

UNIVERSIDADE BRASIL  
ODONTOLOGIA

**EFICÁCIA DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ACELERAÇÃO DO  
MOVIMENTO ORTODÔNTICO**

SÃO PAULO  
2020

Caroline Marinho Vilela  
Fernanda Aparecida Lopes

**EFICÁCIA DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA NA ACELERAÇÃO DO  
MOVIMENTO ORTODÔNTICO**

Trabalho de conclusão de curso (TCC)  
apresentado ao curso de graduação em  
Odontologia da Universidade Brasil –  
campus Itaquera, como requisito parcial  
para obtenção do título de Bacharelado em  
Odontologia.

Orientado por Dr. Msc. Antônio L. Sant’Ana  
Neto.

SÃO PAULO  
2020

## RESUMO

Com o avanço da tecnologia, a ortodontia tem buscado meios para diminuir o tempo de tratamento, visto ser uma das grandes queixas dos pacientes. A movimentação ortodôntica durante todo o tratamento demanda eventos histológicos, moleculares, bioelétricos e bioquímicos, abrangendo o periodonto de inserção e os tecidos dentários. Considerada uma técnica não invasiva, a laserterapia tem ampla utilização dentro da área da saúde, englobando laser de baixa e alta potência. O laser de baixa potência possui propriedades analgésicas, antiinflamatórias, regenerativas e bioestimulantes, que auxiliam em processos de cicatrização e regeneração de tecidos. Com base em pesquisas e artigos científicos foi realizado um levantamento bibliográfico do período de 1989 à 2019, sobre a aplicação da terapia à laser de baixa potência e seus protocolos de aplicação na ortodontia, demonstrando resultados variados sobre a aceleração do movimento ortodôntico. A conclusão do trabalho é que os estudos com fotobiomodulação apresentam protocolos de utilização diversos, porém a maioria dos artigos e pesquisas apresentam resultados positivos no aumento da movimentação dentária, sendo necessário apenas, novas pesquisas para obter um protocolo ideal.

**Palavras-chaves:** laserterapia; movimentação ortodôntica; TLBP; fotobiomodulação.

## **ABSTRACT**

With the advancement of technology, orthodontics has been looking for ways to shorten treatment time, seen as one of the biggest causes of patients. Orthodontic movement throughout the treatment of demand for histological, molecular, bioelectric and biochemical events, covering the insertion period and dental tissues. Considered a non-invasive technique, laser therapy is widely used in the health field, including low and high power laser. The low-capacity laser has analgesic, anti-inflammatory, regenerative and biostimulating properties, which assist in the healing and tissue regeneration processes. Based on research and scientific articles, a bibliographic survey of the period from 1989 to 2019 was carried out on an application of low powered laser therapy (TLBI) and its application protocols in orthodontics, obtain varied results on the acceleration of orthodontic movement. The conclusion of the work is that studies with photobiomodulation use different protocols for use, but most of the articles and researches show positive results in the increase of tooth movement, being only necessary, new researches to obtain an ideal protocol.

**Keywords:** laser therapy; orthodontic movement; TLBP; photobiomodulation.

## SUMÁRIO

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....            | 06 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 07 |
| 3. DISCUSSÃO.....             | 23 |
| 4. CONCLUSÃO.....             | 25 |
| 5. REFERÊNCIAS.....           | 26 |

## INTRODUÇÃO

Atualmente a Ortodontia tem buscado evoluir no sentido de melhorar a qualidade dos acessórios utilizados, mecânicas individualizadas e aceleradores do movimento dentário, tudo com o objetivo de diminuir o tempo do tratamento ortodôntico considerando que os pacientes queixam-se freqüentemente da demora do mesmo.

Dentre as técnicas para acelerar a movimentação ortodôntica, existe a fotobiomodulação a laser, que é capaz de proporcionar um aumento do metabolismo celular e fluxo sanguíneo, demonstrando que o laser é eficiente para desencadear determinados efeitos no tecido alvo.

O aumento de osteoclastos, a proliferação de células do ligamento periodontal e o aperfeiçoamento na microcirculação local são atributos do laser de baixa intensidade potência, dessa forma, estimulando a movimentação dentária mediante as várias conjunções, comprimentos de onda e densidade de energia variada.

Dentre as possibilidades que surgiram ao longo dos anos sobre fatores que pudessem acelerar a movimentação ortodôntica de forma eficaz e segura, existe a terapia a laser de baixa potência, considerada a sua utilização um método não invasivo e ainda colaborador na dor, visando à saúde do paciente, sem efeitos colaterais e com custo acessível.

## REVISÃO DE LITERATURA

Karu (1989)<sup>1</sup>, descreveu em seu estudo o mecanismo de ação dos lasers com a emissão de radiação de luz visível ao infravermelho e concluiu que a ação fotoquímica do laser vermelho e infravermelho acelerou o metabolismo celular. O laser de baixa potência atua em nível celular, provocando modificações bioquímicas, bioelétricas e bioenergéticas, aumentando o metabolismo, a proliferação e maturação celular e na diminuição dos mediadores da inflamação. Além disso, a terapia promove a proliferação das células do ligamento periodontal, com o aumento de osteoclastos e melhora na microcirculação local e consequente estímulo na movimentação dentária. Os efeitos da terapia são dose dependentes. A dose da irradiação ou densidade de energia é um dos parâmetros mais importantes. Se a dose for muito baixa, os resultados podem não ser alcançados e se for muito alta, o efeito desejado pode ser inibido. "O movimento ortodôntico é um processo inflamatório que leva à reabsorção óssea no lado de pressão e a neoformação no lado de tensão. A laserterapia poderia favorecer esse processo, por sua capacidade de acelerar a neoformação óssea".

Um dos primeiros trabalhos publicados em 2000 foi o de Kawasaki e Shimizu (2000)<sup>2</sup>, onde os autores investigaram os efeitos do laser de baixa intensidade na velocidade e remodelação óssea durante a movimentação ortodôntica utilizando dentes de ratos. Foi aplicado laser de diodo (AsGaAl), com potência de 100mW, comprimento de onda 830nm por 3 minutos em cada ponto, num total de 3 pontos. Concluíram que a quantidade de movimentação foi significativamente maior do que o grupo controle.

Em um estudo realizado, Cruz et al (2004)<sup>3</sup>, consideraram o papel da TLBI na velocidade da movimentação ortodôntica na retração de caninos, utilizando pacientes entre 12 e 18 anos, com recomendação de extração dos primeiros pré-molares superiores. Uma hemiarcada entrava como grupo controle (GC) e outra hemiarcada como grupo laser (GL), em cada um dos 11 pacientes. Com os primeiros pré molares superiores extraídos. Utilizando fios de Ni-Ti 0,12", 0,14", 0,16" e fios de aço 0,18" e 0,20" redondos e 0,17"X0,25" retangulares os caninos foram alinhados e nivelados com aparelho fixo com prescrição Roth. Um arco de Nance modificado foi cimentado nos segundos pré-molares superiores e uma barra palatina foi cimentada nos primeiros molares superiores para ancoragem posterior. A retração canina foi feita através do uso de molas fechadas de NiTi e 150g de força constante. Sobre a exposição do paciente, em cada sessão 5 pontos vestibulares e 5 pontos linguais foram irradiados, empregando laser diodo expondo radiação infravermelha contínua a 780nm, com potência de 20mW, dose de 5J/cm<sup>2</sup> e 10 segundos de exposição. As

sessões de TLBI sucedeu nos dias 0, 3, 7, 14, 30, 33, 37 e 44. O resultado da pesquisa baseia-se em que o GL alcançou uma retração 34% maior que o GC, propõe que a TLBI acelera expressivamente a movimentação ortodôntica de forma saudável.

Em outro estudo sucedido por Limpanichkul et al (2006)<sup>4</sup>, utilizando 12 pacientes, entre eles 4 homens e 8 mulheres com idade média de 11 a 20 anos, apresentando os dois primeiros pré-molares superiores extraídos, com nivelamento e alinhamento completo há pelo menos 3 meses prévios a retração do canino. Dispondo de uma hemiarca para grupo controle (GC) e outra para grupo laser (GL). Nos caninos a serem retraídos utilizou-se braquetes autoligados e inseriu o aparelho fixo com prescrição Roth em todos os paciente e em todos os dentes. Para distalizar os caninos uma mola helicoidal fechada de NiTi, com força de 150g entre o canino e o primeiro molar superiores, reativadas uma vez por mês para reativar a tensão da mola a 150g. A irradiação ocorreu em 3 pontos vestibulares e 3 palatinos na mucosa alveolar e 2 pontos na distal do canino, com um laser GaAlAs com potência de 100mW, 0,09cm<sup>2</sup>, densidade de potência de 1,11W/cm<sup>2</sup>, dose de energia de 2,3J e densidade de energia de 25J/cm<sup>2</sup>. Realizava-se a TLBI nos últimos três dias durante os três meses. Uma moldagem do maxilar com alginato juntamente ao molde era feito no início de cada um dos 4 conjuntos de TLBI, antes de colocar os arcos e reativar as molas. Com os modelos gesso, registraram medições para controle das retrações. Concluíram que a densidade de energia utilizada na TLBI não teve eficácia sobre a taxa de movimentação ortodôntica em qualquer período de tempo, sem distinção estatística na distalização dos caninos do GC e GL.

