

FOTOBIMODULAÇÃO COM LASERS VERMELHO E INFRAVERMELHO NO MANEJO DE INTERCORRÊNCIAS ASSOCIADAS À TOXINA BOTULÍNICA

**PHOTOBIMODULATION WITH RED AND INFRARED LASERS IN THE
MANAGEMENT OF COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH BOTULINUM
TOXIN**

Ciências da Saúde • 22/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/790020589](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/790020589)

Juliana Martins Ferreira¹

Leandro Rago de Souza²

Thais Brito Miranda³

Aracelia Silva Brito⁴

Leonardo Fillipe Santana do Amaral⁵

Milena Efigênia Gonçalves dos Santos⁶

Raiana de Oliveira Felipe⁷

Carla Maria Melleiro Gimenez⁸

Maximiliano Faleiros Moreira⁹

Luciene Santos Salles¹⁰

Danielle Busquet de Sousa¹¹

Cristiane Cunha Lima¹²

RESUMO

A toxina botulínica tipo A é amplamente utilizada em procedimentos estéticos e terapêuticos, porém sua aplicação pode ocasionar intercorrências como assimetrias faciais, ptose, paresias musculares, alterações funcionais e reações locais. Nesse contexto, a fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho tem despertado interesse como recurso complementar não invasivo, devido aos seus possíveis efeitos sobre o metabolismo celular, a inflamação, o estresse oxidativo e a recuperação neuromuscular. Este estudo teve como objetivo analisar a aplicação da fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho no manejo de intercorrências associadas à toxina botulínica, destacando seus mecanismos de ação, benefícios terapêuticos e contribuição para a recuperação funcional. Trata-se de uma revisão de literatura, de abordagem qualitativa, descritiva e exploratória, realizada a partir de artigos científicos publicados entre 2021 e 2025. Os estudos analisados demonstraram que a fotobiomodulação pode favorecer a atividade mitocondrial, a produção de ATP, a modulação da resposta inflamatória, a redução do estresse oxidativo e processos relacionados à regeneração neural. Evidências clínicas e experimentais também indicam potencial contribuição para a recuperação muscular e nervosa, embora os protocolos apresentem diferenças quanto ao comprimento de onda, potência, energia, frequência e número de sessões. Conclui-se que a fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho apresenta potencial como estratégia complementar no manejo de intercorrências associadas à toxina botulínica, especialmente em alterações neuromusculares. Entretanto, ainda são necessários ensaios clínicos controlados e protocolos padronizados para confirmar sua eficácia, segurança e aplicabilidade clínica, bem como determinar quais intercorrências apresentam maior resposta terapêutica e quais parâmetros

oferecem resultados mais previsíveis na prática profissional.

Palavras-chave: Toxinas Botulínicas; Terapia com Luz de Baixa Intensidade; Lasers; Regeneração Nervosa; Junção Neuromuscular; Técnicas Cosméticas.

ABSTRACT

Botulinum toxin type A is widely used in aesthetic and therapeutic procedures; however, its application may cause complications such as facial asymmetry, ptosis, muscle paresis, functional changes, and local reactions. In this context, photobiomodulation with red and infrared lasers has attracted attention as a noninvasive complementary resource because of its possible effects on cellular metabolism, inflammation, oxidative stress, and neuromuscular recovery. This study aimed to analyze the application of photobiomodulation with red and infrared lasers in the management of complications associated with botulinum toxin, highlighting its mechanisms of action, therapeutic benefits, and contribution to functional recovery. This is a qualitative, descriptive, and exploratory literature review based on scientific articles published between 2021 and 2025. The analyzed studies showed that photobiomodulation may favor mitochondrial activity, ATP production, modulation of the inflammatory response, reduction of oxidative stress, and processes related to neural regeneration. Clinical and experimental evidence also indicates a potential contribution to muscle and nerve recovery, although protocols differ in wavelength, power, energy, frequency, and number of sessions. It is concluded that photobiomodulation with red and infrared lasers has potential as a complementary strategy in the management of complications associated with botulinum toxin, especially neuromuscular alterations. However, controlled clinical trials and standardized protocols are still needed to confirm its efficacy, safety,

and clinical applicability, as well as to determine which complications show the best therapeutic response and which parameters provide more predictable results in professional practice and support evidence-based decision making for professionals managing adverse outcomes after aesthetic botulinum toxin procedures.

Keywords: Botulinum Toxins; Low-Level Light Therapy; Lasers; Nerve Regeneration; Neuromuscular Junction; Cosmetic Techniques.

1. INTRODUÇÃO

A toxina botulínica tipo A é amplamente empregada em procedimentos estéticos e terapêuticos devido à sua capacidade de bloquear temporariamente a liberação de acetilcolina na junção neuromuscular. Embora apresente perfil de segurança favorável quando utilizada de forma adequada, sua aplicação pode ocasionar intercorrências locais e funcionais, como assimetrias faciais, ptose palpebral ou de sobrancelha, alterações da expressão facial e paresia de músculos não desejados. A ocorrência dessas complicações está relacionada a fatores como dose, local de aplicação, difusão da substância, características anatômicas individuais e técnica empregada pelo profissional (SETHI *et al.*, 2021).

O crescimento do uso estético da toxina botulínica também aumentou a importância do reconhecimento e do manejo de seus eventos adversos. Estudos que analisam complicações após aplicações faciais demonstram a ocorrência de cefaleia, reações locais, equimoses e manifestações neuromusculares, incluindo paresias decorrentes da ação da toxina em músculos adjacentes ao alvo terapêutico. Apesar de grande parte dessas manifestações apresentar resolução espontânea com a diminuição progressiva do

efeito farmacológico, algumas podem produzir impacto estético, funcional e psicológico significativo durante o período de recuperação (ZARGARAN *et al.*, 2022).

Este artigo tem como objetivo, analisar a aplicação da fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho no manejo de intercorrências associadas à toxina botulínica, destacando seus possíveis mecanismos de ação, benefícios terapêuticos e contribuição para a recuperação funcional dos tecidos afetados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

Nesse contexto, a fotobiomodulação tem sido investigada como recurso não invasivo capaz de modificar respostas celulares por meio da aplicação de luz em baixa intensidade. A utilização das faixas do vermelho e do infravermelho próximo pode influenciar processos celulares relacionados ao metabolismo energético, à inflamação, ao estresse oxidativo e à reparação tecidual. A resposta biológica depende de parâmetros como comprimento de onda, potência, densidade de energia, tempo de exposição e características do tecido irradiado, tornando necessária a adequada definição dos protocolos terapêuticos (OYEBODE, 2021).

A possibilidade de empregar a fotobiomodulação no manejo de alterações neuromusculares decorrentes da toxina botulínica ganhou interesse após observações clínicas de recuperação funcional em pacientes submetidos à terapia com laser de baixa intensidade. Em relato clínico envolvendo alteração da musculatura facial após aplicação de toxina botulínica tipo A, sessões de fotobiomodulação foram associadas à melhora progressiva da assimetria e da função muscular, com recuperação quase completa

após nove semanas. Entretanto, por se tratar de evidência clínica limitada, esses achados devem ser interpretados com cautela e não permitem estabelecer um protocolo definitivo de reversão da toxina (PALMA *et al.*, 2022).

