

Faculdade Sete Lagoas - FACSETE

Bárbara Aparecida Marques Summa

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

Guarulhos – SP

2018

Bárbara Aparecida Marques Summa

EFICÁCIA DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA ACELERAÇÃO DO MOVIMENTO ORTODÔNTICO

Monografia apresentada ao curso de
Especialização Lato Sensu da Faculdade de
Tecnologia de Sete Lagoas como requisito
parcial para conclusão do Curso de Odontologia.
Área de Concentração: Ortodontia.
Orientador: Dr. Cassiano Arashiro

Guarulhos – SP

2018

Aparecida Marques Summa, Bárbara

Eficácia do laser de baixa intensidade na aceleração do movimento ortodôntico / Bárbara Aparecida Marques Summa. –2018

60f. : il.

Orientador: Cassiano Arashiro.

Monografia – Faculdade Sete Lagoas. Guarulhos, 2018.
Inclui bibliografia.

1.Laser de baixa intensidade. 2. Aceleração do movimento ortodôntico.

Faculdade Sete Lagoas - FACSETE

Monografia intitulada: **“Eficácia do laser de baixa intensidade na aceleração do movimento ortodôntico”** de autoria da aluna **Bárbara Aparecida Marques Summa**.

Aprovada em 13 /11/ 2018 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Cassiano Arashiro
Faculdade de Sete Lagoas / Guarulhos – Orientador

Prof. Dr. Edson Yoshihiro Mada
Faculdade de Sete Lagoas / Guarulhos

Prof. Fabio Nakandakari
Faculdade de Sete Lagoas / Guarulhos

Guarulhos, 13 de novembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu marido Fabio que sempre me apoiou de forma primorosa. Dedico também aos meus filhos, Gabriel e Catarina, meus pais, irmãos, sogros e minha amiga Camila que sempre me ajudam em tudo que preciso. Dedico também a todos que direta e indiretamente estiveram envolvidos para que eu chegasse até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por todas as conquistas, a minha família, ao meu orientador que se não fosse por eles eu não seria o que sou hoje.

Agradeço também a todos os professores e assistentes que sempre estavam à disposição para nos atender.

Aos meus amigos pela companhia, conselhos, alegrias, materiais e ajuda nos momentos mais difíceis.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”

Marthin Luther King

RESUMO

A terapia de laser de baixa intensidade (TLBI) fornece vários benefícios para os pacientes que recebem o tratamento ortodôntico. De acordo com alguns artigos, o movimento do tratamento do ortodôntico (MTO) pode ser melhorado, mas alguns relataram resultados contraditórios. Esta monografia fez uma revisão da literatura sobre os diferentes aspectos do uso do LBI no MTO e suas alterações. Alguns trabalhos verificaram que a quantidade de movimento dos dentes no grupo irradiado com laser foi significativamente maior do que no grupo não irradiado. A irradiação com laser de baixa potência acelera o processo de remodelação óssea, estimulando a proliferação de células osteoblásticas e osteoclásticas e função durante a movimentação ortodôntica. Alguns artigos relataram que o uso do LBI além de acelerar o movimento ortodôntico, pode contribuir para modular a dor. A laserterapia na odontologia se tornou uma técnica promissora, eficiente e de baixo custo para o paciente. Por esse motivo este trabalho visa revisar a literatura a respeito da eficácia do LBI na movimentação ortodôntica.

Palavras chaves: Laser de baixa intensidade; aceleração do movimento ortodôntico.

ABSTRACT

Low level laser therapy (LLLT) provides multiple benefits for patients receiving orthodontic treatment. According to some literature, the orthodontic treatment movement (OTM) can be improved, but some have reported contradictory results. This paper made a review of the literature on different aspects of LLLT use in MTO and its amendments. Some studies have found that the amount of movement of the teeth in the group irradiated with laser was significantly higher than in the non-irradiated group. Irradiation with low power laser accelerates bone remodeling process, stimulating the proliferation of osteoblastic and osteoclastic cells and function during the orthodontic movement. Some articles reported that the use of LLLT and accelerate orthodontic movement, can contribute to modulate pain. Laser therapy in dentistry has become a promising technique, efficient and low cost to the patient. Therefore this work aims to review the literature regarding the efficacy of LLLT in orthodontic tooth movement.

Keywords: Low-level laser therapy; Orthodontic tooth movement acceleration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS:

Figura 1 –	Modelo mola helicoidal fechada de NiTi para distalizar os caninos	16
Figura 2 –	Modelo de gesso para medição da retração do canino	17
Figura 3 –	Efeito da TLBI na velocidade do movimento dentário nos grupos controle e laser	19
Figura 4 –	Efeito da TLBI na velocidade do movimento dentário em cada arcada nos grupos controle e laser	19
Figura 5 –	Pontos de aplicação do laser na superfície vestibular	21
Figura 6 –	Modelos escaneados em 3D para medir quantidade de movimentação dentária: A) Grupo controle T1 inicial; B) Grupo controle T4 final; C) Grupo laser T1 inicial; D) Grupo laser T4 final.	22
Figura 7 –	Irradiação laser	24
Figura 8 –	Escala visual analógica de dor	24
Figura 9 –	Mola fechada helicoidal de NiTi, aplicando uma força entre o braquete do incisivo lateral e a cabeça do miniimplante.	26
Figura 10 –	Comparação da quantidade de distalização no grupo laser e controle	26
Figura 11 –	Comparação da quantidade de distalização no grupo laser e controle: a) Visão vestibular do lado direito; b) Visão oclusal; c) Visão vestibular do lado esquerdo.	29
Figura 12 –	Dispositivos usados para a movimentação ortodôntica: a) Ancoragem posterior feita com arco de Nance; b) Mola helicoidal fechada de NiTi	30
Figura 13 –	A radiação foi aplicada no primeiro pré-molar	31
Figura 14 –	Mensuração do movimento dentário em modelos escaneados em 3D: a) dia 0; b) dia 2; c) dia 7; d) dia 30; e) dia 45.	31
Figura 15 –	alças de arco seccionado de fios de aço: a) alça antes da ativação; b) alça ativada 1mm para a distal.	35
Figura 16 –	Distalização do canino através do uso de mola fechada de NiTi entre braquete do canino e miniimplante	36
Figura 17 –	Sobreposição do escaneamento 3D de modelos de gesso em 3 pontos das rugosidades palatinas	37
Figura 18 –	Sequência de fios e evolução do tratamento: a) Fio 0,016 termoativado; b) Fio 0,018 NiTi; c) Alinhamento final	41
Figura 19 –	Progresso de dois casos no grupo laser e no grupo controle	45
Figura 20 –	Modelos escaneados para mensuração de movimento	48

Figura 21 –	Quantidade de movimento dentário em 90 dias	48
Figura 22 –	Acessórios ortodônticos utilizados para movimentação dentária	50

TABELAS:

Tabela 1 –	Parâmetros dos tratamentos e dos equipamentos laser incluídos no estudo do Ge et al.	27
Tabela 2 –	Informações sobre os estudos incluídos em Seifi e Vahid-Dastjerdi	32
Tabela 3 –	Informações gerais dos estudos incluídos em Long et al.	33

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LBI	-----	Laser de baixa intensidade
MTO	-----	Movimento do tratamento ortodôntico
LLLT	-----	<i>Low level laser therapy</i>
OTM	-----	<i>orthodontic treatment movement</i>
TLBI	-----	Terapia laser de baixa intensidade
GC	-----	Grupo controle
GL	-----	Grupo laser
NiTi	-----	Níquel – Titânio
g	-----	Gramas
GaAlAs	-----	Arseneto de Gálio-Alumínio
mW	-----	Milliwatt
cm ²	-----	Centímetro quadrado
W/cm ²	-----	Watt por centímetro quadrado
J	-----	Joule
J/cm ²	-----	Joule por centímetro quadrado
TLBP	-----	Terapia laser de baixa potência
nm	-----	Nanômetro
GL850	-----	Grupo Laser 850nm
GL630	-----	Grupo Laser 630nm
g/cm ²	-----	Grama por centímetro quadrado
Hz	-----	Hertz
fig	-----	Figura
DCPI	-----	Distância canino papila lado irradiado
DCP	-----	Distância canino papila lado não irradiado
s	-----	segundos
MO	-----	Movimentação ortodôntica
CENTRAL	-----	<i>Cochrane Central Register of Controlled Trials</i>
GLED	-----	Grupo submetido ao LED
RANKL	-----	Receptor de fator nuclear
OPG	-----	Osteoprotegerina
GCF	-----	Fluido gengival
LIPUS	-----	Ultrassom pulsado de baixa intensidade
TFL	-----	Terapia de fotobiomodulação com diodo emissor de luz
GT	-----	Grupo teste
IL-1	-----	interleucina -1 β
FBM	-----	Fotobiomodulação
AO	-----	Aparelho ortodôntico
EX-500	-----	Grupo teste submetido a 500 mW
EX-1000	-----	Grupo teste submetido a 1000 mW
RT-qPCR	-----	Técnica que permite verificar a expressão gênica através do RNA
H&E	-----	Hematoxilina e eosina
CP	-----	Corticopunção
CN	-----	Controle negativo
LED	-----	Diodo emissor de luz

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROPOSIÇÃO	14
3 REVISÃO DA LITERATURA	15
4 DISCUSSÃO	52
5 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

O uso do laser de baixa intensidade na Odontologia tem aumentado na última década, com estudos que publicam a sua eficácia no tratamento ortodôntico. O LBI demonstrou-se uma modalidade de tratamento não invasivo para acelerar o movimento e reduzir a dor, e isto gera um benefício mútuo para pacientes e profissionais.

O tratamento ortodôntico, com base no movimento dentário é um processo demorado, com duração média de tratamento entre 2 a 3 anos. Este longo prazo geralmente resulta na diminuição da adesão de pacientes, e também é capaz de causar uma variedade de efeitos colaterais, tais como a reabsorção óssea alveolar, reabsorção radicular, cáries, por conseguinte, o encurtamento do tempo de tratamento ortodôntico é desejado. (LONG et al., 2013).

Muitos estudos têm pesquisado diferentes métodos para acelerar a movimentação dentária, incluindo injeções de drogas, estimulação elétrica, campos magnéticos pulsados e corticotomia. Embora alguns desses métodos sejam eficientes, eles podem causar alguma experiência desagradável em pacientes. (GE et al., 2015). Por isso pesquisas à procura de métodos minimamente invasivos que melhorem o movimento ortodôntico com pouco efeito colateral e baixo custo se intensificaram e o LBI tem se mostrado muito eficaz. (QAMRUDDIN et al., 2017).

Evidências científicas relatam que o tratamento a LBI além de reduzir a dor, acelera o movimento a partir de um processo de remodelação óssea (proliferação de osteoblastos e osteoclastos) e síntese de colágeno (principal proteína da matriz óssea). (DE ALMEIDA et al., 2016).

O Laser de baixa intensidade é considerado uma técnica mais promissora, devido ao seu efeito bioestimulante, forma não invasiva e de fácil acesso. (SUZUKI et al., 2018).

