JNT FACIT BUSINESS AND TECHNOLOGY JOURNAL
ISSN: 2526-4281 - ANO 2026 - MÊS DE OUTUBRO
Ed. 78. Vol. 1 - Págs. 240-253
DOI: 10.5281/zenodo.23239147



CAPES

CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

QUALIS A2



FOTOBIOMODULAÇÃO TARDIA NA RECUPERAÇÃO NEUROSSENSORIAL APÓS FRATURA MANDIBULAR[1]

DELAYED PHOTOBIOMODULATION IN NEUROSENSORY RECOVERY AFTER MANDIBULAR FRACTURE

Geovanna Duarte PAIVA
Centro Universitário Afya Teresina
E-mail: duartegeovanna100@gmail.com
ORCID: http://orcid.org/0009-0001-8118-3683

Rita de Kássia da Silva CARVALHO
Centro Universitário Afya Teresina
E-mail: ritadekassiacarvalho084@gmail.com
ORCID: http://orcid.org/0009-0002-5736-3657

Maria Clara Alves Freitas da SILVA
Centro Universitário Afya Teresina
E-mail: mariacalves79@hotmail.com
ORCID: http://orcid.org/0009-0009-8935-0229

Thiago Henrique Gonçalves MOREIRA
Centro Universitário Afya Teresina
E-mail: drthiagohenrique@hotmail.com
ORCID: http://orcid.org/0000-0002-2355-3148

RESUMO

Objetivo: analisar as evidências disponíveis sobre o uso tardio da fotobiomodulação na recuperação neurossensorial de pacientes com neurotmese do nervo mandibular, especialmente do nervo alveolar inferior, após fratura mandibular traumática, com ênfase nos protocolos utilizados e nos desfechos clínicos. Metodologia: realizou-se revisão narrativa da literatura, tomando como base o projeto de pesquisa apresentado e complementando-o com literatura científica recente localizada em PubMed, SciELO e outras fontes científicas pertinentes. Foram priorizados estudos publicados entre 2021 e 2026 relacionados à fotobiomodulação, lesões do nervo alveolar inferior, fraturas mandibulares e recuperação neurossensorial. Resultados: a literatura demonstra potencial benefício da fotobiomodulação na recuperação sensitiva, especialmente em testes de tato e discriminação de dois pontos. O ensaio clínico randomizado que avaliou especificamente pacientes com neurotmese após fratura mandibular e tratamento iniciado após pelo menos seis meses utilizou laser

[1] COMO CITAR: (ABNT): PAIVA, G. D.; CARVALHO, R. K. S.; SILVA, M. C. A. F.; MOREIRA, T. H. G. Fotobiomodulação Tardia na Recuperação Neurossensorial após Fratura Mandibular. **JNT Facit Business and Technology Journal.** Qualis A2. ISSN: 2526-4281, Mês de Outubro de 2026 - Ed. 78. VOL. 01. Págs. 240-253. Disponível: http://revistas.faculdadefacit.edu.br. Acesso em: ___/___/___.

GaAlAs de 810 nm, 200 mW, 12–14 J/cm^2, em 12 sessões, duas vezes por semana durante seis semanas, observando melhora significativa em alguns testes neurossensoriais. Revisões sistemáticas e metanálise também sugerem benefício da fotobiomodulação em lesões do nervo alveolar inferior, embora exista heterogeneidade importante entre protocolos e métodos de avaliação. Conclusão: a fotobiomodulação tardia apresenta-se como estratégia adjuvante promissora e minimamente invasiva, mas as evidências ainda são insuficientes para estabelecer um protocolo universal. Estudos clínicos maiores, padronizados e com seguimento prolongado são necessários.

Palavras-chave: Fotobiomodulação. Fratura mandibular. Lesão nervosa. Nervo alveolar inferior. Recuperação neurossensorial.