Dessa forma, a investigação da fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho no manejo de intercorrências associadas à toxina botulínica apresenta relevância diante da necessidade de estratégias que possam favorecer a recuperação tecidual e neuromuscular sem recorrer a procedimentos invasivos. Estudos recentes discutem mecanismos relacionados à atividade mitocondrial, produção de ATP, modulação do estresse oxidativo, neuroplasticidade e regeneração neural como possíveis fundamentos para essa aplicação. Apesar do potencial biológico, ainda são necessários estudos clínicos controlados para confirmar a eficácia, estabelecer parâmetros de irradiação e determinar quais intercorrências podem efetivamente se beneficiar dessa abordagem (LOPES-MARTINS *et al.*, 2025).

A toxina botulínica tipo A atua principalmente na terminação nervosa pré-sináptica, interferindo na liberação de acetilcolina e produzindo redução temporária da contração muscular. Essa propriedade fundamenta sua utilização em diferentes condições clínicas e em procedimentos de rejuvenescimento facial. Entretanto, a ação da substância pode atingir músculos não planejados quando ocorre difusão para estruturas adjacentes, contribuindo para alterações funcionais e estéticas. Entre as complicações descritas encontram-se ptose, assimetrias, alterações musculares, cefaleia, manifestações locais e outros eventos que variam conforme região, dose e técnica de aplicação (KROUMPOUZOS *et al.*, 2021).

A segurança das aplicações estéticas da toxina botulínica deve ser considerada em conjunto com o conhecimento anatômico e com a identificação precoce das possíveis complicações. Uma meta-análise envolvendo aplicações na região superior da face identificou cefaleia, reações locais e manifestações neuromusculares faciais entre os eventos relacionados ao tratamento. Esses achados reforçam que, apesar da ampla utilização da toxina botulínica e de seu perfil geralmente seguro, eventos adversos podem ocorrer e justificam o desenvolvimento de estratégias de prevenção e manejo adequadas (ZHANG *et al.*, 2025).

As intercorrências relacionadas aos procedimentos estéticos faciais podem variar desde manifestações leves e transitórias até alterações com maior repercussão funcional. No caso da toxina botulínica, os eventos adversos estão associados tanto ao próprio mecanismo farmacológico quanto à técnica de administração, à anatomia do paciente e à possibilidade de atuação em estruturas não pretendidas. A avaliação individualizada e o conhecimento da anatomia facial são, portanto, elementos essenciais para minimizar riscos e orientar a conduta diante de resultados indesejados (DI SANTIS *et al.*, 2025).

A fotobiomodulação utiliza luz de baixa intensidade para desencadear respostas biológicas sem provocar o efeito térmico destrutivo característico dos lasers de alta potência. Os comprimentos de onda vermelho e infravermelho próximo apresentam propriedades distintas de interação e penetração nos tecidos, sendo empregados em diferentes protocolos experimentais e clínicos. A absorção da energia luminosa por cromóforos celulares pode modificar processos metabólicos e favorecer respostas relacionadas à reparação, ao controle da inflamação e à recuperação

funcional, embora os resultados dependam diretamente dos parâmetros empregados (TRIPODI *et al.*, 2021).

Além dos efeitos sobre tecidos superficiais, a fotobiomodulação vem sendo estudada por sua capacidade de influenciar processos relacionados ao sistema nervoso. Evidências experimentais indicam que a exposição à luz vermelha e infravermelha próxima pode modular marcadores associados à neuroinflamação e ao estresse oxidativo. Esses mecanismos apresentam interesse para o estudo de alterações neuromusculares porque sugerem que a ação da fotobiomodulação não está limitada à superfície cutânea, podendo envolver respostas celulares relacionadas à proteção e recuperação neural (XIE *et al.*, 2023).

Resultados de estudos envolvendo lesões nervosas também contribuem para compreender o potencial da fotobiomodulação no processo de recuperação funcional. Uma revisão sistemática e meta-análise sobre lesões do nervo alveolar inferior encontrou evidências favoráveis à fotobiomodulação em determinados períodos de acompanhamento, embora tenha destacado limitações relacionadas ao número de estudos, tamanho das amostras e diversidade dos protocolos. Esses achados reforçam o potencial da terapia para recuperação neural, mas também demonstram a necessidade de padronização metodológica antes da extrapolação dos resultados para outras condições neuromusculares (MA *et al.*, 2023).

Em investigação experimental envolvendo lesão do nervo infraorbital, a fotobiomodulação foi estudada como estratégia para favorecer processos relacionados à regeneração nervosa. O interesse por esse tipo de abordagem decorre da capacidade potencial da luz

de baixa intensidade de modificar respostas celulares envolvidas na recuperação do tecido nervoso. Embora modelos experimentais não possam ser diretamente extrapolados para intercorrências clínicas causadas pela toxina botulínica, esses resultados fornecem fundamentação biológica para pesquisas voltadas à recuperação de alterações sensitivas e neuromusculares na região orofacial (MARTINS *et al.*, 2024).

Na área da estética facial, a utilização da fotobiomodulação também tem sido relatada no manejo de complicações associadas a outros procedimentos injetáveis. Em um relato de reação adversa tardia após preenchimento facial, foi empregado laser de baixa potência com comprimentos de onda de 660 nm e 808 nm, demonstrando aplicação combinada das faixas vermelha e infravermelha no manejo clínico do edema. Embora essa condição apresente mecanismo diferente das intercorrências provocadas pela toxina botulínica, o estudo demonstra a utilização clínica da fotobiomodulação como recurso não invasivo diante de complicações relacionadas a procedimentos estéticos faciais (MELO *et al.*, 2024).

O potencial neuroprotetor da fotobiomodulação também tem sido investigado em diferentes condições que envolvem alterações neurológicas. Revisões recentes descrevem efeitos relacionados à modulação de inflamação, estresse oxidativo e apoptose, além de possíveis repercussões motoras e sensoriais. Essas propriedades ajudam a fundamentar a hipótese de aplicação da luz em alterações neuromusculares, porém não significam que resultados obtidos em outras doenças possam ser automaticamente reproduzidos nas intercorrências da toxina botulínica. A especificidade da condição

clínica e dos parâmetros utilizados deve ser considerada (ANDRADE FILHO *et al.*,2024).

No manejo específico das alterações associadas à toxina botulínica, a literatura disponível ainda apresenta número reduzido de estudos clínicos diretamente relacionados à utilização da fotobiomodulação. A hipótese atual envolve a possibilidade de favorecer processos de recuperação neuromuscular e neural por mecanismos celulares desencadeados pela luz vermelha ou infravermelha próxima. Revisões recentes sobre lesões nervosas periféricas demonstram resultados promissores da fotobiomodulação, mas também destacam heterogeneidade entre protocolos e necessidade de ensaios clínicos mais robustos. Portanto, a fotobiomodulação deve ser compreendida como uma estratégia potencial e complementar, e não como método de reversão da toxina botulínica com eficácia definitivamente estabelecida (WEIMER, 2025).

3. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura, de abordagem qualitativa, caráter descritivo e exploratório, desenvolvida com o objetivo de analisar a aplicação da fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho no manejo de intercorrências associadas à toxina botulínica. A pesquisa foi conduzida a partir da seleção e análise de publicações científicas relacionadas à utilização da fotobiomodulação em processos de recuperação tecidual, regeneração neural, alterações neuromusculares e complicações decorrentes de procedimentos estéticos envolvendo a toxina botulínica. Para a composição do referencial teórico, foram utilizados artigos científicos publicados

entre os anos de 2021 e 2025, priorizando estudos recentes e pertinentes ao tema investigado.