Seif et al (2007)<sup>5</sup>, para comparar a velocidade do movimento ortodôntico de dentes de coelhos submetidos a TLBP com dois comprimentos de onda desiguais, utilizou 18 coelhos, com 3 grupos distintos: Grupo Controle (GC), Grupo Laser 850nm (GL850), e Grupo Laser 630nm (GL630). Ambos grupos receberam fios ortodônticos 1/100 polegada e, nos primeiros molares, foi aplicada força para mesial através de mola helicoidal de NiTi fechada, com força de 100-120g/cm<sup>2</sup>. Os coelhos do GC não receberam TLBP. No GL850, por nove dias, foi aplicado laser de 850nm com potência de 5mW (3,000 Hz), com total de energia de 8,1J e no GL630, nos mesmos 9 dias, um pulso contínuo em 10mW, com energia total de 27J. Após 16 dias de avaliação, o tratamento chaga ao fim e a distância entre a distal do primeiro molar e a mesial do segundo molar foi medida e estatisticamente analisada. Entende-se pelos autores que a TLBP reduziu a velocidade de movimentação dentária, presumivelmente devido a energia e dose utilizada ter sido alta para coelhos. Visto que o movimento dos dentes nos GL850 e GL630 foi estatisticamente menor que no GC, mas sem diferença entre os dois grupos laser.

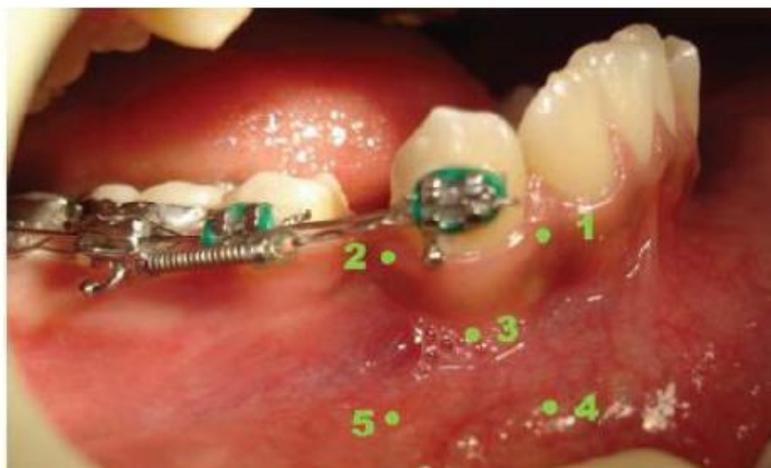
Youssef et al. (2008)<sup>6</sup>, com 15 pacientes entre 14 e 23 anos com indicação de extração dos primeiros pré-molares superiores e inferiores, avaliou com TLBP as retrações de caninos ao longo do movimento ortodôntico juntamente a dor. Posteriormente 14 dias de extração, foram instalados braquetes Edgewise slot 0,018 padrão. Utilizado uma mola pré fabricada e fio 16"x16" Elgiloy Azul, com força de 150g, reativada a cada 21 dias e repetida até o fechamento do espaço da extração. Sobre o laser, foi um semiconductor (GaAlAs) com 809nm de comprimento de onda, saída de 100mW, irradiando a lingual e vestibular dos caninos, nos terços cervical (10 segundos), médio (20 segundos) e apical (10 segundos), com uma densidade total de energia de 8J por aplicação, as quais eram realizadas com intervalos de 0, 3, 7 e 14 dias após cada ativação. A medição da distancia era comparada entre os grupos a cada 21 dias, e após 6 meses dentes caninos de ambos os grupos foram radiografados para avaliar qualquer dano radicular ou periodonto adjacente. Com modelos de estudos adquiridos nas datas de reativação e auxílio de um paquímetro foi feita a medição do espaço, da ponta da cúspide mesial dos primeiros molares à extremidade da cúspide dos caninos. Nessas datas eram realizados os questionamentos do sobre a dor para com os pacientes. Independente da arcada constatou-se que a velocidade do movimento dos caninos (quantidade de movimento em milímetros dividido pelo tempo passado para realizar o movimento) foi superior no lado experimental, utilizado o laser do que no lado controle, que não fez sua utilização.

Kau et al.(2010)<sup>7</sup> publicaram um estudo com 73 pacientes no grupo teste e 17 no grupo controle , submetidos a tratamento ortodôntico e aplicação de LED com aparelho *OrthoPulse*<sup>TM</sup>, com comprimento de onda de 850nm, densidade de potência de 60mW/cm<sup>2</sup>, durante 20 a 30 minutos ao dia. Concluíram que o dispositivo produziu mudanças clínicas significativas na velocidade de movimentação dentária.

O estudo de Sousa et al (2011)<sup>8</sup> dispõe de 10 pacientes de ambos os gêneros, em média 13,1 anos e indicação de extração de primeiro pré-molares mediante a casos de apinhamento ou biprotrusão, para avaliar a velocidade e a quantidade de movimentação ortodôntica de dentes caninos humanos irradiados ou não com laser diodo, além da preservação e integridade do tecido após sua aplicação. Analisando 26 caninos (10 superiores, 16 inferiores), dividiu-se em dois grupos distintos, grupo controle (GC) e grupo laser (GL), 13 em cada grupo. Após 3 meses de extração, devido a retração ocorreu instalação do aparelho ortodôntico com braquetes de prescrição Andrews, de canaleta de 0,022" por 0,028" polegadas em caninos e segundo pré-molares e banda ortodôntica nos primeiros molares e unidos por arcos segmentados de aço inoxidável 0,016" em conjunto com uma mola fechada de NiTi proporcionando uma força de retração no canino de 150g (T1). As molas foram

reativadas após 30 (T2) e 60 (T3) dias. Foram realizadas moldagens em T1, T2, T3 e com 90 dias (T4). Em T1 e T4 foram realizadas radiografias periapicais na técnica da bissetriz para verificar a reabsorção óssea da crista alveolar e possível reabsorção da raiz dos caninos tracionados. O grupo laser usufruiu em 5 pontos distintos na vestibular e 5 pontos distintos na lingual/palatina, o equipamento de laser diodo de baixa potência (GaAlAs), com comprimento de ondas contínuas de 780nm em uma área de 0,04cm<sup>2</sup>, com saída utilizada de 20mW e densidade de energia de 5J/cm<sup>2</sup> por 10 segundos por ponto, com um total de 0,2J por ponto e um total de energia recebida de 2J por dente por sessão de aplicação. As aplicações ocorreram após a instalação/ativação da mola (dia 0), 3 e 7 dias após a primeira aplicação, resultando um total de 6J/mês de energia, em T1, T2 e T3, num total de 9 aplicações em 10 pontos distintos por dente. Os modelos obtidos em T1, T2, T3 e T4 foram escaneados em 3D para medir a movimentação, usando como referências a distância da ponta do canino e a área mais cervical da papila entre os incisivos centrais no lado irradiado (DCPI) e no lado não irradiado (DCP). A retração mensal foi calculada pela diferença entre a DCPI atual e a DCPI do mês anterior e o mesmo com a DCP. Concluindo que a TLBP intensifica, sobretudo no período inicial da retração, o movimento ortodôntico de retração de caninos, conseqüentemente interferindo positivamente no tempo total do tratamento, ainda sim sem que haja reabsorções radiculares e do osso alveolar. Considerando todas as etapas, o GL obteve um resultado maior na movimentação do que o GC, com quase o dobro do movimento total. Porém, essa diferença decai conforme o tempo passa, mas ainda sim continua sendo estatisticamente diferente. Sem diferença estatisticamente significativa encontrada na reabsorção de raiz ou crista do osso alveolar entre GC e GL nas radiografias em T1 e T4.

**Figura 1:** pontos de aplicação do laser na superfície vestibular.

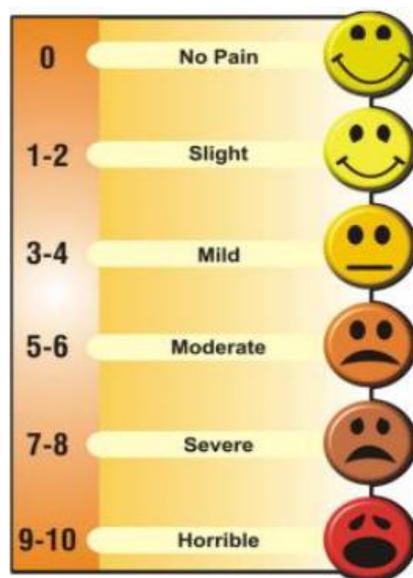


Fonte: Sousa et al., 2011, p.192

Em outra pesquisa, Doshi-Mehta e Bhad-Patil (2012)<sup>9</sup>, contando com 20 pacientes com recomendação de extração, nas duas arcadas, dos primeiros pré-molares, analisaram o êxito da TLBI reduzindo tempo de tratamento e dor. O modelo de estudo foi com a boca dividida (evitar variante interindividual biológica) e os participantes divididos em 2 grupos (controle e experimental) com 30 quadrantes em cada grupo. Após as extrações, no sétimo dia instalaram na arcada superior e inferior nessa ordem, bandas nos molares com tubos triplos e duplo. Reforçando ancoragem foi utilizado uma barra transpalatina e arco lingual com fio de aço de 0,9mm. Utilizando braquetes com slot de 0,022 o alinhamento e nivelamento careceu de fios 0,016 NiTi, posteriormente 16x22 NiTi, 17x25 NiTi, 17x27 aço e 19x25 NiTi, utilizando braquetes com slot de 0,022. Logo após, fio 19x25 em aço foi instalado como fio de trabalho e 21 dias depois, iniciou-se a retração do canino com mola helicoidal fechada de NiTi. Assim como primeiros molares e segundos pré-molares, para única unidade de ancoragem, os incisivos foram conjugados com ligadura de fio de aço 0,009. A TLBI iniciou com a colocação da mola, com laser semiconductor GaAlAs), emissor de radiação infravermelha, com comprimento de onda de 808nm, 10mW, e em ambos os grupos uma força de 150g constante sendo aplicada na retração. Mediante a dor empregou-se outro comprimento de onda de 800m, modo contínuo, potência de 0,7mW e 10 segundos de exposição. Na primeira aplicação da TLBI realizou-se 2 irradiações para efeito analgésico, no terço médio da raiz do canino, pelo lado bucal e palatino. Seguindo para o terceiro dia já iniciou a bioestimulação com 10 irradiações, 5 no lado bucal e 5 no lado palatino, prosseguindo com 2 doses no terço cervical da raiz do canino, 2 doses no terço apical (ambas mesial e distal) e 1 no terço médio. A utilização do laser se deve no primeiro mês nos dias 0, 3, 7 e 14 no primeiro mês, e após isso todos os dias até o final da retração do canino com o grupo experimental. Depois de 6 meses realizavam radiografias para analisar as alterações desfavoráveis no osso alveolar, ligamento periodontal e raízes, seguindo com testes de vitalidade nos caninos. Com auxílio do paquímetro, foi medido nos três modelos feitos para cada paciente, da ponta da cúspide mesial do primeiro molar até o canino. Registrando como T0 - após conclusão do alinhamento e nivelamento, dia 1 de retração do canino; T1 - 3 meses de retração; T2 - conclusão da retração do lado experimental. Calculada como a quantidade de movimento do dente dividido pelo período de tempo (taxa de movimento ortodôntico), portanto, ao final de 3 meses (M1), foi o registro de T0-T1 dividido por 3 e a taxa de movimento ortodôntico de retração (M2), que é T1-T2 dividido pelo número de meses. Constatou-se no grupo experimental a indicação de dor era menor (medido através da escala analógica visual de dor) e a taxa de movimentação elevada. No controle obteve 0,65mm por mês em M1, e no