ABSTRACT

Objective: to analyze the available evidence regarding delayed photobiomodulation for neurosensory recovery in patients with mandibular nerve neurotmesis, particularly inferior alveolar nerve injury, following traumatic mandibular fracture, focusing on clinical protocols and outcomes. Methods: a narrative literature review was conducted based on the research project provided by the authors and complemented with recent scientific literature identified in PubMed, SciELO and other relevant scientific sources. Studies published mainly from 2021 to 2026 addressing photobiomodulation, inferior alveolar nerve injury, mandibular fractures and neurosensory recovery were prioritized. Results: current evidence suggests potential benefits of photobiomodulation for sensory recovery, particularly in light-touch and two-point discrimination tests. The randomized clinical trial specifically evaluating patients with neurotmesis after mandibular fracture and treatment initiated at least six months after injury used a GaAlAs laser at 810 nm, 200 mW and 12–14 J/cm^2 for 12 sessions, twice weekly for six weeks, with significant improvement in selected neurosensory tests. Systematic reviews and a meta-analysis also suggest benefits of photobiomodulation in inferior alveolar nerve injuries, although substantial heterogeneity exists among treatment protocols and assessment methods. Conclusion: delayed photobiomodulation appears to be a promising and minimally invasive adjunctive strategy; however, evidence remains insufficient to establish a universal protocol. Larger, standardized clinical trials with long-term follow-up are needed.

Keywords: Inferior alveolar nerve. Mandibular fracture. Neurosensory recovery. Photobiomodulation. Nerve injury.

INTRODUÇÃO

A mandíbula ocupa posição de destaque entre os ossos do complexo maxilofacial e está frequentemente exposta a forças traumáticas (Salari *et al.,* 2022; Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024). As fraturas mandibulares podem comprometer estruturas dentárias, ósseas, vasculares e nervosas, ocasionando dor, alteração funcional, edema, deformidade e distúrbios neurossensoriais. Entre esses últimos, as alterações relacionadas ao nervo alveolar inferior assumem importância clínica por poderem persistir após o tratamento da fratura e interferir na sensibilidade do lábio inferior, mento e estruturas inervadas pelo território do nervo (Salari *et al*., 2022; Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024).

O nervo mandibular, terceira divisão do nervo trigêmeo (V_3), é um nervo misto, contendo fibras sensitivas e motoras. Entre seus ramos, o nervo alveolar inferior percorre o canal mandibular e participa da inervação sensitiva dos dentes mandibulares, periodonto e tecidos relacionados, continuando-se com o nervo mentual na região anterior da mandíbula. A proximidade entre o trajeto nervoso e as estruturas envolvidas nas fraturas torna o nervo suscetível a compressão, tração, deslocamento, contusão ou secção, com manifestações clínicas que variam conforme a extensão da lesão (Ghatak; Helwany; Ginglen, 2023).

Na classificação clássica das lesões nervosas periféricas, a neurotmese representa a forma mais grave, caracterizada pela interrupção estrutural completa do nervo (Saeed; Ghojazadeh; Pournami, 2022; Salari *et al.,* 2022). Entretanto, no contexto das fraturas mandibulares, é necessário diferenciar o diagnóstico de neurotmese verdadeira de outras formas de lesão, como neuropraxia e axonotmese, porque o prognóstico e a indicação terapêutica podem variar (Saeed; Ghojazadeh; Pournami, 2022; Salari *et al*., 2022). Assim, a avaliação clínica e neurossensorial deve preceder a definição da estratégia de tratamento (Salari *et al.,* 2022; Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024).

A recuperação neurossensorial após uma lesão do nervo alveolar inferior pode ocorrer espontaneamente, sobretudo em lesões incompletas e transitórias (Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024). Todavia, quando a alteração persiste por meses, o impacto sobre a qualidade de vida pode ser relevante. A presença de parestesia, hipoestesia, disestesia ou anestesia pode dificultar atividades cotidianas e gerar desconforto funcional e psicológico (Salari *et al.,* 2022). Estudos sobre fraturas mandibulares

mostram que a localização e o deslocamento da fratura estão relacionados ao risco e à persistência dos déficits neurossensoriais (Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024).

A fotobiomodulação (FBM), anteriormente denominada terapia a laser de baixa intensidade, consiste na aplicação terapêutica de luz vermelha ou infravermelha próxima, proveniente de laser ou LED. Seus efeitos são dependentes de parâmetros como comprimento de onda, potência, energia, densidade de energia, tempo de exposição e número de sessões (Farazi *et al.,* 2024; MA *et al.,* 2023). Entre os mecanismos propostos estão a modulação da atividade mitocondrial, alterações na produção de ATP, espécies reativas de oxigênio, óxido nítrico, cálcio intracelular e vias de sinalização associadas à inflamação, reparo e função neural (Farazi *et al.,* 2024; Zhang *et al.,* 2024).