O propósito deste trabalho é trazer as últimas evidências científicas que relatem a eficácia do laser de baixa intensidade no movimento ortodôntico.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo desse estudo foi descrever por meio de uma revisão bibliográfica as evidências da eficácia do laser de baixa intensidade na aceleração do movimento ortodôntico.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Cruz et al. (2004) realizaram um estudo para avaliar a influência da terapia laser de baixa intensidade (TLBI) na velocidade da movimentação ortodôntica na retração de caninos. Foram avaliados 11 pacientes com idade entre 12 e 18 anos, com indicação de extração dos primeiros pré-molares superiores. Cada paciente teve uma hemiarcada sendo grupo controle (GC) e outra hemiarcada designada grupo laser (GL), aleatoriamente. Os 11 pacientes tiveram seus primeiros pré-molares extraídos. Os caninos foram alinhados e nivelados com aparelho fixo com prescrição Roth e com fios de Ni-Ti 0,12", 0,14" e 0,16" e fios de aço 0,18" e 0,20" redondos e 0,17"x0,25" retangulares. 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. Foi usado aparelho laser diodo emitindo radiação infravermelha contínua a 780nm, com potência de 20mW, dose de 5J/cm² e 10 segundos de exposição. A cada irradiação 10 pontos foram irradiados, sendo em 5 vestibulares e 5 linguais. Este estudo mostrou que o GL obteve uma retração estatisticamente significativa, 34% maior que o GC. A TLBI ocorreu nos dias 0, 3, 7, 14, 30, 33, 37 e 44. Os resultados sugerem que a TLBI acelera significativamente movimentação ortodôntica de forma saudável.

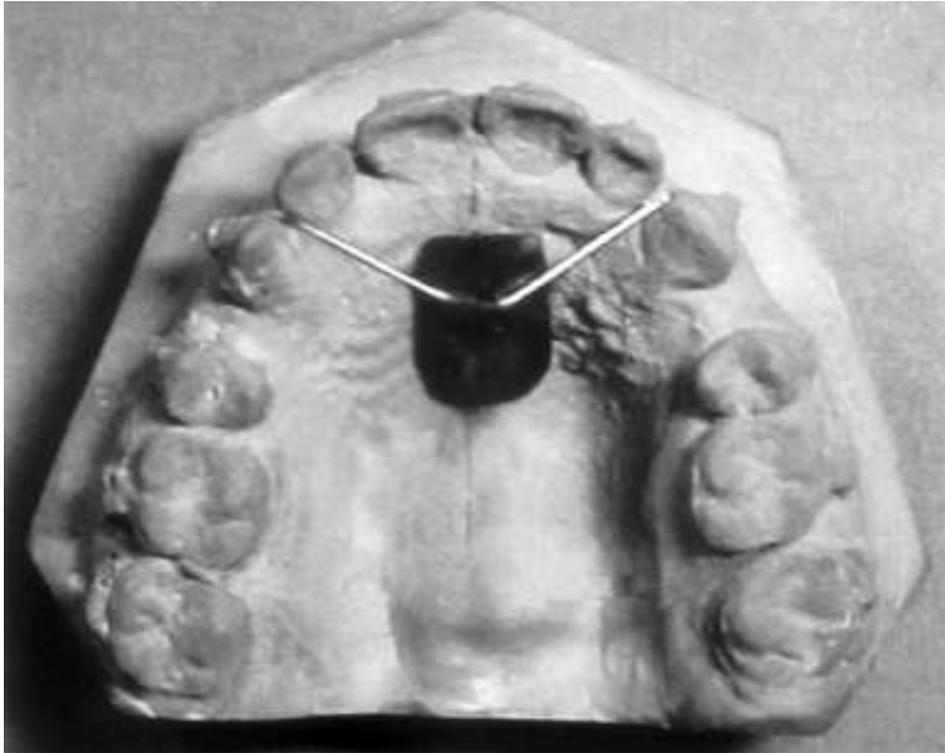
Limpanichkul et al. (2006) realizaram um estudo com objetivo de testar a hipótese que a terapia laser de baixa potência (TLBI) pode aumentar a taxa de retração ortodôntica de caninos superiores em comparação ao grupo placebo. Foram avaliados 12 pacientes adultos jovens (4 homens e 8 mulheres, com idade média de 20,11 anos) com os dois primeiros pré-molares superiores extraídos após completo alinhamento e nivelamento dental e a pelo menos 3 meses antes de começar a retrair os caninos. De forma aleatória cada hemiarcada de cada paciente foi alocada no grupo controle (GC) ou no grupo laser (GL). Foi instalado aparelho fixo com prescrição Roth em todos os paciente e em todos os dentes, menos nos caninos a serem retraídos, onde foi usado braquetes autoligados. Foi usada uma mola helicoidal fechada de NiTi para distalizar os caninos (Figura 1), com força de 150g entre o canino e o primeiro molar superiores. As molas foram reativadas uma vez por mês para reativar a tensão da mola a 150g. Um laser GaAlAs com potência

de 100mW, 0,09cm², densidade de potência de 1,11W/cm², dose de energia de 2,3J e densidade de energia de 25J/cm². Foram irradiados 3 pontos vestibulares e 3 pontos palatinos na mucosa alveolar e 2 pontos na distal do canino, por 23 segundos por ponto. Após a aplicação do primeiro dia da TLBI os pacientes foram convidados a retornar para aplicações repetidas nos próximos dois dias. Esta aplicação de TLBI de 3 dias foi então repetida no final do primeiro, segundo e terceiro mês. No início de cada um dos 4 conjuntos de TLBI, antes de colocar os arcos e reativar as molas, foi realizada moldagem do maxilar com alginato e confeccionado um molde. Nestes modelos de gesso foram realizadas medições para controle das retrações (Figura 2). Como resultado os autores não encontraram diferença estatística significativa na distalização dos caninos entre GL e GC. Os autores concluíram que a TLBI nos parâmetros adotados neste estudo não teve efeito sobre a taxa de movimentação ortodôntica em qualquer período de tempo. A densidade de energia usada neste provavelmente foi muito baixa para expressar qualquer efeito estimulador ou inibidor da taxa de movimento.

Figura 1: Modelo mola helicoidal fechada de NiTi para distalizar os caninos



Figura 2: Modelo de gesso para medição da quantidade de retração do canino



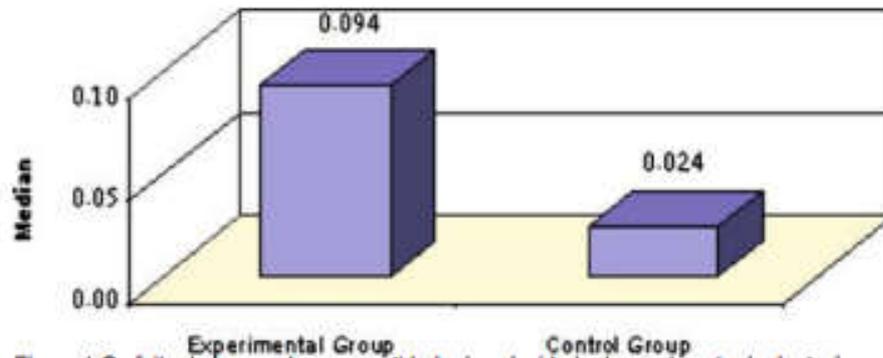
Fonte: Limpanichkul et al., 2006, p. 41

Seifi et al. (2007) realizaram um estudo para comparar a velocidade do movimento ortodôntico de dentes de coelhos submetidos a terapia laser de baixa potência (TLBP) de dois diferentes comprimentos de onda. Foram avaliados 18 coelhos, divididos em 3 grupos com mesmo número de indivíduos (6): Grupo Controle (GC), Grupo Laser 850nm (GL850), e Grupo Laser 630nm (GL630). Nos coelhos dos 3 grupos foi instalado fios ortodônticos 1/100 polegada e nos primeiros molares foi aplicado força para mesial através de mola helicoidal de NiTi fechada, com força de 100-120g/cm². 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. Depois de 16 dias, no término dos tratamentos, a distância entre a distal do primeiro molar e a mesial do segundo molar foi medida e estatisticamente analisada. O estudo mostrou que o movimento dos dentes nos GL850 e GL630 foi estatisticamente menor que no GC, no entanto a diferença entre os dois grupos laser não é estatisticamente significativa. Os autores concluem que a

TLBP, da maneira como foi aplicada, diminuiu a velocidade de movimentação dentária, provavelmente pelo fato da energia e dose aplicadas tenha sido demasiado alta para coelhos.

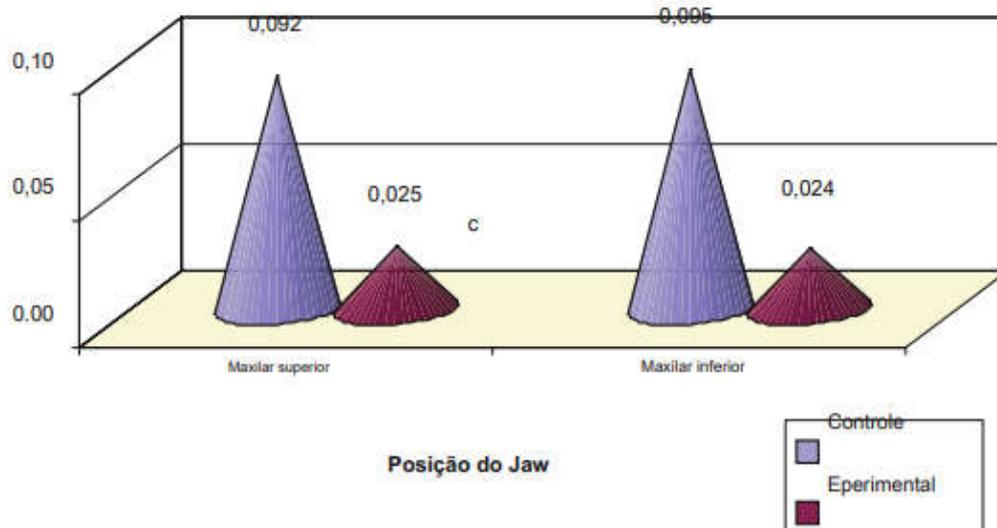
Youssef et al. (2008) fizeram um estudo com o objetivo de avaliar a terapia com laser de baixa potência em retrações de caninos durante o movimento ortodôntico e o nível de dor. Sua amostra consistia de 15 pacientes, idade entre 14 e 23 anos e que o plano de tratamento incluía extração dos primeiros pré-molares superiores e inferiores. O tratamento foi iniciado 14 dias após a extração e foi usado braquetes Edgewise slot 0,018 padrão. Para a retração foi usada 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. A medição do espaço foi feita com paquímetro da ponta da cúspide mesial dos primeiros molares a extremidade da cúspide dos caninos, nos modelos de estudos feitos nas datas de reativação. E a cada reativação o paciente era questionado sobre a dor experimentada no período passado. O laser utilizado 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), sendo assim uma densidade total de energia de 8J por aplicação. O laser foi aplicado em intervalos de 0, 3, 7 e 14 dias após cada ativação. Em cada intervalo de 21 dias, a medição da distância foi comparada entre grupo controle e laser, e após 6 meses, dentes caninos de ambos os grupos foram radiografados para avaliar qualquer dano radicular ou periodonto adjacente. A velocidade do movimento dos caninos (quantidade de movimento em milímetros dividido pelo tempo passado para realizar o movimento) foi maior no lado experimental (laser) versus o lado controle (não laser) como se observa na figura 3. Esta velocidade foi maior no grupo laser, independente da arcada superior ou inferior como demonstrado na figura 4. Quanto a avaliação de dor, houve também resultados significativos para a diminuição de dor no lado laser. Os autores concluíram que o laser de baixa potência (GaAlAs) é considerado uma ferramenta eficaz durante o tratamento ortodôntico, com uma taxa de movimento do dente aumentada e o nível de dor reduzido.

