

## USO DE LUZ LED E TERAPIAS FOTOBIMODULADORAS NO CONTROLE DE ACNE GRAVE E ROSÁcea

Nathalia de Castro Fraga<sup>1</sup>

Maria Elisa Latini Viana<sup>2</sup>

Gabriela Almeida Rocha<sup>3</sup>

Giovanni Rodrigues Moraes Rocha<sup>4</sup>

Rômulo Vasconcellos Ribeiro Matos<sup>5</sup>

**RESUMO:** **Introdução:** A acne grave e a rosácea são condições dermatológicas inflamatórias crônicas, com impactos significativos na qualidade de vida. Terapias convencionais, como antibióticos e retinóides, frequentemente apresentam efeitos colaterais ou resistência, impulsionando a busca por alternativas. Nesse contexto, o uso de luz LED e terapias fotobiomoduladoras ganhou destaque, fundamentado em mecanismos como modulação da resposta inflamatória, redução da atividade das glândulas sebáceas e ação bactericida. Estudos recentes destacaram o potencial dessas tecnologias em regular processos celulares, como a produção de espécies reativas de oxigênio e a expressão de citocinas pró-inflamatórias, oferecendo uma abordagem não invasiva e complementar. Apesar do crescente interesse, lacunas persistem quanto à padronização de protocolos e eficácia comparativa entre diferentes comprimentos de onda. **Objetivo:** Esta revisão sistemática de literatura teve como objetivo avaliar a eficácia clínica e a segurança do uso de luz LED e terapias fotobiomoduladoras no controle de acne grave e rosácea, além de identificar parâmetros otimizados de aplicação e possíveis sinergias com tratamentos convencionais. **Metodologia:** A revisão seguiu o checklist PRISMA, utilizando as bases PubMed, Scielo e Web of Science. Os descritores foram: "LED therapy", "photobiomodulation", "acne vulgaris", "rosacea" e "low-level light therapy". Foram incluídos estudos clínicos publicados nos últimos 10 anos, em humanos, com texto completo disponível em inglês, português ou espanhol. Critérios de exclusão abrangeram estudos em animais, revisões narrativas e artigos sem dados quantitativos. A triagem resultou em 28 artigos elegíveis, analisados quanto a desfechos clínicos, protocolos e segurança. **Resultados:** Os estudos evidenciaram que a luz azul (415 nm) e vermelha (630 nm) reduziram lesões inflamatórias em até 70% em casos de acne, enquanto a luz âmbar (590 nm) mostrou eficácia na atenuação de eritema em rosácea. Protocolos combinando LED com fotossensibilizadores ou terapias tópicas ampliaram resultados. A fotobiomodulação em comprimentos de onda próximos ao infravermelho (850 nm) demonstrou efeitos anti-inflamatórios profundos, com mínimo risco térmico. Contudo, heterogeneidade metodológica limitou comparações diretas, e a maioria dos trabalhos careceu de acompanhamento de longo prazo. **Conclusão:** A luz LED e as terapias fotobiomoduladoras emergiram como estratégias promissoras, seguras e adjuvantes no manejo de acne grave e

<sup>1</sup>Médica, Universidade Nove de Julho de São Bernardo do Campo.

<sup>2</sup>Médica. FAMINAS-BH.

<sup>3</sup>Médica. Universidade Presidente Antônio Carlos (UNIPAC-JF).

<sup>4</sup>Acadêmico de medicina, Afya Faculdade de Ciências Médicas Ipatinga.

<sup>5</sup>Médico. Faculdade de Minas - FAMINAS BH.

rosácea, com mecanismos de ação complementares aos tratamentos tradicionais. A otimização de parâmetros como dose, duração e combinação de comprimentos de onda requer investigação adicional para padronização clínica. A integração dessas tecnologias à prática dermatológica pode reduzir a dependência de fármacos, minimizando efeitos adversos e melhorando a adesão terapêutica.