experimental 1,46mm; em M2 0,81mm no controle e 1,15mm no experimental. O resultado se deu na diminuição do tempo de tratamento juntamente aos estímulos dolorosos, além de não possuir efeitos colaterais nos dentes e periodonto, comprovando efetividade da TLBI atuando na movimentação ortodôntica.

**Figura 2:** escala visual analógica de dor.



Fonte: Doshi-Mehta e Bhad-Patil, 2012, p. 293.

Long et al (2013)<sup>10</sup>, pesquisando em bancos de dados PubMed, Embase e Science Citation Index, sites de Cochrane Central Register de Ensaios Controlados (CENTRAL) e o banco de dados de literatura cinzenta (SINGLE), realizou uma verificação na efetividade das intervenções na aceleração do movimento ortodôntico. Sucedendo uma pesquisa eletrônica entre 01 de janeiro de 1990 a 20 de agosto de 2011, sem restrições de linguagem. Aprofundado em pesquisas sobre tratamento ortodôntico convencional; em terapia a laser de baixa potência, onde não há efeitos colaterais sobre tecido periodontal e raiz, mas sem garantias da aceleração do movimento ortodôntico; em corticotomia, considerada segura e eficaz para acelerar o movimento; corrente elétrica, campos eletromagnéticos pulsados, que segundo a metodologia confiável e resultados, não possuem interferência na aceleração; e distração dentoalveolar julgado seguro, mas necessita de mais estudos sobre seu papel na aceleração do movimento ortodôntico. É necessário aprofundamento no estudo e comprovação das técnicas, com exceção da corticotomia.

Ge et al. (2015)<sup>11</sup>, focado na aceleração da movimentação ortodôntica através da TLBP, avaliou através de revisão sistemática e meta-análise. Desprovido do banco de base de dados CENTRAL, PubMed, MEDLINE, China National Knowledge Infrastructure (CNKI) e China Biology Medicine Disc (CBM) entre

janeiro de 2013 até fevereiro de 2013, uma pesquisa eletrônica foi feita, selecionando 9 artigos. Notou-se que no primeiro mês não houve distinção entre os grupos, mas no período de 7 dias, 2 meses e 4,5 meses seguiu aumentando a distancia percorrida pelo dente devido a aplicação do laser de baixa intensidade, sem efeitos colaterais e com uma densidade de radiação entre 2,5, 5 e 8 J/cm<sup>2</sup> supostamente mais eficaz que doses entre 20 e 25J/cm<sup>2</sup>, mas permanecendo com uma incógnita sobre o valor ideal.

Long et al (2015)<sup>12</sup>, avaliando considerações e efetividade da TLBI juntamente ao movimento ortodôntico, foi feita uma meta-análise utilizando bases de dados usadas foram PubMed, Web of Knowledge, Embase, CENTRAL, ProQuest Dissertações e Teses e SINGLE a partir de janeiro de 1990 a junho de 2013, selecionando 5 pesquisas entre eles, ensaios clínicos randomizados (4 RCT) e ensaios clínicos controlados (1 CCT), constatando inconstância entre os seguimentos. As pesquisas possuíam de 11 a 20 participantes, entre 12 a 23 anos, com retrações de caninos e medições durante 1, 2 e 3 meses após o início da retração. A ancoragem posterior foi imprescindível para a exatidão das informações e a variedade de comprimento de onda e potência no laser utilizado em cada um dos casos explica a distinção entre as pesquisas. Usando comprimentos de onda de 650, 780, 800 e 860nm e a meta-regressão expôs uma analogia negativa entre o movimento e o comprimento de onda; porém, a insuficiência de dados permitiu apenas a análise de subgrupo com comprimento de onda de 780nm. Nos primeiros meses as repercussões foi irrelevante em grande parte das pesquisas, podendo se dar a erros de medição. A análise manifesta que a TLBP propôs resultados positivos com relação a aceleração do movimento ortodôntico com comprimento de onda 780nm, fluência de 5J/cm<sup>2</sup> e potência de 20mw em 2 e 3 meses; em relação aos demais comprimentos de onda (650 e 800nm), densidades e potências a pesquisa não pode afirmar devido a dados insuficientes para determinar alta qualidade de evidências.

Dominguez et al. (2015)<sup>13</sup> focou na verificação da efetividade da TLBI no movimento dentário RANKL (receptor de fator nuclear), OPG (osteoprotegerina) no fluido gengival (GCF) no lado de compressão da dor durante o tratamento ortodôntico. Contando com 10 pacientes entre 12 e 16 anos, necessitando de extração do segundo pré-molar superior, foi separado o hemiarco em dois, designado o lado direito o grupo laser e o esquerdo grupo controle. Após 2 semanas da extração, inicia-se o tratamento, com um arco de Nance, cimentado nos primeiros molares, para alcançar o máximo de ancoragem posterior. Um arco de fio de aço de 0,16 mm foi colocado entre primeiro pré-molar e o primeiro molar superior. Este arco foi preso por amarrilhos e a retração foi feita por uma mola fechada de NiTi com força constante de 150g medida por um dinamômetro. As sessões de laser diodo (em 670nm de comprimento de onda,

potência de saída de 200mW, onda contínua 6,37W/cm<sup>2</sup>) precedeu com a ponta de difusão de luz, parcialmente inserida dentro da bolsa gengival, na distal, vestibular e lingual do primeiro pré-molar (3 minutos cada superfície, 9 minutos no total) nos dias 0,1, 2, 3, 4 e 7. Nos dias 0, 2, 7, 30 e 45 foram feitas moldagens com alginato e obtidos modelos de gesso, que foram digitalizados mediante a um software, para medição da distancia entre a ponta da cúspide mesiovestibular do primeiro molar e a ponta da cúspide do primeiro pré-molar foi medida. O grupo laser ficou a frente do grupo controle na retração, constatado após 30 dias do início do tratamento. Sem diferença estatística significativa na concentração de GCF de RANKL e OPG, ainda que níveis de RANKL em GCF e RANKL/OPG estavam aumentados em comparação ao grupo controle. O estudo relata ligeira redução de dor com uso de LBI.

Seifi e Vahid-Dastjerdi (2015)<sup>14</sup>, aprofundando no uso do LBI no movimento ortodôntico e suas modificações, pesquisou na base de dados eletrônicas de PubMed e ScienceDirect de Janeiro de 2009 a agosto de 2014, além de pesquisas no Google Scholar e literatura cinzenta. Analisando tamanho da amostra, comprimento de onda (nm), potência (mW) e duração, podemos dizer que a bioestimulação decorrente do LBI está presente em muitas pesquisas, mas questionável devido há grande variabilidade. Pode-se dizer, mediante evidências, que o laser de baixa potência acelera o processo de remodelação óssea, estimulando a proliferação e função de células osteoblásticas e osteoclásticas durante movimento ortodôntico, mas também há evidências do não movimento. Essas variantes podem estar relacionadas a quantidade de energia aplicada no lado controle e experimental.

Qamruddin et al (2015)<sup>15</sup>, através de artigos de procedimentos minimamente invasivos e não invasivos relacionados a aceleração do movimento ortodôntico em animais, fez suas considerações por meio de uma revisão sistemática, aprofundando em artigos de janeiro de 2009 até 31 de dezembro de 2014, foi selecionando exclusivamente pesquisas in vivo em animais, com procedimentos não invasivos ou minimamente invasivos para acelerar a movimentação. Sobre os procedimentos não invasivos, 2 pesquisas foram baseadas no uso de laser de baixa intensidade (LBI), 1 artigo avaliou vibração mecânica, 2 artigos relataram uso de ultrassom pulsado de baixa intensidade (LIPUS) e 1 artigo estudou o efeito da LBI com piezocisão; já sobre os procedimentos minimamente invasivos, foi discutido em todos a corticocisão sem retalho com abordagens com pouca diferença entre eles, sendo 3 trabalhos com faca piezoelétrica, 1 com corticocisão a laser e 1 com corticotomia sem retalho usando broca. Tanto a LBI quanto a corticotomia possuem indícios presentes na aceleração do movimento, porém ainda não há registros de protocolos para cada um dos métodos. São considerados promitentes LIPUS e vibração mecânica, mas para chegar

a um desfecho é necessária uma quantidade relativa de estudos, o que não precedeu durante a pesquisa.

