

## Bianca Nascimento Carvalho

biancanascar@outlook.com.

Aluna de graduação da Faculdade Adventista da Bahia.

## Raquel Naara de Moraes Carvalho

carvalho.naara@hotmail.com.

Aluna de graduação da Faculdade Adventista da Bahia.

## Juliana Borges de Lima Dantas

julianadantas.pos@bahiana.edu.br.

Cirurgiã-dentista. Mestre em Estomatologia pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas da Universidade Federal da Bahia – UFBA, Brasil. Professora da Faculdade Adventista da Bahia.

## Kendall Capibaribe Sousa Ferreira

kendallcapibaribe@hotmail.com.

Cirurgião-dentista. Especialista em Ortodontia pela Faculdades Integradas do Norte de Minas - Funorte. Mestrando em Ortodontia pelo Centro Universitário da Fundação Hermínio Ometto - FHO, Brasil. Professor da Faculdade Adventista da Bahia.



Faculdade Adventista da Bahia

BR 101, Km 197 – Caixa Postal 18 – Capoeiruçu - CEP:  
44300-000 - Cachoeira, BA

Revista Brasileira de Saúde Funcional  
REBRASF

## APLICABILIDADE DA LASERTERAPIA DE BAIXA POTÊNCIA NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA E REDUÇÃO DA DOR: REVISÃO NARRATIVA

*APPLICABILITY OF LOW-POWER LASER THERAPY IN ORTHODONTIC MOVEMENT AND PAIN REDUCTION: A NARRATIVE REVIEW*

### RESUMO

**Introdução:** O tratamento ortodôntico representa um complexo de procedimentos odontológicos baseados na correção da maloclusão e/ou da estética. A dor pós-ajuste e o longo período de tratamento têm sido os principais motivos pelos quais os pacientes deixam de realizar esse tipo de intervenção. A terapia com laser de baixa potência (LBP) é um método de irradiação não invasivo que utiliza radiação não ionizante com efeito bioestimulador. **Objetivo:** Avaliar a influência do LBP na aceleração da movimentação dentária, bem como na capacidade de analgesia durante o tratamento ortodôntico. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão narrativa da literatura baseada através da busca ativa de artigos durante o período de junho a agosto de 2020, publicados nas bases de dados Pubmed, LILACS e Scielo, através da combinação dos descritores Decs/ Mesh na língua inglesa: “Low-Level Light Therapy”, “Photobiomodulation”, “Analgesia”, “Orthodontic Tooth movement” e “Orthodontics”, usando o operador booleano AND. Após análise inicial, um total de 57 artigos preencheram os critérios de inclusão. **Desenvolvimento:** Forças ortodônticas aplicadas durante a movimentação ortodôntica desencadeiam a inflamação, que libera células responsáveis pela remodelação óssea e mediadores químicos capazes de tornar o tratamento doloroso. O LBP produz efeito analgésico através da inibição de substâncias indutoras de dor, além de estimular o metabolismo celular e a remodelação óssea, com aceleração do movimento ortodôntico. **Considerações Finais:** O LBP é um método eficaz para acelerar a movimentação dentária e reduzir a dor provenientes do tratamento ortodôntico. Todavia, mais estudos são necessários na tentativa de se obter a real eficácia e o melhor protocolo a ser reproduzido.

### PALAVRAS-CHAVE:

Terapia a laser de baixa potência, Técnicas de Movimentação Dentária, Ortodontia, Analgesia.

## ABSTRACT

**Introduction:** Orthodontic treatment represents a complex of dental procedures based on the correction of malocclusion and/or aesthetics. Post-adjustment pain and the long treatment period have been the main reasons why patients fail to perform this type of intervention. Low-level laser therapy (LBP) is a non-invasive irradiation method that uses non-ionizing radiation with a biostimulating effect. **Objective:** Evaluating the influence of LBP in the acceleration of tooth movement, as well as in the capacity for analgesia during orthodontic treatment. **Methodology:** It is a narrative review of the literature based on the active search for articles during the period from June to August 2020, published in the Pubmed, LILACS and Scielo databases, through the combination of the Decs / Mesh descriptors in English: "Low level light therapy", "Photobiomodulation", "Analgesia", "Orthodontic tooth movement" and "Orthodontics", using the Boolean operator AND. After the initial analysis, a total of 57 articles fulfilled the inclusion criteria. **Development:** Orthodontic forces applied during orthodontic movement triggers inflammation, which releases cells responsible for bone remodeling and chemical mediators capable of making treatment painful. LBP produces an analgesic effect through the inhibition of pain-inducing substances, in addition to stimulating cell metabolism and bone remodeling, with acceleration of orthodontic movement. **Final Considerations:** LBP is an effective method to accelerate tooth movement and reduce pain from orthodontic treatment; however, more studies are treated to obtain the real effect and the best protocol to be reproduced.

**Keywords:** Low power laser therapy, Dental Movement Techniques Orthodontics, Analgesia, Orthodontics.

## 1 INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico representa um complexo de procedimentos odontológicos baseados na correção da oclusão e/ou da estética. Todavia, é necessário que essa terapia seja feita a longo prazo com o objetivo de diminuir a ocorrência de injúrias no periodonto, nos dentes e no osso alveolar, causadas por uma força abrupta e intensa.<sup>[1-2]</sup>

O movimento dentário ortodôntico (MDO), de acordo com a teoria da pressão-tensão, acontece na presença de estímulos mecânicos, os quais promovem uma remodelação óssea ao redor do elemento dentário. Esse processo ocorre através da aposição de osso no lado tensionado e reabsorção óssea no lado da compressão do ligamento periodontal.<sup>[3]</sup>

A dor pós-ajuste ortodôntico e o longo período de tratamento ortodôntico têm sido os principais motivos pelos quais os pacientes deixam de se submeter a esse tipo de tratamento.