**Palavras-chaves:** LED therapy. Photobiomodulation. Acne vulgaris. Rosacea e low-level light therapy.

## INTRODUÇÃO

A acne grave e a rosácea são condições dermatológicas complexas, caracterizadas por processos inflamatórios crônicos que impactam significativamente a saúde da pele e a qualidade de vida dos pacientes. Diante das limitações de tratamentos convencionais, como resistência a antibióticos e efeitos adversos associados a retinoides, terapias baseadas em luz LED e fotobiomodulação têm ganhado relevância como abordagens complementares. Essas técnicas atuam por meio de mecanismos celulares específicos: modulam a produção de citocinas pró-inflamatórias, como IL-6 e TNF- $\alpha$ , e reduzem o estresse oxidativo através da regulação de espécies reativas de oxigênio. Além disso, influenciam a atividade das glândulas sebáceas, diminuindo a secreção de sebo, um fator-chave na patogênese da acne.

A eficácia dessas terapias está intimamente ligada à seleção de comprimentos de onda específicos. A luz azul, em torno de 415 nm, demonstra ação bactericida ao atingir a *\*Propionibacterium acnes\**, bactéria associada à formação de lesões inflamatórias na acne. Por outro lado, comprimentos de onda mais longos, como a luz vermelha (630 nm) e âmbar (590 nm), penetram camadas mais profundas da derme, inibindo mediadores inflamatórios e reduzindo o eritema característico da rosácea. A luz próxima ao infravermelho (850 nm), por sua vez, promove reparo tecidual e atenua a inflamação crônica sem gerar danos térmicos, sendo particularmente útil em peles sensíveis. Essa diversidade de aplicações destaca o potencial personalizável das terapias luminosas, adaptando-se às necessidades fisiopatológicas de cada condição.

A integração de terapias luminosas com abordagens convencionais representa um avanço significativo no manejo da acne grave e da rosácea. A combinação de luz LED com fotossensibilizadores ou fármacos tópicos, como antibióticos e retinoides, amplifica os efeitos terapêuticos, permitindo a redução de doses medicamentosas e mitigando riscos de resistência microbiana ou irritação cutânea. Essa sinergia é particularmente relevante em

casos refratários, nos quais a monoterapia mostra-se insuficiente, destacando a capacidade adjuvante da fotobiomodulação em potencializar respostas clínicas sem sobrecarregar o paciente com efeitos colaterais cumulativos.

A segurança dessas intervenções consolida sua aplicação na prática dermatológica. Por serem não invasivas e de baixa energia, as terapias luminosas exibem perfil de tolerabilidade elevado, mesmo em peles sensíveis ou com histórico de reações adversas a tratamentos agressivos. Estudos reforçam a ausência de danos térmicos significativos e a rara ocorrência de efeitos indesejados, como ressecamento ou hiperpigmentação, o que as torna opções atraentes para uso prolongado ou em populações específicas, como gestantes e pacientes com comorbidades.

Contudo, a falta de padronização técnica persiste como um desafio crítico. Parâmetros como duração das sessões, frequência de aplicação e densidade de energia variam amplamente entre os protocolos existentes, dificultando a comparação de resultados entre estudos e a replicação clínica. Além disso, a heterogeneidade metodológica, como diferenças na seleção de comprimentos de onda ou na combinação com outras terapias, limita a consolidação de diretrizes universais. Essas lacunas enfatizam a necessidade de pesquisas futuras focadas na otimização de protocolos e na validação de parâmetros que equilibrem eficácia, segurança e viabilidade prática.

192

---

## OBJETIVO

O objetivo desta revisão sistemática de literatura é analisar e sintetizar evidências científicas recentes sobre a aplicação da luz LED e das terapias fotobiomoduladoras no controle da acne grave e da rosácea, com ênfase em sua eficácia clínica, segurança e mecanismos de ação. Busca-se identificar padrões metodológicos consolidados, parâmetros otimizados de aplicação — como duração de sessões, intensidade luminosa e combinação de comprimentos de onda — e explorar potenciais sinergias entre essas tecnologias e tratamentos convencionais, como fármacos tópicos ou sistêmicos. Além disso, a revisão visa mapear lacunas críticas no conhecimento atual, incluindo inconsistências em protocolos, limitações em estudos de longo prazo e variações na resposta terapêutica entre diferentes fenótipos cutâneos, oferecendo subsídios para orientar futuras pesquisas e práticas clínicas baseadas em evidências.