Dalaie et al (2015)<sup>16</sup>, com uma pesquisa sobre as conseqüências da irradiação com LBP associado ao movimento ortodôntico e a dor ocasionada da retração de caninos devido a extração de pré-molares, sucedeu um estudo clínico duplo cego randomizado, com 12 pacientes (nove mulheres e três homens de idade média de 20,1 anos). A distalização do canino se deu após três meses da extração dos primeiros pré-molares superiores e inferiores, do nivelamento e alinhamento e sem ausências prévias de caninos e pré-molares. O alinhamento e nivelamento contou com o sistema MBT com slot de 0,022 polegadas. A retração dos caninos precedeu por alças de arco seccionado de fios de aço de 16x22, com comprimento de 5mm e 7mm no arco superior e inferior respectivamente, e uma força de 150 gramas. Os loops foram ativados a cada mês. Com auxílio do compasso digital, no dias 1, 3, 7, 30, 33, 37, 60, 63 e 67 ocorreu a medição da ponta da cúspide canino e da cúspide mésovestibular do primeiro molar. O LBP GaAlAs (880nm, 5J/cm<sup>2</sup>) em irradiação os pacientes do grupo teste em 8 pontos por 10 segundos, nos terços cervical, médio e apical das raízes dos caninos, por face vestibular, lingual/palatal e ângulos distopalatal e distovestibulares, medindo e registrando a dor por "Wong-Baker faces pain rating scale". Conclui-se que não houve diferença considerável na movimentação associada a irradiação a laser, e também sem distinção entre a quantidade de movimento na maxila e na mandíbula. Com relação a dor não foi constatado diferença entre os dois grupos. Mediante a pesquisa, não há evidência que o laser de diodo de baixa intensidade amplifique a taxa de movimentação ortodôntica ou reduza a incidência de dor associada à movimentação.

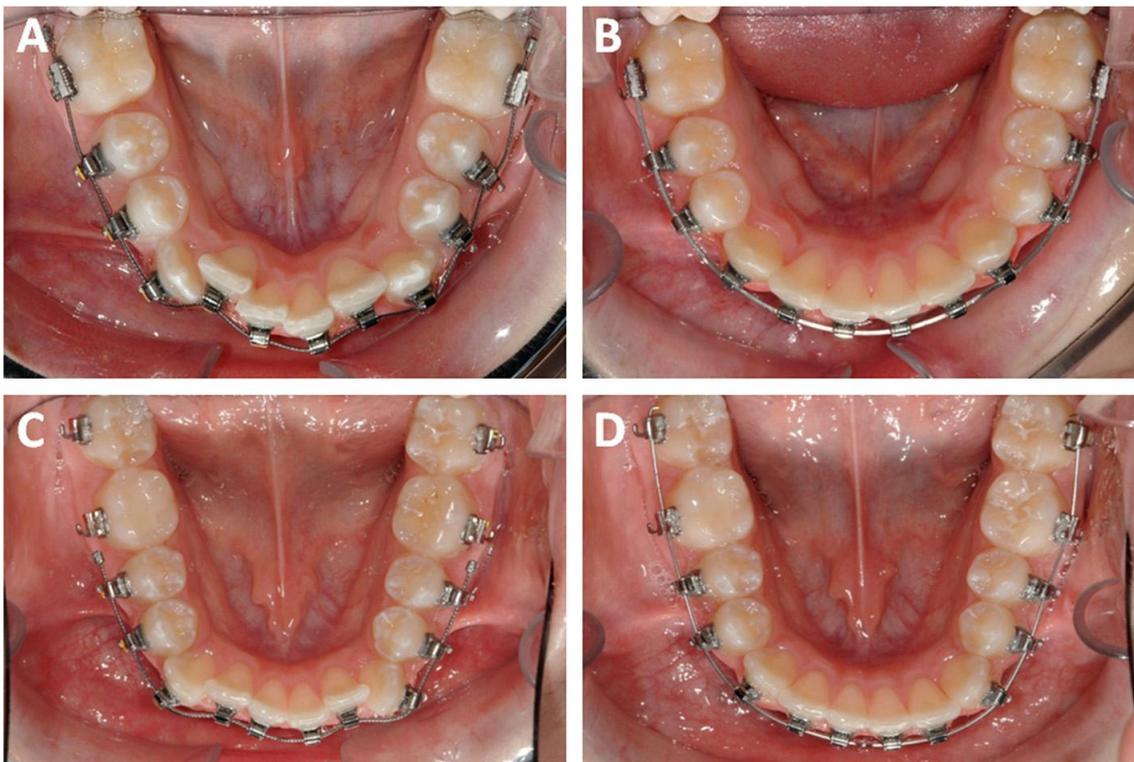
Shaughnessy et al.(2016)<sup>17</sup>, avaliaram o efeito da fotobiomodulação, durante o alinhamento de dentes. Um dispositivo intrabucal de LED *OrthoPulse*<sup>TM</sup> foi utilizado. A fototerapia com LED foi aplicada no lado vestibular, próximo à gengiva, com comprimento de onda de 850nm, gerando uma densidade de energia média diária de 9,5J/cm<sup>2</sup>. O estudo teve como resultado uma média de velocidade de alinhamento significativamente maior para o grupo que recebeu aplicação de LED em relação ao grupo controle. O grupo teste, alcançou o alinhamento dentário em 48 dias, enquanto o grupo controle levou 104 dias em média.

**Figura 3:** OrthoPulse™ mouthpiece. O painel A exibe uma visão da parte traseira do dispositivo. O painel B mostra a matriz de LED quando o dispositivo é ligado. O painel C fornece uma visão do dispositivo in situ.



Fonte: Shaughnessy et al. 2016

**Figura 4:** Dois casos representativos tratados com método ortodôntico convencional (painéis A e B) ou com PBM (painéis C e D). Painel A linha de base (Dia 0); LII é 8,80 mm. Painel B. (Dia 131); LII é 0,00 mm. Painel C. Linha de base (Dia 0); LII é 9,07 mm. Painel D. (Dia 50); LII é 0,00 mm



Fonte: Shaughnessy et al. 2016

Sonesson et al. (2016)<sup>18</sup> para certificação se há fundamento científico que explique o uso da TLBI para o aceleração do movimento dentário, prevenindo recorrência e modulação da dor durante o tratamento em adultos e crianças, usufruiu da base de dados da Medline (via PubMed), The Cochrane Controlled Clinical Trials Register and Scitation, até a data 27/11/2015. Selecionados 3 pesquisas sobre a aceleração do movimento (duas delas apresentaram aumento na velocidade). Uma das pesquisas apresentou um aumento na velocidade de 30% no grupo LBI; outra

apresentou aumento de 27% na maxila e 30% na mandíbula e a terceira relatou que não houve aumento na velocidade de movimentação, e, sobre a prevenção de recorrências, não obtiveram qualquer dado relevante aos critérios de inclusão. Por intermédio a esta revisão sistemática, constatou-se que de 13 estudos, 11 evidenciam uma redução na dor em pacientes irradiados com LBI, e os outros 2 estudos não obtiveram distinção na dor. Concluíram que evidências de aceleração com LBI são de baixa qualidade, assim como as evidências de modulação de dor, além disso, não apresentou estudo que evidenciem a prevenção de recidiva ortodôntica com aplicação de LBI.

Almpani e Kantarci (2016)<sup>19</sup> retrataram sobre TLBI, como método não cirúrgico, comparando o emprego de substâncias químicas (fator de crescimento epidérmico, hormônio da paratireóide, vitamina D3, tiroxina, osteocalcina e prostaglandinas) e, buscando na literatura sua correlação com o risco agravado de reabsorção radicular e dor. Mencionou-se também a terapia de transferência de genes, sendo um método alternativo que, em um tecido específico, administra proteínas melhorando o recrutamento de osteoclastos, acarretando a aceleração do movimento. Confrontaram também a também relaxina, ressonância de vibração, correntes elétricas, campo magnético pulsado ou estático, fotobiomodulação ou terapia de luz de baixo nível e radioterapia laser de baixa intensidade, consideradas técnicas com menor probabilidade de efeitos colaterais e absolvidas da dor, porém, ainda sim há busca sobre evidências e protocolos clínicos para sua utilização e aplicação correta na vivencia clínica. Pode-se afirma que, independentemente, os métodos não cirúrgicos ganham grande credibilidade e escolha perante os pacientes.

Almeida et al. (2016)<sup>20</sup>, pensando no efeito da utilização do LBI na aceleração da movimentação dentária, decorreu uma revisão sistemática juntamente com meta-análise, usando como base de dados online PubMed, Scopus, SciELO, Lilacs, BBOeOpenGrey, no período de 1/5/2015 a 25/9/2015, com base na metodologia PRISMA. Sem a inserção de pesquisas com animais, revisões de literatura e relato de casos, foram selecionados 98 artigos, permanecendo apenas 6 mediante a requisitos, sendo eles publicados entre 2004 e 2014. Houve aplicação de irradiação utilizando LBI (GaAIAs) próximo ao canino que irá ser retraído, em sítios vestibulares e palatinos e, mediante a essa pesquisa, pode-se dizer que a quantidade de aplicações de irradiação e o tempo em que LBI foi aplicado não é fator determinante na aceleração, não possuindo evidencias que o uso do LBI esteja diretamente ligado a aceleração do movimento dentário, necessitando de mais pesquisas e estudos randomizados com uma maior quantidade de amostrar para comprovar sua efetividade no caso.

Suzuki et al. (2016)<sup>21</sup> usufruiu de 68 ratos para uma pesquisa voltada qualificar a TLBI e o metabolismo ósseo, da movimentação dentária e das reabsorções radiculares. Para criar uma força de 50g para mover o molar em direção ao parafuso foi inserindo um parafuso por trás dos incisivos superiores e uma mola helicoidal de NiTi foi usada entre o parafuso e o primeiro molar superior esquerdo. A pesquisa foi avaliada durante os dias nos dias 0, 3, 6, 9, 14 e 21 dias, executando histomorfometria do osso alveolar, imuno-histoquímica e análise da estrutura óssea volumétrica e análise das reabsorções radiculares através de microscopia de varredura. Pode-se concluir que o grupo que recebeu irradiações com TLBI obteve uma maior movimentação dentária em relação ao grupo não irradiado, em todos os períodos. A princípio o aumento dessa movimentação se dá através da ampliação da atividade de células osteoclásticas, aumentando a reabsorção óssea no lado de compressão, além de também atuar na produção de osso no local de tensão.