<sup>[4]</sup> A duração do tratamento ortodôntico pode variar de acordo com a gravidade da má oclusão instalada e a terapia de tratamento empregada pelo profissional. Não há um consenso na literatura sobre a duração do tratamento, contudo, de acordo com Tsihchaki et al. (2016), o tempo médio de tratamento com aparelhos fixos é de 19,9 meses.<sup>[5]</sup> Em contrapartida, no estudo

de Papageorgiou et al. (2017), percebeu-se que houve uma oscilação relevante no tempo médio da duração do tratamento ortodôntico entre 19,9 a 24,9 meses.<sup>[6]</sup> Estudos comprovam que o tempo prolongado de tratamento está associado a maiores chances de ocorrência de lesões de cárie, perda óssea alveolar, reabsorção radicular, recessão gengival, além de reduzir a adesão do paciente ao tratamento.<sup>[4,7-9]</sup>

Os métodos desenvolvidos para acelerar a movimentação ortodôntica e diminuir o tempo de tratamento incluem intervenções cirúrgicas e não-cirúrgicas. O método cirúrgico inclui as corticotomias e as microperfurações ósseas; e dentre as intervenções não cirúrgicas, destacam-se a terapia vibratória, a administração sistêmica/local de moléculas biológicas, a microcorrente elétrica e o laser de baixa potência.<sup>[10]</sup>

A terapia com laser de baixa potência (LBP), também conhecida como fotobiomodulação a laser, é um método de irradiação não invasivo que utiliza luz vermelha e infravermelha não ionizante, ou seja, com comprimentos de onda que variam do 600 ao 1200 nanômetros (nm), para promover efeitos biológicos com fins terapêuticos. A fotobioestimulação produzida pelo LBP induz a proliferação de células do ligamento periodontal, o aumento da expressão da osteocalcina nas áreas de tensão do ligamento periodontal, a atividade analgésica e modulação da inflamação, além do efeito osteogênico.<sup>[11-13]</sup>

A fotobiomodulação a laser tem ganhado um espaço significativo na Odontologia e vem destacando-se em procedimentos como: aumento da osseointegração de implantes dentários, alívio de dor e aceleração do reparo em lesões na mucosa, além da melhora de processos inflamatórios decorrentes da movimentação ortodôntica. A técnica apresenta efeito bioestimulador, em que se eliminam os mediadores inflamatórios que causam dor e aumenta-se o metabolismo celular, o que favorece a reparação tecidual.<sup>[2,14-15]</sup>

O MDO geralmente leva 7 (sete) a 14 (catorze) dias quando um sistema de forças ideal é aplicado para uma adequada resposta biológica. A utilização de forças de alta magnitude com a finalidade de maximizar a velocidade do tratamento ortodôntico pode inibir o fluxo sanguíneo, o que resulta em necrose celular e retardo na diferenciação de osteoclastos. Quando aplicado o LBP, ocorre o aumento do fluxo de sangue e gera-se rápido recrutamento de osteoclastos para a área comprimida, com diminuição significativa no tempo de movimentação dentária em torno de 2 (dois) dias.<sup>[10]</sup>

Com a finalidade de reduzir o tempo de tratamento ortodôntico, o LBP aumenta a taxa de movimentação fisiológica dos dentes.<sup>[16]</sup> Tal recurso terapêutico possui vantagens sobre os demais métodos por ser uma técnica minimamente invasiva, livre de efeitos colaterais indesejáveis na vitalidade dos dentes e no periodonto, além de ter fácil execução. Além disso, a laserterapia proporciona analgesia durante a terapia ortodôntica.<sup>[7,17]</sup>

A duração do tratamento ortodôntico traz inúmeros prejuízos na condição de saúde dentária dos pacientes e a dor atua como contribuinte, muitas vezes, para que o paciente não realize ou não continue o tratamento. Muito tem-se discutido sobre os benefícios do LBP como intervenção coadjuvante no tratamento ortodôntico, através da possibilidade de encurtamento do tratamento e redução da dor. Portanto, o objetivo da presente revisão narrativa da literatura foi avaliar a influência do LBP na aceleração do movimento ortodôntico e redução da dor associada ao tratamento ortodôntico.