No campo das lesões do nervo alveolar inferior, a literatura recente tem demonstrado resultados promissores, porém heterogêneos. Revisões integrativas, revisões sistemáticas e metanálises apontam melhora em determinados testes de sensibilidade, enquanto outros desfechos, especialmente a discriminação térmica, apresentam resultados inconsistentes (Bauer-González *et al.,* 2025; Freitas *et al.,* 2022; MA *et al.,* 2023). Além disso, os estudos utilizam diferentes comprimentos de onda, doses, frequências e tempos de início do tratamento, dificultando a comparação direta entre protocolos (Bauer-González et al., 2025; Freitas et al., 2022; MA *et al.,* 2023).

Um aspecto particularmente relevante para este trabalho é a possibilidade de utilização da FBM mesmo quando a intervenção não é iniciada imediatamente após a lesão (Salari *et al.,* 2022; Yari *et al.,* 2024). Um ensaio clínico randomizado e triplo-cego avaliou pacientes com neurotmese do nervo alveolar inferior associada a fraturas mandibulares e déficit persistente por pelo menos seis meses (Salari *et al.,* 2022). O estudo utilizou laser de 810 nm, 200 mW, 12–14 J/cm^2, em 12 sessões, e encontrou melhora significativa em determinados testes de tato e discriminação de dois pontos, sugerindo potencial benefício mesmo em alterações neurossensoriais tardias (Salari *et al.,* 2022).

Diante desse cenário, torna-se pertinente reunir e discutir criticamente as evidências sobre a FBM tardia na recuperação neurossensorial após fratura mandibular traumática. O presente artigo tem como objetivo analisar os fundamentos da FBM, caracterizar a relação entre fraturas mandibulares e lesões nervosas, sintetizar os resultados clínicos disponíveis e identificar os principais parâmetros empregados, discutindo suas possibilidades e limitações para a prática odontológica.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, elaborada a partir do projeto de pesquisa fornecido pelas autoras. A finalidade foi reunir, descrever e discutir criticamente estudos relacionados à utilização da fotobiomodulação na recuperação neurossensorial de pacientes com lesões do nervo alveolar inferior e, especificamente, na situação de neurotmese associada a fratura mandibular traumática.

A busca bibliográfica do projeto contemplou as plataformas SciELO, PubMed e Ibramed. Para a elaboração da versão ampliada deste artigo, foram também consultadas fontes científicas indexadas e páginas de periódicos, priorizando estudos publicados entre 2021 e 2026. Foram utilizados, de forma combinada, termos relacionados a “photobiomodulation”, “low-level laser therapy”, “inferior alveolar nerve”, “mandibular nerve”, “mandibular fracture”, “neurotmesis”, “neurosensory recovery” e seus correspondentes em português.

Foram priorizados artigos originais, ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas, metanálises e revisões integrativas que apresentassem relação direta com o tema. Foram considerados estudos envolvendo lesões do nervo alveolar inferior decorrentes de fraturas mandibulares, procedimentos cirúrgicos ou outras causas odontológicas quando seus resultados contribuíam para a compreensão da FBM e de seus parâmetros. Foram excluídas publicações incompletas, materiais sem relação direta com a questão estudada e documentos que não permitissem avaliação adequada de seus métodos e resultados.

Os dados de interesse incluíram etiologia da lesão nervosa, desenho do estudo, tamanho da amostra, tempo entre a lesão e o início da FBM, comprimento de onda, potência, densidade de energia, número e frequência das sessões, métodos de avaliação neurossensorial e principais desfechos. A síntese foi qualitativa, sem realização de metanálise própria, devido à heterogeneidade dos estudos.

RESULTADOS

Anatomia e Função do Nervo Mandibular

O nervo mandibular corresponde à terceira divisão do nervo trigêmeo (V_3) e apresenta componentes sensitivos e motores. Suas fibras sensitivas participam da inervação da face inferior, dentes mandibulares, mucosa oral, dois terços anteriores da língua, lábio inferior e região mentual, enquanto suas fibras motoras estão relacionadas principalmente aos músculos da mastigação. O nervo alveolar inferior

(NAI) é um de seus principais ramos e entra no forame mandibular, percorrendo o canal mandibular antes de originar ramos terminais, entre eles o nervo mentual (Ghatak; Helwany; Ginglen, 2023).