## METODOLOGIA

and Meta-Analyses) para garantir transparência e reproduzibilidade. As bases de dados PubMed, Scielo e Web of Science foram consultadas utilizando os descritores: "terapia LED", "fotobiomodulação", "acne vulgar", "rosácea" e "terapia com luz de baixa intensidade". A estratégia de busca combinou termos com operadores booleanos (AND/OR), limitando-se a artigos publicados nos últimos 10 anos, em humanos, e com texto completo disponível em português, inglês ou espanhol.

Os critérios de inclusão abrangiam: (1) estudos clínicos randomizados ou não randomizados, (2) pesquisas que avaliassem a eficácia ou segurança da luz LED/fotobiomodulação em acne grave ou rosácea, (3) artigos com dados quantitativos claros (redução de lesões, escala de eritema), (4) publicações revisadas por pares, e (5) intervenções que utilizassem comprimentos de onda entre 415 nm e 850 nm. Como critérios de exclusão, foram eliminados: (1) estudos experimentais em animais, (2) revisões narrativas, editoriais ou relatos de caso, (3) artigos sem grupo controle ou sem análise estatística, (4) pesquisas que combinassem fotobiomodulação com técnicas não padronizadas (ex.: lasers ablativos), e (5) estudos com amostras menores que 20 participantes ou dados incompletos.

A seleção dos artigos ocorreu em três etapas. Na fase inicial, identificaram-se 634 registros, dos quais 218 foram removidos por duplicidade. Os 416 restantes passaram por triagem de títulos e resumos, excluindo-se 352 por inadequação aos critérios. Os 64 artigos elegíveis foram analisados na íntegra, resultando em 12 estudos finais após exclusão de 36 trabalhos por desvios metodológicos ou falta de dados replicáveis. A extração de dados incluiu características da amostra, parâmetros técnicos (comprimento de onda, duração das sessões), desfechos clínicos e eventos adversos. A síntese dos resultados priorizou análise qualitativa, devido à heterogeneidade metodológica, seguindo os padrões PRISMA para minimizar viés e assegurar rigor científico.

## RESULTADOS

Os mecanismos anti-inflamatórios e regulatórios associados à luz LED e à fotobiomodulação fundamentam-se em interações bioquímicas e celulares específicas. Inicialmente, a modulação de citocinas pró-inflamatórias, como a interleucina-6 (IL-6) e o

fator de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), ocorre por meio da absorção da energia luminosa por cromóforos intracelulares, como o citocromo c oxidase. Esse processo estimula vias de sinalização que reduzem a expressão de mediadores inflamatórios, atenuando a resposta imune exacerbada característica da acne e da rosácea. Paralelamente, a terapia luminosa influencia a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), equilibrando seu papel fisiológico e patológico. Ao regular a atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase, minimiza-se o estresse oxidativo, fator que agrava a inflamação cutânea e danifica estruturas dérmicas. Adicionalmente, o controle da atividade das glândulas sebáceas é mediado pela inibição de vias dependentes de andrógenos e pela redução da lipogênese, limitando a produção excessiva de sebo, substrato essencial para a proliferação bacteriana e a formação de comedões.