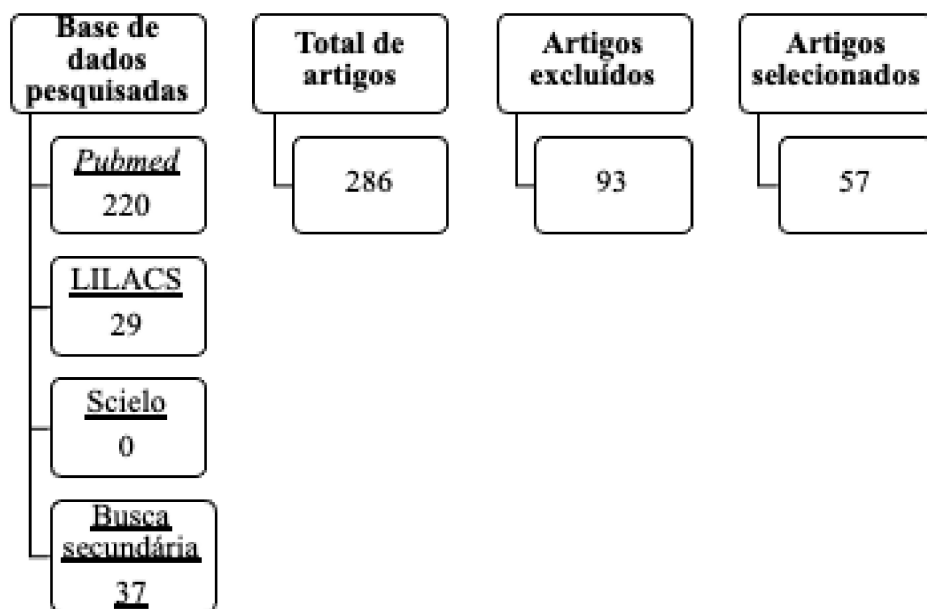
## 2 METODOLOGIA

O presente estudo de caráter exploratório e descritivo, trata-se de uma revisão narrativa da literatura. Para a construção deste trabalho, foi realizada uma seleção de estudos durante o período de junho a agosto de 2020, que fornecessem dados e informações atualizadas e que se enquadrassem nos seguintes critérios de inclusão: artigos pertinentes à temática proposta, publicados na língua inglesa, com a presença de resumo nas bases de dados, ensaios clínicos, estudos experimentais in vitro e em animais, revisões sistemáticas e narrativas, relatos de caso, estudos de caso controle e estudos observacionais prospectivos e/ou retrospectivos. Não houve tempo mínimo estabelecido, devido à possibilidade de escassez de estudos. Artigos duplicados, teses, monografias e dissertações foram excluídos do presente trabalho.

Uma busca foi realizada nas seguintes bases de dados: Pubmed, LILACS e Scielo, através da combinação dos descritores Decs/Mesh na língua inglesa: “Low-Level Light Therapy”, “Photobiomodulation”, “Analgesia”, “Orthodontic Tooth movement”, “Orthodontics”, com o auxílio do operador booleano AND, com o objetivo de refinar a busca.

Após busca inicial, um total de 220 artigos foram encontrados na plataforma Pubmed, 29 na LILACS, zero no Scielo e 37 artigos foram provenientes de busca secundária através das referências previamente encontradas nas plataformas definidas. Após análise dos títulos e resumos, 57 estudos preencheram os critérios e foram incluídos na presente revisão, conforme mostra a Figura 1.

**Figura 1** – Fluxograma referente a metodologia empregada na presente revisão de literatura.



Fonte: autoria própria.

## 3 REVISÃO DA LITERATURA DISCUTIDA

No campo da Odontologia, o uso da LBP tem sido relatado desde meados de 1970.<sup>[18]</sup> Na Ortodontia, ganha força por possuir efeitos analgésicos<sup>[19]</sup>, acelerar a taxa de cicatrização

óssea em alvéolos após extração e defeitos de fratura óssea<sup>[20]</sup>, aumentar a síntese de colágeno<sup>[21]</sup>, prevenir reabsorções radiculares<sup>[14]</sup>, estimular a proliferação celular e a formação óssea, principalmente pelo aumento da produção de osteoblastos nas fases primárias e na diferenciação celular<sup>[22]</sup>, o que resulta em aceleração do movimento dentário<sup>[23]</sup>.

A técnica de fotobiomodulação a laser se baseia na exposição à luz, a qual provoca a estimulação celular, sendo dependentes da dose e do comprimento de onda. O espectro de luz mais indicado é o infravermelho, pela melhor penetração nos tecidos irradiados. Recomenda-se que a aplicação seja feita pelo método pulsado, contudo, o método constante pode mostrar efeitos positivos. Os dispositivos de diodo de arseneto gálio e alumínio (AlGaAs) são os tipos de laser com maior nível de penetração e profundidade tecidual, por este motivo são os mais utilizados.

[23-25]

### 3.1 INFLUÊNCIA DO LBP NA REDUÇÃO DA DOR

Durante o tratamento ortodôntico, forças são aplicadas sobre os dentes a fim de se obter movimentação. A movimentação dentária ocorre através do estiramento e compressão das fibras do ligamento periodontal. Esse processo desencadeia uma inflamação em que os osteoclastos e macrófagos reabsorvem a matriz óssea na área comprimida e as células da medula óssea que se diferenciam em osteoblastos iniciam o reparo pela fixação da matriz óssea extracelular na área esticada.<sup>[26-27]</sup>

Quando ocorre uma reação inflamatória, são liberados mediadores químicos, como histaminas, prostaglandinas, serotonina, dopamina, interleucinas e substância P, capazes de tornar o tratamento doloroso.<sup>[28-30]</sup> As prostaglandinas, por exemplo, são lipídios sintetizados pelo ácido-araquidônico através da ciclo-oxigenase (COX). Elas têm a capacidade de melhorar a expressão de genes inflamatórios e com isso recrutar células inflamatórias, que também exacerbam a dor no local da tensão ortodôntica.<sup>[31-32]</sup>

Em estudo de Palotta et al. (2012), foi observado que a terapia com LBP inibe a liberação de neurotransmissores referentes à dor e à produção de mediadores inflamatórios devido à ativação da circulação sanguínea local.<sup>[33]</sup> Outros estudos ainda enfatizam a associação do LBP à diminuição de substâncias indutoras de dor, já citadas anteriormente, e ao aumento de beta-endorfina, mediador natural que impede a liberação do ácido araquidônico, que resulta em inibição de prostaglandinas e da COX, com produção de efeito analgésico significativo.<sup>[34-35]</sup>

Isola et al. (2019), com o objetivo de avaliar a experiência de dor sob a influência do LBP com um comprimento de onda de 810 nm, 1W de potência de saída e uma densidade de energia de 66,7 J/cm<sup>2</sup>, examinaram pacientes em tratamento ortodôntico associado à extração de primeiros pré-molares e distalização dos caninos. Um dos lados foi irradiado, enquanto o outro foi considerado o lado controle. Observou-se que o lado irradiado apresentou diminuição significativa da faixa média de dor devido à tração ortodôntica em comparação ao lado controle.<sup>[36]</sup> Lim et al. (1995) comprovaram que o LBP produziu efeitos analgésicos após a aplicação com laser de diodo AlGaAs com 830 nm de comprimento de onda e potência de 30 mW no terço médio de raízes dentárias após a colocação de separadores, a fim de produzir sensação dolorosa nos indivíduos avaliados.<sup>[19]</sup>