Nas fraturas mandibulares, o feixe neurovascular pode sofrer compressão pelo deslocamento dos segmentos ósseos, edema, hematoma ou contato direto com as bordas da fratura (Salari *et al.,* 2022; Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024). A alteração neurossensorial pode estar presente desde o momento do trauma ou surgir após a redução e fixação da fratura. Estudos observacionais demonstram associação entre maior deslocamento da fratura e maior risco de déficit neurossensorial, reforçando a necessidade de avaliação sensitiva inicial e acompanhamento longitudinal (Salari *et al.,* 2022; Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024).

Lesões Nervosas e Neurotmese após Fratura Mandibular

As lesões nervosas periféricas podem ser classificadas, de forma geral, conforme a extensão do dano estrutural. Na neuropraxia, a continuidade axonal é preservada; na axonotmese, ocorre dano axonal com preservação relativa das estruturas conjuntivas; e na neurotmese ocorre interrupção completa do tronco nervoso (Saeed; Ghojazadeh; Pournami, 2022; Salari *et al.,* 2022). A utilização do termo neurotmese em pacientes com fratura mandibular deve, portanto, ser respaldada por avaliação clínica e, quando indicada, por métodos complementares que permitam caracterizar a extensão da lesão (Salari *et al.,* 2022).

Clinicamente, as lesões do nervo alveolar inferior podem manifestar-se como hipoestesia, parestesia, disestesia ou anestesia. A avaliação neurossensorial pode envolver testes de tato leve, picada, discriminação de dois pontos, discriminação térmica, discriminação direcional e testes com monofilamentos (Freitas *et al.,* 2022; Salari *et al.,* 2022). A combinação de métodos subjetivos e objetivos é importante para reduzir a influência da percepção individual e acompanhar a evolução da recuperação (MA *et al.,* 2023; Bauer-González *et al.,* 2025).

Em estudo prospectivo com pacientes com fraturas mandibulares, déficits neurossensoriais foram frequentes no momento inicial e apresentaram recuperação ao longo do acompanhamento, com diferenças relacionadas à localização e ao deslocamento da fratura (Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024). Esses achados são relevantes porque indicam que parte da melhora observada após uma intervenção pode decorrer da própria recuperação natural do nervo, aspecto que deve ser considerado na interpretação de estudos sobre fotobiomodulação (MA *et al.,* 2023; Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024).

Fundamentos da Fotobiomodulação

A fotobiomodulação utiliza luz de baixa intensidade, geralmente nas faixas vermelha e infravermelha próxima, para produzir efeitos biológicos sem promover aquecimento significativo do tecido quando applied de maneira apropriada. A resposta terapêutica depende da dose e da interação entre comprimento de onda, potência, energia, área irradiada, tempo de exposição e frequência das aplicações (Farazi *et al.,* 2024; MA *et al.,* 2023).

Um dos mecanismos mais discutidos envolve a absorção de fótons por cromóforos celulares, especialmente a citocromo c oxidase mitocondrial. A estimulação dessa via pode modificar o metabolismo energético, a produção de trifosfato de adenosina (ATP), espécies reativas de oxigênio e óxido nítrico, além de influenciar o cálcio intracelular e vias de sinalização. Esses fenômenos podem contribuir para modulação inflamatória, sobrevivência celular, reparo tecidual e respostas relacionadas ao sistema nervoso (Farazi *et al.,* 2024; Zhang *et al.,* 2024).

No sistema nervoso, estudos recentes discutem ainda a influência da FBM sobre canais iônicos e potenciais de membrana, com possíveis efeitos sobre a neurotransmissão e respostas neurobiológicas (Zhang *et al.,* 2024). Apesar de plausíveis, esses mecanismos não significam que todos os protocolos produzirão o mesmo resultado clínico, pois a resposta é dependente da dose e do tecido-alvo (Farazi *et al.,* 2024; Zhang *et al.,* 2024).

Evidências Clínicas sobre a Eficácia da Fotobiomodulação

A revisão integrativa de Freitas *et al.* (2022), que incluiu nove estudos clínicos, identificou melhora de alterações neurossensoriais em diferentes contextos de lesão do nervo alveolar inferior. Os autores destacaram resultados mais consistentes em avaliações gerais de sensibilidade, especialmente quando utilizada a escala visual analógica (EVA), mas também observaram grande variabilidade nos protocolos. A revisão concluiu que a FBM apresenta potencial clínico, embora não fosse possível estabelecer um protocolo universal (Freitas *et al.,* 2022).