A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, Google Acadêmico e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), considerando publicações nacionais e internacionais. Foram empregados descritores e termos de busca relacionados à fotobiomodulação, laser de baixa intensidade, laser vermelho, laser infravermelho, toxina botulínica, complicações estéticas, regeneração neural, recuperação neuromuscular, neuroinflamação e reparação tecidual. Também foram utilizados seus correspondentes na língua inglesa, como “photobiomodulation”, “low-level laser therapy”, “red laser”, “near-infrared laser”, “botulinum toxin”, “complications”, “nerve regeneration”, “neuromuscular recovery” e “tissue repair”. Os termos foram combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, de acordo com as características de cada base consultada, buscando ampliar a recuperação de estudos relacionados ao tema.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão artigos publicados no período determinado, disponíveis em português ou inglês, com acesso ao texto completo e que abordassem aspectos diretamente relacionados à toxina botulínica, seus possíveis eventos adversos, à fotobiomodulação com comprimentos de onda vermelho ou infravermelho, aos mecanismos celulares desencadeados pela luz de baixa intensidade ou aos processos de recuperação neural e neuromuscular. Também foram considerados estudos que, embora não abordassem especificamente a reversão dos efeitos da toxina botulínica, apresentassem informações relevantes sobre regeneração nervosa, neuroproteção, controle da inflamação, estresse oxidativo, metabolismo celular e reparação tecidual, por

contribuírem para a fundamentação biológica da aplicação da fotobiomodulação nesse contexto.

Como critérios de exclusão, foram desconsiderados artigos duplicados, estudos publicados fora do período estabelecido, trabalhos que não apresentassem relação com o objetivo proposto, publicações com informações insuficientes para a análise e estudos cujo foco não estivesse relacionado aos mecanismos, benefícios ou aplicações clínicas da fotobiomodulação. Após a identificação das publicações potencialmente relevantes, os estudos foram submetidos à leitura dos títulos e resumos e, posteriormente, à leitura integral daqueles considerados compatíveis com a temática da pesquisa.

A análise dos artigos selecionados foi realizada de forma descritiva e comparativa, buscando identificar os principais mecanismos de ação da fotobiomodulação, as características dos comprimentos de onda vermelho e infravermelho, os efeitos sobre a atividade mitocondrial, produção de ATP, resposta inflamatória, estresse oxidativo, regeneração neural e recuperação funcional. Também foram analisadas as principais intercorrências relacionadas à utilização da toxina botulínica e as evidências disponíveis sobre a possibilidade de empregar a fotobiomodulação como estratégia complementar no manejo dessas alterações. Os resultados encontrados foram organizados e discutidos de acordo com sua relação com o objetivo do estudo, permitindo avaliar o potencial terapêutico da fotobiomodulação, suas limitações atuais e a necessidade de novos estudos clínicos controlados e com protocolos padronizados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos estudos demonstra que as intercorrências associadas à toxina botulínica tipo A devem ser compreendidas inicialmente a partir de seu mecanismo de ação e dos fatores envolvidos em sua aplicação. Sethi *et al.* (2021) destacam que, apesar do perfil de segurança favorável da toxina botulínica quando empregada adequadamente, podem ocorrer alterações como assimetrias faciais, ptose e paresia de músculos não pretendidos. Kroumpouzou *et al.* (2021) apresentam perspectiva semelhante ao relacionarem essas complicações à ação da substância sobre a transmissão neuromuscular e à possibilidade de difusão para estruturas adjacentes. Assim, ambos os estudos convergem ao demonstrar que a segurança do procedimento não elimina completamente o risco de intercorrências e que aspectos relacionados à dose, ao local de aplicação e à técnica utilizada podem influenciar diretamente os resultados clínicos.

Os achados de Zargaran *et al.* (2022) complementam as observações de Sethi *et al.* (2021) e Kroumpouzou *et al.* (2021), uma vez que ampliam a discussão sobre os eventos adversos associados às aplicações faciais da toxina botulínica. Enquanto Sethi *et al.* (2021) enfatizam complicações funcionais e estéticas decorrentes da ação da toxina em músculos não desejados, Zargaran *et al.* (2022) também descrevem cefaleia, equimoses, reações locais e manifestações neuromusculares. Dessa maneira, os estudos demonstram que as intercorrências podem apresentar diferentes graus de intensidade e repercussão, abrangendo desde manifestações locais transitórias até alterações capazes de comprometer temporariamente a função e a aparência facial.

Essa preocupação também é observada por Zhang *et al.* (2025), que identificam eventos adversos relacionados ao emprego da toxina

botulínica na região facial. Seus resultados reforçam as evidências apresentadas por Zargaran *et al.* (2022), especialmente quanto à ocorrência de cefaleia, reações locais e manifestações neuromusculares. Em conjunto, esses autores indicam que, embora a toxina botulínica seja amplamente utilizada e apresente segurança satisfatória, o reconhecimento das possíveis intercorrências permanece fundamental. Nesse sentido, a literatura não sustenta a ausência de riscos, mas evidencia a necessidade de prevenção, identificação precoce e manejo adequado das alterações decorrentes do procedimento.

Di Santis *et al.* (2025) acrescentam a essa discussão a importância da anatomia facial e da individualização do procedimento. Para os autores, os eventos adversos relacionados aos procedimentos estéticos injetáveis devem ser analisados considerando não apenas as características da substância utilizada, mas também a técnica de administração e as particularidades anatômicas do paciente. Essa interpretação está de acordo com Sethi *et al.* (2021), que relacionam as intercorrências à dose, ao local de aplicação, à difusão da toxina e às características individuais. Portanto, a comparação entre esses estudos evidencia que a prevenção das complicações depende de uma associação entre conhecimento anatômico, planejamento adequado, domínio técnico e compreensão do comportamento farmacológico da toxina botulínica.

Quando os resultados de Kroumpouzos *et al.* (2021), Zargaran *et al.* (2022), Di Santis *et al.* (2025) e Zhang *et al.* (2025) são analisados conjuntamente, observa-se que as complicações não apresentam uma única origem. Parte delas está relacionada diretamente ao efeito farmacológico da toxina, enquanto outras podem estar associadas ao processo de aplicação, ao trauma local e à difusão

para músculos adjacentes. Essa diversidade é relevante para o manejo clínico, pois diferentes manifestações podem exigir abordagens distintas. Uma equimose no local da aplicação, por exemplo, possui características diferentes de uma paresia muscular decorrente da atuação da toxina em uma estrutura não desejada. Portanto, qualquer proposta terapêutica complementar deve considerar a natureza específica da intercorrência antes de ser empregada.

Diante da possibilidade de ocorrência dessas alterações, a fotobiomodulação surge na literatura como uma estratégia complementar que merece investigação. Oyebode (2021) destaca que a aplicação de luz em baixa intensidade pode modificar processos celulares relacionados ao metabolismo energético, à inflamação, ao estresse oxidativo e à reparação dos tecidos. Tripodi *et al.* (2021) também apontam efeitos biológicos associados à utilização da luz vermelha e do infravermelho próximo, ressaltando que os resultados dependem dos parâmetros utilizados. Os dois estudos convergem quanto à importância do comprimento de onda, da dose de energia e das características da aplicação para determinar a resposta biológica, demonstrando que a fotobiomodulação não pode ser considerada uma intervenção uniforme e independente do protocolo empregado.