Tortamano et al. (2009) utilizaram o LBP como método de verificar a dor relatada por seus

pacientes após a colocação do primeiro fio ortodôntico. Foi usado o laser ArGaAl com comprimento de onda 830 nm e potência de 30 mW. Foram irradiadas as mucosas vestibular e lingual do dente submetido ao movimento, com dose de 2,5 J/cm<sup>2</sup> de cada lado. Os resultados demonstraram que o LBP foi um método eficiente para o maior controle da dor no que se refere à duração e à intensidade.<sup>[37]</sup>

Em seu estudo, Nicotra et al. (2020) compararam a dor após a colocação de bandas ortodônticas em pacientes submetidos à fotobiomodulação com o dispositivo laser de diodo AlGaAs emitindo radiação infravermelha a 980 nm, potência de saída de 1W e 1 J/cm<sup>2</sup> de densidade de energia, com o grupo controle. Os resultados demonstraram que, no grupo submetido à fotobiomodulação, a dor começou logo após a aplicação do laser e diminuiu constante e progressivamente nos dias seguintes, enquanto o grupo controle relatou valores mais altos, com alívio apenas após 96h em que foram colocadas as bandas ortodônticas<sup>[38]</sup>. Adicionalmente, He et al. (2013) demonstraram que o LBP se mostrou eficaz na diminuição da duração e da intensidade da dor.<sup>[28]</sup>

Esses resultados corroboram com os achados de Cordeiro et al. (2018), que indicam que o uso do LBP modula as respostas celulares de tal forma que antecipa o pico da fase aguda da inflamação e, por consequência, o início do processo de reparo.<sup>[39]</sup>

Youssef et al. (2008) comprovaram que a terapia com LBP é um método eficiente no controle da dor durante o tratamento ortodôntico através da utilização do comprimento de onda de 809 nm (infravermelho) e potência de 0,7 mW.<sup>[18]</sup> Contudo, no estudo de Angelieri et al. (2011), pacientes foram selecionados para irradiação com laser de diodo (ArGaAl), 780 nm de comprimento de onda (infravermelho), potência de 20 mW, densidade de energia 5 J/cm<sup>2</sup>, 0,2 J de energia por ponto, totalizando 2J, em caninos superiores e inferiores submetidos à retração ortodôntica, sendo um lado irradiado e o outro controle, ou seja, não irradiado. Verificou-se que não houve diferença significativa na redução da dor entre o lado irradiado e o não irradiado, justificando-se que a densidade de energia e potência não foram suficientes para a analgesia, levando em consideração que o movimento em questão foi de ampla magnitude.<sup>[35]</sup>

Segundo Cronshaw et al. (2019), há concordância na literatura de que uma dose única aplicada do LBP pode ser eficaz no tratamento da dor e que existe uma larga variação a respeito do comprimento de onda e irradiância aplicados. Entretanto, sugere-se que a faixa de comprimento de onda frequentemente utilizada para alívio da dor é de 632,8 a 910 nm, com exposição radiante de 12 J/cm<sup>2</sup> a 183 J/cm<sup>2</sup>, e potência média entre 10 mW e 160 mW. Esses autores ainda afirmam que resultados positivos não podem ser associados apenas a comprimentos de onda dentro desta faixa, mas também devem ser considerados o tipo de movimento em relação à densidade de energia e potência escolhidas, bem como à resposta multifásica dos tecidos biológicos, pois quanto maior o grau de dispersão, menor a absorção da fonte do laser.<sup>[40]</sup>

Devido à variabilidade de protocolos disponíveis, é difícil definir a dose ou densidade de energia ideal para alívio da dor no tratamento ortodôntico.<sup>[2]</sup> Caccianiga et al. (2017) sugerem que a avaliação no nível de dor pode se mostrar controversa, visto que diferentes protocolos de mensuração são utilizados, além da diversidade de tratamento ortodôntico proposta. Nesse mesmo estudo, afirma-se que uma maior densidade de energia aplicada nos tecidos alvos produz resultados relevantes.<sup>[24]</sup> Por fim, há de se levar em consideração que a dor é uma sensação subjetiva pertencente a cada indivíduo e que sua avaliação se torna complexa.<sup>[28,37]</sup>



Os protocolos encontrados na literatura científica para a aplicação do LBP na redução da dor podem ser visualizados de forma resumida na Tabela 1. **Tabela 1-** Características dos estudos incluídos sobre a redução da dor.

Autor e ano	Tipo de laser	Potência e comprimento de onda	Tempo de exposição e dose de energia	Intervalo de aplicações	Desfecho e Conclusão
Lim et al., 1995	GaAlAs	30 mW 830 nm	Placebo – 30s Grupo I – 15s com 0,45J Grupo II – 30s com 0,95J Grupo III – 60s com 1,8J	O procedimento foi realizado durante 5 dias consecutivos a partir do dia da colocação dos separadores.	O LBP diminui a intensidade da dor causada pelo movimento dentário ortodôntico em comparação com o grupo placebo ( $p=0,05$ ).
Youssef et al., 2008	GaAlAs	100 Mw 809 nm	10s no terço cervical, 20s no terço médio e 20s terço apical, totalizando 8J.	Nos dias 0, 3, 7 e 14 dias após cada ajuste ortodôntico.	O LBP foi uma ferramenta significativamente eficaz na diminuição do nível da dor ( $p<0,05$ ).
Tortamano et al., 2009	GaAlAs	30 mW 830 nm	Os dentes foram divididos em 5 pontos. Cada ponto recebeu dose de 0,5J por 16s, totalizando 5J por dente.	A irradiação foi executada em aplicação única imediatamente após a colocação do fio.	O LBP foi um método eficiente para o maior controle da dor no que se refere a duração e intensidade ( $p = 0,001$ ).
Angelieri et al., 2011	GaAlAs	20 mW 780 nm	Foi aplicado 5 J/cm <sup>2</sup> em 10 pontos (5 por vestibular e 5 por lingual), durante 10s em cada ponto, resultando em 0,2J de energia por ponto, total de 2J.	Imediatamente após a ativação da mola, 3 e 7 dias após a primeira aplicação.	O LBP com a dosimetria em questão não foi capaz de promover alívio da dor, sendo a grande amplitude de movimentação, a possível responsável pelo resultado insatisfatório ( $p>0,05$ ).
Isola et al., 2019	GaAlAs	1W 810 nm	Aplicação do laser tanto no lado vestibular quanto no palatal em 3 pontos (mesial, medial e distal) por 15s com 8J.	A irradiação foi realizada no mesmo dia após ativação da mola NiTi e repetida após 3, 7 e 14 dias.	Redução significativa na faixa média de dor devido à tração ortodôntica após aplicação do LBP ( $p<0,001$ ).
Nicotra et al., 2020	GaAlAs	1W 980 nm	Aplicação de ponto único movendo a ponta do laser a partir do lado vestibular em direção ao lado palatal por 10s, com dose total de 30J em cada molar.	O procedimento foi repetido 3 vezes com intervalo de 10s.	Os resultados demonstram que o LBP reduziu a intensidade da dor após a colocação de bandas ortodônticas ( $p<0,05$ ).