O estudo de Gonçalves et al. (2016)<sup>22</sup> relaciona-se aos fenômenos celulares que ocorrem durante a movimentação dentária, além de esclarecer mecanismos próprios que participam desse processo, dessa forma, achar um protocolo exato, contendo número de irradiações e a forma de utilização mais adequada para fotobiomodulação(FBM). Dividindo 72 ratos Wistar em dois protocolos (com ou sem aparelho ortodôntico), cada protocolo sendo subdividido em 3 grupos: com uma sessão de terapia a laser, com três sessões de terapia a laser e não foram submetidos a terapia. Os grupos que recebiam as doses de irradiação era com um LBI, semiconductor de GaAlAs, numa dose de energia de 10 J/cm<sup>2</sup>, onda contínua, 40 mW, tempo de 10 segundos e comprimento de onda de 780nm. E, como aparelho ortodôntico, uma mola de 0,016" de aço, soldada e fixados a direita e esquerda dos incisivos em cada borda uma banda ortodôntica. A medição da distância interincisiva ocorria entre 7 ou 14 dias, com auxílio de um compasso, e após isso, os ratos eram sacrificados e submetidos a uma avaliação histológica e histomorfométrica, investigando células osteoblásticas, deposição de matriz de colágeno, e volume de tecido ósseo formado. Os grupos que receberam irradiação e possuíam aparelho ortodôntico, ao contrário do grupo não laser, teve uma expansão da região óssea recém formada ao redor do incisivos centrais. Houve também um aumento significativo nas células osteoblásticas e do teor de colágeno no local. Pode-se concluir que a fotobiomodulação tem interferência na aceleração do movimento ortodôntico, juntamente a remodelação óssea e efeitos positivos no tecido (aumento do número de osteoblastos e área de novo osso formado).

Farsail A. e Al-Jewair T. (2017)<sup>23</sup> analisaram a evidência científica para comprovar a aceleração com LBI, prevenção de recidiva ortodôntica e controle da dor

durante o tratamento. Foram selecionados 3 artigos de aceleração do movimento por LBI e 13 sobre LBI no controle da dor. Dos 3 estudos sobre aceleração, dois relataram que há 30% de aceleração comparada com o grupo controle, e no terceiro estudo não houve diferenças. Nos estudos sobre controle da dor, 11 relataram diminuição da dor com aplicação do LBI, mas outros 2 estudos não mostraram diferenças. Não foi encontrado estudos sobre prevenção de recidiva ortodôntica. A qualidade das provas que embasam a aplicação de LBI na movimentação e controle da dor é muito baixa. Por isso, há necessidade de mais pesquisas para determinar se o LBI pode acelerar e reduzir a dor no tratamento ortodôntico.

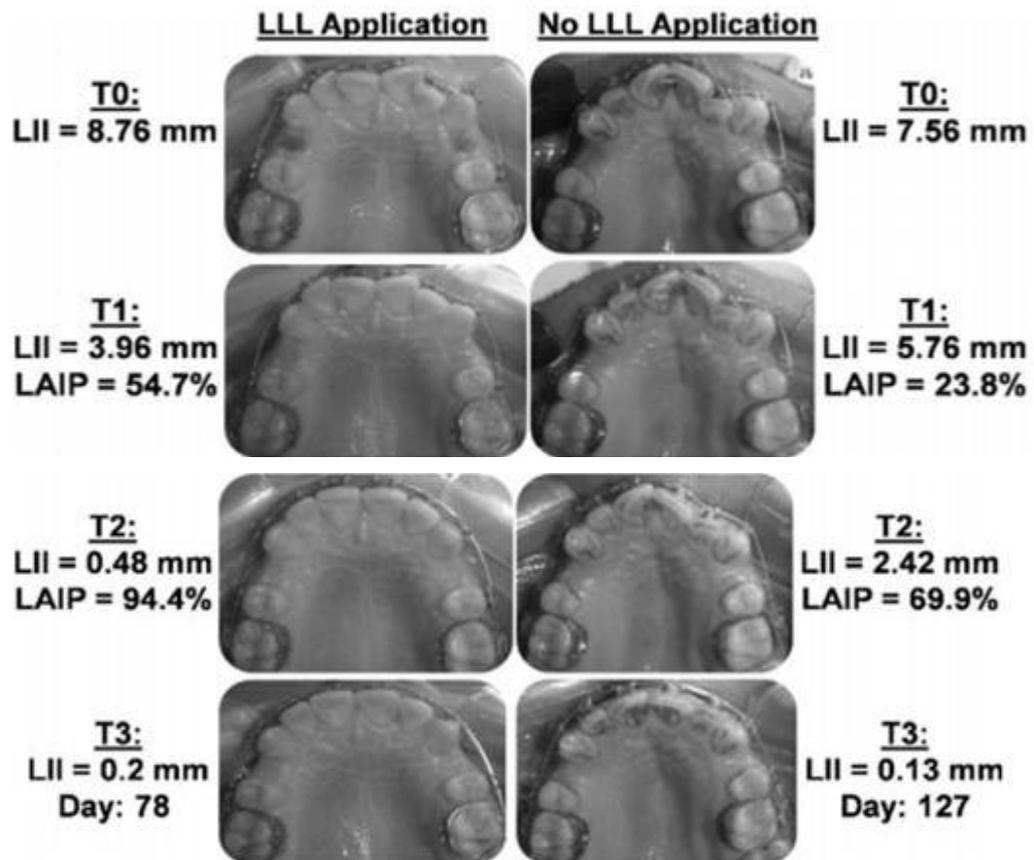
Miles (2017)<sup>24</sup> analisou técnicas cirúrgicas e não cirúrgicas na movimentação ortodôntica. Nas técnicas não cirúrgicas não houve diferença de tempo entre braquetes auto-ligados e convencionais, mas há evidências do LBI acelerar o movimento ortodôntico. O uso de medicação sistêmica pode alterar a resposta biológica do paciente. E o uso de energia piezoelétrica induz resposta odontogênica, fotobiomodulação, campos eletromagnéticos e correntes elétricas locais para modificar a biologia celular, mas nenhuma delas apresentou evidências fortes que sustentem seu uso. As técnicas cirúrgicas são perfuração micro-óssea, cirurgia óssea periodontal, osteotomia e corticotomia, sendo esta última a que parece mostrar mais evidências de eficácia de aceleração; mas, como as evidências ainda são pobres, mais investigações são necessárias.

Milligan et al. (2017)<sup>25</sup> analisaram a quantidade de movimentação dentária, expressão gênica do lig. periodontal e alterações histológicas na gengiva dos dentes movimentados. Com 27 ratos divididos em 3 grupos, controle (CT), submetidos a 500mW (EX-500) e 1000mW (EX-1000) de irradiação de LBI, os ratos possuíam uma mola entre o primeiro molar e incisivo com 10g de força por 14 dias sendo ativadas a cada 2 dias para mesializar o molar. O laser utilizado foi de comprimento de onda de 810nm e fibra ótica de diâmetro 0,4mm a 1mm da gengiva, foram feitos movimentos circulares de 24 segundos na palatina e 48 segundos na vestibular, moldagens foram feitas nos dias de ativação do aparelho e no final do experimento, e todas elas medidas com paquímetro eletrônico. Após 14 dias, a movimentação média foi de 0,639 +- 0,057mm para CT, 0,745+-0,051mm para EX-1000 e 0,753+- 0,057mm para EX-500, obtendo um melhor resultado. Não houve diferença significativa entre os outros testes. Os ratos foram sacrificados e feita a extração dos primeiros molares esquerdos para coletar as células do ligamento periodontal para RT-qPCR, técnica que permite verificar a expressão gênica através do RNA. O tecido palatino do dente extraído foi preparado por H&E (hematoxilina e eosina) e coloração Masson, avaliando as células epiteliais e fibroblastos em número e morfologia nos 3 grupos. Imagens sugestivas de

hiperplasia epitelial e aumento de proliferação celular da camada basal foram encontradas no grupo EX-1000. No grupo EX500 não houve alteração em relação ao CT, mas o tecido conjuntivo apresentou alteração em ambos os testes, com maior número de fibroblastos, diferente do CT. A análise quantitativa da expressão gênica foi feita através da raspagem dos ligamentos periodontais dos dentes extraídos. O RNA foi convertido em cDNA, e submetido a ensaio qRT-PCR para GAPDH, RANKL, e MMP-13. As expressões RANKL e MMP-13 foram reguladas para cima em ambos os grupos experimentais em relação ao CT, sendo maiores no EX-1000 e no EX-500 em comparação ao CT, não havendo diferença significativa entre os dois grupos experimentais para RANKL e MMP-13. As expressões de RANKL e MMP-13 puderam ser moduladas pelo LBI; mas; este estudo demonstrou que, a potência é um parâmetro crítico sobre a quantidade de movimentação dentária, ela exerce um processo de remodelação óssea distinto nos tecidos do ligamento periodontal além de alterações displásicas na gengiva adjacente. Conclui-se, então, que a terapia laser pode acelerar a movimentação dentária em ortodontia, mas mais estudos precisam ser realizados para estabelecer um protocolo clínico ideal para maximizar o efeito desejado encurtando o tempo de tratamento e minimizar os efeitos indesejáveis nos tecidos moles.

