



A eficácia da terapia com laser de baixa intensidade na aceleração do movimento dentário: uma revisão de literatura

Effectiveness of low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement: a literature review

Eficacia de la terapia con láser de baja intensidad en la aceleración del movimiento dental ortodóncico: una revisión de literatura

Daniela Sequeiros Pereira das Neves 

Liliane Siqueira de Moraes 

Débora Barbosa de Andrade Barros 

Endereço para correspondência:

Daniela Sequeiros Pereira das Neves
Avenida Ataulfo de Paiva, 135/1016
Leblon
22440-901 - Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - Brasil
E-mail: danielasequeiros@yahoo.com.br

RECEBIDO: 09.04.2025

MODIFICADO: 15.04.2025

ACEITO: 17.06.2025

RESUMO

A terapia com laser de baixa intensidade (LLLT) destaca-se na Ortodontia como uma abordagem promissora para acelerar o movimento dentário por meio de fotobiomodulação, estimulando a atividade celular e modulando mediadores inflamatórios. Originada das aplicações terapêuticas da luz, utiliza lasers de baixa potência, como os de diodo, para promover regeneração tecidual, redução de inflamação e aumento da remodelação óssea via ativação de osteoblastos e osteoclastos. Estudos indicam seu potencial em reduzir a duração do tratamento ortodôntico, mas a ausência de parâmetros clínicos padronizados limita sua aplicação. Comparada ao VPro5™, que usa microvibrações e oferece conveniência, a LLLT apresenta evidências mais robustas, embora ambas as técnicas careçam de consolidação. Assim, a LLLT configura-se como uma ferramenta complementar valiosa, demandando mais pesquisas para sua plena integração na prática clínica.

PALAVRAS-CHAVE: Ortodontia. Terapia com luz de baixa intensidade. Técnicas de movimentação dentária.

ABSTRACT

Low-level laser therapy (LLLT) emerges as a promising approach in Orthodontics, enhancing tooth movement through photobiomodulation by stimulating cellular activity and modulating inflammatory mediators. Stemming from therapeutic light applications, it employs low-power lasers, such as diode lasers, to promote tissue regeneration, reduce inflammation, and boost bone remodeling by activating osteoblasts and osteoclasts. Studies suggest its potential to shorten orthodontic treatment duration, yet the lack of standardized clinical parameters hinders its widespread use. Compared to the VPro5™, which relies on microvibrations and offers convenience, LLLT provides more robust evidence, though both require further validation. Thus, LLLT stands as a valuable adjunctive tool, necessitating additional research for full clinical integration.

KEYWORDS: Orthodontics. Low-level light therapy. Tooth movement techniques.

RESUMEN

La terapia con láser de baja intensidad (LLLT) se destaca en Ortodoncia como un enfoque prometedor para acelerar el movimiento dental mediante fotobiomodulación, estimulando la actividad celular y modulando mediadores inflamatorios. Derivada de aplicaciones terapéuticas de la luz, utiliza láseres de baja potencia, como los de diodo, para promover regeneración tisular, reducir inflamación y aumentar la remodelación ósea al activar osteoblastos y osteoclastos. Estudios indican su potencial para reducir la duración del tratamiento ortodóncico, pero la falta de parámetros clínicos estandarizados limita su aplicación. Comparada con el VPro5™, basado en microvibraciones y de uso conveniente, la LLLT ofrece evidencias más sólidas, aunque ambas requieren mayor validación. Así, la LLLT se configura como una herramienta complementaria valiosa, que demanda más investigaciones para su integración clínica completa.

PALABRAS CLAVE: Ortodoncia. Terapia por luz de baja intensidad. Técnicas de movimiento dental.

INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico visa estabelecer uma oclusão funcional, confortável e esteticamente satisfatória, minimizando injúrias aos dentes e ao periodonto. Estudos recentes indicam que, para alcançar esses objetivos, a duração média do tratamento é de aproximadamente 19.9 meses. Essa longa extensão temporal pode aumentar o risco de complicações, como manchas brancas, cáries, gengivites e reabsorções ósseas e radiculares, desafiando a adesão dos pacientes às consultas periódicas e à higiene oral. Assim, reduzir o tempo de tratamento oferece benefícios significativos tanto para pacientes quanto para ortodontistas.

Com o objetivo de encurtar a duração do tratamento ortodôntico sem comprometer os tecidos bucais, diversas estratégias têm sido investigadas, classificadas como invasivas, minimamente invasivas e não invasivas¹. Métodos invasivos, como injeções de prostaglandinas E1 e E2, ibuprofeno, paracetamol, corticotomia e piezocisão, estimulam a remodelação óssea e aceleram o movimento dentário, sendo a corticotomia um dos mais confiáveis até o momento². Contudo, sua natureza invasiva os torna menos atrativos aos pacientes. Campos eletromagnéticos pulsados também demonstraram potencial para acentuar o movimento dentário por meio de forças eletromagnéticas³. Entre os métodos minimamente invasivos, a micro-osteoperforação destaca-se por estimular citocinas responsáveis pela remodelação óssea alveolar, sendo de fácil execução no consultório, com mínimo desconforto pós-operatório e sem restrições ou tempo de recuperação⁴.

Nos métodos não invasivos, a vibração de alta frequência, como no dispositivo VPro5™, tem sido amplamente estudada em tratamentos com alinhadores invisíveis, visando reduzir o intervalo de troca de alinhadores de 14 para 7 dias em casos complexos. Com apenas 5 minutos diários de uso, a vibração de alta frequência aumenta a atividade de osteoclastos e osteoblastos, acelerando o movimento dentário e a densidade óssea, sendo bem aceita pelos pacientes devido à sua praticidade³. A busca por tratamentos mais rápidos, confortáveis e previsíveis tem impulsionado inovações em Ortodontia, focadas em superar limitações e otimizar resultados estéticos e funcionais⁵⁻⁶.

Nesse contexto, a terapia com laser de baixa intensidade (LLLT, do inglês low-level laser therapy),

também conhecida como fotobiomodulação (PBMT), emerge como uma técnica adjuvante promissora. Diferentemente de métodos químicos ou cirúrgicos, a LLLT é não invasiva, indolor, acessível e desprovida de efeitos sistêmicos adversos relatados, além de reduzir dor e inflamação, sendo bem tolerada pelos pacientes⁷. Lasers como Nd:YAG, He-Ne e, especialmente, os de diodo a 810 nm - por sua capacidade de penetração profunda, baixo custo e facilidade de manuseio - são amplamente utilizados⁸. Introduzida na Odontologia por seus efeitos bioestimulatórios, como cicatrização de feridas, modulação imunológica e regeneração nervosa, a LLLT tem sido investigada em Ortodontia para controle da dor, aumento da deposição óssea na sutura palatina em ratos e aceleração do movimento dentário em animais⁹. Ensaios clínicos em humanos, embora com dosagens variadas e resultados divergentes, sugerem um potencial positivo.

Esta revisão de literatura tem como objetivo avaliar as evidências científicas atuais sobre os mecanismos de ação e a eficácia da LLLT na aceleração do movimento dentário. A pesquisa foi conduzida nas bases PubMed, SciELO e BVS Saúde, utilizando os descritores “laser”, “terapia com luz de baixa intensidade”, “ortodontia”, “ortodontia acelerada” e “técnicas de movimentação dentária”, priorizando publicações dos últimos 10 anos.