J - jaules; s - segundos; mW – microwatts; W – watts; GaAlAs – Arseneto de Gálio e Alumínio; nm – nanômetros; LBP – laser de baixa potência.

Fonte: autoria própria.

### 3.2 EFEITO DO LBP NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA

Quando forças ortodônticas são aplicadas durante a movimentação ortodôntica, ocorre compressão de um lado, o que gera aumento de osteoclastos e osteoblastos do lado tensionado. O aumento dessas células resulta em remodelação óssea, especialmente no osso alveolar, com consequente movimento dentário.<sup>[41]</sup>

O mecanismo de fotobiomodulação se baseia no sistema RANK (Receptor Ativador de Fator-kappa Nuclear), RANKL (ligante de RANK) e OPG (osteoprotegerina) na formação e diferenciação fisiológica dos osteoclastos durante o movimento dentário ortodôntico. O RANKL se liga ao seu receptor RANK e estimula a diferenciação e a atividade dos osteoclastos. Em contrapartida, a OPG é uma citocina produzida pelas células osteoblásticas e da medula óssea capaz de inibir a osteoclastogênese, que compete com o RANK pelo mesmo sítio de atuação do RANKL, o que impede o recrutamento, a proliferação e a ativação dos osteoclastos. O RANKL e a OPG pertencem à superfamília do Fator de Necrose Tumoral (TNF), fator regulador fundamental na diferenciação e maturação osteoclástica. Eles, portanto, regulam o processo de reabsorção óssea.<sup>[12,42-45]</sup>

Doshi-Mehta e Bhad-Patil (2012) observaram que a utilização do LBP resultou no aumento médio de 30% da taxa de movimentação dentária, reduzindo assim o tempo de tratamento ortodôntico.<sup>[17]</sup> Genc et al. (2013) também investigaram o efeito do LBP na movimentação dentária e concluíram que o laser conferiu um efeito acelerador no grupo experimental, com aumento em 20-40% do movimento dentário, em relação ao grupo não irradiado.<sup>[46]</sup> ALSayed Hasan et al. (2017) encontraram resultados semelhantes com o uso do LBP, em que se observou uma redução de 26% no tempo de tratamento ortodôntico.<sup>[47]</sup>

Altan et al. (2012) avaliaram os efeitos do laser GaAlAs de 820 nm em células osteoclásticas e osteoblásticas na proliferação e liberação do sistema RANKL/RANK/OPG, regulador da remodelação óssea. Verificou-se que o laser foi capaz de aumentar a expressão de RANK no grupo que recebeu dose total de 54 J em cinco pontos irradiados, em comparação ao grupo que recebeu 15 J nos mesmos pontos. Já em relação a OPG, que compreende uma importante citocina no processo de remodelação óssea durante o MOD, não foi encontrada diferença significativa entre os grupos. Desta maneira, o aumento da energia total promoveu somente o aumento do regulador ósseo RANK.<sup>[12]</sup>

Os efeitos da biomodulação promovidos por LBP no 3º e 4º dias de experimento aumentaram de forma significativa a movimentação dentária no grupo de ratos irradiados em comparação ao grupo controle, em consequência da elevação do número de células osteoclásticas multinucleadas responsáveis pela reabsorção óssea, apontando assim o LBP como uma terapia adjuvante eficaz na redução do tempo do tratamento ortodôntico.<sup>[48]</sup>

Habib et al. (2010) avaliaram as alterações histológicas encontradas no osso alveolar durante o movimento ortodôntico em ratos. Constataram, então, que houve aumento significativo no número de osteoblastos e osteoclastos entres os dias 7 (sete) e 13 (treze) após a aplicação do LBP, além da alta deposição e síntese de colágeno, em áreas de pressão e tensão do ligamento periodontal, quando comparada com osso não irradiado.<sup>[21]</sup>

A associação do tratamento ortodôntico com a técnica de LBP quando comparada com a técnica



convencional sem o uso do laser na retração de canino demonstrou que o grupo tratado com o laser de diodo de 810 nm apresentou uma taxa de movimentação dentária ortodôntica de  $3,73 \pm 1,08$  mm. Por sua vez, o grupo controle apresentou uma taxa de  $2,71 \pm 0,90$  mm de movimentação.<sup>[16]</sup>

