



## **Fotobiomodulação no tratamento de distúrbios neurosensoriais em âmbito odontológico**

Photobiomodulation in the treatment of neurosensory disorders  
Dental field

Fotobiomodulación en el tratamiento de trastornos neurosensoriales  
en el campo dental

Raquel Maronci de Oliveira Horizonte<sup>1</sup>, Amanda de Menezes Porto<sup>1</sup>, Thayla Marla do Carmo Sousa<sup>1</sup>, Milena Bezerra Gomes<sup>1</sup>, Karen Anne de Carvalho Mascarenhas<sup>1</sup>, Laís Tajra de Castello Branco<sup>1</sup>, Maria Luísa Sousa Sobrinho<sup>1</sup>, João Hildo de Carvalho Furtado Júnior<sup>1</sup>, João Eudes Teixeira Pinho Filho<sup>1</sup>, Andréa Silvia Walter de Aguiar<sup>1</sup>.

### **RESUMO**

**Objetivo:** Revisar o uso da laserterapia de baixa potência em distúrbios neurosensoriais em Odontologia. **Métodos:** Foi feita uma revisão integrativa na base de dados PubMed, resultando em 83 estudos, dos quais 65 foram excluídos, resultando em 18 estudos. **Resultados:** A maioria dos artigos foi produzida em 2020, com predominância de publicações da Ásia e Europa. Comprimentos de onda variaram de 632,5 nm a 1064 nm, destacando-se o uso do infravermelho. Os resultados foram avaliados pela escala visual analógica e monofilamentos de Semmes-Weinstein. O protocolo mais eficaz para o tratamento dos nervos alveolar inferior e lingual foi o uso de luz infravermelha a 830 nm; para o nervo facial, luz a 810 nm, com dose total de 324 J/cm<sup>2</sup> em 21 sessões. Na terapia para distúrbios do nervo trigêmeo, a combinação de luz vermelha a 618 nm com ozonoterapia a 75% promoveu melhor cicatrização e aumento das células de Schwann. **Considerações finais:** A laserterapia de baixa intensidade é uma ferramenta eficaz na recuperação funcional de nervos lesionados, contribuindo para a regeneração e melhora dos sintomas dos pacientes.

**Palavras-chave:** Terapia com luz de baixa intensidade, Nervo lingual, Nervo mandibular, Nervo facial, Nervo trigêmeo.

### **ABSTRACT**

**Objective:** To review the use of low-power laser therapy in neurosensory disorders in Dentistry. **Methods:** An integrative review of the PubMed database was carried out, resulting in 83 studies, of which 65 were excluded, resulting in 18 studies. **Results:** The majority of articles were produced in 2020, with a predominance of publications from Asia and Europe. Wavelengths ranged from 632.5 nm to 1064 nm, highlighting the use of infrared. The results were evaluated using the visual analogue scale and Semmes-Weinstein monofilaments. The most effective protocol for treating the inferior alveolar and lingual nerves was the use of infrared light at 830 nm; for the facial nerve, light at 810 nm, with a total dose of 324 J/cm<sup>2</sup> in 21 sessions. In therapy for trigeminal nerve disorders, the combination of red light at 618 nm with 75% ozone therapy promoted better healing and an increase in Schwann cells. **Final considerations:** Low-intensity laser therapy is an effective tool in the functional recovery of injured nerves, contributing to the regeneration and improvement of patients' symptoms.

**Keywords:** Low-level light therapy, Lingual nerve, Mandibular nerve, Facial nerve, Trigeminal nerve.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE.

## RESUMEN

**Objetivo:** Revisar el uso de la terapia con láser de baja potencia en los trastornos neurosensoriales en Odontología. **Métodos:** Se realizó una revisión integrativa de la base de datos PubMed, resultando 83 estudios, de los cuales 65 fueron excluidos, resultando 18 estudios. **Resultados:** La mayoría de los artículos fueron producidos en 2020, con predominio de publicaciones de Asia y Europa. Las longitudes de onda oscilaron entre 632,5 nm y 1064 nm, destacando el uso del infrarrojo. Los resultados se evaluaron utilizando la escala visual analógica y monofilamentos de Semmes-Weinstein. El protocolo más eficaz para el tratamiento de los nervios alveolar inferior y lingual fue el uso de luz infrarroja a 830 nm; para el nervio facial, luz a 810 nm, con una dosis total de 324 J/cm<sup>2</sup> en 21 sesiones. En la terapia para los trastornos del nervio trigémino, la combinación de luz roja a 618 nm con ozonoterapia al 75% promovió una mejor curación y un aumento de las células de Schwann. **Consideraciones finales:** La terapia con láser de baja intensidad es una herramienta eficaz en la recuperación funcional de los nervios lesionados, contribuyendo a la regeneración y mejora de los síntomas de los pacientes.

**Palabras clave:** Terapia por luz de baja intensidad, Nervio lingual, Nervio mandibular, Nervio facial, Nervio trigémino.

## INTRODUÇÃO

Recentemente, estudos têm explorado o uso da laserterapia de baixa potência (LBP) para tratar diversas alterações neurológicas na odontologia, incluindo danos nos nervos alveolar inferior (NAI), nervo lingual (NL), nervo facial (NF) e ramos do nervo trigêmeo no geral, que frequentemente resultam em sintomas dolorosos. A maioria das lesões nervosas estão associadas a procedimentos odontológicos e não odontológicos, além de processos traumáticos. Os mecanismos de dano incluem estiramento, compressão, secção parcial do nervo e ação neurotóxica de substâncias injetadas próximo aos nervos (POL R, et al., 2016). Procedimentos cirúrgicos, como extrações de terceiros molares, cirurgias ortognáticas e colocação de implantes, são as principais causas de lesão nervosa, juntamente com injeções de anestésico local e tratamento endodôntico (VEITZ-KEENAN A, 2015).