Figura 3: Efeito da TLBI na velocidade do movimento dentário nos grupos controle e laser



Fonte: Youssef et al., 2008, p.29

Figura 4: Efeito da TLBI na velocidade do movimento dentário em cada arcada nos grupos controle e laser



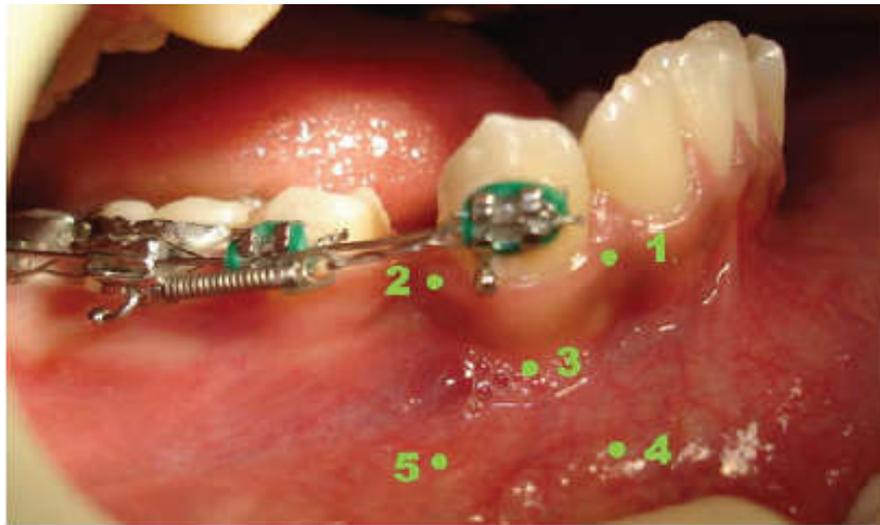
Fonte: Youssef et al., 2008, p.29

Sousa et al. (2011) realizaram um estudo com objetivo de comparar a velocidade e a quantidade de movimentação ortodôntica de dentes caninos humanos irradiados ou não com laser diodo, bem como para verificar a preservação e integridade do tecido após aplicação do laser. Dez pacientes de ambos os

gêneros, com idade média de 13,1 anos e com necessidade de extração de primeiros pré-molares devido a apinhamento ou biprotrusão foram avaliados. No total avaliaram 26 caninos, 10 superiores e 16 inferiores, divididos em 2 grupos, com 13 dentes no grupo placebo, considerado controle (GC) e 13 no grupo laser (GL). A retração dos caninos iniciou 3 meses após a extração dos primeiros pré-molares, e foi avaliada por um período de 4 meses. Foi instalado 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 bisettriz. A aplicação de laser foi feita no GL, usando equipamento de laser diodo de baixa potência (GaAlAs), com comprimento de ondas contínuas de 780nm em uma área de 0,04cm², com saída utilizada de 20mW e densidade de energia de 5J/cm² por 10 segundos por ponto, resultando em um total de 0,2J por ponto, em 5 pontos distintos na vestibular (figura 5) e 5 pontos distintos na lingual/palatina, perfazendo um total de energia recebida de 2J por dente por sessão de aplicação. As sessões de aplicação do laser ocorreram depois da 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 (figura 6) 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. Em todos os períodos de avaliação o movimento do canino foi estatisticamente maior no GL que no GC, com quase o dobro do movimento total (T1-T4). No entanto pode-se observar que a medida que o tempo passa esta diferença diminui, ainda que continue sendo estatisticamente diferente. As radiografias obtidas em T1 e T4 tem como objetivo avaliar a quantidade de reabsorção óssea da crista alveolar e quaisquer possível reabsorção da raiz dos caninos tracionados. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada na reabsorção de raiz ou crista do osso alveolar entre GC e GL. O estudo conclui

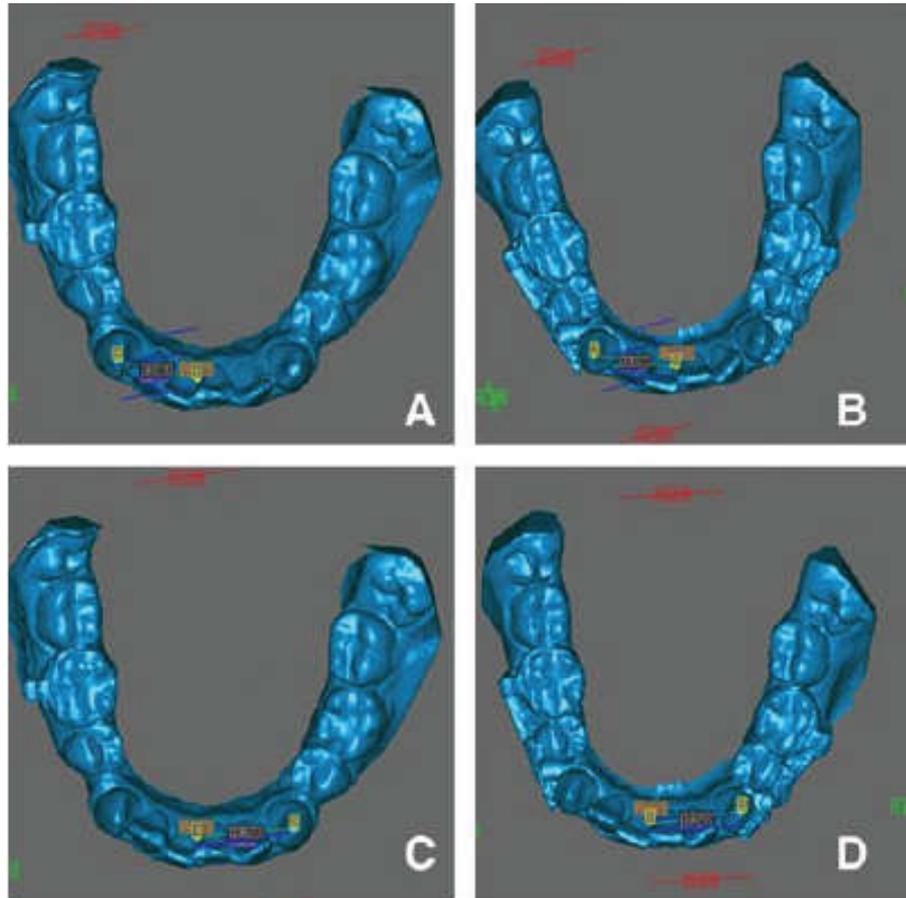
que terapia com laser de baixa potência acelera o movimento ortodôntico de retração de caninos, principalmente no período inicial da retração, provavelmente reduzindo o tempo total do tratamento sem que haja reabsorções radiculares e do osso alveolar.

Figura 5: Pontos de aplicação do laser na superfície vestibular



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

Figura 6: Modelos escaneados em 3D para medir quantidade de movimentação dentária



Legenda: A) Grupo controle T1 inicial; B) Grupo controle T4 final; C) Grupo laser T1 inicial; D) Grupo laser T4 final.

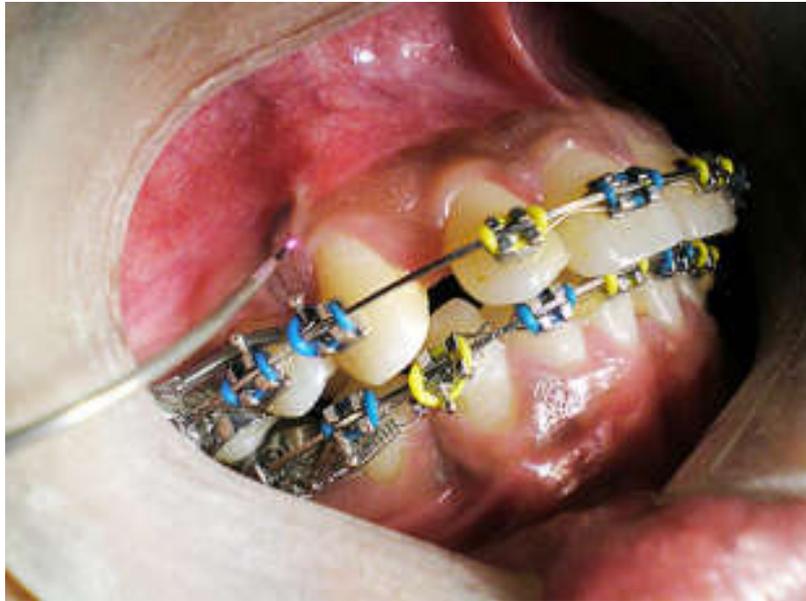
Fonte: Sousa et al., 2011, p.192

Doshi-Mehta e Bhad-Patil (2012) fizeram um estudo para avaliar a eficácia da terapia de laser de baixa intensidade para reduzir o tempo de tratamento ortodôntico e a dor. Sua amostra consistiu de 20 pacientes que necessitavam de extração dos primeiros pré-molares, de ambas as arcadas. Os pacientes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos, grupo 1 controle e grupo 2 experimental, e o modelo de estudo foi de boca dividida, para evitar a variação interindividual biológica. Cada grupo consistiu de 30 quadrantes. No (sétimo) 7º dia após as extrações, foram colocadas bandas nos molares com tubos triplos e duplos, na arcada superior e inferior respectivamente, e para reforço de ancoragem confeccionado barra transpalatina e arco lingual com fio de aço de 0,9mm. Foram colados braquetes com slot de 0,022 e para alinhamento e nivelamento fios 0,016 NiTi, posteriormente 16x22 NiTi, 17x25 NiTi, 17x27 aço e 19x25 NiTi. Após

concluído essa etapa, um fio 19x25 em aço foi colocado como fio de trabalho e 21 dias após sua colocação foi iniciada a retração do canino com mola helicoidal fechada de NiTi. Os incisivos foram conjugados com ligadura de fio de aço 0,009, bem como os primeiros molares e segundos pré-molares para fazer uma única unidade de ancoragem. Uma força de 150g constante foi aplicada para a retração em ambos os grupos e a terapia a laser de baixa intensidade iniciou-se no mesmo dia que a mola foi colocada. O laser usado foi um semicondutor GaAlAs (figura 7), emissor de radiação infravermelha, com comprimento de onda de 808nm, 10mW. Para analgesia, o comprimento de onda foi ajustado para 800nm, modo contínuo, potência de 0,7mW e 10 segundos de exposição. A terapia a laser iniciou-se no dia da instalação da mola e duas irradiações foram feitas, no terço médio da raiz do canino, pelo lado bucal e palatino, para efeito analgésico. No dia 3, a terapia iniciou para bioestimulação, com um total de 10 irradiações, 5 no lado bucal e 5 no lado palatino, seguindo a distribuição de 2 doses no terço cervical da raiz do canino, 2 doses no terço apical (ambas mesial e distal) e 1 no terço médio (centro da raiz). O regime de laser foi aplicado nos dias 0, 3, 7 e 14 no primeiro mês e depois todos os dias até a retração completa do canino do lado experimental. Após 6 meses, radiografias foram realizadas para averiguar alguma alteração indesejável no osso alveolar, ligamento periodontal e raízes, bem como foram feitos testes de vitalidade nos caninos. Três modelos foram feitos para cada paciente e medidos com paquímetro digital tendo como pontos de referência a ponta da cúspide mesial do primeiro molar e o canino. As distâncias foram registradas a T0 (após a conclusão do alinhamento e nivelamento): dia 1 de retração do canino, T1 (3 meses de retração), e T2 (conclusão da retração do lado experimental). A taxa de movimento ortodôntico foi calculada como a quantidade de movimento do dente dividido pelo período de tempo, sendo assim 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. Houve um aumento significativo na taxa de movimentação do lado experimental versus o controle, em M1, foi 0,65 mm por mês no lado controle e 1,46 no lado experimental e em M2, 0,81mm controle e 1,15 experimental. Além disso a pontuação de dor no lado experimental também foi significativamente menor que o controle, mensurado através da escala analógica visual de dor (figura 8). Concluiu-se que a TLBI aumenta a taxa de movimento ortodôntico de forma fisiológica, sem causar efeitos colaterais nos dentes e periodonto e dessa

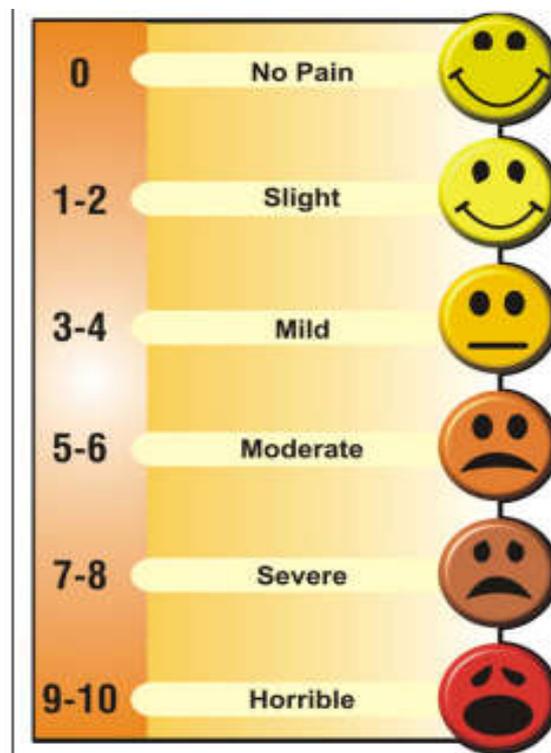
forma encurta o tempo de tratamento, além disso promove analgesia durante o tratamento de forma muito eficaz.