A comparação entre Oyebode (2021) e Tripodi *et al.* (2021) também contribui para compreender por que os lasers vermelho e infravermelho despertam interesse no manejo de alterações teciduais e funcionais. Oyebode (2021) enfatiza mecanismos celulares relacionados ao reparo e ao metabolismo, enquanto Tripodi *et al.* (2021) abordam aplicações da fotobiomodulação relacionadas à dor e à função. Embora os contextos clínicos

estudados sejam diferentes das intercorrências provocadas pela toxina botulínica, os mecanismos descritos fornecem uma base biológica para investigar a possibilidade de aplicação dessa terapia em situações que envolvam comprometimento funcional e necessidade de recuperação dos tecidos.

Outro aspecto relevante apontado por Oyeboode (2021) é que a resposta produzida pela fotobiomodulação depende de diferentes variáveis terapêuticas. Esse entendimento é compatível com Tripodi *et al.* (2021), que também demonstram que os efeitos observados não podem ser separados das características do protocolo empregado. Essa questão assume importância especial quando se pretende utilizar lasers vermelho e infravermelho para intercorrências associadas à toxina botulínica, pois ainda não existe uniformidade suficiente para determinar qual combinação de parâmetros produz os melhores resultados. Assim, a existência de mecanismos biológicos favoráveis não significa que qualquer aplicação de luz vermelha ou infravermelha apresente o mesmo efeito terapêutico.

Essa fundamentação torna-se particularmente relevante quando são analisados os estudos voltados ao sistema nervoso. Xie *et al.* (2023) demonstram que a fotobiomodulação pode influenciar processos relacionados à neuroinflamação e ao estresse oxidativo em modelos experimentais. Andrade Filho *et al.* (2024), por sua vez, discutem propriedades neuroprotetoras relacionadas à modulação da inflamação, do estresse oxidativo e da apoptose. Apesar de investigarem contextos diferentes, os autores apresentam resultados que convergem para a existência de mecanismos celulares capazes de explicar o interesse da fotobiomodulação em condições que envolvam alterações neurológicas. Entretanto, esses resultados

devem ser interpretados de maneira criteriosa, pois evidências provenientes de modelos experimentais ou de outras condições neurológicas não comprovam diretamente a eficácia da terapia nas intercorrências provocadas pela toxina botulínica.

Ao confrontar Xie *et al.* (2023) com Andrade Filho *et al.* (2024), percebe-se que a modulação de processos inflamatórios e oxidativos constitui um ponto comum entre as evidências apresentadas. Esse aspecto é relevante porque a fotobiomodulação não parece atuar por um único mecanismo isolado, mas por diferentes respostas celulares que podem contribuir para a manutenção e recuperação dos tecidos. Entretanto, no contexto da toxina botulínica, é necessário diferenciar a melhora das condições celulares e teciduais de uma eventual reversão direta do bloqueio neuromuscular produzido pela substância. Os estudos analisados sustentam melhor a primeira possibilidade do que uma afirmação definitiva sobre a segunda.

Ma *et al.* (2023) ampliam essa discussão ao analisarem a fotobiomodulação em lesões do nervo alveolar inferior. Os resultados encontrados pelos autores indicam benefícios em determinados períodos de acompanhamento, mas também revelam limitações importantes, principalmente relacionadas ao tamanho das amostras, à quantidade de estudos disponíveis e à diversidade dos protocolos terapêuticos. Essa constatação aproxima-se das considerações de Xie *et al.* (2023) e Andrade Filho *et al.* (2024), pois, embora exista fundamentação para possíveis efeitos sobre estruturas nervosas, ainda há necessidade de evidências clínicas mais consistentes antes que esses resultados sejam generalizados para diferentes condições neuromusculares.

Martins *et al.* (2024) também contribuem para a compreensão do possível papel da fotobiomodulação na recuperação neural ao investigarem sua utilização em modelo experimental de lesão do nervo infraorbital. Os resultados desse tipo de investigação fortalecem a hipótese de que a luz de baixa intensidade possa interferir favoravelmente em processos relacionados à regeneração nervosa. Quando comparados aos achados de Ma *et al.* (2023), observa-se uma convergência quanto ao potencial da fotobiomodulação em condições que envolvem comprometimento neural. Contudo, enquanto Martins *et al.* (2024) apresentam evidências provenientes de modelo experimental, Ma *et al.* (2023) analisam evidências clínicas relacionadas a lesões do nervo alveolar inferior. Essa diferença metodológica reforça a necessidade de cautela ao transportar esses resultados para intercorrências neuromusculares relacionadas à toxina botulínica.

A relação entre os achados de Ma *et al.* (2023) e Martins *et al.* (2024) é particularmente importante para a fundamentação do presente trabalho porque ambos abordam estruturas nervosas da região orofacial. Mesmo que as condições investigadas não correspondam diretamente aos efeitos adversos da toxina botulínica, os resultados ajudam a compreender a possibilidade de respostas neurais à fotobiomodulação em estruturas localizadas nessa região. Ainda assim, uma lesão nervosa traumática e um bloqueio farmacológico temporário da transmissão neuromuscular representam condições fisiopatológicas distintas, o que impede uma extrapolação direta dos resultados.

Weimer (2025) apresenta perspectiva semelhante ao analisar a fotobiomodulação em lesões nervosas periféricas e outras condições envolvendo comprometimento neurológico. Os resultados descritos

reforçam o potencial terapêutico da fotobiomodulação, mas evidenciam a heterogeneidade dos protocolos e das condições investigadas. Essa limitação também é identificada por Ma *et al.* (2023), demonstrando que um dos principais obstáculos para a consolidação clínica da fotobiomodulação está na ausência de uniformidade dos parâmetros utilizados. Assim, diferenças de comprimento de onda, potência, energia, frequência das aplicações e duração do tratamento dificultam a comparação direta entre os estudos e a definição de um protocolo terapêutico aplicável às intercorrências da toxina botulínica.

Quando Weimer (2025), Ma *et al.* (2023) e Martins *et al.* (2024) são analisados conjuntamente, percebe-se que a literatura apresenta sinais favoráveis para a utilização da fotobiomodulação em processos de recuperação neural, mas ainda não oferece uniformidade suficiente para estabelecer uma conduta universal. Essa observação é essencial para o tema desta revisão, pois demonstra que a existência de resultados positivos em diferentes modelos não deve conduzir automaticamente à adoção de um protocolo para pacientes com intercorrências após aplicação de toxina botulínica. Antes disso, é necessário identificar quais parâmetros são mais adequados, quais tecidos devem ser irradiados e em quais manifestações clínicas a terapia pode apresentar maior benefício.

No contexto específico da estética facial, Melo *et al.* (2024) oferecem uma contribuição relevante ao relatarem a utilização da fotobiomodulação no manejo de uma complicação após procedimento de preenchimento facial. A utilização dos comprimentos de onda de 660 nm e 808 nm demonstra, na prática clínica, a possibilidade de associação das faixas vermelha e

infravermelha em uma intercorrência relacionada a procedimento estético injetável. Entretanto, é importante distinguir esse resultado daqueles relacionados à toxina botulínica, pois os mecanismos envolvidos nas complicações decorrentes de preenchedores não são equivalentes aos mecanismos neuromusculares da toxina. Dessa forma, o estudo de Melo *et al.* (2024) contribui para demonstrar a aplicabilidade clínica da fotobiomodulação na área estética, mas não deve ser interpretado isoladamente como evidência de reversão dos efeitos da toxina botulínica.