Alsayed-Hasan et al. (2017)<sup>26</sup> realizou um estudo randomizado e controlado, para avaliar o LBI na aceleração do movimento ortodôntico dos incisivos superiores apinhados. Com 26 pacientes com grande apinhamento na região dos incisivos superiores e extração dos primeiros pré-molares. Após as extrações, foram colados aparelhos ortodônticos fixos, prescrição MBT, slot de 0,022" NiTi 0, 014" e foi amarrilhado a cada braquete em seguida uma dose do LBI, no grupo laser, comprimento de onda de 830nm, 2,25J /cm<sup>2</sup> de dose de irradiação. Cada raiz de canino a canino superior recebeu o feixe de laser, nas regiões cervical e apical, vestibular e palatino, com tempo de exposição de 1 minuto/dente. Essa aplicação foi feita nos dias 3, 7 e 14 após a primeira e a cada 15 dias a partir do segundo mês. Sequência de fios utilizados: 0, 014" NiTi, 0,016"x0,016" e 0,017"x0,025" NiTi 0,019x0,025 aço. O tratamento foi considerado concluído quando o nivelamento estava completo. Foram feitos modelos de estudo em quatro momentos: antes do primeiro arco, 1 mês após o início, após 2 meses e nivelamento e alinhamento. Houve diminuição de 26% no tempo global de tratamento no grupo controle. Conclui-se que a TLBI é um método eficaz para acelerar o movimento ortodôntico do dente em casos de apinhamentos dentários.

**Figura 5:** progresso de dois casos no grupo laser e no grupo controle



Fonte: Alsayed Hasan et al., 2017, p.501.

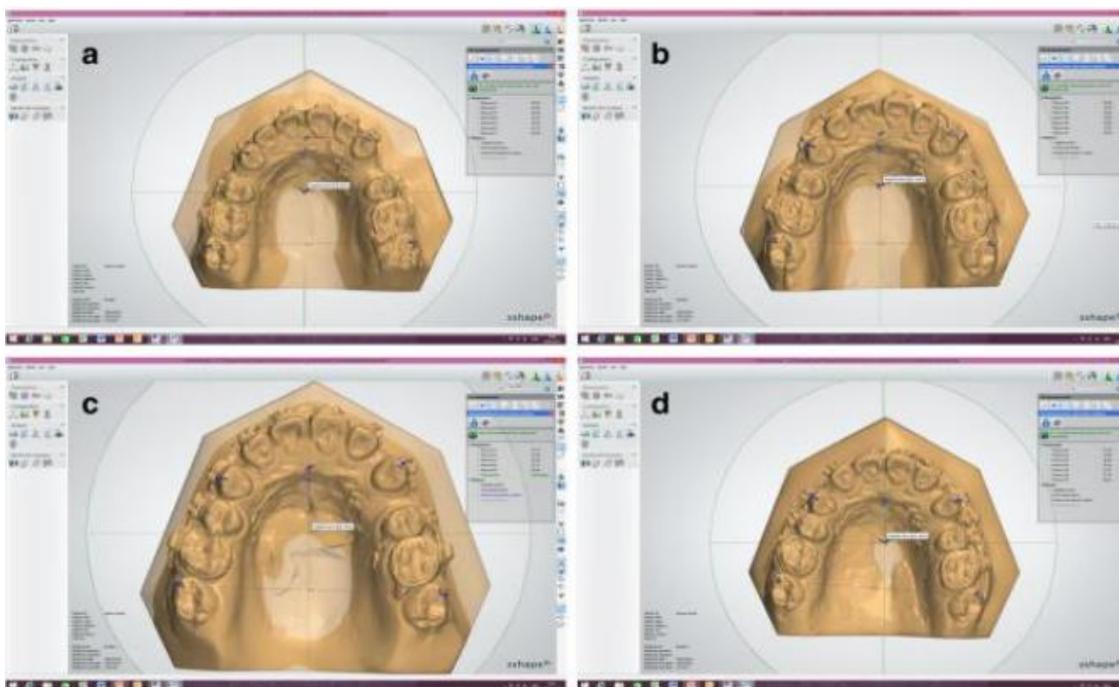
Qamruddin et al. (2017)<sup>27</sup> realizou o estudo para avaliar os efeitos do LBI em intervalos de 3 semanas sobre a velocidade da movimentação dentária e controle da dor com uso de braquetes autoligados MBT e slot 0,022. Com 22 pacientes, maloclusão Classe II Divisão I de Angle, com extração bilateral de primeiros pré-molares superiores. Foi usado uma seqüência de fios 0,014", 0,016", 0,017", 0,025" e 0,019"x0,025" por 6 meses, com troca de arco a cada 6 semanas e um fio final 0,019x0,025 de aço inoxidável. 21 dias após a colocação do último fio, foram feitas as exodontias e uma moldagem de silicone uma semana após as extrações. As retrações dos caninos foram iniciadas bilateralmente utilizando molas fechadas de NiTi de 6mm, com 150g de força aplicada. Os incisivos foram conjugados com fio de amarelo 0,010 para evitar diastemas. Cada hemiarcada superior foi dividida aleatoriamente em grupo experimental ou placebo. LBI foi aplicado no grupo experimental, sendo 5 pontos na vestibular e 5 na palatina. A irradiação foi realizada com laser de diodo de gálio e alumínio e arsênio, com comprimento de onda de 940 nm modo contínuo e potência em 100mW, com ponta de fibra ótica de 0,04cm de diâmetro, por 3 segundos em cada um dos pontos, com a fibra ótica em leve contato direto com a mucosa. A densidade

de energia em cada ponto foi de 7,5 J por cm<sup>2</sup>. O mesmo procedimento foi realizado no lado placebo, mas o aparelho estava desligado. Os pacientes foram chamados para proervação a cada 3 semanas por mais 3 visitas consecutivas (T1, T2 e T3). A terapia com laser foi realizada em T0, T1 e T2 e as impressões de silicone feitas. Após cada aplicação de laser, o paciente recebeu um questionário sobre a dor, com uma escala de 11 pontos, onde 0 indicava nenhuma dor e 10 dor intolerável. A dor deveria ser registrada 4 horas após o procedimento e, em seguida, a cada 24 horas por 7 dias sendo orientado a trazer o questionário preenchido na próxima consulta. Um scanner CAD/CAM foi usado para digitalizar os modelos obtidos e os movimentos dos caninos foram medidos digitalmente, permitindo a comparação de movimento dental. A duração total do estudo foi de 15 meses. Foi encontrada diferença significativa na taxa de retração de canino entre os grupos em T1, T2 e T3, sendo que o movimento no lado experimental foi 2,02 vezes maior que no lado placebo. A dor era significativamente menor no lado experimental no primeiro dia após aplicação de laser em T1 e T2 em comparação ao grupo placebo, ao passo que, no T3 e no restante dos dias em T1 e T2, não houve diferença estatística significante na percepção da dor entre os grupos. O estudo concluiu que a aplicação de LBI em intervalos de 3 semanas se encaixa bem no padrão de agendamento de consultas ortodônticas e pode duplicar a velocidade da movimentação ortodôntica e reduzir significativamente a dor associada.

Üretürk et al. (2017)<sup>28</sup> realizou o estudo para definir os efeitos do LBI na quantidade de movimentação dentária, avaliação dos níveis de IL-1 $\beta$ , TGF- $\beta$ 1 no fluido do sulco gengival e possíveis alterações periodontais durante a distalização ortodôntica de caninos com 15 pacientes, cada paciente teve um canino alocado no grupo controle (GC) e o grupo submetido ao LBI (GL). Os primeiros pré-molares foram extraídos 2 semanas antes do início, e os caninos começaram a ser distalizados. Utilizados braquetes metálicos Smart Clip com slot de 18 polegadas e bandas nos molares e, para distalizar os caninos, molas fechadas de NiTi foram instaladas entre o canino e o miniimplante, com força de 150g e ativadas nos dias 0, 21, 42, 63 e 84. A distalização foi avaliada num período total de 90 dias. Uma unidade laser diodo (GaAlAs) de baixa potência com comprimento de onda de 820nm, com saída de 20mW em modo contínuo e energia de 5J/cm<sup>2</sup> foi usada por 10 segundos em cada ponto, resultando em 0,2J de energia por ponto. Um total de 5 pontos vestibulares e 5 pontos palatinos foram irradiados em cada sessão. No lado controle, o aparelho laser foi posicionado nos mesmos 10 pontos, mas o aparelho não foi acionado. A TLBI foi realizada nos dias 0, 3, 7, 14, 21, 30, 33, 37, 44, 51, 60, 63, 67, 74, 81, 84 e 90. Para avaliar a quantidade de movimentação as arcadas, foram escaneadas em 3D em

quatro tempos distintos, na montagem do aparelho, com 30 dias, com 60 dias e com 90 dias. Este estudo mostrou diferença significativa de movimentação em 30 e 90 dias, sendo no GL 40% que no GC no 90 dias. Neste estudo, não foram evidentes alterações periodontais. Verificou-se aumento dos níveis de IL-1 $\beta$  e TGF- $\beta$ 1 no fluido do sulco gengival, mas mais estudos são necessários para elucidar os mecanismos exatos da influência da TLBI na atividade osteoblástica e osteoclástica. Os resultados sugerem que a aplicação de TLBI acelera significativamente o movimento dental em seres humanos mantendo os tecidos saudáveis.

**Figura 6:** Modelos escaneados para mensuração do movimento dentário



Fonte: Üretürk et al., 2017, p.760.

Segundo Santos e Torres (2017)<sup>29</sup>, os reguladores da osteoclastogênese são: RANKL, RANK e OPG. O RANKL é formado por células ósseas ou do ligamento periodontal frente a forças ortodônticas, possui um receptor de membrana chamado RANK que se encontra em células precursoras de osteoclastos. A osteoprotegerina (OPG) é uma citocina que tem afinidade ao RANKL e pode inibi-lo. Pesquisas indicam que o RANKL ativa a osteoclastogênese, acelerando o movimento do dente, ao mesmo tempo em que a OPG o reduz impedindo a ligação RANK-RANKL. O controle de RANK/RANKL é um grande avanço para reduzir a reabsorção óssea indesejada. A movimentação ortodôntica através de forças mecânicas na coroa dental que se transmitem para o osso e os ligamentos induzem a remodelação óssea, e isso pode gerar dois efeitos no osso: onde há compressão a reabsorção ocorre pela força da raiz na parede óssea; no sítio de tensão os ligamentos periodontais são esticados

estimulando a formação de osso. Essas alterações resultam na interação de osteoblastos e osteoclastos. Células osteoblásticas estão envolvidas tanto na formação óssea como na regulação da diferenciação, ativação e sobrevivência dos osteoclastos, com a microvascularização existe a liberação de moléculas, citocinas, neurotransmissores e fatores de crescimento. Havendo fatores de osteoclastogênese no lado de compressão e fatores osteogênicos no lado de tensão.