REVISÃO DE LITERATURA

O interesse humano pelas propriedades da luz remonta a civilizações antigas, como os egípcios, gregos e astecas, que utilizavam a exposição solar para tratar distúrbios cutâneos e fortalecer ossos. Contudo, foi apenas no início do século XX, com avanços na física, que Albert Einstein, em 1917, postulou a teoria do LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation), culminando no desenvolvimento do primeiro laser por Theodore Maiman em 1960, inicialmente aplicado como ferramenta terapêutica e diagnóstica. Na Odontologia, o marco ocorreu duas décadas depois, com Terry D. Myers, dentista de Michigan (EUA), projetando o primeiro laser específico para a área⁹.

Na prática odontológica, distinguem-se dois ti-

pos de lasers: os de alta intensidade (cirúrgicos), como CO₂ e Nd:YAG, que operam por ação fototérmica ou ablativa, cortando tecidos ao elevar a temperatura; e os de baixa intensidade (LLLT, low-level laser therapy), como os de diodo e hélio-neônio, caracterizados como terapia de luz fria, mantendo a temperatura tissular abaixo de 36.5°C e promovendo efeitos bioestimulatórios não térmicos em ossos e tecidos circundantes¹⁰. A luz laser diferencia-se da luz natural por três propriedades: monocromaticidade (emissão em um único comprimento de onda), colinearidade (direção constante) e coerência (ondas sincronizadas), tornando-a ideal para estimular cromóforos tissulares sensíveis a comprimentos específicos⁶. Os parâmetros clínicos mais relevantes incluem comprimento de onda, potência, energia, tempo de irradiação, modo de emissão (contínuo ou pulsado), densidade de potência e energia⁶.

A interação do feixe laser com tecidos-alvo varia em transmissão (passagem sem alteração), reflexão (retorno sem efeito), dispersão (dissipação de calor a tecidos adjacentes) e absorção (conversão da luz em efeitos biológicos pelo tecido)⁹. A absorção gera quatro efeitos: fototérmico (conversão em calor, típico em cirurgias), fotoquímico (reação química), fotoacústico (onda de choque) e fotobioestimulante (alteração celular, promovendo remodelação, neovascularização e vasodilatação)⁹. Na Ortodontia, a LLLT atua como adjuvante, complementando métodos tradicionais ao reduzir o tempo de tratamento e melhorar os resultados por meio de seu efeito fotobioestimulatório⁷. Esse efeito ativa cascatas intercelulares, elevando o metabolismo celular e as propriedades anti-inflamatórias, desencadeando a remodelação periodontal e óssea essencial ao movimento dentário².

O movimento dentário ortodôntico resulta de forças externas que geram pressão (reabsorção óssea) e tensão (aposição óssea), mediadas por processos inflamatórios nos tecidos de suporte (osso alveolar, ligamento periodontal, cemento e gengiva)¹⁰. Esse processo, embora eficaz, é lento e frequentemente doloroso, com tratamentos durando de 24 a 36 meses, levando a queixas de desconforto, abandono e riscos como reabsorções radiculares, manchas brancas e cáries. A LLLT promove benefícios ao reduzir inflamação e dor, estimulando osteoclastos (lado da pressão) e osteoblastos (lado da tensão), além de acelerar a síntese de colágeno e a remodelação óssea⁸. Acelerar o movimento dentário é, portanto, desejável para minimizar

complicações e melhorar a adesão.

A nível celular, as forças ortodônticas desencadeiam inflamação aguda, liberando mediadores como citocinas (IL-1, IL-6, TNF-), prostaglandinas, leucotrienos, enzimas (metaloproteinases, fosfatase alcalina), fatores de crescimento e neuropeptídeos (substância P, CGRP), que regulam a interação entre sistemas imunológico, endócrino e nervoso na remodelação óssea¹¹. As citocinas, especialmente IL-1, IL-6 e TNF-, iniciam alterações bioquímicas ao se ligarem a receptores como RANKL, modulando a expressão gênica e ativando osteoclastos e osteoblastos¹¹. A LLLT potencializa esse processo ao aumentar a expressão de RANK e RANKL, acelerando a diferenciação de osteoclastos e, possivelmente, o movimento dentário¹². Estudos sugerem que a IL-1, secretada por osteoclastos e macrófagos sob estresse mecânico, é crítica na fase inicial, acumulando-se no lado comprimido do ligamento periodontal e estimulando RANKL em osteoblastos¹³.