O nervo facial (NF) por sua vez pode ser afetado por várias causas, sendo a paralisia facial uma complicação significativa. A paralisia facial idiopática, ou paralisia de Bell, é a forma mais comum, resultando em uma paralisia facial unilateral aguda de origem inflamatória, que afeta a expressão facial e a qualidade de vida do indivíduo (POLONI MM, 2018; ALAYAT MS, et al., 2014). As disfunções do nervo trigêmeo podem afetar suas várias divisões, como o ramo oftálmico, mandibular e maxilar, bem como o gânglio trigeminal em si. O principal objetivo de qualquer intervenção para lesões do nervo sensorial periférico é melhorar a percepção neurosensorial, reduzir a morbidade e, conseqüentemente, aprimorar a qualidade de vida do paciente. No entanto, apesar dos esforços para otimizar os resultados, o sucesso tem sido limitado até o momento.

Embora muitos danos nervosos sejam temporários e se resolvam espontaneamente, alguns persistem, exigindo intervenções para melhorar a recuperação. Na odontologia, uma variedade de tratamentos, tanto cirúrgicos quanto não cirúrgicos, podem ser empregados, incluindo a terapia de fotobiomodulação (PBMT) (FONTANA CR, et al., 2013). A capacidade da luz vermelha e infravermelho próximo (NIR) de interagir com as células, produzindo um efeito restaurador, tem sido amplamente investigada. A fotobiomodulação (PBM), ou terapia a laser de baixa intensidade (LLLT), manipula as células por meio da energia fotônica de uma fonte de luz não ionizante (visível e NIR), resultando em um efeito terapêutico não térmico no tecido estressado (RAVERA S, et al., 2021).

Assim, a Terapia a Laser de Baixa Intensidade (LLLT) demonstra ser uma ferramenta confiável e eficaz para promover a regeneração e recuperação do nervo lesionado, aliviando os sintomas dos pacientes (AN PG, al., 2020). Além disso, a fotobiomodulação mostra efeitos analgésicos e anti-inflamatórios em condições de dor neuropática e crônica, com resultados promissores em estudos experimentais e clínicos (MARTINS DO, et al., 2020). Devido a esses efeitos benéficos, a Terapia de Fotobiomodulação é amplamente utilizada em uma variedade de procedimentos odontológicos, incluindo cirurgia oral, periodontia, ortodontia, pediatria e endodontia (SASAKI RT, et al., 2017).

A terapia com laser de baixa intensidade (LBI) tem sido recomendada para recuperação do déficit neurossensorial. É considerada uma modalidade terapêutica não invasiva e indolor que pode ser utilizada para qualquer tipo de paciente, inclusive os que não podem usar corticosteroides (RODRIGUEZ CGB, et al., 2020). Dessa forma, a terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) se destaca por ser não invasiva e bem tolerada pelos pacientes, sem efeitos adversos significativos (POL R, et al., 2016). Além disso, é bem aceita pelos pacientes e pode ser considerada um tratamento eficaz para distúrbios neurossensoriais pós-operatórios (SHARIFI R, et al., 2020), uma vez que sua capacidade de estimular nervos lesados sem intervenção cirúrgica é desejável (OZEN T, et al., 2006).

O efeito do LLLT pode diferir dependendo das diferentes propriedades do laser, incluindo fonte do laser, potência, fluência, comprimento de onda e o modo de aplicação, que pode ser contínuo ou pulsado (ALAYAT MS, et al., 2022). O tipo e comprimento de onda do laser, watts e joules totais usados, juntamente com configurações para microssegundos, milijoules e hertz, são fatores críticos para bioestimulação bem-sucedida (TIMKO AM, 2021). Os tipos mais comuns de lasers usados em PBMT incluem HeNe (Hélio-Neon), AlGaIP (alumínio, gálio, fosforeto de índio), GaAlAs (arsenieto de gálio e alumínio) e GaAs (arsenieto de gálio).

Por haver vários parâmetros de LLLT, a dificuldade de uma padronização de um protocolo de tratamento dificulta o processo de evidência científica de regeneração (YUCA Y, et al., 2020; SASAKI RT, et al., 2017). Os resultados de vários estudos podem diferir muito ainda devido à inconsistência nos métodos de avaliação, meios e características de radiação, modelos humanos ou animais, tratamento tardio ou precoce e outros parâmetros variáveis como o protocolo usado para cada tipo de alteração nervosa (BASHIRI S, et al., 2021). Desta forma, existe uma lacuna a respeito do tema, por isso é relevante ampliar pesquisas nessa área. Sendo assim, o objetivo foi analisar acerca do uso da LLLT voltada para as alterações neurossensoriais em âmbito odontológico.