Suzuki et al. (2018)<sup>30</sup> realizou o estudo para comparar a taxa de movimentação dental, a quantidade de reabsorção radicular e as alterações ósseas alveolares em ratos. Com 60 hemimaxilas de 30 ratos foram divididas em 5 grupos: corticopunção (CP), terapia laser de baixa intensidade (TLBI), CP combinado com LBI (CP+LBI), controle (C) e controle negativo (CN). Para cada período experimental (14 e 21 dias). Para induzir o movimento dental, um microimplante foi inserido a 1mm da distal do incisivo superior e uma mola helicoidal de NiTi foi usada ligando o microimplante ao molar esquerdo e ao molar direito, criando uma força de 50g nos molares na direção mesial. A irradiação foi realizada usando um laser diodo (GaAlAs), comprimento de onda de 810nm, energia de saída de 100mW. Irradiação pontual por 15 segundos na região vestibular e palatina, nos dias 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12. A energia por ponto foi de 1,5J, resultando em uma fluência de 75J/cm<sup>2</sup> de cada lado. A corticopunção foi realizada em 3 pontos, 2 com 0,7mm de profundidade no osso palatino e um com 5mm de profundidade mesial ao primeiro molar. O movimento dos dentes foi obtido medindo o espaço entre os molares e o centro do microimplante menos a distância do dia 0 e no dia 14 ou 21. O osso alveolar e as raízes dos molares de todas as hemimaxilas foram avaliadas em microtomografias, densidade e volume ósseo, espessura trabecular e o volume das reabsorções radiculares. Foi realizada análise histológica das raízes e ossos, fazendo uma análise da qualidade óssea e das reabsorções radiculares e contagem do número de osteoclastos nas áreas de tensão e compressão causadas pela movimentação ortodôntica. Nos dias 14 e 21. Os 3 grupos testes apresentaram movimento maior dos dentes em comparação ao controle. Conclui que LBI e CP podem acelerar o movimento do dente e reduzir a reabsorção radicular externa. A CP tem mais impacto na atividade catabólica no lado de compressão e o laser na atividade anabólica no lado de tensão.

Guram et al. (2018)<sup>31</sup> realizou estudo randomizado controlado duplo cego para avaliar a terapia laser de baixa potência durante a movimentação ortodôntica e percepção da dor com 20 pacientes classe I de Angle. Os pacientes tiveram os primeiros pré-molares superiores e inferiores extraídos dos dois lados, 3 meses antes de iniciar. O tratamento inclui alinhamento e nivelamento de caninos, segundos pré-molares e primeiro molares usando sistema MBT, com slot de 0,022". Os caninos

foram retraídos utilizando alças de fecho seccional, de fios de aço 16x22 com 5 e 7 mm de comprimento na mandíbula e maxila, respectivamente, com força de 150g, reativadas a cada mês para 2 mm. A quantidade de movimentação dental foi medida da distância entre a cúspide do canino e a ponta de cúspide mesiovestibular do primeiro molar em modelos de gesso, utilizando compasso digital. O grupo laser foi irradiado com TLBP GaAIs (810nm, 5 J/cm<sup>2</sup>), potência de 0,2W e uma frequência de 2Hz com aplicações vestibular e lingual/palatina, por 80s, durante 21 dias. A quantidade de retração foi avaliada de moldes no início da retração, 2 meses após, 3 meses após e depois de concluída a movimentação. A taxa de retração foi avaliada em aos 2 meses, 4 meses e no término. Os pacientes relataram a dor nos dias 1 a 7 após a aplicação do laser na escala Wong-Baker Faces Rating Scale”. Há diminuição relevante na taxa de retração no grupo de laser em comparação ao controle e, com relação a dor houve diminuição significativa até o segundo dia no grupo de laser em comparação ao controle, sendo que, após o dia 3, não houve diferença estatística. O presente estudo conclui que TLBP pode reduzir o tempo e a experiência de dor durante a MO.

Narmada, Rubiano e Putra (2019)<sup>32</sup> analisaram o mecanismo de bioestimulação da terapia a laser de baixa intensidade como forma de acelerar a remodelação óssea, transformando o fator de crescimento  $\beta 1$  (TGF- $\beta 1$ ), a fosfatase alcalina óssea (BALP), e expressão de osteocalcina (OSC). A bioestimulação na dose de 4J/ cm<sup>2</sup> foi realizada diariamente por 3 min durante 2 semanas. E concluíram que a bioestimulação LILT pode aumentar a expressão de TGF- $\beta 1$ , BALP e OSC durante o movimento dentário ortodôntico, acelerando assim o movimento.

## DISCUSSÃO

Em 1989 o autor Karu<sup>1</sup> concluiu que a terapia de laser de baixa potência induz modificações, proliferações e maturações relacionadas à matriz óssea, e classifica a terapia como dose-dependente. Pontuou que em relação à dose, se for muito baixa, os resultados podem não ser alcançados e se for muito alta, o efeito desejado pode ser inibido. Nos anos seguintes, principalmente em pesquisas relacionadas à retração de caninos, alguns autores como Cruz et al. (2004)<sup>3</sup>; Youssef et al (2008)<sup>6</sup>; Doshi-Mehta e Bhad-Patil (2012)<sup>9</sup> e Long et al (2015)<sup>12</sup> observaram que o laser de baixa potência acelerou expressivamente a movimentação ortodôntica de forma saudável. Outros autores como AlsayedHasan et al (2017)<sup>26</sup>, um pouco mais a frente, deu enfoque na aceleração do movimento ortodôntico dos incisivos superiores apinhados, obtendo também resultados satisfatórios, porém, Sousa et al. (2011)<sup>8</sup> concluiu no seu estudo que essa diferença de aceleração decai conforme o passar do tempo.

Ainda pensando no efeito da utilização do laser de baixa potência na aceleração da movimentação dentária, também foram realizados estudos como de Suzuki (2016)<sup>21</sup>, Gonçalves (2016)<sup>22</sup> e Milligan (2017)<sup>25</sup> utilizando ratos como parte da pesquisa a fim de qualificar a TLBP relacionada ao metabolismo ósseo e aos fenômenos celulares que ocorrem durante a movimentação dentária, onde ambos apresentaram resultados satisfatórios ao longo da análise, encontrados igualmente em Suzuki et al (2018)<sup>30</sup> que também comparou a taxa de movimentação dental, juntamente com a quantidade de reabsorção radicular e as alterações ósseas alveolares.

Em contrapartida, por meio de pesquisas laboratoriais (Seif et al. 2007)<sup>5</sup>, clínicas (Limpanichkul et al 2006<sup>4</sup>; Dominguez et al 2015<sup>13</sup>; Dalaie et al. 2015<sup>16</sup>) e revisões sistemáticas (Long et al 2013<sup>10</sup>; Qamruddin et al 2015<sup>15</sup>; Sonesson et al 2016<sup>18</sup>; Almpani e Kantarci 2016<sup>19</sup>) autores apresentaram resultados controversos no que diz respeito ao aumento da velocidade de movimentação dentária associado ao uso de LBP. Dominguez et al. (2015)<sup>13</sup> chegou a notificar que não houve diferença estatística significativa na concentração de GCF de RANKL e OPG, ainda que níveis de RANKL em GCF e RANKL/OPG estivessem aumentados.

Almeida et al. (2016)<sup>20</sup> atentou-se também em realizar uma revisão sistemática de artigos publicados entre 2004 e 2014, somando um total de 94 artigos mas ainda assim, o estudo não apresentou evidências sobre o uso do LBP. Farsail A. e Al-Jewair (2017)<sup>23</sup> partilhando do mesmo princípio, selecionou 3 artigos de aceleração do

movimento e 11 com enfoque no controle da dor, partilhando também de resultados inconclusivos, onde a qualidade das provas que embasam a aplicação de LBP na movimentação e controle da dor é muito baixa. Outros efeitos das técnicas cirúrgicas e não cirúrgicas na movimentação citado por Miles (2017)<sup>24</sup> também não apresentou evidências fortes que sustentem o uso.

O tempo e intervalos de aplicação da terapia também é algo questionável devido a presença de valores distintos dentro da literatura, Qamruddin et al. (2017)<sup>27</sup> realizou o estudo com retrações de caninos para avaliar os efeitos do LBP em intervalos de 3 semanas, obtendo resultados como o dobro da velocidade da movimentação ortodôntica além da redução significativa da dor associada. Também associado a retrações de caninos, Üretürk et al. (2017)<sup>28</sup> apresentou uma aceleração significativa e em Guram et al. (2018)<sup>31</sup> houve diminuição relevante na taxa de retração, e na dor houve diminuição significativa até o segundo dia, porém após o dia 3, não houve diferença estatística.

Em relação às doses de utilização encontradas na literatura, podemos evidenciar que ainda não há um protocolo de dosimetria ideal. As doses encontradas que obtiveram resultados satisfatórios, apresentaram doses de energia desde  $2,25\text{J}/\text{cm}^2$  (AlsayedHasan et al., 2017)<sup>26</sup> até doses mais altas como  $75\text{J}/\text{cm}^2$  (Suzuki et al., 2018)<sup>30</sup> e em relação ao comprimento de onda, vão desde 780nm (Gonçalves et al., 2016)<sup>22</sup> até 850nm (Shaughnessy et al. 2016<sup>17</sup>; Kau et al. 2010<sup>7</sup>), e energias de saída entre 0,2mW (Guram et al., 2018)<sup>31</sup> até 100mW (Suzuki et al., 2018)<sup>30</sup>, com médias de aplicações de 10 segundos de exposição.