Figura 7: Irradiação laser



Fonte: Doshi-Mehta e Bhad-Patil, 2012, p. 291

Figura 8: Escala visual analógica de dor



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

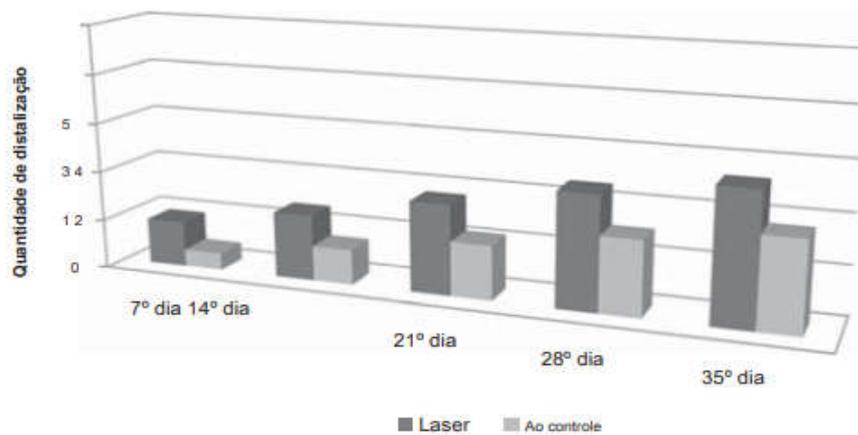
Genc et al. (2013) avaliaram o efeito da terapia a laser de baixa potência (TLBP) na velocidade de movimentação ortodôntica e os níveis de óxido nítrico no fluido do sulco gengival durante o tratamento. A amostra consistiu de 20 pacientes, cujo os primeiros pré-molares superiores foram extraídos e os caninos distalizados. Foram usados braquetes metálicos, prescrição Roth, slot 0, 018 polegadas e bandas nos molares. Os caninos foram distalizados antes da aplicação do laser e os incisivos laterais superiores distalizados por estiramento da mola fechada helicoidal de NiTi, aplicando uma força de cerca de 80g entre o braquete do incisivo lateral e a cabeça do mini-implante (figura 9). O equipamento de laser usado foi um GaAlAs, ponta de 6mm de diâmetro e modo contínuo, potência de 20mW, uma dose de 0,71J/cm² e 10s de exposição. A aplicação do laser foi perpendicularmente a mucosa, sem contato direto. Foram feitas 10 irradiações, 5 na lado vestibular e 5 no lado palatino, e a distribuição das doses foram 2 no terço cervical e 2 no terço apical, ambas mesial e distal e 1 no terço médio da raiz. O laser de diodo foi aplicado no dia 0, 3, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após a ativação da mola fechada helicoidal. Para avaliar a velocidade do movimento foi usado um compasso de calibre digital medindo a distância entre um ponto distal do incisivo central superior e um ponto mesial do incisivo lateral superior. O lado esquerdo foi o grupo controle (1) e o direito grupo laser (2), o grupo (3) foram 7 pacientes que não receberam quaisquer aparelho ortodôntico, nem aplicação do laser. Este grupo foi formado para determinar os valores normais de concentração de nitrito e nitrato em condições normais (sem força). Neste estudo foi observado um efeito estatisticamente significativo da irradiação com laser sobre as distâncias entre os incisivos centrais e laterais ao longo do tempo. O movimento ortodôntico foi mais rápido nos dias 7, 14, 21, 28 e 35 dias no grupo laser frente ao controle (figura 10). Concluiu-se que os parâmetros e protocolo utilizados foram bem sucedidos na redução do tempo de tratamento e não houve alteração significativa nos níveis de óxido nítrico do fluido do sulco gengival durante o tratamento ortodôntico.

Figura 9: mola fechada helicoidal de NiTi, aplicando uma força entre o braquete do incisivo lateral e a cabeça do mini-implante.



Fonte: Genc et al., 2013, p. 42

Figura 10: Comparação da quantidade de distalização no grupo laser e controle



Fonte: Genc et al., 2013, p. 44

Long et al. (2013) realizaram uma revisão sistemática para avaliar a eficácia das intervenções na aceleração do movimento ortodôntico. Foram pesquisados os bancos de dados PubMed, Embase e Science Citation Index, sites de Cochrane Central Register de Ensaio Controlados (CENTRAL), e o banco de dados de literatura cinzenta (SINGLE). A pesquisa eletrônica foi a partir de 01 de janeiro de 1990 a 20 de agosto de 2011, sem restrições de linguagem. Foram selecionados apenas estudos sob tratamento ortodôntico convencional, sem qualquer melhoria de ancoragem. Foram avaliados a terapia a laser de baixa potência, que é seguro em relação ao tecido periodontal e raiz, mas inconclusivo para acelerar o movimento ortodôntico; corticotomia, que é uma intervenção relativamente segura e eficaz para acelerar o movimento; corrente elétrica, campos

eletromagnéticos pulsados, no que diz respeito a metodologia confiável e resultados, ambas não são eficazes para acelerar; e distração dentoalveolar é seguro e diante das metodologias e resultados limitados são eficazes para acelerar o movimento ortodôntico. Excluindo a corticotomia, as outras técnicas carecem de evidências mais convincentes.

Ge et al. (2015) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise para avaliar a eficácia da aceleração da movimentação ortodôntica através da aplicação de laser de baixa potência. Uma extensa pesquisa eletrônica foi realizada no 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. Com base nos critérios de seleção e exclusão adotados, 9 artigos foram incluídos (tabela 1). Nesta revisão a aplicação do laser de baixa intensidade aumentou estatisticamente a distância percorrida pelo dente nos períodos de 7 dias, 2 meses e 4,5 meses, ao passo que não foi observada diferença significativa entre o grupo teste e o grupo controle no período de 1 mês. Fica demonstrado que a laserterapia pode acelerar o movimento do dente em tratamento ortodôntico, nenhum efeito adverso foi detectado e uma densidade de radiação entre 2,5, 5 e 8 J/cm² aparentemente são mais eficazes que doses entre 20 e 25J/cm², ainda que a dose ótima manteve-se indeterminada.

Tabela 1: Parâmetros dos tratamentos e dos equipamentos laser incluídos no estudo

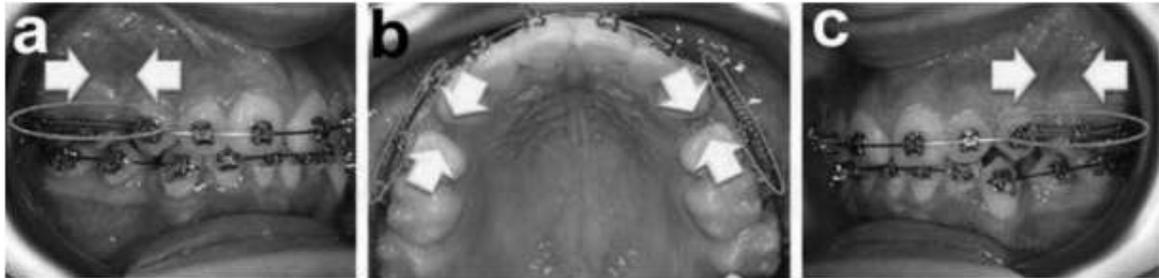
Tabela 3 Os parâmetros do laser e regime de tratamento dos estudos incluídos				
estudo ID	Tipo de laser	Comprimento de onda / densidade de energia	Saída de potência / tempo total por dente (s)	Frequência do tratamento a laser
Limpanichkul 2006 [26] Tailândia	GaAlAs laser semiconductor diodo	860 nm	100 mW	Dias 1, 2, 3 de cada mês
		25 J / cm ²	184 s / dente	Por 3 meses
Gui 2008 [25] China	laser semiconductor GaAs	650 nm	20 mW	Uma vez por semana
		25 J / cm ²	1.200 s	Durante 4 semanas
Doshi-Mehta 2012 [23] Índia	GaAlAs laser semiconductor diodo	810 nm	80 mW	Dias 0, 3, 7, 14 em cada 15 dias
		20 J / cm ²	100 s / dente	Para 4,5 meses
Youssef 2008 [30] Síria	GaAlAs laser semiconductor diodo	809 nm	100 mW	Dias 0, 3, 7, 14 de cada etapa (3 semanas)
		8 J / cm ²	80 s / dente	Para 3 fases (9 semanas)
Cruz 2004 [22] Brasil	GaAlAs laser semiconductor diodo	780 nm	20 mW	Dias 0, 3, 7, 14 de cada mês
		5 J / cm ²	100 s / dente	Por 2 meses
Wang 2007 [28] China	GaAlAs laser semiconductor diodo	780 nm	20 mW	Uma vez por semana
		5 J / cm ²	100 s / dente	Por 8 semanas
Sousa 2011 [27] Brasil	GaAlAs laser semiconductor diodo	780 nm	20 mW	Dias 0, 3, 7 de cada mês
		5 J / cm ²	100 s / dente	Para 4 meses
Xu de 2006 [29] China	Ele - laser de Ne com CO₂ a laser assistida 632 nm		20 mW	Dias 1, 2, 3, 4, 5, em 21 dias
		2,5 J / cm ²		
Fujiyama 2008 [24] Japão	CO₂ laser, 5 pulsos por s 1.000	Não especificado	2 W / 60 s / dente	Uma vez que (imediatamente após a separação)