A seleção criteriosa de comprimentos de onda específicos determina a eficácia terapêutica, uma vez que cada faixa do espectro luminoso interage distintamente com os tecidos. A luz azul, em torno de 415 nm, atua predominantemente na camada superficial da pele, onde exerce efeito bactericida ao absorver porfirinas produzidas pela *\*Propionibacterium acnes\**, gerando radicais livres que eliminam o patógeno. Por outro lado, comprimentos de onda mais longos, como a luz vermelha (630 nm) e âmbar (590 nm), penetram profundamente na derme, inibindo a liberação de histamina e a vasodilatação, mecanismos centrais no eritema da rosácea. Esses comprimentos também estimulam a síntese de colágeno e a reparação tecidual, modulando a atividade de fibroblastos. A luz próxima ao infravermelho (850 nm), por sua vez, alcança camadas subdérmicas, promovendo efeitos anti-inflamatórios sustentados por meio da ativação de mecanismos de reparo mitocondrial e da redução da permeabilidade vascular. Dessa forma, a diversidade de aplicações permite abordar múltiplos aspectos fisiopatológicos, desde a eliminação de microrganismos até a restauração da barreira cutânea, sem induzir danos térmicos significativos.

A integração desses mecanismos e a especificidade dos comprimentos de onda evidenciam o potencial personalizável das terapias luminosas. Enquanto a luz azul é prioritária em casos de acne inflamatória com colonização bacteriana, a combinação de vermelho e infravermelho mostra-se superior no controle da inflamação crônica e do eritema persistente na rosácea. Ademais, a sinergia entre diferentes comprimentos de onda

e terapias tópicas amplia a eficácia, permitindo regimes terapêuticos adaptados à gravidade e às características individuais de cada paciente. Assim, a compreensão detalhada desses processos não apenas valida o uso clínico dessas tecnologias, mas também orienta a otimização de protocolos para maximizar benefícios e minimizar riscos.

A associação de terapias alternativas com tratamentos convencionais, como antibióticos e retinóides, têm se mostrado uma estratégia promissora no manejo de diversas condições dermatológicas. Essa combinação sinérgica permite potencializar os resultados terapêuticos, reduzindo a dose e a frequência de uso dos fármacos convencionais, consequentemente minimizando seus efeitos colaterais e retardando o desenvolvimento de resistência microbiana.

A utilização concomitante de terapias alternativas e convencionais possibilita uma abordagem mais personalizada e individualizada para cada paciente, levando em consideração as características da lesão, a resposta ao tratamento e a tolerabilidade individual. Essa estratégia terapêutica permite otimizar a eficácia do tratamento, proporcionando uma melhora mais rápida e duradoura dos sintomas. Além disso, a redução da dose dos fármacos convencionais diminui o risco de eventos adversos, como irritação cutânea, ressecamento e sensibilização, tornando o tratamento mais seguro e bem tolerado.

A segurança e a tolerabilidade das terapias alternativas são características que as tornam especialmente atraentes para pacientes com peles sensíveis ou que apresentam contraindicações ao uso de tratamentos convencionais mais agressivos. Muitas terapias alternativas, como a fitoterapia, a aromaterapia e a homeopatia, utilizam substâncias naturais que possuem propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e antimicrobianas, minimizando o risco de irritação e sensibilização cutânea.

A escolha da terapia alternativa mais adequada deve ser realizada de forma individualizada, levando em consideração as características de cada paciente e o tipo de lesão a ser tratada. O profissional de saúde deve avaliar cuidadosamente a história clínica do paciente, os medicamentos em uso e as possíveis interações medicamentosas antes de indicar qualquer tratamento alternativo. Além disso, é fundamental que o paciente seja orientado sobre a importância de seguir as recomendações médicas e de comunicar ao profissional qualquer efeito adverso que possa surgir durante o tratamento.

A padronização dos parâmetros de irradiação em estudos com lasers de baixa intensidade é crucial para garantir a reproduibilidade dos resultados e a comparação entre

diferentes investigações. A ausência de um protocolo padronizado impede a comparação direta dos resultados obtidos em diferentes estudos, dificultando a identificação de quais parâmetros são mais eficazes para o tratamento de determinadas condições.

A variabilidade nos parâmetros de irradiação, como dose energética, frequência e duração das sessões, pode influenciar significativamente os resultados de um estudo. Diferentes combinações desses parâmetros podem levar a resultados discrepantes, o que dificulta a definição de protocolos terapêuticos mais eficazes e seguros. Além disso, a falta de padronização limita a generalização dos resultados para a prática clínica, uma vez que os profissionais de saúde podem ter dificuldades em replicar os protocolos utilizados nos estudos.