## CONCLUSÃO

Conhecida por acelerar a reabsorção e neoformação óssea, sem causar efeitos colaterais no periodonto, o uso da terapia a laser de baixa potência na ortodontia propõe um futuro próspero aos profissionais da área, dado que é uma interessante técnica não invasiva, vantajosa quando comparada a procedimentos cirúrgicos invasivos, como a corticotomia, por exemplo.

Remetendo-se à aceleração da movimentação ortodôntica e a analgesia com laserterapia, persistem diferentes desfechos. Apesar dos inúmeros trabalhos publicados sobre TLBP, poucos apresentam evidência científica para serem aproveitados na prática clínica. A heterogeneidade dos resultados encontrados pode ser elucidada pela ausência de um único protocolo clínico, na maior parte dos estudos revisados o comprimento de onda mais utilizado é o de 780nm, e em relação à potência utilizada encontramos tanto 20mW quanto de 100mW possuindo a mesma eficácia, e o tempo mais utilizado é o de 10 segundos. Mesmo com a diversidade de protocolos de utilização a maioria dos trabalhos apresentou resultados positivos no aumento da movimentação dentária.

Conclui-se que o ideal seria instituir novas pesquisas, com uma metodologia seletiva, ressaltando protocolos bem definidos para conceder a comparação entre os diferentes tipos de lasers e seus métodos de aplicação. Parâmetros como período de início e término da aplicação do laser, potência do equipamento, comprimento de onda, densidade de energia e frequência da aplicação são fatores que intervêm no resultado do tratamento, necessitando de estudos que possibilitem analisar o seu potencial - de fato - referente à aceleração da movimentação dentária.

## REFERÊNCIAS

1. Karu T. Photobiology of low-power laser effects. *Health Phys.* 1989;56(5):691- 704.
2. Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. **Lasers Surg Med.** 2000;26(3):282-91.
3. Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. **Lasers Surg Med.** 2004;35(2):117-20.
4. 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.
5. Seifi M, Shafeei HA, Daneshdoost S, Mir M. Effects of two types of low-level laser wave lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movements in rabbits. **Lasers Med Sci.** 2007;22(4):261-4.
6. 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.
7. Kau CH, Nguyen JT, English JD. The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. **Orthodontic Practice.US;** 2010. p. 10-5.123
8. SOUSA, M.V.; SCANAVINI, M.A.; SANNOMIYA, E.K.; VELASCO, L.G.; ANGELIERI, F. Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. **Photomed Laser Surg,** v. 29, n. 3, p. 191-6, março, 2011.
9. DOSHI-MEHTA, G.; BHAD-PATIL, W.A.; Efficacy of low intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop,** v. 141, n. 3, p. 289-97, março, 2012.
10. LONG, H.; PYAKUREL, U.; WANG, Y.; LIAO, L.; ZHOU, Y; LAI, W. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. **Angle Orthod,** v. 83, n. 1, p. 164-71, janeiro, 2013.
11. GE, M.K.; HE, W.L.; CHEN, J.; WEN, C.; YIN, X.; HU, Z.A.; LIU, Z.P.; ZOU, S.J. Efficacy of low-level laser therapy for accelerating tooth movement during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. **Lasers Med Sci,** v.30, n.5, p. 1609-18, julho, 2015.
12. Long H, Zhou Y, Xue J, Liao L, Ye N, Jian F, et al. The effectiveness of low- level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement: a meta-analysis. **Lasers Med Sci.** 2015;30(3):1161-70.
13. DOMÍNGUEZ, A.; GÓMEZ, C.; PALMA, J.C. Effects of low-level laser therapy on orthodontics rate of tooth movement, pain, and release of RANKL and OPG in GCF. **Lasers Med Sci,** v. 30, n. 2, p. 915-23, fevereiro, 2015.

14. SEIFI, M.; VAHID-DASTJERDI, E. Tooth movement alterations by different low level laser protocols: a literature review. **J Lasers Med Sci**, v.6, n.1, p.1-5, inverno, 2015.
15. QAMRUDDIN, I.; ALAM, M.K.; KHAMIS, M.F.; HUSEIN, A. Minimally Invasive Techniques to Accelerate the Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Review of Animal Studies. **Biomed Res Int**, 608530, 2015.
16. DALAIE, K.; HAMED, R.; KHARAZIFARD, M.J.; MAHDIAN M.; BAYAT, M. Effect of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement: a clinical investigation. **J Dent (Tehran)**, v.12, n.4, p. 249-256, abril, 2015.
17. Shaughnessy T, Kantarci A, Kau CH, Skrenes D, Skrenes S, Ma D. Intraoral photobiomodulation-induced orthodontic tooth alignment: a preliminary study. **BMC Oral Health**. 2016;16:3
18. SONESSON, M.; DE GEER, E.; SUBRAIAN, J.; PETRÉN, S. Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: a systematic review . **BMC Oral Health**, v.7, n. 17, p. 1-11, julho, 2016.
19. ALMPANI, K.; KANTARCI A. Nonsurgical Methods for the Acceleration of the Orthodontic Tooth Movement. **Front Oral Biol**, v.18, p.80-91, 2016.
20. DE ALMEIDA, V.L.; DE ANDRADE GOIS, V.L.; ANDRADE, R.N.; CESAR, C.P.; DE ALBUQUERQUE-JUNIOR, R.L.; DE MELLO RODE, S.; PARANHOS, L.R. Efficiency of low-level laser therapy within induced dental movement: A systematic review and meta-analysis. **J Photochem Photobiol B**, v.158, p. 258-66, maio, 2016.
21. SUZUKI, S.S.; GARCEZ, A.S.; SUZUKI, H.; ERVOLINO, E.; MOON, W.; RIBEIRO, M.S. Low level laser therapy stimulates bone metabolism and inhibits root resorption during tooth movement in a rodent model. **J Biophotonics**, v. 9, n. 11-12, p. 1222-1235, dezembro, 2016.
22. GONÇALVES, C.F.; DESIDERÁ, A.C.; DO NASCIMENTO, G.C.; ISSA, J.P.; LEITE-PANISSI, C.R. Experimental tooth movement and photobiomodulation on bone remodeling in rats. **Lasers Med Sci**, v. 31, n. 9, p. 1883-1890, dezembro, 2016.
23. FARSAIL, A.; AL-JEWAIR, T. Insufficient Evidence Supports the Use of Low-Level Laser Therapy to Accelerate Tooth Movement, Prevent Orthodontic Relapse, and Modulate Acute Pain During Orthodontic Treatment. **J Evid Based Dent Pract**, v.17, n.3, p. 262-264, setembro, 2017.
24. MILES, P. Accelerated Orthodontic treatment-What's the evidence? **Aust Dent J**, v. 62, Suppl 1, p. 63-70, março, 2017.

25. MILLIGAN, M.; ARUTCHELVAN, Y.; GONG, S.G. Effects of two wattages of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. **Arch Oral Biol**, v. 80, p. 62-68, agosto, 2017.
26. ALSAYED HASAN, M.M.A.; SULTAN, K.; HAMADAD, O. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. **Angle Orthod**, v. 87, n.4, p. 499-504, Julho, 2017.
27. QAMRUDDIN, I.; ALAM, M.K.; MAHROOF, V.; FIDA, M.; KHAMIS, M.F.; HUSEIN, A. Effects of low-level laser irradiation on the rate of orthodontic tooth movement and associated pain with self-ligating brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 152, n. 5, p. 622-630, novembro, 2017.
28. ÜRETÜRK, S.E.; SARAÇ, M.; FIRATH, S.; CAN, Ş.B.; GÜVEN, Y.; FIRATH, E. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. **Lasers Med Sci**, v. 32, n. 4, p. 757-764, maio, 2017.
29. Santos, C.M.R. e Torres, B.B.C. Papel do sistema RANKL/RANK/OPG como regulador-chave da remodelação óssea durante a movimentação ortodôntica. **Jornal Interdisciplinar de Biociências**, v.2, n.1, 2017
30. SUZUKI, S.S.; GARCEZ, A.S.; REESE, P.O.; SUZUKI, H.; RIBEIRO, M.S.; MOON, W. Effects of corticopuncture (CP) and low-level laser therapy (LLLT) on the rate of tooth movement and root resorption in rats using micro-CT evaluation. **Lasers Med Sci**, v. 33, n. 4, p. 811-821, maio, 2018.
31. GURAM, G.; REDDY, R.K.; DHARAMSI, A.M.; SYED ISMAIL, P.M.; MISHRA, S.; PRAKASHKUMAR, M.D. Evaluation of Low-Level Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement: A Randomized Control Study. **Contemp Clin Dent**, v. 9, n. 1, p. 105-109, janeiro-março, 2018.
32. Narmada IB, Rubianto M, Putra ST. The Role of Low-Intensity Biostimulation Laser Therapy in Transforming Growth Factor  $\beta$ 1, Bone Alkaline Phosphatase and Osteocalcin Expression during Orthodontic Tooth Movement in *Cavia porcellus*. **Eur J Dent**. 2019 Feb;13(1):102-107.
33. Nimeri, Ghada& Kau, Chung & Corona, Rachel & Shelly, Jeffery. The effect of photobiomodulation on root resorption during orthodontic treatment. **Clinical, cosmetic and investigational dentistry**. 6. 1-8. 10.2147/CCIDE.S49489, 2014.
34. Samara, S.A., Nahas, A.Z. & Rastegar-Lari, T.A. Velocity of orthodontic active space closure with and without photobiomodulation therapy: a single-center, cluster randomized clinical trial. **Laser DentSci** 2, 109–118 (2018).

35. Summa, A.P.B. Eficácia do laser de baixa intensidade na aceleração do movimento ortodôntico. ***Pensar Acadêmico***, Manhauçu, v. 17, n. 3, p. 344-368, setembro-dezembro, 2019.