Fonte: Ge et al., 2015, p. 1613

Chung et al. (2015), realizaram um estudo duplo cego com objetivo de determinar se a fototerapia com LED pode acelerar a taxa de movimentação ortodôntica (MO). Foram avaliados 17 arcos dentais de 11 pacientes, com idade média de 16,07 anos, sendo 9 arcos superiores e 7 arcos inferiores e 11 arcos de pacientes do sexo masculino e 6 arcos de pacientes do sexo feminino. Estes pacientes foram submetidos a exodontia bilateral e simétrica dos primeiros pré-molares (12 casos) ou segundos pré-molares (5 casos). Cada hemiarcada foi alocada ao grupo controle (GC) ou ao grupo submetido ao LED (GLED), aleatoriamente. Sendo assim cada paciente foi seu próprio controle. Os dentes foram alinhados e nivelados com arcos de aço 0,018" ou 0,016"x0,022". Durante o período de MO o LED foi aplicado a apenas um dos lados da arcada, diariamente por um período de 21 minutos, usando uma máscara adaptada ao rosto do paciente, onde a emissão se dava paralelamente ao plano oclusal. O LED utilizado emite um nível de energia intra-alveolar de 0,92-6,92 J/cm², de acordo com o fabricante. O fechamento do espaço foi obtido através do uso de molas fechadas de NiTi (figura 11), com força de 150g, simétrica e bilateral, além de arcos com fios retangulares 0,016"x0,022" ou fios redondos 0,018. A avaliação do espaço de extração foi medido em 3 tempos diferentes, sendo T0 o dia do início do fechamento do espaço, T1 com 5 semanas (+2 semanas) depois do início do fechamento do espaço e T2 5 semanas (+2 semanas) após T1. Em cada tempo foram obtidos modelos de gesso pedra e o espaço da extração foi definido pela distância interproximal paralela ao arco entre as maiores superfícies dentais distal e mesial ao espaço da extração. A taxa de movimentação foi calculada dividindo a mudança do tamanho do espaço de extração (mm) pelo número total de dias em cada período. Todas as 17 arcadas foram incluídas nas medições de tempo T0-T1, mas 4 foram excluídas da medição em T2 devido a um fechamento antecipado do espaço remanescente da extração. Não houve diferença estatística significativa entre GLED e GC quanto ao tamanho do espaço de extração em T0 (GLED=5,25mm GC=5,08mm), T1 (GLED 3,64mm GC=3,3mm) e T2 (GLED 2,75mm GC=2,95mm). Não houve diferença estatística na comparação das médias das taxas de movimentação para os grupos GC e GLED, sendo de 0,04mm/dia em T0-T1 para ambos os grupos GC e GLED, e 0,04mm/dia GC e 0,05mm/dia GLED em T1-T2. Este estudo conclui que a fototerapia LED não produz qualquer efeito na regulação da taxa de movimentação ortodôntica, sendo contrário ao relatado em estudos anteriores. Novas investigações são necessárias

para avaliar se a duração e o método de aplicação do LED teriam efeitos sobre a movimentação ortodôntica.

Figura 11: Fechamento dos espaços da extração com uso de molas fechadas de NiTi



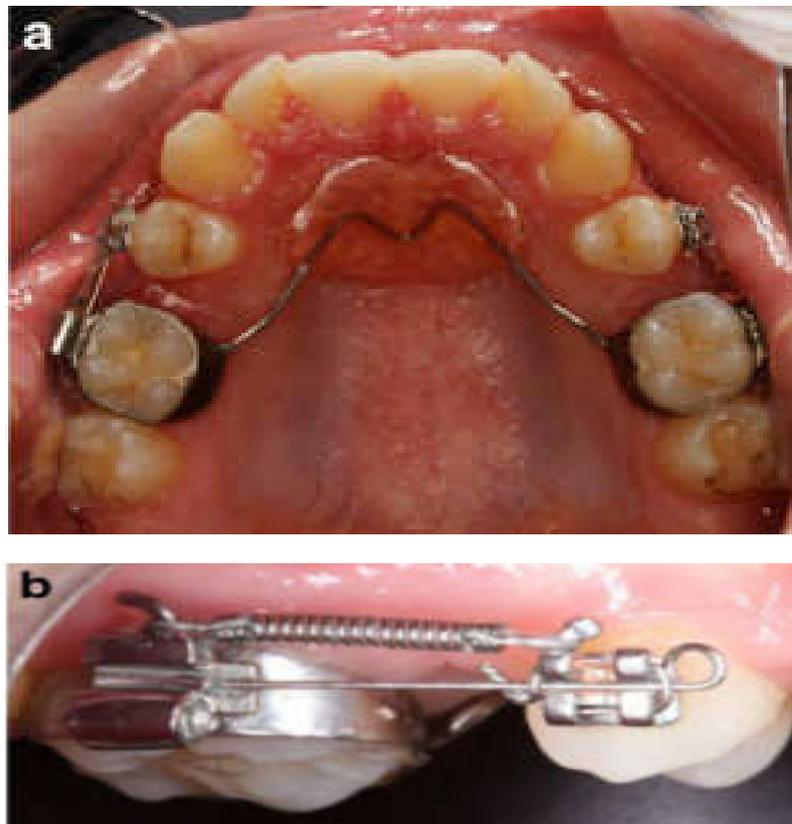
Legenda: a) Visão vestibular do lado direito; b) Visão oclusal; c) Visão vestibular do lado esquerdo.

Fonte: Chung et al., 2015, p. 277

Dominguez et al. (2015) fizeram um estudo para avaliar a eficácia da TLBI quanto ao movimento dentário, receptor de fator nuclear (RANKL), osteoprotegerina (OPG) no fluido gengival (GCF) no lado de compressão e dor durante o tratamento ortodôntico. O estudo consistiu de 10 indivíduos, com idade entre 12 e 16 anos e com indicação clínica de extração do segundo pré-molar superior. O hemiarco superior direito foi designado como grupo laser e o hemiarco esquerdo foi designado como grupo controle. O tratamento ortodôntico foi iniciado 2 semanas após as extrações e para alcançar o máximo de ancoragem posterior, os pacientes receberam um arco de Nance, cimentado nos primeiros molares, como na figura 12a. Um arco de fio de aço de 0,16 mm foi colocado entre primeiro pré-molar e o primeiro molar superior, como na figura 12b. 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. O dispositivo de laser de diodo usado operava em 670nm de comprimento de onda, potência de saída de 200mW, onda contínua $6,37W/cm^2$, e a aplicação do laser foi realizada pela ponta de difusão de luz que foi parcialmente inserida dentro da bolsa gengival. A radiação foi aplicada 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 (figura 13). Foram obtidos modelos de gesso a partir de moldagens com alginato realizadas nos dias 0, 2, 7, 30 e 45 (figura 14). Estes modelos foram

digitalizados e através de um software a distância entre a ponta da cúspide mesiovestibular do primeiro molar e a ponta da cúspide do primeiro pré-molar foi medida. Trinta dias após a colocação do aparelho ortodôntico foi encontrado diferença estatística entre os grupos, mostrando um movimento de retração maior no grupo do laser. Não foi encontrada diferença estatística significativa na concentração de GCF de RANKL e OPG, ainda que níveis de RANKL em GCF e RANKL/OPG estava aumentado em comparação ao grupo controle. O estudo relata ligeira redução de dor com uso de LBI.

Figura 12: Dispositivos usados para a movimentação ortodôntica



Legenda: a) Ancoragem posterior feita com arco de Nance; b) Mola helicoidal fechada de NiTi

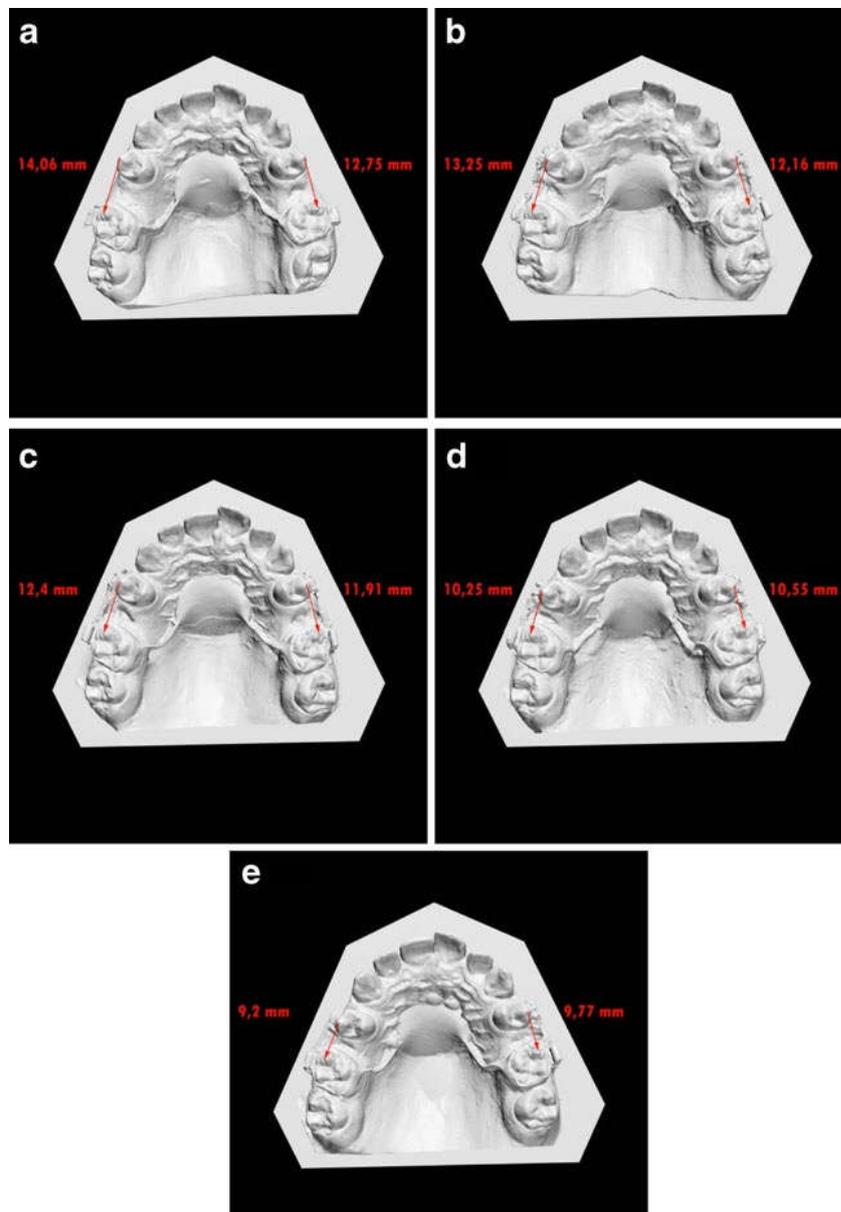
Fonte: Dominguez et al., 2015, p. 917

Figura 13: A radiação foi aplicada no primeiro pré-molar



Fonte: Dominguez et al., 2015, p. 917

Figura 14: Mensuração do movimento dentário em modelos escaneados em 3D



Legenda: a) dia 0; b) dia 2; c) dia 7; d) dia 30; e) dia 45.

Fonte: Dominguez et al., 2015, p. 918

Seifi e Vahid-Dastjerdi (2015) realizaram uma revisão de literatura sobre os diferentes aspectos do uso do LBI no movimento ortodôntico e suas alterações. Foram pesquisados na base de dados eletrônicas de PubMed e ScienceDirect de Janeiro de 2009 a agosto de 2014. Também foram pesquisados Google Scholar e literatura cinzenta. Dados gerais sobre o estudo foram tamanho da amostra, comprimento de onda (nm), potência (mW) e duração. O efeito bioestimulante do laser de baixa potência tem sido mostrado em diferentes estudos, mas os resultados experimentais diferentes produziram muitas questões controversas e demonstram uma grande variabilidade, vide tabela 2. Concluiu que há 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, bem como há evidências do não movimento e essas diferenças estatísticas pode ser entre a baixa e alta energia nos lados experimentais e controle, respectivamente.