O estudo de Melo *et al.* (2024) também pode ser relacionado aos fundamentos apresentados por Oyeboode (2021). Enquanto Oyeboode (2021) descreve mecanismos associados à reparação e à modulação das respostas celulares, Melo *et al.* (2024) demonstram uma aplicação clínica da fotobiomodulação em uma complicação estética. Essa relação entre fundamentação biológica e aplicação clínica é relevante, pois evidencia que os efeitos da fotobiomodulação vêm sendo explorados em diferentes condições. Contudo, permanece necessária a diferenciação entre o tratamento de manifestações inflamatórias e edematosas e o manejo de alterações neuromusculares decorrentes da toxina botulínica.

Entre os estudos analisados, Palma *et al.* (2022) apresentam evidência particularmente relacionada ao tema deste trabalho, ao relatarem a recuperação da função muscular após aplicação facial de toxina botulínica tipo A em caso manejado com fotobiomodulação. A melhora progressiva da assimetria e da função muscular observada durante o acompanhamento fornece uma evidência clínica relevante para a hipótese de utilização da fotobiomodulação nesse contexto. Esse resultado diferencia o estudo de Palma *et al.* (2022) daqueles de Ma *et al.* (2023), Martins *et*

al. (2024) e Weimer (2025), que abordam lesões nervosas em outros contextos. Apesar dessa maior proximidade temática, o caráter de relato clínico limita a capacidade de estabelecer relação causal definitiva entre a fotobiomodulação e a recuperação observada.

Nesse aspecto, Lopes-Martins *et al.* (2025) avançam na discussão ao abordarem especificamente a fotobiomodulação como uma estratégia hipotética para interferir nos efeitos da toxina botulínica. Os autores relacionam essa possibilidade a mecanismos neuroregenerativos e celulares, incluindo atividade mitocondrial, produção energética, modulação do estresse oxidativo e processos associados à recuperação neural. Essa abordagem fornece uma explicação mecanística para resultados clínicos como os relatados por Palma *et al.* (2022). Entretanto, Lopes-Martins *et al.* (2025) mantêm a necessidade de investigação científica adicional, o que impede que a fotobiomodulação seja considerada atualmente um método comprovado de reversão dos efeitos farmacológicos da toxina botulínica.

Ao comparar Palma *et al.* (2022) com Lopes-Martins *et al.* (2025), observa-se uma relação importante entre evidência clínica e fundamentação teórica. Palma *et al.* (2022) apresentam uma observação clínica de recuperação funcional associada à utilização da fotobiomodulação, enquanto Lopes-Martins *et al.* (2025) discutem mecanismos que poderiam explicar biologicamente essa possibilidade. Apesar dessa complementaridade, nenhum dos estudos é suficiente, isoladamente, para estabelecer eficácia definitiva. A ausência de ensaios clínicos controlados, grupos comparadores e protocolos amplamente reproduzidos limita a conclusão de que a melhora clínica observada seja exclusivamente

decorrente da fotobiomodulação, especialmente porque os efeitos da toxina botulínica apresentam caráter temporário.

Essa comparação permite identificar um dos principais pontos de discussão do tema. A literatura apresenta uma hipótese biologicamente plausível e uma observação clínica diretamente relacionada à aplicação da toxina botulínica, mas ainda existe uma lacuna entre esses elementos e uma comprovação terapêutica de alto nível. Lopes-Martins *et al.* (2025) contribuem para preencher parte dessa lacuna ao discutir os mecanismos envolvidos, enquanto Palma *et al.* (2022) fornecem um exemplo clínico. Entretanto, para que essa associação seja fortalecida, são necessários estudos que comparem pacientes submetidos à fotobiomodulação com pacientes que apresentem intercorrências semelhantes e sejam acompanhados sem a intervenção.

Outro aspecto importante surge quando os resultados de Palma *et al.* (2022) são confrontados com os dados sobre o curso das intercorrências apresentados por Zargaran *et al.* (2022). Muitas alterações relacionadas à toxina botulínica podem apresentar melhora espontânea à medida que seu efeito farmacológico diminui. Portanto, diante de uma recuperação observada após sessões de fotobiomodulação, torna-se metodologicamente necessário distinguir o possível benefício proporcionado pela terapia da recuperação que ocorreria naturalmente com o passar do tempo. Essa questão representa uma das principais razões pelas quais estudos controlados são necessários para determinar se a fotobiomodulação efetivamente reduz o tempo de recuperação ou a intensidade das manifestações clínicas.

Essa limitação também pode ser discutida à luz dos estudos de Sethi *et al.* (2021) e Kroumpouzou *et al.* (2021). Como a toxina botulínica produz bloqueio temporário da atividade muscular, determinadas complicações tendem a acompanhar a duração do efeito farmacológico. Nesse cenário, um estudo destinado a investigar a eficácia da fotobiomodulação deveria considerar não apenas a presença ou ausência de melhora, mas também o tempo necessário para sua ocorrência. Uma redução significativa do período de recuperação em comparação ao curso esperado poderia fornecer evidências mais consistentes sobre o benefício da intervenção.

A análise conjunta de Oyebode (2021), Xie *et al.* (2023), Ma *et al.* (2023), Martins *et al.* (2024), Andrade Filho *et al.* (2024) e Weimer (2025) fornece sustentação para a existência de mecanismos biológicos potencialmente relacionados à recuperação dos tecidos e das estruturas neurais. Em diferentes contextos, esses autores discutem efeitos sobre metabolismo celular, inflamação, estresse oxidativo, neuroproteção e regeneração neural. Entretanto, a diversidade dos modelos analisados também representa uma limitação. Evidências obtidas em feridas, doenças neurológicas ou lesões nervosas periféricas não podem ser consideradas equivalentes às intercorrências decorrentes do bloqueio temporário da liberação de acetilcolina produzido pela toxina botulínica.

Por outro lado, a combinação dessas evidências indiretas com os achados de Palma *et al.* (2022) e a hipótese discutida por Lopes-Martins *et al.* (2025) fortalece a justificativa científica para novos estudos especificamente direcionados às intercorrências causadas pela toxina botulínica. Nesse cenário, os estudos sobre regeneração neural não funcionam como comprovação clínica, mas como

suporte para a plausibilidade biológica da intervenção. Essa diferenciação é fundamental para evitar que resultados promissores sejam interpretados como evidências conclusivas antes da realização de pesquisas clínicas adequadamente controladas.

Também é possível observar uma sequência de evidências complementares entre os autores. Oyeboode (2021) e Tripodi *et al.* (2021) apresentam fundamentos gerais da fotobiomodulação e ressaltam a influência dos parâmetros de aplicação. Xie *et al.* (2023), Ma *et al.* (2023), Martins *et al.* (2024), Andrade Filho *et al.* (2024) e Weimer (2025) aproximam a discussão do campo neurológico e da recuperação neural. Melo *et al.* (2024) demonstra uma utilização clínica da fotobiomodulação diante de uma complicação estética, enquanto Palma *et al.* (2022) aproxima a evidência diretamente da toxina botulínica. Finalmente, Lopes-Martins *et al.* (2025) discutem especificamente os mecanismos que poderiam justificar essa aplicação. Essa sequência demonstra que existe uma construção científica favorável à investigação do tema, embora os níveis de evidência sejam diferentes.