Em 2023, Ma *et al.* realizaram revisão sistemática e metanálise incluindo 15 ensaios clínicos randomizados, dos quais 14 foram incluídos na análise quantitativa. Os estudos abrangiam lesões do nervo alveolar inferior decorrentes de cirurgia ortognática, extração de terceiros molares e fraturas mandibulares. A análise indicou efeito terapêutico significativo em determinados períodos, particularmente após 30 dias, enquanto os resultados para discriminação térmica permaneceram

controversos. Os autores ressaltaram que a qualidade metodológica, o tamanho amostral e a heterogeneidade dos protocolos limitavam a segurança das conclusões (MA *et al.,* 2023).

Uma revisão sistemática publicada em 2025 avaliou dez estudos sobre FBM em lesões do nervo alveolar inferior associadas principalmente à extração de terceiros molares e à cirurgia de implantes. Todos os estudos utilizaram lasers de diodo (GaAlAs) com comprimentos de onda entre 808 e 830 nm, com sete a vinte sessões. A maioria dos estudos encontrou melhora significativa em avaliações neurossensoriais objetivas e subjetivas, mas os autores destacaram a necessidade de ensaios clínicos randomizados maiores, com seguimento prolongado e protocolos padronizados (Bauer-González *et al.,* 2025).

Essas evidências devem ser interpretadas com cautela no contexto específico de neurotmese após fratura mandibular, porque grande parte da literatura sobre FBM envolve lesões iatrogênicas, cirurgia ortognática, extração de terceiros molares ou implantes (Bauer-González *et al.,* 2025; MA *et al.,* 2023; Saeed; Ghojazadeh; Pournami, 2022). Assim, a extrapolação dos resultados para neurotmese traumática deve ser feita de forma criteriosa (Salari *et al.,* 2022).

Fotobiomodulação Tardia na Neurotmese após Fratura Mandibular

O estudo que mais diretamente responde à pergunta deste trabalho foi realizado por Salari *et al.* (2022). Trata-se de ensaio clínico randomizado, triplo-cego, conduzido em pacientes com neurotmese do nervo alveolar inferior decorrente de fraturas mandibulares de corpo e ângulo, cuja alteração neurossensorial persistia por pelo menos seis meses após o tratamento da fratura. Os participantes foram distribuídos entre grupo FBM e grupo controle (placebo realizado com a sonda desligada) (Salari *et al.,* 2022).

O protocolo utilizou laser de diodo GaAlAs em onda contínua, comprimento de onda de 810 nm, potência de 200 mW e densidade de energia de 12–14 J/cm^2. Foram realizadas 12 sessões, duas vezes por semana, durante seis semanas. A sensibilidade foi acompanhada por diferentes testes, incluindo tato leve, tato com cotonete de madeira, estímulo doloroso, discriminação de dois pontos, discriminação térmica e teste de vitalidade pulpar, além do questionário OHIP-14 (Salari *et al.,* 2022).

Os resultados mostraram melhora significativa no grupo tratado em testes de tato leve e discriminação de dois pontos após determinadas sessões, além de benefício observado no impacto relacionado à saúde bucal. Entretanto, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nos testes de

vitalidade pulpar e discriminação térmica. O estudo concluiu que a FBM poderia ser útil mesmo quando iniciada tardiamente, mas seus resultados não permitem afirmar que todos os componentes da função sensitiva sejam igualmente recuperados (Salari *et al.,* 2022).

Outro ensaio clínico randomizado avaliou terapia com LED após tratamento cirúrgico de fraturas mandibulares. O protocolo utilizou pontos de 660 e 850 nm e acompanhou os pacientes por seis meses. Os autores observaram aceleração da remissão das alterações sensitivas, embora a resposta tenha variado conforme localização da fratura, grau de deslocamento e acesso cirúrgico (Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024). Esse estudo é relevante por aproximar a aplicação da FBM do cenário traumático mandibular, ainda que não tenha como foco exclusivo a neurotmese tardia (Santos; Rocha-Junior; Luz, 2024).

Em 2024, Yari *et al.* também avaliaram FBM tardia em pacientes com alterações neurossensoriais persistentes por mais de seis meses após lesão do nervo alveolar inferior relacionada à remoção de terceiros molares. O protocolo empregou laser de 810 nm e 200 mW, com 12 sessões, duas vezes por semana. Os achados reforçam a possibilidade de resposta mesmo em alterações persistentes, mas a etiologia da lesão foi diferente da fratura mandibular traumática, razão pela qual seus resultados devem ser considerados como evidência indireta para o tema central (Yari et al., 2024).