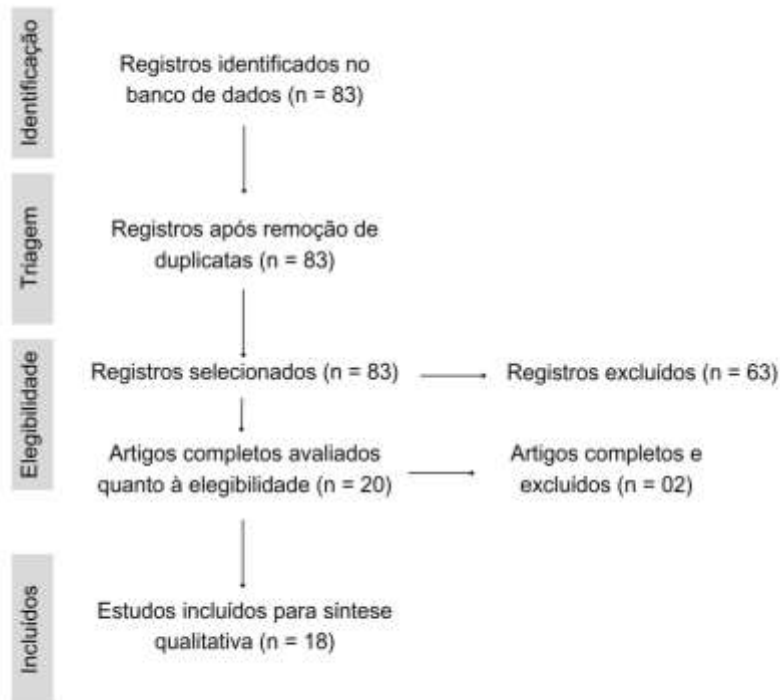
## MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa cuja pergunta de pesquisa a ser elucidada nesta revisão foi: Qual a eficácia da laserterapia de baixa intensidade no tratamento de distúrbios neurossensoriais no campo da Odontologia? Esse questionamento foi elaborado a partir da estratégia PICO, sendo pacientes (população), exposição a laserterapia de baixa intensidade (intervenção), diferentes tipos de protocolo (comparação) e prevalência de melhorias dos distúrbios neurossensoriais (resultado-outcome). A estratégia de busca foi realizada por meio da base de dados Pubmed. Tal estratégia foi baseada nas palavras-chave (Low-Level Light Therapy; Lingual Nerve Injuries; Facial Nerve Injuries; Trigeminal Nerve Injuries; Facial Nerve Diseases; Trigeminal Nerve Diseases), as quais foram incorporadas aos seus respectivos sinônimos através do caracter booleano "OR", de tal modo que a palavra-chave "Low-Level Light Therapy" e seus 20 sinônimos foram unidos a cada uma das outras palavras-chave e seus sinônimos, através do caracter booleano "AND".

Foram excluídos os artigos que não atendessem aos critérios PICO ou que fornecessem informações insuficientes. Foram encontrados um total de 83 artigos. Após leitura criteriosa dos resumos, foi observado que 32 artigos se enquadravam no tema proposto, enquanto 51 foram excluídos como é possível observar na (**Figura 1**). Dessa forma, entre os 32 estudos selecionados para extração de dados, obteve-se: 4 análises, 2 revisões, 6 testes controlados e aleatórios, 2 ensaios clínicos, 3 ensaios clínicos randomizados duplo-cego, 2 estudos clínicos, 2 estudos comportamentais, 3 estudos comparativos, 1 artigo de pesquisa, 5 relatos de caso, 1 relatório de pesquisa, 1 comentário, 1 estudo controlado e randomizado.

Foi criado um modelo de extração de dados a fim de reunir informações sobre as principais características dos estudos, como: (1) nome do artigo; (2) autoria; (3) ano de publicação; (4) país; (5) nervo avaliado, (6) desenho de estudo; (7) tipo de laser e protocolo; (8) tipo de análise; (9) principais resultados. No tocante ao protocolo do LLLT, destacam-se: equipamento, comprimento de onda, fluência, potência, área do feixe, densidade de potência, energia do ponto, tempo de aplicação do ponto, número total de pontos, frequência, número de sessões por semana e número de semanas de tratamento, uso de placebo ou outro protocolo de tratamento para distúrbios neurossensoriais.

**Figura 1** – Fluxograma construído no Prisma.



**Fonte:** Horizonte RMO, et al., 2024.

## RESULTADOS

Dos 83 artigos encontrados, 65 foram excluídos após a remoção de duplicatas e avaliação de elegibilidade. Assim, 18 artigos foram incluídos para síntese qualitativa. Os artigos selecionados foram categorizados de acordo com o nervo tratado pela fotobiomodulação com laser de baixa potência: nervo alveolar inferior (NAI), nervo lingual (NL), nervo trigêmeo (NT) e nervo facial (NF). Diferentes tipos de equipamentos, comprimentos de onda, fluências, potências, áreas de feixe, densidades de potência, tempos de aplicação por ponto, números de pontos, distâncias entre os pontos, frequências e números de sessões foram utilizados para aplicar o LLLT.

Todos os resultados confirmaram uma melhora nas análises objetivas e subjetivas, exceto em 3 estudos, sendo necessário estabelecer um protocolo para estudos futuros, visto que não há um protocolo padrão. Entre os 18 artigos analisados, 16 apresentaram resultados positivos em relação à melhora da condição de alteração nervosa, enquanto apenas 2 artigos não obtiveram resultados significativos, principalmente devido à baixa qualidade das evidências e ao alto risco de viés (**Quadro 1**).

**Quadro 1** – Principais artigos do tratamento em Nervo Alveolar Inferior, Nervo Lingual, Nervo Facial e Nervo Trigêmeo.