A comparação entre os estudos também evidencia que os comprimentos de onda vermelho e infravermelho não devem ser avaliados apenas pela denominação da faixa espectral. Tripodi *et al.* (2021) e Oyeboode (2021) ressaltam a influência dos parâmetros de aplicação sobre a resposta biológica, enquanto Melo *et al.* (2024) demonstram a utilização clínica combinada de 660 nm e 808 nm. Esses dados sugerem que a escolha do comprimento de onda deve estar relacionada ao tecido alvo e ao objetivo terapêutico. Portanto, futuras pesquisas sobre intercorrências da toxina botulínica devem apresentar detalhadamente potência, energia, fluência, tempo de

aplicação, frequência das sessões e região irradiada, permitindo a comparação e a reprodução dos protocolos.

Além do comprimento de onda, a profundidade da estrutura envolvida deve ser considerada na elaboração dos protocolos. Alterações superficiais e manifestações que envolvam estruturas neuromusculares mais profundas apresentam características diferentes. A literatura analisada demonstra que vermelho e infravermelho próximo vêm sendo empregados em diferentes condições, mas ainda não permite afirmar qual faixa apresenta superioridade específica para cada intercorrência associada à toxina botulínica. Nesse sentido, os achados de Oyebode (2021), Tripodi *et al.* (2021) e Melo *et al.* (2024) reforçam a importância de estabelecer protocolos de acordo com o tecido e o objetivo terapêutico, evitando generalizações.

Os estudos de Xie *et al.* (2023), Andrade Filho *et al.* (2024) e Lopes-Martins *et al.* (2025) também permitem aprofundar a discussão sobre os possíveis mecanismos envolvidos na recuperação. A modulação do estresse oxidativo e das respostas inflamatórias aparece como elemento recorrente, enquanto Lopes-Martins *et al.* (2025) acrescentam a atividade mitocondrial e os processos neuroregenerativos como fundamentos relevantes para a hipótese de utilização após intercorrências com toxina botulínica. A convergência desses mecanismos fortalece a plausibilidade biológica da intervenção, mas ainda não esclarece qual deles teria maior participação em uma eventual aceleração da recuperação neuromuscular.

Em relação à recuperação funcional, Palma *et al.* (2022), Ma *et al.* (2023), Martins *et al.* (2024) e Weimer (2025) apresentam resultados

que, embora provenientes de condições diferentes, podem ser colocados em diálogo. Palma *et al.* (2022) aproximam a discussão da função muscular após toxina botulínica, enquanto os demais autores analisam principalmente processos relacionados à recuperação neural. A convergência encontra-se na possibilidade de a fotobiomodulação favorecer processos celulares associados à função nervosa e muscular. A divergência está no mecanismo inicial responsável pela alteração, já que uma lesão nervosa não corresponde ao mesmo fenômeno fisiológico produzido pelo bloqueio farmacológico da toxina.

Em relação à prática clínica, os achados de Sethi *et al.* (2021), Kroumpouzos *et al.* (2021), Zargarán *et al.* (2022), Di Santis *et al.* (2025) e Zhang *et al.* (2025) demonstram que a prevenção continua sendo uma dimensão fundamental do manejo das intercorrências. A possibilidade de utilização da fotobiomodulação não reduz a importância do conhecimento anatômico, da seleção adequada da dose, da técnica de aplicação e da avaliação individualizada. Pelo contrário, uma eventual intervenção complementar deve integrar um plano de manejo baseado inicialmente na identificação da natureza e da gravidade da complicação apresentada pelo paciente.

Nesse sentido, os trabalhos sobre complicações e os trabalhos sobre fotobiomodulação apresentam funções diferentes, porém complementares, na construção da discussão. Sethi *et al.* (2021), Kroumpouzos *et al.* (2021), Zargarán *et al.* (2022), Di Santis *et al.* (2025) e Zhang *et al.* (2025) ajudam a delimitar o problema clínico, identificando as possíveis manifestações e os fatores associados às intercorrências. Por outro lado, Oyebo (2021), Tripodi *et al.* (2021), Xie *et al.* (2023), Ma *et al.* (2023), Martins *et al.* (2024), Andrade Filho *et al.* (2024) e Weimer (2025) fornecem elementos para compreender

os possíveis efeitos da fotobiomodulação. Palma *et al.* (2022), Melo *et al.* (2024) e Lopes-Martins *et al.* (2025) aproximam essas duas vertentes ao discutirem aplicações ou hipóteses relacionadas ao campo estético e à toxina botulínica.

Outro ponto que merece destaque é a diferença entre manejar uma intercorrência e reverter diretamente a ação farmacológica da toxina botulínica. Os resultados analisados oferecem maior sustentação para discutir a fotobiomodulação como recurso potencialmente capaz de favorecer processos de recuperação do que para afirmar que ela neutraliza ou reverte diretamente a toxina. Essa distinção é compatível com a cautela observada nos estudos de Palma *et al.* (2022) e Lopes-Martins *et al.* (2025). Dessa forma, o termo manejo apresenta maior adequação ao nível atual das evidências do que a afirmação de reversão definitiva dos efeitos da toxina botulínica.

Essa interpretação também mantém coerência com os achados de Weimer (2025), Ma *et al.* (2023) e Andrade Filho *et al.* (2024), uma vez que esses autores discutem principalmente a capacidade da fotobiomodulação de favorecer processos biológicos relacionados à recuperação neural e funcional. A possível contribuição terapêutica, portanto, pode estar relacionada ao suporte aos mecanismos naturais de recuperação, e não necessariamente à interrupção imediata do mecanismo farmacológico da toxina. Essa diferenciação deve permanecer clara para evitar expectativas terapêuticas superiores ao que as evidências atualmente permitem sustentar.

A heterogeneidade metodológica constitui uma limitação recorrente entre os estudos analisados. Oyeboode (2021) e Tripodi *et al.* (2021) demonstram a influência dos parâmetros de irradiação, enquanto Ma *et al.* (2023) e Weimer (2025) destacam diferenças

entre os protocolos encontrados na literatura. Melo *et al.* (2024) e Palma *et al.* (2022), por sua vez, apresentam experiências clínicas que contribuem para a compreensão do potencial da terapia, mas não são suficientes para estabelecer um protocolo universal. Assim, a literatura ainda necessita de maior padronização para permitir comparações consistentes e determinar quais parâmetros apresentam melhores resultados.

A definição de protocolos específicos também permitiria avaliar separadamente diferentes tipos de intercorrências. As alterações descritas por Sethi *et al.* (2021), Kroumpouzou *et al.* (2021), Zargaran *et al.* (2022), Di Santis *et al.* (2025) e Zhang *et al.* (2025) apresentam características variadas, o que significa que uma mesma estratégia de fotobiomodulação pode não produzir resultados equivalentes para todas elas. Assimetrias musculares, ptose, paresias, manifestações locais e cefaleia possuem mecanismos e repercussões distintas. Dessa forma, estudos futuros deveriam classificar as intercorrências de maneira específica e avaliar a resposta à fotobiomodulação individualmente.

Também seria importante que futuras pesquisas comparassem separadamente a utilização do laser vermelho, do infravermelho e da associação entre ambos. Melo *et al.* (2024) apresentam uma aplicação combinada das faixas de 660 nm e 808 nm, enquanto Oyebode (2021) e Tripodi *et al.* (2021) fornecem fundamentos relacionados ao emprego de vermelho e infravermelho próximo em outros contextos. Entretanto, ainda não há, no conjunto dos estudos discutidos, evidência suficiente para estabelecer se a combinação das duas faixas apresenta vantagem específica no manejo das intercorrências associadas à toxina botulínica.