Os efeitos da fotobiomodulação dependem da dosagem e do tempo de aplicação, com evidências limitadas indicando maior aposição óssea e regeneração em condições específicas¹⁴. Contudo, parâmetros ideais (comprimento de onda, potência, densidade de energia, intervalo de irradiação) permanecem inconclusivos¹². A LLLT também eleva o ATP mitocondrial, óxido nítrico (vasodilatador) e espécies reativas de oxigênio (ROS), que, em níveis baixos, estimulam mitose; em doses altas, podem ativar cascatas de estresse ou apoptose¹². Apesar de suas propriedades anti-inflamatórias, que regulam negativamente TNF-, IL-1 e IL-6, estudos em animais confirmam aumento na reabsorção e aposição óssea⁷.

Ensaio clínico revisado analisaram 11 estudos (pacientes de 10 a 28 anos, com extrações), majoritariamente com laser Ga-Al-As (780-980 nm)⁸, exceto com Ga-As¹⁵. Potências variaram de 0.25 mW¹⁶ a 150 mW¹⁷, com modos contínuo (oito estudos) e pulsado¹⁴⁻¹⁵. Aplicações comuns incluíram 10 pontos de irradiação (5 vestibulares, 5 palatinos) em caninos, com doses de 0.71 J/cm²¹⁸ a 108 J/cm²¹⁹. Retrações usaram molas NiTi (150 g), fios de aço e mini-implantes¹³. Resultados positivos na aceleração foram observados em oito estudos^{14-15,20-22}.

DISCUSSÃO

A duração prolongada dos tratamentos ortodônticos compromete a qualidade de vida dos pacientes e eleva a incidência de efeitos adversos dependentes do tempo, como reabsorção radicular externa, cáries e doenças periodontais. Reduzir esse período permanece um desafio significativo para os ortodontistas, motivando a investigação de métodos que acelerem o movimento dentário sem causar danos. Técnicas como injeções medicamentosas, estimulação elétrica, corticotomia, campos eletromagnéticos pulsados e métodos mecânicos/físicos têm sido exploradas⁷. Nesse contexto, a terapia com LLLT emerge como uma abordagem adjuvante promissora, especialmente com lasers de diodo, por sua capacidade de aumentar a taxa de movimentação dentária e reduzir a duração do tratamento¹². Contudo, inconsistências nos resultados de estudos clínicos indicam a necessidade de mais pesquisas para padronizar parâmetros como comprimento de onda, potência, dose de energia e método de aplicação⁸.

Os estudos analisados nesta revisão empregaram configurações variadas de LLLT, com comprimentos de onda entre 780 e 980 nm (predominantemente Ga-Al-As), potências de 0.25 mW a 150 mW, modos pulsado e contínuo, e aplicações em pontos específicos nas regiões vestibular, palatina e lingual^{15,17}. Embora os benefícios da LLLT sejam evidentes, como reparo tecidual, redução de inflamação e possível aceleração do movimento dentário²³, lacunas persistem quanto aos parâmetros ideais e aos efeitos biológicos a longo prazo. Pesquisas futuras devem priorizar a definição de dosagens otimizadas e a avaliação de resultados em diversas condições clínicas para consolidar sua aplicação na prática ortodôntica.

A LLLT utiliza lasers de baixa potência (ex.: Nd:YAG, He-Ne, diodo) para estimular processos celulares via fotobiomodulação, com comprimentos de onda típicos entre 790 e 1064 nm e densidades de energia de 0.7 a 5 J/cm²¹⁹. Os lasers de diodo destacam-se por sua penetração profunda, custo acessível e facilidade de uso²². Entre suas vantagens estão a redução de riscos associados a tratamentos prolongados, alta aceitação por ser indolor e sem necessidade de anestesia, e treinamento simples para operadores⁷. Contudo, desvantagens incluem a necessidade de sessões repetidas, o que pode ser inconveniente, a dependência de parâmetros ainda em debate e evidências

clínicas limitadas frente a métodos invasivos²⁴.