Primeiro autor/Ano	Tipo de estudo	Nervo	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Ozen T, et al. 2006	Análise de estudo	NAI	820 a 830nm (GaAlAs) contínuo 70 mW 0,5 cm 6J por local 90s (cada) 20 sessões	O tratamento com LLL resulta em melhora subjetiva e objetiva no déficit neurossensorial de longa data.	Resposta positiva
Miloro M, et al. 2018	Teste controlado e aleatório	NAI e NL	830 nm 400mW 2,7mW/cm2 continua 20 sessões em 3 meses.	Este estudo não conseguiu fornecer provas suficientes para concluir que existe uma diferença na melhoria neurossensorial entre os grupos LLLT e placebo com lesões do NAI ou NL.	Resposta negativa
Ravera S, et al. 2021	Análise de estudo	NAI E NL	Estudos pré-clínicos (modelo animal). Comparação entre 600nm a 980 nm Comparação entrenos) comparação 780, 810, 830 e 980nm.	Estudos pré-clínicos: a PBM com luz de comprimento de 660nm não trouxe resultados, enquanto a irradiação de luz com comprimento de onda a partir de 808 reduziu a deposição e edema de fibras colágenas, ajudando na recuperação neurossensorial. Estudo Clínico: efeito positivo do PBM na recuperação neurossensorial e, indiretamente, na regeneração nervosa, em vários comprimentos de onda (780, 810, 830 e 980 nm)	Resposta positiva
Fontana CR, et al. 2013	Relato de caso	NF	780nm (Twin-laser) contínuo 70 mW 0,5 cm 6J por local 17,5J/cm por 10s (cada) 11 sessões	Forneceu evidências clínicas para apoiar o uso precoce de LLLT na paralisia de Bell, como um tratamento alternativo eficaz	Resposta positiva
Alayat MS, et al. 2014	ECR	NF	HILT: 1064nm (Ns:YAG) 3kW 3s/por ponto 18 sessões. LLLT:830nm (GaAs) 10Jcm2 por2s e 3s em 8 pontos por 18 sessões	Tanto o HILT quanto o LLLT foram modalidades de tratamento significativas para pacientes em recuperação da paralisia de Bell. Além disso, o HILT foi a modalidade de tratamento mais eficaz em comparação com o LLLT e a massagem com exercícios	Resposta positiva
Buchaim DV, et al. 2016	Estudo comparativo	NF	Laser de arsenieto de gálio-alumínio. Comprimento de onda: 830 nm Densidade de energia: 6,2 J/cm2. Densidade de potência 0,26 W/cm2. Energia total por sessão: 2,16 J. Tempo de aplicação por ponto:24 seg/local. Números de pontos: 3	Os grupos que receberam fotobiomodulação apresentaram melhor recuperação funcional. A terapia a laser resultou em um aumento significativo no número e densidade de axônios regenerados. O tratamento com PBMT 820-830 nm (terapia por fotobiomodulação) proporcionou uma taxa mais rápida de recuperação da função e regeneração das fibras nervosas.	Resposta positiva
Ordahan B, et al. 2017	Teste controlado e aleatório	NF	830 nm 400mLaser de diodo de arsenieto de gálioalumínio (GaAlAs, laser infravermelho). Comprimento de onda :830 nm Potência de saída: 100 MwW 2,7mW/cm2 continua 20 sessões em 3 meses.	Os resultados indicam que o tratamento combinado com LLLT e terapia de exercícios está associado a melhorias significativas no FDI (Índice de incapacidade facial) quando comparado com a terapia de exercícios isoladamente.	Resposta positiva
Poloni MM, et al. 2018	Relato de caso	NF	Laser: Diodo GaAlAs. Thera Lase, DMC, São Carlos, SP, Brasil. Comprimento de onda: 830 nm. Potência de saída: 100 mW. Densidade de energia: 100 J/cm2. Tempo de radiação por ponto: 28 segundos.	O protocolo foi realizado com potência de saída de 100 mW e densidade de energia de 100 J/cm2, o que levou à recuperação facial total após três sessões.	Resposta positiva
Yuca Y, et al. 2020	Ensaio clínico	NF	LLLT: Super diodo luminizado (SLD). Comprimento de onda 850 nm. Energia por sessão: com 4J. Tempo de aplicação: 32 s. Potência de saída: 100 mW/cm2. Duração do tratamento: 21 dias. Consecutivos. OT - Ozônioterapia Dose de gás ozônio/oxigênio: 2ml. Duração do tratamento: 21 dias. Aplicação: uma vez a cada dois dias.	Embora a LLLT tenha gerado resultados melhores que o grupo controle, eles não foram tão significativos.	Resposta negativa
An PG, et al. 2020	Análise de estudo	NF	Laser: arsenieto de gálio-alumínio, GaAlAs. Células de Schwann de ratos comprimento de onda 810 nm potência de saída 50 mW densidade de energia 1 J/cm² e 4 J/cm2.Laser: arsenieto de gálio, GaAs Lesão do nervo alveolar inferior de ratos.Comprimento de onda 904 nm, Potência de saída 70 Wpk, Área pontual de 0,1 cm2, Frequência 9500 Hz	A PCR mostrou aumento da expressão de NGF (Fator de crescimento nervoso) aumentou significativamente no dia 20 após a irradiação; A irradiação a laser pode aumentar o nível de NGF no nervo alveolar inferior lesionado em 53% e pode diminuir o nível de BDNF (Fator neurotrófico derivado do cérebro)	Resposta positiva