Outro aspecto que merece atenção é a relação entre o tempo de início da fotobiomodulação e a evolução clínica das intercorrências. Os estudos analisados não permitem estabelecer de forma definitiva se a aplicação imediata, precoce ou tardia influencia de maneira significativa os resultados. Entretanto, considerando que os efeitos da toxina botulínica e a recuperação neuromuscular apresentam evolução temporal, esse elemento deveria ser incluído em futuros protocolos de investigação. A comparação entre Palma *et al.* (2022), Lopes-Martins *et al.* (2025) e os trabalhos sobre recuperação neural evidencia que o momento da intervenção pode ser uma variável relevante para compreender os resultados obtidos.

A frequência das sessões também representa um ponto que necessita de maior esclarecimento. Oyeboode (2021) e Tripodi *et al.* (2021) reforçam que a resposta à fotobiomodulação depende dos parâmetros aplicados, enquanto Ma *et al.* (2023) e Weimer (2025) evidenciam a diversidade de protocolos disponíveis. Dessa forma, não apenas a dose de energia, mas também o intervalo entre as sessões e o número total de aplicações podem influenciar a resposta clínica. A ausência de padronização dificulta saber se resultados diferentes decorrem da própria condição clínica ou das diferenças na forma como a terapia foi administrada.

A avaliação dos desfechos clínicos também precisa ser considerada. No caso das intercorrências estéticas e funcionais associadas à toxina botulínica, não basta avaliar apenas a melhora visual. Sethi *et al.* (2021), Kroumpouzou *et al.* (2021), Zargaran *et al.* (2022), Di Santis *et al.* (2025) e Zhang *et al.* (2025) demonstram que as complicações podem envolver função muscular, aparência facial e sintomas locais. Portanto, estudos futuros sobre fotobiomodulação deveriam considerar parâmetros objetivos de função muscular, tempo de

recuperação, intensidade dos sintomas e percepção estética do paciente, permitindo análise mais completa do benefício terapêutico.

A comparação entre Palma *et al.* (2022) e os estudos que avaliam complicações também sugere a importância de acompanhar a evolução clínica por períodos suficientemente longos. Como parte das intercorrências associadas à toxina botulínica apresenta tendência à resolução espontânea, acompanhamentos muito curtos podem superestimar ou subestimar o possível benefício da fotobiomodulação. O ideal seria comparar a evolução de pacientes submetidos à terapia com a evolução esperada para intercorrências semelhantes sem intervenção, permitindo avaliar não apenas se ocorreu recuperação, mas se ela aconteceu de forma mais rápida ou funcionalmente mais favorável.

Além disso, o impacto psicológico das intercorrências não deve ser completamente separado da análise clínica. Zargarán *et al.* (2022) chamam atenção para a repercussão que alterações estéticas e funcionais podem produzir durante o período de recuperação. Nesse contexto, uma estratégia que consiga reduzir o tempo de assimetria ou comprometimento muscular, mesmo sem reverter imediatamente o efeito da toxina, poderia apresentar relevância clínica. Essa possibilidade amplia a importância de investigar a fotobiomodulação não somente sob a perspectiva do mecanismo biológico, mas também em relação à qualidade do período de recuperação do paciente.

A análise de Di Santis *et al.* (2025) também reforça que o manejo das intercorrências deve ser individualizado. Essa individualização pode ser igualmente aplicada à fotobiomodulação, uma vez que

diferentes pacientes podem apresentar distintos graus de comprometimento, variações anatômicas e respostas ao tratamento. Assim, a padronização científica dos protocolos não deve ser confundida com aplicação rígida e indiferenciada. O desenvolvimento de parâmetros bem estabelecidos pode servir como referência, mas a avaliação clínica continua necessária para definir a extensão da área irradiada, a frequência do tratamento e a adequação da intervenção à manifestação apresentada.

Os resultados analisados também demonstram que a fotobiomodulação pode ter maior justificativa teórica em intercorrências que envolvam alterações musculares e neuromusculares do que em eventos adversos estritamente mecânicos ou locais. Palma *et al.* (2022) e Lopes-Martins *et al.* (2025) aproximam a terapia do processo de recuperação funcional, enquanto Xie *et al.* (2023), Ma *et al.* (2023), Martins *et al.* (2024), Andrade Filho *et al.* (2024) e Weimer (2025) apresentam fundamentos relacionados ao tecido neural. Por outro lado, manifestações como equimoses ou reações locais possuem mecanismos distintos e não devem necessariamente ser interpretadas da mesma forma.

Essa diferenciação é importante porque impede que a fotobiomodulação seja apresentada como solução única para todas as intercorrências decorrentes da toxina botulínica. Os estudos de Sethi *et al.* (2021), Kroumpouzou *et al.* (2021), Zargaran *et al.* (2022) e Zhang *et al.* (2025) evidenciam uma diversidade de eventos adversos. Portanto, qualquer abordagem terapêutica deve ser direcionada ao tipo específico de alteração. O potencial da fotobiomodulação parece mais relacionado ao suporte à

recuperação tecidual, muscular e neural do que à correção indiscriminada de todas as manifestações descritas na literatura.

A utilização conjunta das faixas vermelha e infravermelha, como relatada por Melo *et al.* (2024), também abre uma possibilidade importante para investigação. Em termos teóricos, diferentes comprimentos de onda podem apresentar padrões distintos de interação e penetração nos tecidos. Entretanto, com base nos estudos analisados, ainda não é possível afirmar que a combinação seja superior à utilização isolada de uma das faixas. A comparação direta entre protocolos com laser vermelho, infravermelho e associação de ambos poderia esclarecer se existe benefício adicional ou se a escolha deve ser orientada principalmente pela profundidade e característica do tecido alvo.

Outro ponto de convergência entre os autores refere-se à necessidade de cautela na interpretação dos resultados. Ma *et al.* (2023), Weimer (2025), Palma *et al.* (2022) e Lopes-Martins *et al.* (2025), cada um em seu contexto, demonstram que resultados promissores não eliminam as limitações metodológicas existentes. Essa postura é fundamental para a construção de uma discussão científica equilibrada. A fotobiomodulação apresenta potencial, mas a força das evidências ainda é insuficiente para que seja tratada como terapia definitiva ou universal para intercorrências associadas à toxina botulínica.

Dessa maneira, a literatura analisada apresenta convergência quanto ao potencial biológico da fotobiomodulação, mas também evidencia diferenças importantes quanto ao nível e à aplicabilidade das evidências. Oyebode (2021) e Tripodi *et al.* (2021) contribuem principalmente para a compreensão dos fundamentos e parâmetros

da fotobiomodulação. Xie *et al.* (2023), Ma *et al.* (2023), Martins *et al.* (2024), Andrade Filho *et al.* (2024) e Weimer (2025) ampliam a fundamentação relacionada aos efeitos neurais e neuromusculares. Melo *et al.* (2024) demonstram sua utilização no manejo de complicação decorrente de procedimento estético injetável, enquanto Palma *et al.* (2022) apresentam evidência clínica diretamente relacionada à recuperação funcional após aplicação de toxina botulínica. Por fim, Lopes-Martins *et al.* (2025) integram esses conhecimentos ao discutir especificamente a hipótese de utilização da fotobiomodulação para interferir nos efeitos da toxina.