Síntese dos Principais Estudos

Quadro 1: Síntese dos estudos sobre fotobiomodulação e recuperação neurossensorial do NAI.

ESTUDO	DESENHO	CONTEXTO	PROTOCOLO PRINCIPAL	PRINCIPAIS ACHADOS
Freitas et al. (2022)	Revisão integrativa	Lesões do NAI	Protocolos variados	Melhora sensitiva em vários estudos; grande heterogeneidade.
Salari et al. (2022)	ECR triplo-cego	Neurotmese após fratura mandibular; ≥6 meses	810 nm; 200 mW; 12–14 J/cm^2; 12 sessões	Melhora em tato e discriminação de dois pontos; resultados térmicos não significativos.
Ma et al. (2023)	Revisão sistemática + metanálise	Lesões do NAI por diferentes causas	780–980 nm; laser/LED; doses variadas	Efeito significativo principalmente após 30 dias; térmico controverso.

ESTUDO	DESENHO	CONTEXTO	PROTOCOLO PRINCIPAL	PRINCIPAIS ACHADOS
Santos, Rocha-Junior e Luz (2024)	Ensaio clínico randomizado	Fraturas mandibulares tratadas cirurgicamente	LED 660/850 nm; 6 meses de acompanhamento	Acelerou remissão das alterações sensitivas.
Yari et al. (2024)	ECR triplo-cego	Lesão persistente do NAI após terceiros molares	810 nm; 200 mW; 12 sessões	Melhora neurossensorial em lesões tardias.
Bauer-González et al. (2025)	Revisão sistemática	Lesões do NAI por terceiros molares/implantes	808–830 nm; 7–20 sessões	Resultados promissores; falta padronização.

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos estudos selecionados.

DISCUSSÃO

A análise da literatura indica que a fotobiomodulação (FBM) possui potencial para atuar como recurso adjuvante na recuperação neurossensorial do nervo alveolar inferior. Entretanto, a força da evidência não é uniforme e depende da etiologia da lesão, da extensão do dano, do tempo decorrido até o tratamento, do protocolo utilizado e do método de avaliação. O principal diferencial do presente tema é a possibilidade de benefício mesmo em lesões tardias, hipótese sustentada de maneira mais direta pelo estudo de Salari *et al.* (2022).

O resultado do ensaio clínico de Salari *et al.* (2022) é particularmente relevante porque os pacientes apresentavam neurotmese e déficit persistente por pelo menos seis meses, reduzindo a aplicabilidade do argumento de que somente o tratamento imediato poderia ser útil. A melhora observada em tato e discriminação de dois pontos sugere que a FBM pode interferir positivamente em componentes da função sensitiva mesmo após um período prolongado.

Sob a ótica neurofisiológica, a recuperação seletiva observada nos testes sensitivos por Salari *et al.* (2022) pode ser explicada pelas diferentes características estruturais das fibras nervosas. As fibras de grande diâmetro e mielinizadas ($A\beta$), responsáveis pela condução das sensações de tato e discriminação tátil, parecem responder de forma mais ágil ao estímulo metabólico mitocondrial e à reorganização sináptica induzidos pela FBM. Em contrapartida, as fibras de pequeno diâmetro pouco mielinizadas ($A\delta$) e amielínicas (Fibras C), responsáveis pela sensibilidade térmica e nociceptiva, possuem dinâmicas de regeneração mais lentas e maior susceptibilidade

a alterações estruturais crônicas, o que justifica a ausência de ganhos estatisticamente significativos nesses testes em curtos períodos de acompanhamento.

Do ponto de vista da intervenção terapêutica, é fundamental correlacionar o papel da FBM com o tratamento cirúrgico primário da fratura mandibular. Em quadros de neurotmese traumática, a FBM não possui a capacidade de promover a coaptação física ou a união mecânica de um tronco nervoso seccionado. Portanto, a redução anatômica precisa e a fixação interna rígida da fratura constituem o pré-requisito cirúrgico indispensável para reestabelecer o alinhamento do canal mandibular. A FBM atua, desse modo, como uma terapia metabólica complementar: uma vez reajustada a anatomia óssea, a irradiação a laser estimula o microambiente tecidual através da proliferação de Células de Schwann, aceleração da brotação axonal (*axonal sprouting*) e redução da fibrose cicatricial no leito lesado.