Youssef et al. (2008) avaliaram a aplicabilidade do LBP na retração canina em três áreas distintas com o laser de diodo GaAlAs, com dosimetria de 8 J, potência de 100 mW e comprimento de onda de 809 nm por 14 (catorze) dias, em região de maxila e mandíbula. O lado direito dos maxilares foi escolhido para ser irradiado, enquanto o lado esquerdo foi o controle. Observou-se que a velocidade do movimento dentário foi maior no lado do experimento em comparação ao lado controle. Quando comparadas a maxila e mandíbula do lado irradiado, não houve diferença estatística significativa na movimentação dentária, concluindo que a posição da mandíbula não influencia na velocidade do movimento dentário.<sup>[18]</sup>

Em um teste de penetração da radiação em tecidos profundos, Hsu et al. (2018) constataram que o laser de 970 nm oferece uma penetração profunda sem ser completamente absorvida por uma fatia óssea de 2mm, sendo primordial para ativação de tecidos profundos como ligamento periodontal e osso, afim de promover a movimentação ortodôntica.<sup>[49]</sup>

Em 1997, Saito e Shimizu estudaram os efeitos laser GaAlAs de 100 mW na regeneração óssea da sutura palatina mediana durante a expansão em ratos e concluíram que os efeitos terapêuticos do laser dependem da dosagem total, frequência e duração do tratamento. No entanto, os autores sugerem que o LBP pode ter benefício na inibição de recidivas e no período de retenção por aceleração da regeneração óssea.<sup>[50]</sup>

De acordo com Dalaie et al. (2015), o efeito da irradiação com laser (GaAlAs, 880 nm, 100 mW, 5 J/cm<sup>2</sup>, 8 pontos, 80 segundos, modo contínuo) na retração de caninos não foi estatisticamente significativo. Quando avaliada a quantidade de movimento dentário nos lados irradiados e controle, verificou-se que era a mesma. Diferenças nos protocolos de irradiação e o número pequeno de pacientes avaliados, apenas 12 (doze), podem ter influenciado nos resultados obtidos.<sup>[51]</sup>

Em 2014, Heravi et al. e Kansal et al., analisaram a eficácia do laser GaAlAs (810 nm, 200 mW, 21,4 J/cm<sup>2</sup>, e 904 nm, 12 mW, a 4,2 J/cm<sup>2</sup>, respectivamente) sobre a retração canina. Os protocolos utilizados em ambos os estudos não afetaram na taxa de movimentação do tracionamento do canino, não havendo diferença significativa entre os controles e os tratados com laser. É possível que esses achados sejam ocasionados por diferenças nos parâmetros de radiação (potência e densidade de energia elevadas e baixas, respectivamente) e tamanho da amostra reduzido.<sup>[52-53]</sup> Parâmetros mínimos e elevados podem promover a fotobioinibição, ao invés da bioestimulação.

Resultados negativos também foram encontrados por Limpanichkul et al. (2006), que investigaram o efeito estimulador do laser na movimentação dentária ortodôntica em pacientes, fornecendo irradiação nos primeiros três dias a partir da aplicação da retração ortodôntica, em que não foi alcançado nenhum efeito na taxa de movimento dentário. Da mesma forma, Mistry et al. (2020) não evidenciaram diferença clínica relacionada ao movimento dentário estatisticamente significativa, quando utilizado o laser GaAlAs (808 nm, 250 mW), com uma dose de 13 J por sessão, quatro vezes por semana, em relação ao grupo controle<sup>[54,55]</sup>.

Marquezan et al. (2010) não encontraram efeito biomodulador no movimento dentário, quando

analisado comparativamente os efeitos de dois protocolos diferentes na movimentação dentária em ratos.<sup>[41]</sup> Acredita-se que o impacto da fotobioestimulação no reparo ósseo é diretamente dependente da dose, duração e da frequência de irradiação.<sup>[50,54,56]</sup>

A faixa de comprimento de onda capaz de induzir a aceleração do movimento dentário encontradas na literatura foi entre 780 e 970 nm.<sup>[49,57]</sup> Em contrapartida, estudos que utilizaram comprimento de onda na mesma faixa, entre 810 e 880 nm, indicaram que o LBP não teve efeito estimulador sobre a taxa de movimentação dentária ortodôntica. Tais achado estão relacionados a diferentes protocolos, que incluem a baixa dose e densidades de energia, capazes de não expressar a bioestimulação.<sup>[41,51,52,54,57]</sup>

Os protocolos de aplicação do LBP sobre a taxa de movimentação ortodôntica encontram-se compilados na Tabela 2.

**Tabela 2-** Características dos estudos incluídos sobre movimentação dentária ortodôntica.

Autor e ano	Tipo de laser	Potência e comprimento de onda	Tempo de exposição e dose de energia	Intervalo de aplicações	Desfecho e Conclusão
Limpanichkul et al., 2006	GaAlAs	100mW 860 nm	25 J /cm <sup>2</sup> .	0, 1, 2 dias até o 3º mês.	Não houve diferença significativa na movimentação do canino entre o lado irradiado e o não irradiado (p=0,77).
Youssef et al., 2008	GaAlAs	100 mW 809 nm	10s terço cervical, 20s terço médio, 20s terço apical, totalizando 8J.	Nos dias 0, 3, 7 e 14 dias após cada ajuste ortodôntico.	O LBP foi capaz de acelerar o movimento durante o tratamento ortodôntico. (p<0,05).
Altan et al., 2010	GaAlAs	100 mW 820 nm	Grupo I- controle Grupo II- 5 pontos por 108s, totalizando 54J Grupo III- 5 pontos por 30s, total de 15J.	8 dias de experimento.	A quantidade de movimento dentário foi significativamente maior no grupo II em comparação com os demais grupos (p<0,05).
Yamaguchi et al., 2010		100 mW 810 nm	3 pontos com irradiação por 3 minutos em cada, uma vez por dia com dose total de 54J.	0 a 7 dias.	A taxa de movimento dentário foi significativamente maior no grupo irradiado do que no grupo não irradiado ao final do experimento (p<0,05).
Doshi-Mehta et al., 2012	GaAlAs	0,25 mW 810nm	10 pontos, 5 por bucal e 5 por palatino por 10s dose total por aplicação de 8J.	0, 3, 7 e 14 no primeiro mês, e, posteriormente, a cada 15 dias, até a completa retração canina no lado experimental.	Houve um aumento médio de 30% na taxa de movimentação ortodôntica no grupo irradiado.
Genc et al., 2013	GaAlAs	20 mW 808 nm	10 aplicações, 5 por vestibular e 5 por palatino por 10s com dose de 0.71J.	0, 3, 7, 14, 21, e 28 dias após ajuste ortodôntico.	A aplicação do LBP acelerou a movimentação dentária ortodôntica (p≤ 0,05).