Por sua vez, Sethi *et al.* (2021), Kroumpouzou *et al.* (2021), Zargaran *et al.* (2022), Di Santis *et al.* (2025) e Zhang *et al.* (2025) demonstram por que a busca por alternativas de manejo é clinicamente relevante. Ao evidenciarem a diversidade de eventos adversos, esses autores estabelecem o problema que fundamenta a investigação de novas estratégias complementares. Quando esses estudos são relacionados às evidências sobre fotobiomodulação, percebe-se que o interesse pela terapia não decorre apenas de seus possíveis efeitos celulares, mas também da necessidade clínica de oferecer suporte ao paciente durante o período de recuperação de determinadas intercorrências.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho apresenta potencial relevante como recurso complementar no manejo de intercorrências associadas à aplicação da toxina botulínica. A análise da literatura demonstra que os efeitos biológicos promovidos pela luz em baixa intensidade podem favorecer processos relacionados à modulação da resposta

inflamatória, ao metabolismo celular, à atividade mitocondrial, à produção de ATP, à redução do estresse oxidativo e à recuperação neuromuscular, fatores que podem contribuir para a melhora funcional dos tecidos afetados.

A utilização dos comprimentos de onda vermelho e infravermelho mostra-se especialmente interessante por suas diferentes capacidades de penetração tecidual e interação com estruturas celulares. Esses mecanismos podem favorecer a recuperação de alterações musculares e neurológicas decorrentes de intercorrências após o uso da toxina botulínica, incluindo assimetrias faciais, paresias e comprometimentos funcionais temporários. Dessa forma, a fotobiomodulação apresenta características que justificam sua investigação como estratégia terapêutica não invasiva e complementar.

Entretanto, apesar dos resultados promissores descritos na literatura, ainda existem limitações importantes relacionadas ao número reduzido de estudos clínicos específicos, à diversidade dos protocolos utilizados e à ausência de padronização quanto ao comprimento de onda, potência, dose de energia, frequência e número de sessões. Portanto, não é possível estabelecer a fotobiomodulação como método definitivo para reversão dos efeitos da toxina botulínica.

Assim, considera-se que a fotobiomodulação com lasers vermelho e infravermelho pode contribuir para o manejo de intercorrências associadas à toxina botulínica, principalmente por seu potencial de estimular processos de recuperação tecidual e neuromuscular. Contudo, são necessários novos estudos clínicos controlados e com protocolos padronizados para confirmar sua eficácia, segurança e

aplicabilidade, permitindo maior embasamento científico para sua utilização na prática clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE FILHO, V. O.; AMARANTE, M. O. C.; GONZALEZ-LIMA, F.; *et al.* Systematic review of photobiomodulation for multiple sclerosis. *Frontiers in Neurology*, v. 15, n. 12, p. 146-155, 2024.

DI SANTIS, É. P.; HIRATA, S. H.; DI SANTIS, G. M.; *et al.* Adverse effects of the aesthetic use of botulinum toxin and dermal fillers on the face: a narrative review. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 100, n. 1, p. 87-103, 2025.

KROUMPOUZOS, G.; KASSIR, M.; GUPTA, M.; *et al.* Complications of botulinum toxin A: an update review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, v. 20, n. 6, p. 1585-1590, 2021.

LOPES-MARTINS, R. Á. B.; GONZALEZ-LIMA, F.; GOMES DA SILVA, S.; *et al.* Photobiomodulation as a hypothetical strategy to reverse botulinum toxin effects: exploring the neuroregenerative mechanisms and translational potential. *Life*, v. 15, n. 8, p. 1206-12010, 2025.

MA, Y.; YANG, M.; CHEN, X.; *et al.* The effectiveness of photobiomodulation therapy on inferior alveolar nerve injury: a systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, v. 18, n. 8, p. 833-841, 2023.

MARTINS, D. O.; MARQUES, D. P.; CHACUR, M. Enhancing nerve regeneration in infraorbital nerve injury rat model: effects of vitamin

B complex and photobiomodulation. *Lasers in Medical Science*, v. 39, n. 11, p. 119-124, 2024.

MELO, M. G. B.; AZEVEDO, L. H.; RUIZ, L. F. N.; *et al.* Photobiomodulation therapy in the management of late complications after facial filling. *Cureus*, v. 16, n. 5, p. 59-63, 2024.

OYEBODE, O.; HOURELD, N. N.; ABRAHAMSE, H. Photobiomodulation in diabetic wound healing: a review of red and near-infrared wavelength applications. *Cell Biochemistry and Function*, v. 39, n. 5, p. 596-612, 2021.

PALMA, L. F.; MORIMOTO, S.; SERRANO, R. V.; *et al.* Muscle function recovery following botulinum toxin type A facial injections: a case managed with photobiomodulation therapy. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, v. 13, n. 16, p. 54-63, 2022.

SETHI, N.; SINGH, S.; DEBOULLE, K.; *et al.* A review of complications due to the use of botulinum toxin A for cosmetic indications. *Aesthetic Plastic Surgery*, v. 45, n. 3, p. 1210-1220, 2021.

TRIPODI, N.; FEEHAN, J.; HUSARIC, M.; *et al.* The effect of low-level red and near-infrared photobiomodulation on pain and function in tendinopathy: a systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Journal of Experimental Orthopaedics*, v. 8, n. 1, p. 91-97, 2021.

WEIMER, G. H.; ROCHA, C. F. K. Photobiomodulation treatment in incomplete spinal cord injuries or peripheral nerve injuries: a comprehensive systematic review of randomized clinical trials. *Lasers in Medical Science*, v. 40, n. 14, p. 286-289, 2025.

XIE, K.; EL KHOURY, H.; MITROFANIS, J.; *et al.* A systematic review of the effect of photobiomodulation on the neuroinflammatory response in animal models of neurodegenerative diseases. *Reviews in the Neurosciences*, v. 34, n. 4, p. 459-481, 2023.

ZARGARAN, D.; ZOLLER, F. E.; ZARGARAN, A.; *et al.* Complications of facial cosmetic botulinum toxin A injection: analysis of the UK Medicines & Healthcare Products Regulatory Agency registry and literature review. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*, v. 75, n. 17, p. 392-401, 2022.

ZHANG, W.; WEN, Y.; ZHONG, Y.; *et al.* Meta-analysis of adverse reactions of botulinum toxin A in facial rejuvenation treatment. *Aesthetic Plastic Surgery*, v. 49, n. 9, p. 2305-2314, 2025.

¹ Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Doutor em Biotecnologia, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, Rio Grande do Sul. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Cirurgiã Dentista, Estácio, Brasília, Distrito Federal. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Cirurgiã Dentista, Estácio, Brasília, Distrito Federal. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Cirurgião Dentista, Universidade de Pernambuco, Recife-Pernambuco. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Cirurgiã Dentista, Usp, Rio das Ostras, Rio de Janeiro. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Cirurgiã Dentista, Mestrado, Ometto Araras, João Pessoa, Paraíba. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁸ Doutorado em Ortodontia e Laserterapia, AORP Associação Odontológica de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, São Paulo. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁹ Biomedicina Estética, Farmácia, e Graduando Medicina, Universidade Ecológica. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹⁰ Estética e Cosmética, Estácio de Sá, Rio de Janeiro. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹¹ Enfermeira Esteta, Graduanda em Biomedicina, Universidade Federal Fluminense UFF, Rio de Janeiro. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹² Especialista em saúde Pública, Especialista em saúde Coletiva e dor orofacial, Universidade Iguaçu, MG.