Primeiro autor/Ano	Tipo de estudo	Nervo	Parâmetros	Resultados	Desfecho
Rodriguez CGB, et al. 2020	Relato de caso	NF	Laser infravermelho próximo (808 nm) e laser vermelho (660 nm). 1º fase: Número de sessões: 18 sessões com 3 sessões semanais. Densidade de energia: 40,65 J/cm <sup>2</sup> . Energia por ponto: 4 J por ponto. Número total de pontos: 59 pontos. 2º fase: Número de sessões: 6 sessões	A LLLT PBM no comprimento de onda de 660 e 808 nm com os parâmetros utilizados é um tratamento eficaz e não invasivo para reinervação dos músculos faciais, quando a paralisia facial prévia estava presente	Resposta positiva
Lee JH, et al. 2021	Artigo de pesquisa	NF	Experimento in vitro: Comprimentos de onda (633, 780 e 804 nm). Potência de 20 mW Tempo de aplicação: 150 segundos. Densidade de energia total: 1,6 J/cm <sup>2</sup> . Experimento in vivo: Comprimentos de onda (633 e 804 nm). Potência: 30 mW. Tempo de aplicação: 600 segundos. Densidades de energia: 90 J/cm <sup>2</sup> . Número total de sessões: 12. Número de semanas: 4. Número de sessões por semana: 3	Durante o estudo in vivo, o laser de diodo de 633 nm provocou recuperação funcional e morfológica mais rápida e aumentou a expressão das células de Schwann após lesão do nervo facial. O uso clínico intraoperatório de PBM em um comprimento de onda de 633 nm pode promover regeneração nervosa acelerada e recuperação funcional melhorada em um nervo facial lesionado.	Resposta positiva
Martins DO, et al. 2017	Estudo comparativo	NT	Laser GaAs (Gallium Arsenide, Laserpulse Laser, Ibramed Brasil) Comprimento de onda: 904 nm. Densidade de energia: 6 J/cm <sup>2</sup> . Número total de sessões: 10. sessões. Tempo de irradiação por ponto: 30s.	A LLLT aumenta a expressão de GluA 1 e GluA2 e diminui TVPV1, SP e CGRP.	Resposta positiva
Noma D, et al. 2020	Relatório de pesquisa	NT	Oxitocina: Aplicação (OXT, 0,5 µmol) ao rato uma vez no dia do pl-ION localmente no nervo lesado. LLLT: LLLT usando um laser de diodo (810 nm, 0,1 W, 500 seg, modo contínuo) foi realizada diariamente através da pele até o nervo lesado desde o dia da pl-ION até 2 dias após a pl-ION	A OXT aplicada ao nervo lesado reduziu a hiperexcitação no córtex cerebral e encontramos efeitos de alívio de LLLT na hiperexcitação cortical induzida por pl-ION em resposta à estimulação da polpa molar mandibular.	Resposta positiva
Martins DO, et al. 2020	Estudo clínico	NT	Laser GaAs (Gallium Arsenide, Laserpulse Laser, Ibramed Brasil). Comprimento de onda :904 nm. Potência: 75Wpico. Potência média: 0,0434 W. Frequência de pulso: 9500 Hz. Área do feixe: 0,13 cm <sup>2</sup> . Duração por ponto: 18 s. Densidade de energia: 6 J/cm <sup>2</sup> .	A administração de VBC isoladamente atenua a alodinia tátil induzida por CCI- IoN, produzindo um pequeno efeito antialodínico desde o 2aS até o 5aS (após duas doses de VBC) e alodinia tátil significativamente reduzida a partir do 6aS de tratamento (após três doses de VBC).	Resposta positiva
Sharif R, et al. 2020	ECR	NT	Laser de diodo GaAs (Wiser; Doctor Smile– Lambda Spa). Modo de onda: onda contínua. Comprimento de onda: 980 nm. Potência: 100 mW	Os resultados deste estudo sugerem que a fotobiomodulação com comprimento de onda de 980 nm acelerou a melhora da VAS para sensibilidade geral e dor.	Resposta positiva
Timko AM, et al. 2021	Relato de caso	NT	Um laser de neodímio: ítrio e alumínio granada (Nd:YAG) Potência: 6 W. Modo de onda: livre e pulso variável. Comprimento de onda: 1064 nm. Distância do feixe: a 20 mm do lábio superior	Um único tratamento de bioestimulação a laser de granada de neodímio:ítrio e alumínio de 1064 nm resultou em uma melhora imediata e dramática da sensação labial	Resposta positiva
Al-aZab IM, et al. 2023	Teste controlado e aleatório	NT	Laser de hélio-neônio. Potência: 15 mill watts de baixa potência. Comprimento de onda: 830 nm Densidade de feixe: 150-170 mw/cm <sup>2</sup> . Tempo de aplicação: 20 minutos. Técnica de aplicação: varredura. EMt (terapia eletromagnética). Número de sessões por mês: 2 sessões mensais	A LLLT e EMt, conforme medidos pelos parâmetros no estudo, podem ser utilizados para tratar neuralgia do trigêmio em pacientes com diabetes.	Resposta positiva

Fonte: Horizonte RMO, et al., 2024.