Tabela 2: Informações sobre os estudos incluídos

primeiro Autor Nome	Ano de publicação	Onda Corpo (nm)	Amostra	Potência	Tamanho	Resultados
Yoshida et al. ⁸	2009	810	100	80		A quantidade de movimento dos dentes no grupo de baixa energia do laser irradiação (LELI) foi significativamente maior do que no grupo não-irradiação até ao final do período experimental.
Yamaguchi et al. ⁹	2010	810	100	50		irradiação laser de baixa energia facilita a velocidade do movimento do dente e MMP-9, catepsina K, e integrina subunidades de alfa (v) expressões b3 em ratos.
Sorva ¹¹	2010	810	100	24		Não há diferenças estatísticas para a taxa média de movimento de dente foram notadas entre os lados experimentais baixos e altos e os seus comandos.
Altan et al. ¹⁰	2012	820	100	38		irradiação laser de baixa potência acelera o processo de remodelação óssea, estimulando a proliferação das células osteoblásticas e osteoclástica e função durante a movimentação ortodôntica.
Shirazi et al. ¹²	2013	660	25	30		Os resultados sugerem que o laser de baixa intensidade pode acelerar a taxa de remodelação óssea.

Fonte: Seifi e Vahid-Dastjerdi, 2015, p.4

Long et al. (2015) realizaram uma meta-análise que tinha como objetivo a avaliação crítica das evidências atuais e determinar a eficácia da terapia a laser de baixa intensidade na aceleração do movimento ortodôntico. As 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, e cinco estudos foram selecionados entre eles, ensaios clínicos randomizados (4 RCT) e ensaios clínicos controlados (1 CCT), no entanto encontrou-se a heterogeneidade e

instabilidade nos resultados. Todas as amostras do estudo apresentavam de 11 a 20 participantes, idade entre 12 e 23 anos, e retração de caninos e medições em 1, 2 e 3 meses após início da mecânica de retração. Os diferentes comprimentos de onda e potências de irradiação de laser de saída pode explicar a heterogeneidade detectada em todos os estudos, e a ancoragem posterior foi muito importante para a precisão dos dados (tabela 3). Foram usados comprimentos de onda de 650, 780, 800 e 860nm e na meta-regressão revelou uma correlação negativa entre movimento dentário e comprimento de onda, no entanto devido a falta de dados suficientes, só podemos analisar um subgrupo de comprimento de onda de 780nm. Os resultados no primeiro mês foram insignificantes na maioria dos estudos e isto pode ser devido a mais suscetíveis erros de medição. Sugere-se que a TLBP foi eficaz para acelerar o movimento ortodôntico com comprimento de onda 780nm, fluência de 5J/cm² e potência de 20mw em 2 e 3 meses. A eficácia em outros comprimentos de onda (650 e 800nm), densidades e potências neste estudo contiveram dados insuficientes para determinar alta qualidade de evidências.

Tabela 3: Informações gerais dos estudos incluídos

Estudo	Os participantes desenho do estudo (n)	detalhes de irradiação a laser	A hora de início de retração canino	Anchorage aumento
Cruz 2004	RCT	11 (12 - 18 anos) 780 nm, 20 mW 0, 3, 7, e 14 dias	Não especificado	Nance arco e transpalatino arco
Limpanichkul 2006 RCT		12 (20 ± 3 anos) 860 nm, 100 mW primeiros 3 dias	3 meses após a pré-molar Extração	Vertical laços mesial a molar tubos
Gui 2008	CCT	20 (12 - 17 anos) 650 nm, 20 mW 0, 7, 14, e 21 dias	Não especificado	arco de Nance
Sousa 2011	RCT	10 (11 - 20 anos) 780 nm, 20 mW 0, 3 e 7 dias	3 meses após a pré-molar Extração	Não especificado
Doshi-Mehta 2012 RCT		20 (12 - 23 anos) a 800 nm, 0,25 mW 0, 3, 7, 14 e 29 dias em primeiro mês, depois a cada 15 dias	Não especificado	arco transpalatino

Fonte: Long et al., 2015, p. 1164

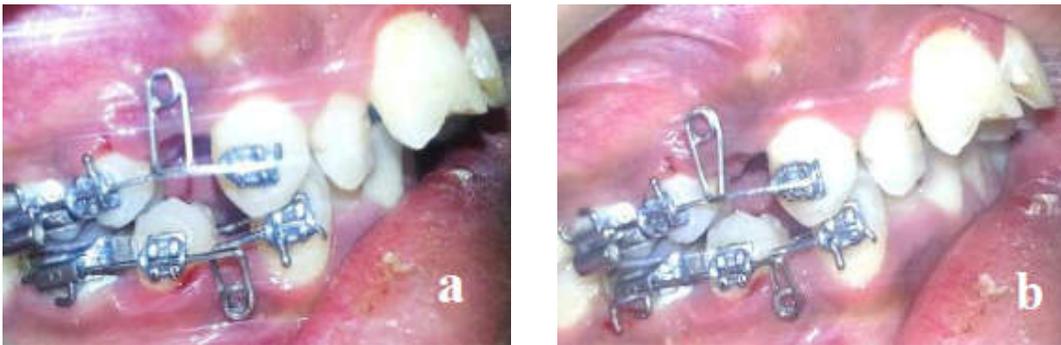
Qamruddin et al. (2015) realizaram esta revisão sistemática de artigos que pesquisaram procedimentos minimamente invasivos e não invasivos realizados para acelerar a movimentação ortodôntica em animais. Foram avaliados artigos publicados de janeiro de 2009 até 31 de dezembro de 2014. Apenas pesquisas *in vivo* realizadas em animais e com procedimentos não invasivos ou minimamente invasivos para acelerar a movimentação ortodôntica foram incluídos. Na modalidade

dos procedimentos não invasivos duas 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. Na modalidade dos procedimentos minimamente invasivos todos os trabalhos avaliaram 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. Pode-se concluir com esta revisão que LBI e corticotomia sem retalho apresentam alguma evidência de aceleração na movimentação ortodôntica. No entanto ainda não há protocolos definidos para os procedimentos. LIPUS e vibração mecânica parecem promissores mas devido ao pequeno número de estudos não foi possível chegar a qualquer conclusão.

Dalaie et al. (2015) realizaram um estudo para avaliar o efeito da irradiação com laser de baixa potência sobre a taxa de movimentação ortodôntica e a dor associada ao início da movimentação de caninos para o local da extração de pré-molares. Este estudo clínico duplo cego randomizado contou com 12 pacientes, sendo nove mulheres e três homens, com idade média de 20,1 anos. Os pacientes incluídos no estudo tiveram os primeiros pré-molares superiores e inferiores extraídos, com os dentes alinhados e nivelados, sem ausências prévias de caninos e pré-molares, para depois de 3 meses começar a distalização do canino. A fase inicial do tratamento consistiu em alinhamento e nivelamento, usando sistema MBT com slot de 0,022 polegadas. Os caninos foram então retraídos utilizando alças de arco seccionado de fios de aço de 16x22 (figura 15), 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. A medição do movimento foi obtida nos dias 1, 3, 7, 30, 33, 37, 60, 63 e 67, usando um compasso digital, desde a ponta da cúspide canino e da cúspide mésovestibular do primeiro molar. Os pacientes do grupo teste receberam irradiação laser de baixa potência GaAlAs (880nm, 5J/cm²) 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. O nível de dor foi registrada por "Wong-Baker faces pain rating scale". O efeito da irradiação laser sobre a quantidade de movimentação dentária não foi estatisticamente significativa e a quantidade de movimento em mandíbula e maxila foi a mesma. Não

se observou diferença significativa de dor entre o grupo laser e o grupo controle. De acordo com os resultados do presente estudo não há evidência que o laser de diodo de baixa intensidade aumente a taxa de movimentação ortodôntica ou reduza a incidência de dor associada à movimentação.

Figura 15: Alças de arco seccionado de fios de aço



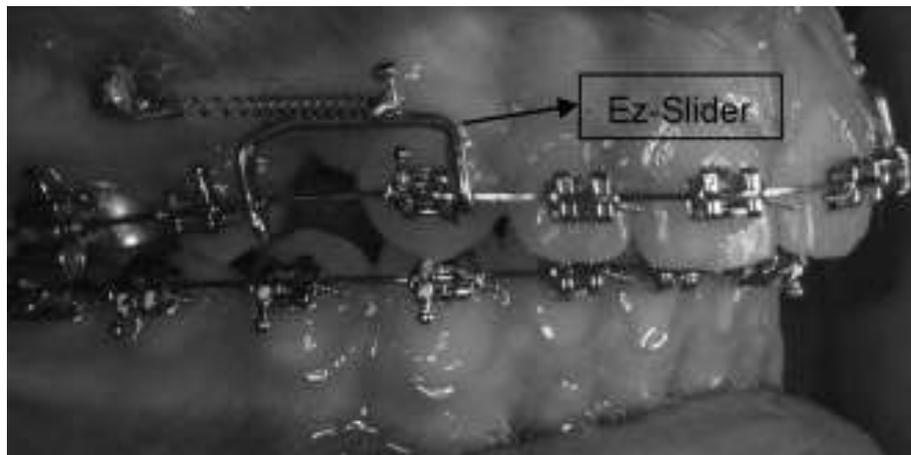
Legenda: a) alça antes da ativação; b) alça ativada 1mm para a distal.

Fonte: Dalaie et al., 2015, p.250

Ekizer et al. (2016) avaliaram o efeito da terapia de fotobiomodulação com diodo emissor de luz (TFL) na estabilidade de miniimplantes, taxa de movimentação ortodôntica e níveis de interleucina -1 β (IL-1) nos fluidos gengivais e perimplantares. Neste estudo duplo cego randomizado, com 20 pacientes, sendo 13 meninas e 7 meninos e com média de idade de 16,77 anos. Os pacientes foram divididos em dois grupos iguais, sendo um grupo teste (GT), submetido a TFL e um grupo controle (GC). O tratamento ortodôntico foi iniciado com braquetes de prescrição Roth com canaleta de 0,018x0,025 em ambos os arcos, seguido de extração dos primeiros pré-molares superiores. Após a conclusão do alinhamento e nivelamento um fio de aço 0,016x0,025 foi instalado e a distalização do canino foi iniciada. Miniimplantes de titânio foram instalados entre primeiro molar superior e segundo pré-molar superior em ambos os lados, como unidade de ancoragem. A distalização foi conseguida utilizando molas fechadas de NiTi, com 150g de força, entre o miniimplante e o gancho apoiado no braquete do canino (figura 16) e verificada em cada consulta. TFL foi aplicada no GT com energia de 20mW/cm² por 21 dias sucessivos, por 20 minutos por dia. O equipamento LED foi posicionado na superfície da bochecha na

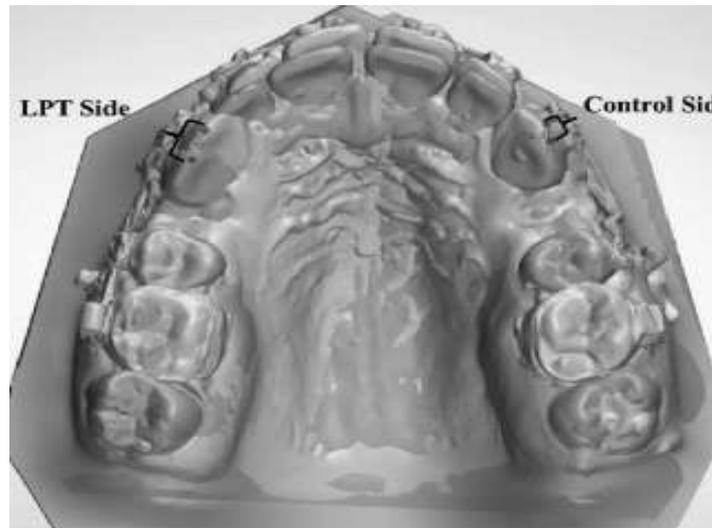
área de dentes caninos e miniimplantes e o LED foi aplicado via transcutânea. Moldagens de alginato foram realizadas na consulta de instalação do miniimplante (T0), no 1º mês (T1), 2º mês (T2) e 3º mês (T3) de tratamento e os modelos de gesso foram escaneados 3D e as imagens sobrepostas para avaliar a taxa de movimentação dentária (figura 17). O trabalho demonstra que a movimentação dentária no GT foi estatisticamente maior que no GC em T1, T2 e T3. Não houve diferença estatística na estabilidade dos miniimplantes entre GT e GC em T0 e T1, entretanto em T2 e T3 o GT apresentou estabilidade estatisticamente maior que em GC. Este estudo concluiu que a TFL tem potencial de acelerar o movimento ortodôntico de retração de caninos e teve efeito positivo na estabilidade dos miniimplantes durante esta distalização, não demonstrando efeito sobre o nível de IL-1 gengival e periimplantar.

