, portanto, elementos centrais para o uso responsável da fotobiomodulação.

CONTRIBUIÇÕES PARA A ENFERMAGEM E PARA O CUIDADO INTERDISCIPLINAR

A discussão sobre fotobiomodulação possui relevância especial para a enfermagem, sobretudo nas áreas de dermatologia, estomaterapia, ambulatórios de feridas, atenção domiciliar, instituições de longa permanência e unidades hospitalares. Isso ocorre porque o enfermeiro frequentemente participa de maneira central da avaliação do leito da ferida, da escolha e troca de coberturas, do monitoramento de sinais clínicos, da educação em saúde e do acompanhamento longitudinal de pacientes com lesões agudas ou crônicas. Em muitos contextos, é a equipe de enfermagem que sustenta a continuidade concreta do cuidado.

Sob essa perspectiva, a fotobiomodulação não deve ser vista apenas como tecnologia adicional, mas como recurso que pode ampliar o repertório terapêutico da prática clínica quando utilizado de modo qualificado. O ensaio clínico brasileiro de Bavaresco e Lucena (2022, p. 1-7) é emblemático, pois demonstra que a produção científica conduzida no campo da enfermagem pode gerar evidência relevante, aplicada e metodologicamente útil ao tratamento de úlceras venosas. Esse tipo de estudo fortalece a autonomia técnica da profissão e sua contribuição para o avanço do cuidado baseado em evidências.

Além disso, revisões nacionais recentes, como a de Silva, Iohan, Cassão e Capellari (2023, e023004) e a de Silva, Silva, Martins, Bavaresco e Echevarría-Guanilo (2025, p. 1-15), mostram que o debate sobre terapias de luz já se insere de forma mais consistente na literatura brasileira em saúde e enfermagem. Isso favorece a formação de profissionais mais preparados para ler criticamente as evidências, selecionar indicações com maior precisão e dialogar com equipes multiprofissionais na elaboração de condutas.

No plano assistencial, a enfermagem ocupa posição estratégica na identificação de pacientes que podem se beneficiar de terapias adjuvantes. Por acompanhar de forma longitudinal a evolução das lesões, o enfermeiro consegue observar não apenas medidas quantitativas, como área e profundidade, mas também mudanças sutis em dor, exsudato, tecido de granulação, odor, bordas e pele perilesional. Esses elementos são essenciais para avaliar a resposta à fotobiomodulação e decidir, em conjunto com a equipe, sobre continuidade, ajuste ou suspensão da intervenção.

Entretanto, as contribuições do tema não se restringem à enfermagem. A fotobiomodulação dialoga com medicina, fisioterapia, odontologia e outras áreas envolvidas no reparo tecidual. Essa transversalidade é positiva porque amplia possibilidades terapêuticas, mas também exige protocolos institucionais claros, definição de competências, linguagem comum entre os profissionais e compromisso com indicadores objetivos de resultado. O cuidado interdisciplinar não consiste apenas na atuação simultânea de diferentes categorias, mas na construção compartilhada de objetivos e critérios clínicos.

Por fim, a incorporação responsável da fotobiomodulação pode favorecer inovação clínica com base científica, desde que não se desconecte dos fundamentos do cuidado integral. O potencial tecnológico da terapia só se realiza plenamente quando articulado à avaliação global do paciente, ao manejo etiológico da ferida e ao trabalho interdisciplinar. Sob essa ótica, a principal contribuição do tema para a prática não é substituir saberes consolidados, mas qualificá-los por meio de uma intervenção adicional, biologicamente plausível e progressivamente respaldada por evidências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada permite afirmar que a fotobiomodulação ocupa lugar cada vez mais relevante no debate contemporâneo sobre o tratamento adjuvante de feridas. A literatura nacional e internacional examinada demonstra que essa intervenção apresenta plausibilidade biológica consistente e resultados clínicos favoráveis em diferentes contextos,

especialmente no que se refere à modulação inflamatória, redução da dor, estímulo à angiogênese, melhora do tecido de granulação, aceleração do fechamento da lesão e qualificação do reparo tecidual. Tais benefícios foram descritos em feridas cutâneas gerais, úlceras do pé diabético, úlceras venosas e lesões por pressão.

Entretanto, uma leitura cientificamente responsável exige reconhecer que o campo ainda convive com limitações significativas. A heterogeneidade dos protocolos, o reduzido tamanho amostral de muitos estudos, a diversidade de desfechos utilizados e a qualidade metodológica nem sempre elevada impedem que se formulem recomendações universalmente definitivas. Em alguns cenários, como o das úlceras do pé diabético, os resultados são promissores, mas a confiança global da evidência permanece limitada. Em outros, como o das lesões por pressão, a escassez de estudos comparáveis ainda restringe a robustez das conclusões.