A metanálise de Ma *et al.* (2023) amplia essa interpretação ao reunir ensaios clínicos de diferentes etiologias. O efeito significativo observado em períodos mais longos e a ausência de diferença relacionada ao início precoce ou tardio, segundo a análise dos autores, são compatíveis com a hipótese de que a janela terapêutica da FBM possa ser mais ampla do que inicialmente imaginado. Contudo, a própria metanálise ressalta limitações relacionadas ao pequeno tamanho das amostras, à quantidade reduzida de ensaios de alta qualidade e à heterogeneidade dos protocolos.

Outro ponto central é a escolha dos parâmetros dosimétricos. Entre os estudos recentes, comprimentos de onda na faixa de 808–830 nm aparecem com frequência, especialmente em lesões do nervo alveolar inferior, devido à sua maior capacidade de penetração nos tecidos profundos e no arcabouço ósseo mandibular. O protocolo de Salari *et al.* (2022), com 810 nm, 200 mW e 12–14 J/cm^2, constitui a referência mais diretamente aplicável ao cenário de neurotmese após fratura mandibular. Entretanto, não se deve transformar esse protocolo isolado em uma recomendação universal. A resposta biológica à FBM é dependente da dose e da combinação de parâmetros, e estudos com diferentes aparelhos, áreas de aplicação e frequências podem apresentar resultados distintos.

A avaliação dos desfechos também influencia a interpretação clínica. Testes de tato e discriminação de dois pontos parecem apresentar respostas mais favoráveis em parte da literatura, enquanto a discriminação térmica é menos consistente. Essa heterogeneidade reforça a necessidade de protocolos de avaliação neurossensorial padronizados. A utilização conjunta de testes objetivos e subjetivos, somada a instrumentos de percepção do paciente, como o questionário OHIP-14, fornece uma visão mais integral do benefício clínico, visto que a atenuação da disestesia e a

recuperação do tato no lábio e mento impactam diretamente funções estomatognáticas básicas e o bem-estar psicossocial do indivíduo.

Também é importante considerar a recuperação espontânea. Lesões do nervo alveolar inferior podem apresentar melhora ao longo do tempo, principalmente quando não existe secção completa. Portanto, ensaios controlados e acompanhamento prolongado são essenciais para separar o efeito específico da FBM da evolução natural da lesão. Essa questão é especialmente importante quando se estudam intervenções iniciadas meses após o trauma.

Os achados disponíveis permitem considerar a FBM como uma alternativa não invasiva e potencialmente útil no manejo adjuvante das alterações neurossensoriais. Entretanto, a evidência atual não sustenta a substituição de procedimentos cirúrgicos indicados para lesões nervosas estruturalmente completas ou defeitos com perda de substância. Em casos de neurotmese verdadeira com grande afastamento dos cotos, a avaliação especializada e a análise da possibilidade de reparo microcirúrgico (como a neurorrafia ou enxertia nervosa) permanecem fundamentais. A FBM deve ser discutida como recurso complementar dentro de um plano terapêutico individualizado.

Do ponto de vista prático, os resultados sugerem que pacientes com alterações neurossensoriais persistentes após fratura mandibular não devem ser considerados necessariamente fora de uma possível janela terapêutica para a FBM. Porém, antes da indicação, é necessário confirmar o diagnóstico, documentar o déficit sensitivo, avaliar a evolução espontânea, excluir fatores compressivos ou mecânicos persistentes (como parafusos unicorticais/bicorticais invadindo o canal mandibular) e estabelecer medidas padronizadas de acompanhamento.

Por fim, a literatura mais recente mantém uma conclusão convergente: a FBM é promissora, mas ainda não existe consenso definitivo sobre os parâmetros ideais. A revisão de Bauer-González et al. (2025) identificou resultados favoráveis em grande parte dos estudos, porém destacou a necessidade de ensaios randomizados maiores e de protocolos padronizados. Dessa forma, a principal contribuição da presente revisão é reunir evidências que sustentam a investigação da FBM tardia no trauma mandibular, sem atribuir ao método um nível de eficácia que ultrapasse os limites do conhecimento científico atual.