Figura 16: Distalização do canino através do uso de mola fechada de NiTi entre braquete do canino e miniimplante



Fonte: Ekizer et al., 2016, p. 938

Figura 17: Sobreposição do escaneamento 3D de modelos de gesso em 3 pontos das rugosidades palatinas



Fonte: Ekizer et al., 2016, p. 938

Sonesson et al. (2016) realizaram esta revisão sistemática para investigar se há embasamento científico que justifique o uso de laserterapia de baixa intensidade (LBI) para acelerar o movimento dentário, para prevenir recidivas e para modular dor aguda durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos em adultos e crianças. Para este trabalho foram usadas as bases de dados da Medline(via PubMed), The Cochrane Controlled Clinical Trials Register and Scitation. A pesquisa foi até a data 27/11/2015. Em relação a aceleração de movimentação foram incluídos 3 estudos, sendo que dois deles relataram um aumento significativo na velocidade de movimento. Um estudo mostrou um aumento de velocidade de 30% no grupo LBI em comparação ao grupo controle, outro estudo mostrou aumento de 27% na maxila e 30% na mandíbula e o terceiro estudo mostrou que não houve qualquer aumento de velocidade de movimentação dental. Em relação a prevenção de recidivas os autores não encontraram qualquer estudo relevante correspondente aos critérios de inclusão. Esta revisão sistemática conta com 13 estudos, sendo que 11 deles relatam redução estatisticamente significativa na dor relatada em pacientes submetidos a LBI. Dois estudos não encontraram diferenças na sensação de dor. Nesta revisão sistemática os autores concluem que as evidências de aceleração de movimentação ortodôntica com LBI são de baixa qualidade, assim como as evidências de modulação de dor aguda com LBI também são de baixa qualidade.

Nenhum estudo preencheu os critérios de inclusão sobre prevenção de recidiva ortodôntica com aplicação de LBI.

Almpañi e Kantarci (2016) avaliaram os métodos não-cirúrgicos para aceleração do movimento ortodôntico, entre eles a irradiação de laser de baixa intensidade. Com base na literatura eles comparam o uso sistêmico de substâncias químicas: fator de crescimento epidérmico, hormônio da paratireóide, vitamina D3, tiroxina, osteocalcina e prostaglandinas. Estudos associam o uso dessas substâncias com um risco aumentado de reabsorção radicular e dor. Foi estudado também terapia de transferência de genes, que consiste em um método alternativo para administrar proteínas num tecido alvo e por sua vez, melhorar o recrutamento de osteoclastos e conduzir a um movimento ortodôntico acelerado. Comparam 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. Estas técnicas de estimulação física são menos propensas a efeitos adversos e livres de dor, portanto mais atrativas para os pacientes, mas são necessários protocolos de aplicação mais eficientes e evidências científicas para a introdução na prática clínica. Concluíram que não importa quão pequena seja a cirurgia, os métodos não cirúrgicos são preferíveis pelos pacientes ortodônticos pelos efeitos colaterais que podem estar sujeitos e custos adicionais.

De Almeida et al. (2016) realizaram esta revisão sistemática e meta-análise para investigar as evidências científicas que demonstrem a eficácia do laser de baixa intensidade (LBI) na aceleração da movimentação dentária durante tratamento ortodôntico. Para este trabalho foram pesquisadas as bases de dados online PubMed, Scopus, SciELO, Lilacs, BBOe OpenGrey, no período de 1/5/2015 a 25/9/2015, com base na metodologia PRISMA. Não foram incluídas pesquisas com animais, revisões de literatura e relatos de casos. Após este levantamento inicial 98 artigos foram identificados, mas apenas 6 deles preencheram os requisitos e puderam ser incluídos neste estudo. Estes artigos foram publicados entre 2004 e 2014. Todos os estudos usaram o mesmo tipo de laser (GaAIs), com baixa densidade de energia, aplicados em regiões vestibulares e palatinas em área adjacente ao canino a ser retraído. Este estudo conclui que a quantidade de aplicações de LBI não é um fator determinante da eficácia da aceleração do movimento dental. Concluiu também que o período de tempo em que o LBI foi

aplicado não é um fator determinante sobre a aceleração do movimento dentário. Por fim, ao realizar esta revisão sistemática e meta-análise os autores concluíram que não há evidências que o uso de LBI cause indução de aceleração de movimento dentário e que mais estudos clínicos randomizados com amostra maior são necessários para aumentar a credibilidade das provas sobre os efeitos da TBI em acelerar a movimentação dental em ortodontia.

Suzuki et al. (2016) avaliaram a influência da terapia laser de baixa intensidade (TLBI) sobre o metabolismo ósseo, da movimentação dentária e das reabsorções radiculares nos dias 0, 3, 6, 9, 14 e 21 dias. Foram realizadas histomorfometria do osso alveolar, imuno-histoquímica e análise da estrutura óssea volumétrica e análise das reabsorções radiculares através de microscopia de varredura. Sessenta e oito ratos foram usados nas experiências. Foi instalado um parafuso por trás dos incisivos superiores e uma mola helicoidal de NiTi foi usada entre o parafuso e o primeiro molar superior esquerdo, para criar uma força de 50g para mover o molar em direção ao parafuso. Os resultados mostraram que o grupo TLBI demonstrou maior movimento do dente ao longo do período experimental, quando comparado ao grupo controle, em todos os períodos estudados. O estudo sugere que o TLBI pode acelerar a velocidade de movimentação dentária através do aumento da atividade de células osteoclásticas, estimulando o processo de reabsorção óssea no lado da compressão e em consequência levou a uma redução das lacunas de reabsorção radicular. Além disso a TLBI pode ter um efeito positivo sobre a formação de osso no lado de tensão.

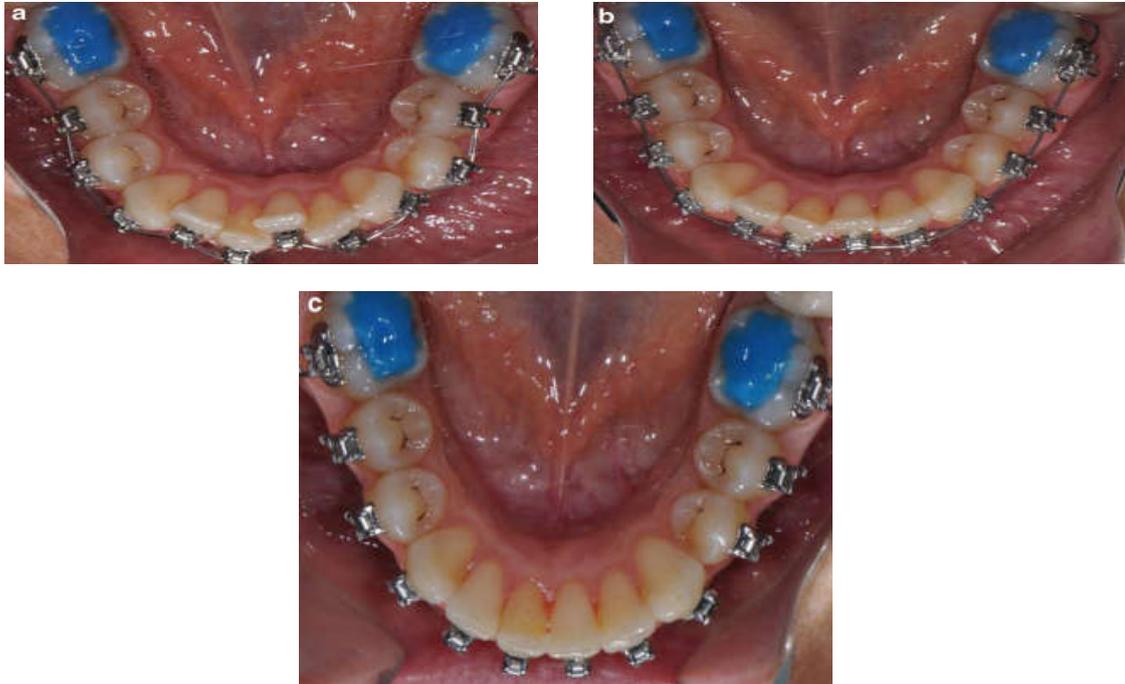
Gonçalves et al. (2016) fizeram um estudo para avaliar os eventos celulares envolvidos durante o processo de movimento do dente, a fim de elucidar os mecanismos específicos envolvidos neste processo, bem como estabelecer o número de irradiações e o tratamento mais adequado para fotobiomodulação (FBM) eficaz. Para isso usou 72 ratos Wistar e estes foram distribuídos aleatoriamente em dois protocolos, com ou sem aparelho ortodôntico (AO). E cada protocolo em 3 subgrupos: com uma sessão de terapia a laser, com três sessões de terapia a laser e não foram submetidos a terapia. O aparelho ortodôntico consistia de uma mola de 0,016" de aço, soldada e fixados a direita e esquerda dos incisivos em cada borda uma banda ortodôntica. O laser de baixa intensidade usado foi um semiconductor de GaAlAs, numa dose de energia de 10 J/cm², onda contínua, 40 mW, tempo de 10

segundos e comprimento de onda de 780nm. Após 7 ou 14 dias a distância interincisiva foi medida com compasso e feitas análises estatísticas dos resultados do início do movimento e os ratos foram sacrificados para fazer uma avaliação histológica e histomorfométrica, investigando células osteoblásticas, deposição de matriz de colágeno, e volume de tecido ósseo formado. Verificou-se nos grupos laser com AO um aumento da área óssea recém-formada em torno dos incisivos centrais em contraste com o grupo não laser. Também importante ressaltar o aumento do número de células osteoblásticas, e do teor de colágeno na mesma região. Em resumo, os presentes resultados sugerem que a FBM pode acelerar o movimento ortodôntico acompanhada de remodelação óssea e efeitos positivos no tecido, tal como aumento do número de osteoblastos e área de novo osso formado.