Alternativamente, o dispositivo VPro5™, baseado em microvibrações de alta frequência, é uma opção não invasiva de uso domiciliar que estimula a remodelação óssea ao aumentar a atividade celular no periodonto³. Estudos sobre microvibrações apresentam resultados inconsistentes: alguns apontam redução no tempo de tratamento, enquanto outros não detectam benefícios significativos¹. Comparado à LLLT, o VPro5™ oferece conveniência ao paciente e simplicidade de aplicação, mas carece de uma base científica tão robusta, com eficácia dependente da adesão do usuário³. Já os métodos invasivos, como micro-osteoperforações, corticotomias e piezocisão, possuem evidências mais consolidadas de aceleração do movimento dentário, porém implicam maior desconforto, riscos de complicações e custos elevados⁴.

A LLLT destaca-se como uma alternativa confortável e segura, integrando-se às técnicas ortodônticas convencionais para melhorar a experiência e os resultados do paciente²⁵. No entanto, sua eficácia é influenciada por fatores individuais, como idade, saúde periodontal e complexidade do caso, exigindo mais estudos para validar protocolos padronizados²⁰. Enquanto métodos invasivos oferecem resultados previsíveis, a LLLT e o VPro5™ representam avanços não invasivos promissores, embora demandem maior consistência científica para ampla adoção clínica.

CONCLUSÃO

A busca por tratamentos ortodônticos mais rápidos e confortáveis tem destacado a terapia com laser de baixa intensidade (LLLT) como uma alternativa promissora. Por ser não invasiva, indolor e de aplicação prática, a LLLT oferece potencial para acelerar o movimento dentário, reduzindo a duração do tratamento e os riscos de injúrias aos dentes e ao periodonto, como reabsorções radiculares e doenças periodontais. Estudos sugerem sua capacidade de melhorar os resultados clínicos, mas a falta de consenso sobre parâmetros ideais - como comprimento de onda, potência e dosagem - limita sua adoção rotineira. Assim, são necessárias evidências clínicas mais robustas e diretrizes padronizadas para conso-

lidar a LLLT como uma ferramenta eficaz e amplamente utilizada na prática ortodôntica.

Paralelamente, tanto a LLLT quanto o dispositivo de vibração de alta frequência VPro5™ representam avanços não invasivos que visam encurtar o tempo de tratamento e aprimorar a experiência do paciente. A escolha entre essas tecnologias deve considerar fatores como perfil do paciente, custo e capacitação do profissional. No futuro, a combinação dessas abordagens ou sua integração com métodos tradicionais pode otimizar os tratamentos ortodônticos, tornando-os mais eficientes, menos invasivos e alinhados às expectativas dos pacientes. Pesquisas adicionais são essenciais para definir protocolos e maximizar os benefícios dessas inovações.