J - jaulas; s - segundos; mW – microwatts; W – watts; GaAlAs – Arseneto de Gálio e Alumínio; nm – nanômetros; LBP – laser de baixa potência.

Fonte: autoria própria.

## **1. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A fotobiomodulação promovida pelo LBP é um método seguro e eficaz na aceleração da movimentação dentária e redução da dor provenientes do tratamento ortodôntico. Embora a maioria dos artigos analisados apresentem resultados positivos, há controvérsias em relação à variedade de protocolos utilizados, tendo em vista que a dosimetria, duração e frequência de irradiação são fatores importantes para obtenção de resultados positivos. Portanto, mais ensaios clínicos randomizados duplo-cegos são necessários para se estabelecer a real eficácia e o melhor protocolo a ser reproduzido.

## REFERÊNCIAS

1. Alazzawi MMJ, Alam MK, Hassan R, Shaari R, Azlina A, Salzihan MS. Effect of low level laser and low intensity pulsed ultrasound therapy on bone remodeling during orthodontic tooth movement in rats. *Prog Orthod*. 2018;19(1):1–11.
2. 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.
3. Davidovitch Z. Tooth movement. *Crit Rev Oral Biol Med Off Publ Am Assoc Oral Biol*. 1991;2(4):411–50.
4. Sousa MVS, Pinzan A, Consolaro A, Henriques JFC, de Freitas MR. Systematic literature review: influence of low-level laser on orthodontic movement and pain control in humans. *Photomed Laser Surg*. 2014;32(11):592–9.
5. Tsichlaki A, Chin SY, Pandis N, Fleming PS. How long does treatment with fixed orthodontic appliances last? A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2016;149(3):308–18.
6. Papageorgiou SN, Höchli D, Eliades T. Outcomes of comprehensive fixed appliance orthodontic treatment: A systematic review with meta-analysis and methodological overview. *Korean J Orthod*. 2017;47(6):401–13.
7. Kochar GD, Londhe SM, Varghese B, Jayan B, Kohli S, Kohli VS. Effect of Low-level Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement. *J Indian Orthod Soc*. 2017;51(2):81–6.
8. Sousa MV, 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.
9. Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment--a frontier in orthodontics. *Prog Orthod*. 2013;14(1):1–8.
10. Li Y, Jacox LA, Little SH, Ko C-C. Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. *Kaohsiung J Med Sci*. 2018;34(4):207–14.
11. Nahas AZ, Samara SA, Rastegar-Lari TA. Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: a single center, randomized clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2017;32(1):129–35.
12. Altan BA, Sokucu O, Ozkut MM, Inan S. Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci*. 2012;27(1):131–40.
13. Huang T-H, Liu S-L, Chen C-L, Shie M-Y, Kao C-T. Low-level laser effects on simulated orthodontic tension side periodontal ligament cells. *Photomed Laser Surg*. 2013;31(2):72–7.
14. Ng D, Chan AK, Papadopoulou AK, Dalci O, Petocz P, Darendeliler MA. The effect of low-level laser therapy on orthodontically induced root resorption: a pilot double blind randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2018;40(3):317–25.

15. Lim W, Lee S, Kim I, Chung M, Kim M, Lim H, et al. The anti-inflammatory mechanism of 635 nm light-emitting-diode irradiation compared with existing COX inhibitors. *Lasers Surg Med.* 2007;39(7):614–21.
16. rumughan S, Somaiah S, Muddaiah S, Shetty B, Reddy G, Roopa S. A Comparison of the Rate of Retraction with Low-level Laser Therapy and Conventional Retraction Technique. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(2):260–6.
17. 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 Dentofacial Orthop.* 2012;141(3):289–97.
18. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med Sci.* 2008;23(1):27–33.
19. Lim HM, Lew KK, Tay DK. A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(6):614–22.
20. Ebrahimi T, Moslemi N, Rokn A, Heidari M, Nokhbatolfoghahaie H, Fekrazad R. The influence of low-intensity laser therapy on bone healing. *J Dent (Tehran).* 2012;9(4):238–48.
21. abib FAL, Gama SKC, Ramalho LMP, Cangussú MCT, Neto FPS, Lacerda JA, et al. Laser-induced alveolar bone changes during orthodontic movement: a histological study on rodents. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(6):823–30.
22. Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G, Abiko Y. Low-Energy Laser Irradiation Stimulates Bone Nodule Formation at Early Stages of Cell Culture in Rat Calvarial Cells. *Bone.* 1998;22(4):347–54.
23. Impani K, Kantarci A. Nonsurgical Methods for the Acceleration of the Orthodontic Tooth Movement. *Front Oral Biol.* 2016;18:80–91.
24. Caccianiga G, Paiusco A, Perillo L, Nucera R, Pinsino A, Maddalone M, et al. Does Low-Level Laser Therapy Enhance the Efficiency of Orthodontic Dental Alignment? Results from a Randomized Pilot Study. *Photomed Laser Surg.* 2017;35(8):421–6.
25. Nóbrega C, da Silva EMK, de Macedo CR. Low-level laser therapy for treatment of pain associated with orthodontic elastomeric separator placement: a placebo-controlled randomized double-blind clinical trial. *Photomed Laser Surg.* 2013;31(1):10–6.
26. Bumann EE, Frazier-Bowers SA. A new cyte in orthodontics: Osteocytes in tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2017;20(1):125–8.
27. de Souza TOF, Mesquita DA, Ferrari RAM, Dos Santos Pinto D, Correa L, Bussadori SK, et al. Phototherapy with low-level laser affects the remodeling of types I and III collagen in skeletal muscle repair. *Lasers Med Sci.* 2011;26(6):803–14.
28. He WL, Li CJ, Liu ZP, Sun JF, Hu ZA, Yin X, et al. Efficacy of low-level laser therapy in the management of orthodontic pain: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.*