## DISCUSSÃO

Os efeitos terapêuticos observados após o PBMT são, em sua maioria, consequências de três diferentes reações: fotoelétrica, fotoenergética e fotoquímica, desencadeadas pela absorção de fótons pelos tecidos (BASHIRI S, et al., 2021). Seus efeitos biológicos incluem a diminuição da contagem de células inflamatórias, aumento da proliferação de fibroblastos, estimulação da angiogênese, formação de tecido de granulação e aumento da síntese de colágeno (MOHAJERANI SH, et al., 2017). O efeito da LLLT foi correlacionado com uma diminuição da inflamação e da atividade degenerativa, conforme demonstrado pela diminuição do fator nuclear- $\kappa$ B (NF $\kappa$ B), fator de necrose tumoral-alfa (TNF- $\alpha$ ) e interleucina-1beta (IL-1 $\beta$ ). Notavelmente, entre os mecanismos pelos quais a laserterapia reduz a inflamação estão a inibição da atividade do óxido nítrico (NO) e a diminuição dos mediadores inflamatórios, o ácido araquidônico (AA) e seus derivados, que contribuem para a lesão nervosa, gerando diminuição do processo inflamatório.

A via restrita do ácido araquidônico e, portanto, a cascata da ciclooxigenase são conhecidas como resultados da terapia com PBMT, que causam suas características anti-inflamatórias (BASHIRI S, et al., 2021). Diferentes mecanismos têm sido considerados para a atenuação da dor pelos lasers de baixa intensidade, incluindo o aumento do limiar de dor nas fibras nervosas, a diminuição da secreção de histamina e serotonina, a diminuição da síntese de bradicinina (substância indutora da dor), o aumento da produção de ATP, o aumento da microcirculação local e a diminuição do edema.

As publicações de Ozen T, et al. (2006); Couthard et al. (2014); Veitz-Keenan A, et al. (2015); Miloro M, et al. (2018); Ravera S, et al. (2021) referem-se à PBM para o NAI e NL. Esses estudos mostraram que o uso de laserterapia de baixa potência no tratamento do nervo alveolar inferior (NAI) e nervo lingual (NL), associados principalmente a lesões iatrogênicas relacionadas a procedimentos odontológicos como extração de terceiro molar, colocação de implantes, cirurgia ortognática e tratamento endodôntico, causando déficit neurossensorial, é capaz de levar a uma recuperação neurossensorial e regeneração nervosa.

O protocolo mais usado e que mais se repetiu para o tratamento do NAI e NL que gerou resultados significativos foi o uso de luz infravermelha no comprimento de onda de 830nm (OZEN T, et al., 2006; MILORO M, et al., 2018; RAVERA S, et al., 2021) com emissão de energia de 6J, usado em 20 sessões e modo de onda contínuo (OZEN T, et al., 2006; MILORO M, et al., 2018) para estudos clínicos e pré-clínicos. Ravera S, et al (2021) realizaram uma análise de estudos pré-clínicos e clínicos, demonstrando que a laserterapia foi eficaz na recuperação neurossensorial e regeneração nervosa. Assim, o uso de laserterapia de baixa intensidade se mostrou eficaz no tratamento de lesões do NAI e NL, pois é capaz de influenciar o funcionamento das mitocôndrias por interagir com os fotorreceptores dessas mitocôndrias, modulando a produção de ATP e ROS (espécies reativas de oxigênio).

Trabalhos de Buchaim DV, et al. (2016); Yuca Y, et al. (2020); An PG, et al. (2020); Lee JH, et al. (2021) e Bashiri S, et al. (2021) referem-se à aplicação da PBM para o NF. Esses estudos mostraram que o uso da laserterapia de baixa potência está associada à necessidade de levar a uma recuperação e regeneração funcional do nervo lesado, muitas vezes associado a traumas do zigomático. Os protocolos usados no caso de lesões no NF mostraram um maior uso de luz infravermelha, presentes nos estudos de Buchaim DV, et al. (2016); Yuca Y, et al. (2020); Lee JH, et al. (2021) e Bashiri S, et al. (2021).

O uso de um comprimento de onda de 830nm de 2,16J em 16 sessões foi capaz de aumentar a área da fibra nervosa, o número de fibras colágenas e número e densidade de axônios, levando a um reparo funcional do nervo (BUCHAIM DV, et al., 2016). O uso de um comprimento de onda de 810nm, dose total de 324 J/cm<sup>2</sup>, em 21 sessões também foi capaz de gerar resultados positivos na recuperação nervosa (BASHIRI S, et al., 2021). Além disso, o uso de laser logo após o trauma usado em tratamentos imediatos leva a um resultado mais significativo quando comparado a antigas lesões (BASHIRI S, et al., 2021).

Artigos de Pol R, et al. (2016); Yucesoy T, et al. (2017); Mohajerani SH, et al. (2017); Sasaki RT, et al. (2017); Martins DO, et al. (2017); Noma D, et al. (2020); Fee LM, et al. (2020); Martins DO, et al. (2020); Hakimiha N, et al. (2020); Sharifi R, et al. (2020); Timko AM, et al. (2021); Al-Azab IM, et al. (2023) referem-se à PBM para o nervo trigêmeo e seus ramos. Esses estudos envolveram a neuralgia do trigêmeo e

trouxeram uma variedade de protocolos envolvidos na recuperação neurosensorial e redução de dor, com diferentes métodos de uso do laser. Os comprimentos de onda mais utilizados e que mais se repetiu foi de 904 nm (POL R, et al., 2016; MARTINS DO, et al., 2017; MARTINS DO, et al., 2020) e 810nm (MOHAJERANI SH, et al., 2017; NOMA D, et al., 2020; HAKIMIHA N, et al., 2020). É possível identificar a eficácia do laser superpulsado (duas fontes de laser), usando luz infravermelha de 904 e 910 nm com luz vermelha de 650nm, emitindo 123J num total de 10 sessões, resultando em um melhor resultado naqueles que possuíam parestesia nervosa com menos de 6 meses, indicando que um melhor resultado pode ser obtido no tratamento de lesões mais precoces (POL R, et al., 2016).