Dessa forma, a principal contribuição desta revisão não é apenas reafirmar potenciais benefícios da fotobiomodulação, mas situá-los dentro de uma interpretação crítica e equilibrada. A terapia não deve ser tratada nem como recurso experimental marginal, sem valor clínico concreto, nem como solução universal capaz de substituir o cuidado etiológico e interdisciplinar em feridas. A formulação mais adequada, à luz da literatura revisada, é reconhecê-la como terapia adjuvante promissora, clinicamente plausível e progressivamente respaldada por evidências, cuja utilização deve ser orientada por critérios técnicos, avaliação individualizada e monitoramento rigoroso da evolução da lesão.

Também se conclui que o avanço do campo depende de maior padronização dos parâmetros terapêuticos. Não basta demonstrar que a fotobiomodulação pode favorecer a cicatrização; é necessário esclarecer com maior precisão quais comprimentos de onda, densidades de energia, frequências de aplicação e perfis de paciente produzem melhor resposta em cada tipo de ferida. Essa agenda de pesquisa é fundamental para transformar resultados promissores em protocolos mais seguros, reprodutíveis e amplamente aplicáveis.

Para a enfermagem e para as demais áreas envolvidas no cuidado em feridas, a fotobiomodulação representa oportunidade de qualificação da prática, desde que empregada com formação adequada, integração multiprofissional e compromisso com a avaliação objetiva dos desfechos. Mais do que incorporar uma tecnologia, trata-se de incorporá-la de maneira eticamente responsável, cientificamente fundamentada e assistencialmente pertinente.

Em conclusão, a fotobiomodulação mostra-se relevante no cenário do reparo tecidual contemporâneo e merece continuidade de investigação e uso clínico criterioso. Seu potencial é real, mas sua consolidação depende da maturidade metodológica do campo e da capacidade dos profissionais de integrar inovação tecnológica com princípios clássicos do cuidado integral ao paciente com feridas.

REFERÊNCIAS

BAVARESCO, Taline; LUCENA, Amália de Fátima. Terapia a laser de baixa potência na cicatrização de úlcera venosa: ensaio clínico randomizado. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 75, n. 3, e20210396, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0396>.

HUANG, Jing; CHEN, Jiangqiong; XIONG, Shuyuan; HUANG, Jingui; LIU, Zhiping. The effect of low-level laser therapy on diabetic foot ulcers: a meta-analysis of randomised controlled trials. **International Wound Journal**, Hoboken, v. 18, n. 6, p. 763-776, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/iwj.13577>.

KUFFLER, Damien P. Photobiomodulation in promoting wound healing: a review. **Regenerative Medicine**, London, v. 11, n. 1, p. 107-122, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2217/rme.15.82>.

LEYANE, Thobekile S.; JERE, Sandy W.; HOURELD, Nicolette N. Cellular signalling and photobiomodulation in chronic wound repair. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel, v. 22, n. 20, 11223, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms222011223>.

MACHADO, Renata Saltiel; VIANA, Suane; SBRUZZI, Graciele. Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review. **Lasers in Medical Science**, London, v. 32, n. 4, p. 937-944, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2150-9>.

COTTA, S.M.O.; SANTANA, M.S.M.; ANTUNES, R.B.P.C.; ALMEIDA, F.F. A fotobiomodulação na cicatrização de feridas: revisão bibliográfica crítica da produção nacional e internacional. **Revista Eletrônica Amplamente**, Natal/RN, v. 5, n. 2, p. 491-519, abr./jun., 2026.



SILVA, Alexandra Martins da; SILVA, Gabriela Machado; MARTINS, Jecsara Celi; BAVARESCO, Taline; ECHEVARRÍA-GUANILO, Maria Elena. Photobiomodulation and photodynamic therapy in the treatment of pressure injuries: a scoping review. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 33, e4488, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/1518-8345.7495.4488>.

SILVA, Eliézer Bueno da; IOHAN, Fabíola; CASSÃO, Gisele; CAPELLARI, Claudia. Laserterapia de baixa intensidade no tratamento de feridas: uma revisão integrativa de literatura. **Revista Enfermagem Atual in Derme**, Rio de Janeiro, v. 97, n. 3, e023004, 2023. DOI: <https://doi.org/10.31011/reaid-2023-v.97-n.3-art.1601>.

TAHA, Nadia; DAOUD, Hasan; MALIK, Tahira; SHETTYSOWKOOR, Jeevith; RAHMAN, Shafiq. The effects of low-level laser therapy on wound healing and pain management in skin wounds: a systematic review and meta-analysis. **Cureus**, Palo Alto, v. 16, n. 10, e72542, 2024. DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.72542>.

Submissão: novembro de 2025. Aceite: dezembro de 2025. Publicação: abril de 2026.

COTTA, S.M.O.; SANTANA, M.S.M.; ANTUNES, R.B.P.C.; ALMEIDA, F.F. A fotobiomodulação na cicatrização de feridas: revisão bibliográfica crítica da produção nacional e internacional. **Revista Eletrônica Amplamente**, Natal/RN, v. 5, n. 2, p. 491-519, abr./jun., 2026.