CONCLUSÃO

A fotobiomodulação (FBM) demonstra potencial promissor como terapia adjuvante na recuperação neurossensorial do nervo alveolar inferior, mostrando-se

viável inclusive em intervenções tardias após fraturas mandibulares com neurotmese e déficits persistentes por mais de seis meses. Seus benefícios refletem-se predominantemente no ganho do tato e da discriminação de dois pontos, promovendo melhora funcional e de qualidade de vida ao paciente.

Entretanto, a FBM deve ser compreendida como um recurso complementar que não substitui a abordagem cirúrgica primária nos quadros de descontinuidade nervosa grave. Diante da heterogeneidade dos parâmetros e da ausência de um protocolo universal, reforça-se a necessidade de ensaios clínicos randomizados mais amplos e padronizados para consolidar a magnitude desse efeito e guiar a prática clínica baseada em evidências.

REFERÊNCIAS

BAUER-GONZÁLEZ, A. et al. Efficacy of photobiomodulation on neurosensory recovery in patients with inferior alveolar nerve injury due to third molar extraction and implant surgery: a systematic review. **Journal of Oral & Maxillofacial Research**, v. 16, n. 3, e2, 2025. DOI: 10.5037/jomr.2025.16302. Disponível em: https://doi.org/10.5037/jomr.2025.16302. Acesso em: 20 out. 2026.

FARAZI, N. et al. Photobiomodulation combination therapy as a new insight in neurological disorders: a comprehensive systematic review. **BMC Neurology**, v. 24, art. 101, 2024. DOI: 10.1186/s12883-024-03593-4. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s12883-024-03593-4. Acesso em: 20 out. 2026.

FREITAS, H. W. F. et al. Terapia de fotobiomodulação no tratamento de lesões no nervo alveolar inferior. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, v. 63, n. 1, p. 121-128, 2022. DOI: 10.22456/2177-0018.119676. Disponível em: https://doi.org/10.22456/2177-0018.119676. Acesso em: 20 out. 2026.

GHATAK, R. N.; HELWANY, M.; GINGLEN, J. G. Anatomy, Head and Neck, Mandibular Nerve. *In*: **StatPearls** [Internet]. Treasure Island: StatPearls Publishing, 2023. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541014/. Acesso em: 20 out. 2026.

MA, Y. et al. The effectiveness of photobiomodulation therapy on inferior alveolar nerve injury: a systematic review and meta-analysis. **PLOS ONE**, v. 18, n. 8, e0287833, 2023. DOI: 10.1371/journal.pone.0287833. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287833. Acesso em: 20 out. 2026.

SAEED, N.; GHOJAZADEH, M.; POURNAMI, N. The effect of photobiomodulation on regeneration of crushed inferior alveolar nerve caused by iatrogenic injuries in oral and maxillofacial surgeries: a systematic review. **Advances in Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 7, 100155, 2022. DOI: 10.1016/j.adoms.2021.100155. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.adoms.2021.100155. Acesso em: 20 out. 2026.

SALARI, B. et al. Effect of delayed photobiomodulation therapy on neurosensory recovery in patients with mandibular nerve neurotmesis following traumatic

mandibular fracture: a randomized triple-blinded clinical trial. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 232, 112460, 2022. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2022.112460. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2022.112460. Acesso em: 20 out. 2026.

SANTOS, V. P. A.; ROCHA-JUNIOR, W. G. P.; LUZ, J. G. C. Effects of light-emitting diode (LED) therapy on sensory changes in the inferior alveolar nerve after surgical treatment of mandibular fractures: a randomized controlled trial. **Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 28, n. 1, p. 185-193, 2024. DOI: 10.1007/s10006-022-01127-1. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10006-022-01127-1. Acesso em: 20 out. 2026.

YARI, A. et al. The effect of delayed photobiomodulation therapy on inferior alveolar nerve recovery after third molar removal: a triple-blinded randomized clinical trial. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 42, n. 7, 2024. DOI: 10.1089/pho.2024.0016. Disponível em: https://doi.org/10.1089/pho.2024.0016. Acesso em: 20 out. 2026.

ZHANG, Z. et al. The role of photobiomodulation to modulate ion channels in the nervous system: a systematic review. **Cellular and Molecular Neurobiology**, v. 44, art. 79, 2024. DOI: 10.1007/s10571-024-01513-1. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10571-024-01513-1. Acesso em: 20out. 2026.