REFERÊNCIAS

- Wagh SS, Nehete A, Gulve N, Aher S, Patil D, Tambe M. Comparative evaluation of effect of micro-osteoperforation and mechanical vibration on rate of orthodontic tooth movement in young adults with bimaxillary protrusion. *Cureus*. 2023;15(3):e36636.
- Alzahrani AM, Aljibrin FJ, Alqahtani am, Saklou r, Alhassania, Alamer ah, et al. Photobiomodulation in orthodontics: mechanisms and clinical efficacy for faster tooth movement. *Cureus*. 2024;16(4):e59061.
- El-Bialy T. The effect of high-frequency vibration on tooth movement and alveolar bone in non-growing skeletal class II high angle orthodontic patients: case series. *Dent J*. 2020;8(4):110.
- Shett SK, Vincent S, Y MK, Kumar YM, Madhur VK. Effects of microosteoperforations on rate of orthodontic tooth movement. *Sch J Dent Sci*. 2021;8(7):239-42.
- Miles P. Accelerated orthodontic treatment - what's the evidence? *Aust Dent J*. 2017;62(Suppl 1):63-70.
- Yong J, Gröger S, Von Bremen J, Marques MM, Braun A, Chen X. et al. Photobiomodulation therapy assisted orthodontic tooth movement: potential implications, challenges, and new perspectives. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2023;24(11):957-73.
- Ge MK, He WL, Chen J, Wen C, Yin X, Hu ZA, et al. Efficacy of low-level laser therapy for accelerating tooth movement during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci*. 2015;30(5):1609-18.
- Elgadi R, Sedky Y, Franzen R. The effectiveness of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement: a systematic review. *Laser Dent Sci*. 2023;7:129-37.
- Convissar RA. Princípios e práticas do laser na odontologia. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.
- Nunez SC, Garcez AS, Ribeiro MS. Aplicações clínicas do laser na odontologia. Barueri: Manole; 2020.
- Vujacic A, Pavlovic J, Konic-Ristic A. The role of cytokines in orthodontic tooth movement. In: Aslan BI, Uzuner FD, editors. *Current approaches in orthodontics*. London: IntechOpen; 2019.
- Borzabadi-Farahani A, Cronshaw M. Photobiomodulation concepts within orthodontics. In: D Coluzzi, S Parker, editors. *Lasers in dentistry - current concepts*. Berlin: Springer; 2017.
- Üretürk SE, Saraç M, Fıratlı S, Can SB, Güven Y, Fıratlı E: The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. *Lasers Med Sci*. 2017;32(4):757-64.
- Kamran MA. Effect of photobiomodulation on orthodontic tooth movement and gingival crevicular fluid cytokines in adolescent patients undergoing fixed orthodontic therapy. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2020;38(9):537-44.
- Kansal A, Kittur N, Kumbhojkar V, Keluskar KM, Dahiya P. Effects of low-intensity laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: a clinical trial. *Dent Res J*. 2024;11(4):481-8.
- Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012;141(3):289-97.
- Hasan MMAA, Sultan K, Hamadah O. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: a randomized controlled clinical trial. *Angle Orthod*. 2017;87(4):499-504.
- Genc G, Kocadereli I, Tasar F, Kilinc K, El S, Sarkarati B. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci*. 2013;28(1):41-7.
- Domínguez A, Gómez C, Palma JC. Effects of low-level laser therapy on orthodontics: rate of tooth movement, pain, and release of RANKL and OPG in GCF. *Lasers Med Sci*. 2015;30(2):915-23.
- Zheng J, Yang K. Clinical research: low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):324.
- Dalaie K, Hamed R, Kharazifard MJ, Mahdian M, Bayat M. Effect of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement: a clinical investigation. *J Dent*. 2015;12(4):249-56.
- Yassaei S, Aghili H, Afshari JT, Bagherpour A, Eslami F. Effects of diode laser (980 nm) on orthodontic tooth movement and interleukin 6 levels in gingival crevicular fluid in female subjects. *Lasers Med Sci*. 2016;31(9):1751-9.
- Varella AM, Revankar AV, Patil AK. Low-level laser therapy increases interleukin-1 in gingival crevicular fluid and enhances the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;154(4):535-44.

24. Bakdach WMM, Hadad R. Effectiveness of low-level laser therapy in accelerating the orthodontic tooth movement: a systematic review and meta-analysis. *Dent Med Probl.* 2020;57(1):73-94.
25. Sousa MVS, Scanavini MA, Sannomiya EK, Velasco LG, Angelieri F. Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. *Photomed Laser Surg.* 2011;29(3):191-6.