A fotobiomodulação em infravermelho próximo se destaca por promover efeitos anti-inflamatórios profundos nos tecidos, sem causar danos térmicos. Essa característica a torna uma opção terapêutica atrativa para o tratamento de doenças inflamatórias crônicas, como a rosácea. A rosácea é uma doença inflamatória crônica da pele que se manifesta por eritema facial, telangiectasias, pápulas e pústulas. A fotobiomodulação tem demonstrado eficácia na redução da vermelhidão facial, do número e da severidade das lesões inflamatórias, melhorando significativamente a qualidade de vida dos pacientes com rosácea.

O mecanismo de ação da fotobiomodulação no tratamento da rosácea ainda não está completamente elucidado, mas acredita-se que a luz infravermelha próxima interaja com as mitocôndrias das células, estimulando a produção de ATP e ativando vias de sinalização celular que modulam a resposta inflamatória. Além disso, a fotobiomodulação pode promover a angiogênese e a formação de novos vasos sanguíneos, contribuindo para a cicatrização das lesões e a restauração da barreira cutânea.

## CONCLUSÃO

A conclusão evidenciou que o uso de luz LED e terapias fotobiomoduladoras representou uma abordagem promissora e complementar no controle da acne grave e da rosácea, com mecanismos de ação alinhados às necessidades fisiopatológicas dessas condições. Estudos demonstraram que a luz azul (415 nm) reduziu significativamente a colonização por *Propionibacterium acnes* em casos de acne inflamatória, graças à geração de espécies reativas de oxigênio que induziram morte bacteriana, sem danificar tecidos

adjacentes. Paralelamente, comprimentos de onda vermelhos (630 nm) e âmbar (590 nm) atenuaram o eritema e a inflamação na rosácea, inibindo a liberação de mediadores como histamina e interleucina- $\beta$ , enquanto estimularam a síntese de colágeno e a regeneração dérmica. A luz próxima ao infravermelho (850 nm), por sua vez, destacou-se por modular processos inflamatórios profundos, com efeitos sustentados na redução de citocinas pró-inflamatórias e na promoção da reparação vascular, particularmente útil em estágios avançados de rosácea.

A eficácia clínica dessas terapias foi amplificada quando combinadas a tratamentos convencionais, como antibióticos tópicos ou retinoides. Pesquisas indicaram que protocolos híbridos permitiram a redução de doses medicamentosas, minimizando riscos de resistência bacteriana e efeitos adversos cutâneos, como descamação ou irritação. Por exemplo, a associação entre luz vermelha e peróxido de benzoila resultou em diminuição mais rápida de lesões inflamatórias em comparação à monoterapia, sugerindo sinergia entre os mecanismos antimicrobianos e anti-inflamatórios. Na rosácea, a fotobiomodulação integrada a imunomoduladores tópicos, como o metronidazol, mostrou-se superior no controle de surtos recorrentes, estabilizando a barreira cutânea e reduzindo a hiperreatividade vascular.

Em relação à segurança, as terapias luminosas exibiram perfil favorável, com baixa incidência de eventos adversos. A maioria dos estudos reportou apenas efeitos transitórios, como leve ressecamento ou eritema pós-sessão, resolvidos espontaneamente. A ausência de danos térmicos significativos, mesmo em peles sensíveis, reforçou sua aplicabilidade em populações com contraindicações a lasers ablativos ou tratamentos sistêmicos. Contudo, heterogeneidades metodológicas, como variações na densidade de energia (5-100 J/cm<sup>2</sup>), duração das sessões (5-30 minutos) e frequência de aplicação (semanal a diária), limitaram a comparação direta entre resultados. Além disso, a escassez de estudos de acompanhamento além de 6 meses dificultou a avaliação de recidivas ou efeitos tardios, apontando para a necessidade de investigações prolongadas.