O protocolo que envolve o uso combinado de luz vermelha de 618 nm com ozônioterapia 75% resultam em um melhor padrão de cicatrização e um maior número de células de Schwann (YUCESROY T, et al., 2017). Além disso, os estudos mostram que o uso combinado de laser infravermelho de 810 nm com luz LED de 632 nm acelera a recuperação neurosensorial do nervo após 2 semanas (MOHAJERANI SH, et al., 2017). Ademais, o uso de laser em dose gradual (DG) e dose constante (DC) usando luz infravermelha de 808 nm trouxe resultados positivos na recuperação nervosa, entretanto, doses graduais (DG) geram resultados mais precoces em relação à dose constante (SASAKI RT, et al., 2017).

Ainda, detectou-se estudo que também mostrou que a lesão nervosa é capaz de aumentar a amplitude de excitação nervosa causando aumento da sensação dolorosa, mas a combinação de laser usando luz infravermelha de 810nm com ocitocina é capaz de suprimir o aumento da amplitude de excitação nervosa induzida pela lesão, e, portanto, diminuir a dor (NOMA D et al, 2020). Além disso, Martins DO et al (2020) assevera em seu estudo que a combinação de laserterapia de luz infravermelha de 904nm com Vitamina B (VBC) é capaz de gerar um efeito antialodínico significativo maior do que PBM e VBC sozinhos, diminuindo a sensação dolorosa causada por lesão do nervo.

Esse estudo mostra ainda que a lesão é capaz de aumentar a atividade pró-inflamatória (IL1 $\beta$ , IL6 e TNF- $\alpha$ ), porém o uso combinado de VBC e PBM é capaz de diminuir essa atividade pró-inflamatória e aumentar o nível de ocitocinas anti-inflamatória interleucina-10 (IL-10) (MARTINS DO, et al., 2020). Ademais, ao comparar o uso de laser de luz infravermelho 810nm e 980nm, com 3J usados em 15 sessões, foi observado que o limiar de retirada retornou ao normal de forma mais precoce usando 810nm, além de exibir mais expressão de GNF e demonstrar níveis mais baixos de TNF $\alpha$  e IL-1 $\beta$ . Assim, o uso de 810nm resultou em melhor modulação de marcadores imunológicos (HAKIMIHA N et al, 2020). Em um estudo envolvendo comprimento de onda de 980nm, 12J/cm<sup>2</sup>, durante 7 dias, mostrou que escala visual analógica (EVA) para sensibilidade geral, discriminação de dor, discriminação direcional, discriminação de dois pontos e discriminação térmica foram significativamente melhoradas no grupo de fotobiomodulação (SHARIF R, et al., 2020).

Outro estudo envolvendo laser de alta potência para tratamento de parestesia do nervo após lesão revelou que o uso de 1040nm, usando um total de 3100 J aplicados de uma única vez em 10 minutos, através do laser de neodímio: ítrio e alumínio granada (Nd:YAG), levou a um resultado positivo e imediato, gerando uma sensação normal após aplicação (TIMKO AM, et al., 2021). Já no estudo que comparou o laser com terapia eletromagnética no tratamento da neuralgia do trigêmeo usando luz infravermelha de 830nm por dois meses, apesar da terapia eletromagnética trazer um resultado positivo, a laserterapia trouxe resultados mais significativos, afetando positivamente os níveis de dor e o potencial de ação muscular (AL-AZAB IM, et al., 2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da grande diversidade de parâmetros envolvidos, a fotobiomodulação tem se destacado por apresentar resultados positivos na aceleração da regeneração nervosa em distúrbios neurosensoriais odontológicos. A terapia com laser de baixa intensidade, também conhecida como LLLT (Low-Level Laser Therapy), demonstrou um potencial promissor na regeneração de nervos periféricos, oferecendo efeitos benéficos tanto locais quanto sistêmicos. Entre os comprimentos de onda mais frequentemente utilizados, destacam-se os de 830 nm e 660 nm, com lasers de Galio-Arsênio (GaAs) sendo os mais predominantes nas pesquisas atuais. Os estudos realizados até o momento não indicaram a ocorrência de efeitos adversos



significativos associados à aplicação da fotobiomodulação. No entanto, para que se possa entender plenamente os efeitos da fotobiomodulação e identificar possíveis complicações ou limitações, é imperativo realizar mais pesquisas clínicas. Estas investigações devem incluir estudos com amostras maiores, um acompanhamento prolongado dos pacientes e a consideração de diferentes variáveis terapêuticas. Só com uma base de dados mais robusta e uma análise mais aprofundada será possível validar completamente a eficácia e a segurança desta terapia, assim como estabelecer diretrizes mais precisas para sua aplicação na prática clínica odontológica.