- 2013;28(6):1581–9.
29. Nicolay OF, Davidovitch Z, Shanfeld JL, Alley K. Substance P immunoreactivity in periodontal tissues during orthodontic tooth movement. *Bone Miner.* 1990;11(1):19–29.
  30. Vandevska-Radunovic V. Neural modulation of inflammatory reactions in dental tissues incident to orthodontic tooth movement. A review of the literature. *Eur J Orthod.* 1999;21(3):231–47.
  31. Yamaguchi M, Kasai K. Inflammation in periodontal tissues in response to mechanical forces. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz).* 2005;53(5):388–98.
  32. Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146(5):620–32.
  33. Pallotta RC, Bjordal JM, Frigo L, Leal Junior ECP, Teixeira S, Marcos RL, et al. Infrared (810-nm) low-level laser therapy on rat experimental knee inflammation. *Lasers Med Sci.* 2012;27(1):71–8.
  34. Sakurai Y, Yamaguchi M, Abiko Y. Inhibitory effect of low-level laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *Eur J Oral Sci.* 2000;108(1):29–34.
  35. Angelieri F, Sousa MV da S, Kanashiro LK, Siqueira DF, Maltagliati LÁ. Effects of low intensity laser on pain sensitivity during orthodontic movement. *Dental Press Jour Orthod.* 2011;16(4):95–102.
  36. Isola G, Matarese M, Briguglio F, Grassia V, Picciolo G, Fiorillo L, et al. Effectiveness of Low-Level Laser Therapy during Tooth Movement: A Randomized Clinical Trial. *Materials (Basel).* 2019;12(13)1–12.
  37. Tortamano A, Lenzi DC, Haddad ACSS, Bottino MC, Dominguez GC, Vigorito JW. Low-level laser therapy for pain caused by placement of the first orthodontic archwire: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(5):662–7.
  38. Nicotra C, Polizzi A, Zappalà G, Leonida A, Indelicato F, Caccianiga G. A Comparative Assessment of Pain Caused by the Placement of Banded Orthodontic Appliances with and without Low-Level Laser Therapy: A Randomized Controlled Prospective Study. *Dent J (Basel).* 2020;8(1)1–10.
  39. Cordeiro JM, Sahad MG, Cavalcanti MFXB, Marcos RL, Diomedea F, Trubiani O, et al. Laser Photobiomodulation Over Teeth Subjected to Orthodontic Movement. *Photomed Laser Surg.* 2018;36(12):647–52.
  40. Cronshaw M, Parker S, Anagnostaki E, Lynch E. Systematic Review of Orthodontic Treatment Management with Photobiomodulation Therapy. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2019;37(12):862–8.
  41. Marquezan M, Bolognese AM, Araújo MT de S. Effects of two low-intensity laser therapy protocols on experimental tooth movement. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(6):757–62.
  42. Soedarsono N, Rabello D, Kamei H, Fuma D, Ishihara Y, Suzuki M, et al. Evaluation of RANK/RANKL/OPG gene polymorphisms in aggressive periodontitis. *J Periodont Res.* 2006;41(5):397–404.
  43. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res.* 2008;11(3):143–55.
  44. Yassaei S, Fekrazad R, Shahraki N. Effect of low level laser therapy on orthodontic tooth movement: a review article. *J Dent (Tehran).* 2013;10(3):264–72.

45. Sarmadi S, Tanbakuchi B, Hesam Arefi A, Chiniforush N. The Effect of Photobiomodulation on Distraction Osteogenesis. *J Lasers Med Sci.* 2019;10(4):330–7.
46. 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.
47. AlSayed Hasan MMA, 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.
48. Yamaguchi M. RANK/RANKL/OPG during orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(2):113–9.
49. su L-F, Tsai M-H, Shih AH-Y, Chen Y-C, Chang B-E, Chen Y-J, et al. 970 nm low-level laser affects bone metabolism in orthodontic tooth movement. *J Photochem Photobiol B, Biol.* 2018;186:41–50.
50. Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(5):525–32.
51. Dalaie K, Hamedi R, Kharazifard MJ, Mahdian M, Bayat M. Effect of Low-Level Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement: A Clinical Investigation. *J Dent (Tehran).* 2015;12(4):249–56.
52. Heravi F, Moradi A, Ahrari F. The effect of low level laser therapy on the rate of tooth movement and pain perception during canine retraction. *Oral Health Dent Manag.* 2014;13(2):183–8.
53. 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 (Isfahan).* 2014;11(4):481–8.
54. Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2006;9(1):38–43.
55. Mistry D, Dalci O, Papageorgiou SN, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. The effects of a clinically feasible application of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement: A triple-blind, split-mouth, randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;157(4): 444-453.
56. Bolton P, Young S, Dyson M. Macrophage Responsiveness To Light Therapy With Varying Power And Energy Densities. *Laser Therapy.* 1991;3(3):105–11.
57. Domínguez Camacho A, Montoya Guzmán D, Velásquez Cujar SA. Effective Wavelength Range in Photobiomodulation for Tooth Movement Acceleration in Orthodontics: A Systematic Review. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2020;1–10.