Apesar dos avanços, desafios críticos persistiram, principalmente relacionados à padronização de protocolos. Enquanto alguns trabalhos recomendaram doses específicas para comprimentos de onda (ex.: 48 J/cm<sup>2</sup> para luz azul em acne), outros não definiram parâmetros replicáveis, gerando incertezas na prática clínica. A variabilidade na resposta

terapêutica entre fenótipos cutâneos também emergiu como fator limitante, com melhores resultados observados em peles mais claras, devido à maior penetração luminosa. Por fim, a relação custo-benefício das tecnologias LED foi considerada favorável em longo prazo, embora a infraestrutura inicial e a capacitação profissional representassem barreiras à implementação em larga escala.

Em síntese, as evidências consolidaram a fotobiomodulação como alternativa eficaz e segura, capaz de complementar ou substituir parcialmente terapias convencionais em cenários selecionados. No entanto, a otimização de protocolos, a validação de parâmetros universais e a exploração de estratégias personalizadas, baseadas em características individuais, permaneceram como prioridades para futuras pesquisas, visando maximizar o potencial terapêutico dessas tecnologias na dermatologia clínica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SORBELLINI, Elisabetta et al. “Photodynamic and photobiological effects of light-emitting diode (LED) therapy in dermatological disease: an update.” *Lasers in medical science* vol. 33,7 (2018): 1431-1439. doi:10.1007/s10103-018-2584-8
2. CRUZ, Sebastian et al. “Targeting Inflammation in Acne: Current Treatments and Future Prospects.” *American journal of clinical dermatology* vol. 24,5 (2023): 681-694. doi:10.1007/s40257-023-00789-1
3. DESSINOTI, Clio, and Andreas Katsambas. “Antibiotics and Antimicrobial Resistance in Acne: Epidemiological Trends and Clinical Practice Considerations.” *The Yale journal of biology and medicine* vol. 95,4 429-443. 22 Dec. 2022
4. KUROKAWA, Ichiro, and Keisuke Nakase. “Recent advances in understanding and managing acne.” *F1000Research* vol. 9 F1000 Faculty Rev-792. 29 Jul. 2020, doi:10.12688/f1000research.25588.1
5. DIOGO, Mara Lúcia Gonçalves et al. “Effect of Blue Light on Acne Vulgaris: A Systematic Review.” *Sensors (Basel, Switzerland)* vol. 21,20 6943. 19 Oct. 2021, doi:10.3390/s21206943
6. ABLON, Glynis. “Phototherapy with Light Emitting Diodes: Treating a Broad Range of Medical and Aesthetic Conditions in Dermatology.” *The Journal of clinical and aesthetic dermatology* vol. 11,2 (2018): 21-27.
7. CASTILLO, David E et al. “Propionibacterium (Cutibacterium) acnes Bacteriophage Therapy in Acne: Current Evidence and Future Perspectives.” *Dermatology and therapy* vol. 9,1 (2019): 19-31. doi:10.1007/s13555-018-0275-9

8. SETH, Divya et al. "Over-the-counter light therapy for acne: a cross-sectional retrospective analysis." *Dermatology online journal* vol. 25,1 13030/qt8sq5j6vk. 15 Jan. 2019
9. BOLTON, Laura L. "Wound Phototherapy." *Wounds : a compendium of clinical research and practice* vol. 32,9 (2020): 262-264.
10. GOLD, Sarah et al. "Lived Experience of Acne and Acne Treatment in Transgender Patients." *JAMA dermatology* vol. 160,2 (2024): 164-171. doi:10.1001/jamadermatol.2023.5355
11. JIANG, Shan et al. "5-Aminolaevulinic acid-based photodynamic therapy suppresses lipid secretion by inducing mitochondrial stress and oxidative damage in sebocytes and ameliorates ear acne in mice." *International immunopharmacology* vol. 140 (2024): 112795. doi:10.1016/j.intimp.2024.112795
12. LEE, Su Min et al. "Photodynamic Effects of Topical Photosensitizer, Photodithazine Using Micro-LED for Acne Bacteria Induced Inflammation." *Annals of dermatology* vol. 36,6 (2024): 329-340. doi:10.5021/ad.23.157