## REFERÊNCIAS

1. ALAYAT MS, et al. Effectiveness of multiwave locked system laser on the treatment of patients with idiopathic Bell's palsy: a randomized double-blind placebo controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2022; 37(9): 3495-3502.
2. ALAYAT MS, et al. Efficacy of high and low level laser therapy in the treatment of Bell's palsy: a randomized double blind placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2014; 29(1): 335-42.
3. AL-AZAB IM, et al. Effect of electromagnetic therapy versus low-level laser therapy on diabetic patients with trigeminal neuralgia: a randomized control trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2023; 59(2): 183-191.
4. AN PG e ZHAO JZ. Advance in Functional Restoration of Injured Nerve with Low Level Laser and its Utilization in the Dental and Maxillofacial Region. *Chin Med Sci J.* 2020; 35(3): 272-277.
5. BASHIRI S, et al. The effect of delayed photobiomodulation on neurosensory disturbance recovery after zygomatic trauma: A parallel controlled clinical trial. *J Photochem Photobiol B.* 2021; 217: 112153.
6. BUCHAIM DV, et al. The new heterologous fibrin sealant in combination with low-level laser therapy (LLLTL) in the repair of the buccal branch of the facial nerve. *Lasers Med Sci.* 2016; 31(5): 965-72.
7. FEE LM. Success of surgical interventions for direct dental implant-related injuries to the mandibular nerve: a review. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2020; 58(7): 795-800.
8. FONTANA CR e BAGNATO VS. Low-level laser therapy in pediatric Bell's palsy: case report in a three-year-old child. *J Altern Complement Med.* 2013; 19(4): 376-82.
9. HAKIMIHA N, et al. Recovery of inferior alveolar nerve by photobiomodulation therapy using two laser wavelengths: A behavioral and immunological study in rat. *J Photochem Photobiol B.* 2020; 204: 111785.
10. LEE JH, et al. Photobiomodulation at a wavelength of 633 nm leads to faster functional recovery than 804 nm after facial nerve injury. *J Biophotonics.* 2021; 14(10): 202100159.
11. MARTINS DO, et al. Neurochemical effects of photobiostimulation in the trigeminal ganglion after inferior alveolar nerve injury. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2017; 31(1): 147-152.
12. MARTINS DO, et al. Photobiomodulation and B vitamins administration produces antinociception in an orofacial pain model through the modulation of glial cells and cytokines expression. *Brain Behav Immun Health.* 2020; 2: 100040.
13. MILORO M e CRIDDLE TR. Does Low-Level Laser Therapy Affect Recovery of Lingual and Inferior Alveolar Nerve Injuries? *J Oral Maxillofac Surg.* 2018; 76(12): 2669-2675.
14. MOHAJERANI SH, et al. Effect of Low-Level Laser and Light-Emitting Diode on Inferior Alveolar Nerve Recovery After Sagittal Split Osteotomy of the Mandible: A Randomized Clinical Trial Study. *J Craniofac Surg.* 2017; 28(4): 408-411.
15. NOMA D, et al. Application of oxytocin with low-level laser irradiation suppresses the facilitation of cortical excitability by partial ligation of the infraorbital nerve in rats: An optical imaging study. *Brain Res.* 2020; 1728: 146588.
16. ORDAHAN B e KARAHAN AY. Role of low-level laser therapy added to facial expression exercises in patients with idiopathic facial (Bell's) palsy. *Lasers Med Sci.* 2017; 32(4): 931-936.
17. OZEN T, et al. Efficacy of low level laser therapy on neurosensory recovery after injury to the inferior alveolar nerve. *Head Face Med.* 2006; 2: 3.
18. POL R, et al. Effects of Superpulsed, Low-Level Laser Therapy on Neurosensory Recovery of the Inferior Alveolar Nerve. *J Craniofac Surg.* 2016; 27(5): 1215-9.

19. POLONI MM, et al. Bell's palsy treated with photobiomodulation in an adolescent: Rare case report and review of the published literature. *Int J Paediatr Dent*. 2018; 28(6): 658-662.
20. RAVERA S, et al. Mitochondrial Bioenergetic, Photobiomodulation and Trigeminal Branches Nerve Damage, What's the Connection? A Review. *Int J Mol Sci*. 2021; 22(9): 4347.
21. RODRIGUEZ CGB, et al. Photobiomodulation Therapy to Treat Facial Paralysis of 8 Years: Case Report. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2020; 38(8): 477-480.
22. SASAKI RT, et al. Effect of Laser Photobiomodulation with Gradual or Constant Doses in the Regeneration of Rats' Mental Nerve After Lesion by Compression. *Photomed Laser Surg*. 2017; 35(8): 408-414.
23. SHARIFI R, et al. Effect of photobiomodulation on recovery from neurosensory disturbances after sagittal split ramus osteotomy: a triple-blind randomised controlled trial. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2020; 58(5): 535-541.
24. TIMKO AM. Use of 1064 nm Nd:YAG Laser Biostimulation for Immediate Reversal of a Long-Standing Paresthesia of the Superior Labial Branch of the Infraorbital Nerve Following a Root Coverage Procedure: A Case Report. *Clin Adv Periodontics*. 2021; 11(2): 93-97.
25. VEITZ-KEENAN A e KEENAN JR. Trials needed to identify best management of iatrogenic inferior alveolar and lingual nerve injuries. *Evid Based Dent*. 2015; 16(1): 29.
26. YUCA Y, et al. The efficiency of ozone therapy and low-level laser therapy in rat facial nerve injury. *J Craniomaxillofac Surg*. 2020; 48(3): 308-314. doi: 10.1016/j.jcms.2020.01.017.
27. YUCESOIY T, et al. Comparison of Ozone and PhotoBiomodulation Therapies on Mental Nerve Injury in Rats. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017; 75(11): 2323-2332.