Nahas et al. (2017) avaliaram a aceleração do nivelamento e alinhamento de dentes inferiores anteriores com apinhamento utilizando a terapia de fotobiomodulação. Foram avaliados um total de 40 pacientes, divididos em 2 grupos distintos, sendo um grupo teste e um grupo controle, com 20 pacientes cada. Os dois grupos foram tratados com aparelhos autoligados prescrição MBT e slot 0,022"x028", com fio NiTi 0,016 termoativado seguido por fio 0,018" NiTi (figura 18). A data da instalação do aparelho foi anotada como T1. O grupo teste foi submetido a fotobiomodulação com LED, com aparelho Orthopulse Biolux Ltd. diariamente durante 20 minutos, com luz com comprimento de onda de 850nm, potência de 90mW/cm² e dose de irradiação estimada por sessão na superfície da bochecha de 108 J/cm². O grupo controle não recebeu fotobiomodulação. A cada 2 semanas todos os pacientes foram reavaliados por um único operador até se obter um bom alinhamento e nivelamento dos seis dentes anteriores inferiores. O alívio do apinhamento foi determinado por inspeção visual e quando não era mais perceptível foi obtido modelo de estudo, e a data foi anotada como T2. Quando se observou índice de apinhamento maior que 1mm no modelo de estudo o alinhamento foi continuado até completa resolução e então se obteve T2. O tempo decorrido entre T1 e T2 foi calculado. Os dados estatísticos foram calculados com o software SSPS. O grupo teste exibiu redução significativa no tempo de tratamento necessário para alinhar os dentes anteriores inferiores em 22%, com média de duração de tratamento de 68,3 dias frente a 87,8 dias do grupo controle. O estudo concluiu que a fotobiomodulação diária por 20 minutos a um comprimento de ondas de 850 nm

pode reduzir o tempo necessário para resolver apinhamentos da bateria anterior inferior.

Figura 18: Sequência de fios e evolução do tratamento



Legenda: a) Fio 0,016 termoativado; b) Fio 0,018 NiTi; c) Alinhamento final

Fonte: Nahas et al., 2017, p. 132

Farsail A. e Al-Jewair T. (2017) realizaram esta revisão sistemática para investigar se há evidência científica que embase a aplicação de laser de baixa intensidade (LBI) na aceleração da movimentação ortodôntica, na prevenção da recidiva ortodôntica e na modulação da dor aguda decorrente do tratamento ortodôntico. Para identificar os estudos relevantes foram pesquisadas as bases de dados do Medline, Cochrane Controlled Clinical Trials Register e a seleção seguiu o Preferred Reporting Items for Systematic and Meta-analysis (PRISMA). Um total de 16 estudos foram incluídos, sendo 3 estudos de aceleração de movimentação de dente por LBI e 13 sobre o efeito da LBI na modulação da dor aguda. Dos 3 estudos incluídos sobre aceleração de movimentação com LBI, dois deles relatam que há aproximadamente 30% de aceleração em comparação ao grupo controle e o terceiro estudo relata não haver diferença estatística entre os grupos. Dos 13 estudos incluídos sobre modulação de dor aguda, 11 relatam redução estatisticamente significativa de dor referida dos pacientes submetidos a aplicação de LBI. No entanto

outros 2 estudos não encontraram diferenças na sensação de dor relatada. Não encontraram estudos referentes a aplicação de LBI na prevenção de recidiva ortodôntica. Esta revisão sistemática concluiu que a qualidade das provas que sustentam a aplicação de LBI para acelerar a movimentação ortodôntica é muito baixa e a qualidade das provas que sustentam a aplicação de LBI para modular a dor aguda é baixa. Isto sugere a necessidade de mais pesquisas de qualidade superior, para determinar se a LBI pode acelerar e reduzir a dor do tratamento ortodôntico em crianças e adultos.

Miles P (2017), em revisão de literatura examinou técnicas cirúrgicas e não cirúrgicas de aceleração de movimentação ortodôntica e o nível de evidências científicas disponíveis. Em sua revisão não encontrou diferença de tempo de tratamento com braquetes auto-ligados em comparação a braquetes convencionais, e a escolha de um deles reflete a preferência do paciente e do profissional. Há evidência que o laser de baixa intensidade acelera a movimentação. Outras técnicas não cirúrgicas foram vistas, como o uso de medicação sistêmica para alterar a resposta biológica dos pacientes, uso de energia piezoelétrica para induzir uma resposta odontogênica, fotobiomodulação, campos eletromagnéticos e correntes elétricas locais para modificar a biologia celular, sendo que nenhuma delas apresentou evidências fortes que sustentem seu uso. Os procedimentos cirúrgicos revisados foram a 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.

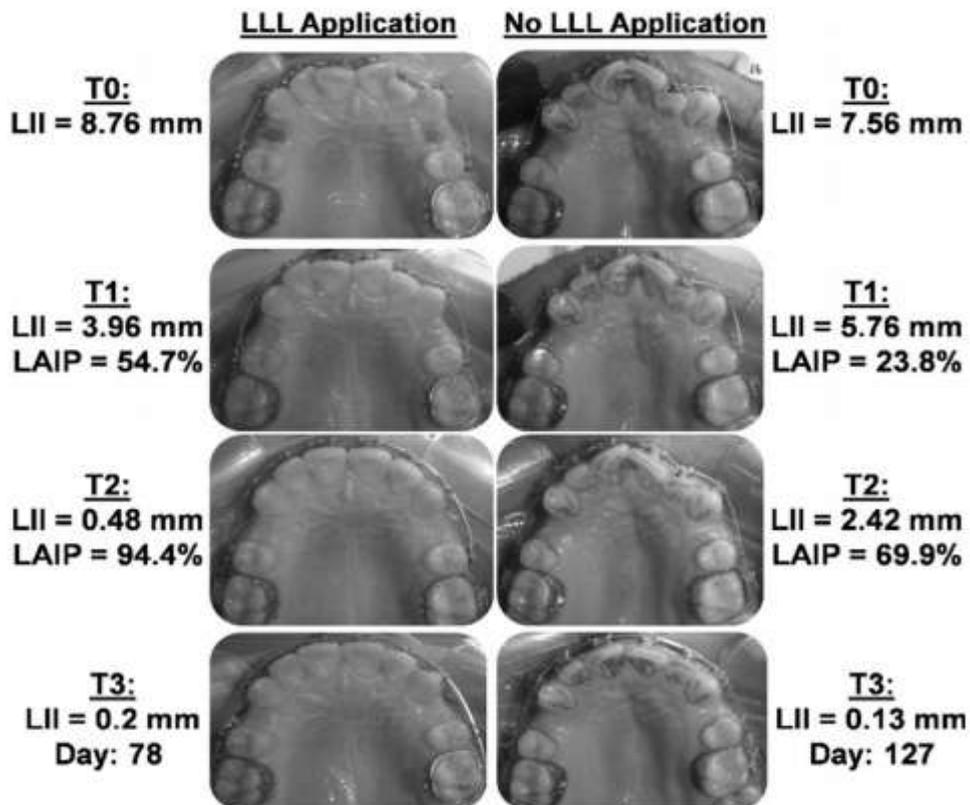
Milligan et al. (2017) compararam a quantidade de movimentação dentária, alteração de expressão gênica no ligamento periodontal em área de remodelação óssea e alterações histológicas na gengiva adjacente aos dentes movimentados. Contaram com 27 ratos, divididos em 3 grupos, sendo um grupo controle (CT, n=8), e dois grupos experimentais, submetidos a 500mW (EX-500, n=10) e 1000mW (EX-1000, n=9) de irradiação de laser de baixa potência (LBI). Sob anestesia geral todos os ratos dos 3 grupos receberam uma mola instalada entre o primeiro molar e os incisivos com 10g de força por 14 dias para induzir a mesialização do molar. As molas foram verificadas e ativadas a cada 2 dias. Nos grupos experimentais foi utilizado laser de diodo Picasso Lite, AMD Lasers,

Dentsply, GAC, de comprimento de onda de 810nm, sendo 500mW no grupo EX-500 e 1000mW no grupo EX-1000, ambos com fibra ótica de diâmetro de 0,4mm a 1mm da gengiva, com movimentos circulares por 24 segundos na palatina e 48 segundos na vestibular. Para medir a movimentação dentária foram realizadas moldagens nos dias de ativação do aparelho e no fim do experimento e as moldagens visualizados no microscópio de dissecação e as distâncias foram medidas com paquímetro eletrônico por dois observadores diferentes. 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 um aumento estatisticamente significativo foi observado para o grupo EX-500 em comparação ao CT. Não houve diferença estatística entre EX-1000 e CT e entre EX-500 e EX-1000. No fim das movimentações dentárias, os ratos foram sacrificados e os primeiros molares esquerdos foram extraídos e armazenados para subsequente coleta de células do ligamento periodontal para RT-qPCR, técnica que permite verificar a expressão gênica através do RNA. O tecido palatino adjacente ao dente extraído foi excisado e preparado por hematoxilina e eosina (H&E) e coloração Masson, para avaliar número e morfologia das células epiteliais e fibroblastos comparando os 3 grupos. Embora nenhuma necrose tissular tenha sido encontrada, alterações epiteliais e conjuntivas foram encontradas no grupo EX-1000, sugestivas de hiperplasia epitelial e aumento de proliferação celular da camada basal. No grupo EX-500 não foi observado alteração histológica epitelial significativa em comparação ao CT. O tecido conjuntivo demonstrou alteração em ambos os grupos teste, com maior número de fibroblastos, em comparação ao CT, e está de acordo com a literatura. A análise quantitativa da expressão gênica foi realizada através da raspagem do ligamento periodontal da superfície dos dentes extraídos e extração do RNA. O RNA foi convertido em cDNA, diluído 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 o significativamente maiores no EX-1000 em comparação ao CT e no EX-500 em comparação ao CT, não havendo diferença estatística significativa entre os dois grupos experimentais para RANKL e MMP-13. As expressões de RANKL e MMP-13 puderam ser moduladas pela terapia laser, mas por não haver diferença estatisticamente significativa de movimentação dentária entre os grupos CT e EX-1000, o significado clínico desta modulação não é claro. Este estudo demonstrou que na terapia laser, a

potência é um parâmetro crítico sobre a quantidade de movimentação dentária, que 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) realizaram um estudo randomizado e controlado, entre julho de 2015 e março de 2016, para avaliar a eficácia do LBI na aceleração do movimento ortodôntico dos incisivos superiores apinhados. O estudo consistiu de 26 pacientes com grande apinhamento na região dos incisivos superiores e com indicação de extração dos primeiros pré-molares. Cinco a sete dias após as extrações, aparelhos ortodônticos fixos, prescrição MBT, slot de 0,022" polegadas foram colados, em seguida arco de NiTi 0,014" polegadas foi amarrilhado a cada braquete e imediatamente após a inserção do arco, uma dose do LBI, foi aplicado no grupo laser, comprimento de onda de 830nm, 2,25J /cm² de dose de irradiação. Cada raiz de canino a canino superior recebeu o feixe de laser, nas regiões cervical e apical, lado vestibular e palatino, desse modo cada dente recebeu 4 aplicações 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, até que o nivelamento e alinhamento estivessem completos. Sequência de fios utilizados: 0,014" NiTi, 0,016"x0,016" e 0,017"x0,025" NiTi e finalmente 0,019x0,025 aço. O tratamento foi considerado concluído quando o nivelamento estava completo (figura 19). Para calcular as medidas, foram feitos modelos de estudo em quatro momentos: T0 (antes do primeiro arco), T1 (1 mês após o início), T2 (após 2 meses) e T3 (nivelamento e alinhamento). Foi encontrado uma diminuição de 26% no tempo global de tratamento no grupo controle. Apesar desse estudo conter limitações, esse foi o primeiro RCT de seu tipo, utilizando os melhores critérios, protocolo de laser e parâmetros para alcançar resultados e recomendações confiáveis e com isso, conclui-se que a TLBI é um método eficaz para acelerar o movimento ortodôntico do dente em casos de apinhamentos dentários.

Figura 19: Progresso de dois casos no grupo laser e no grupo controle



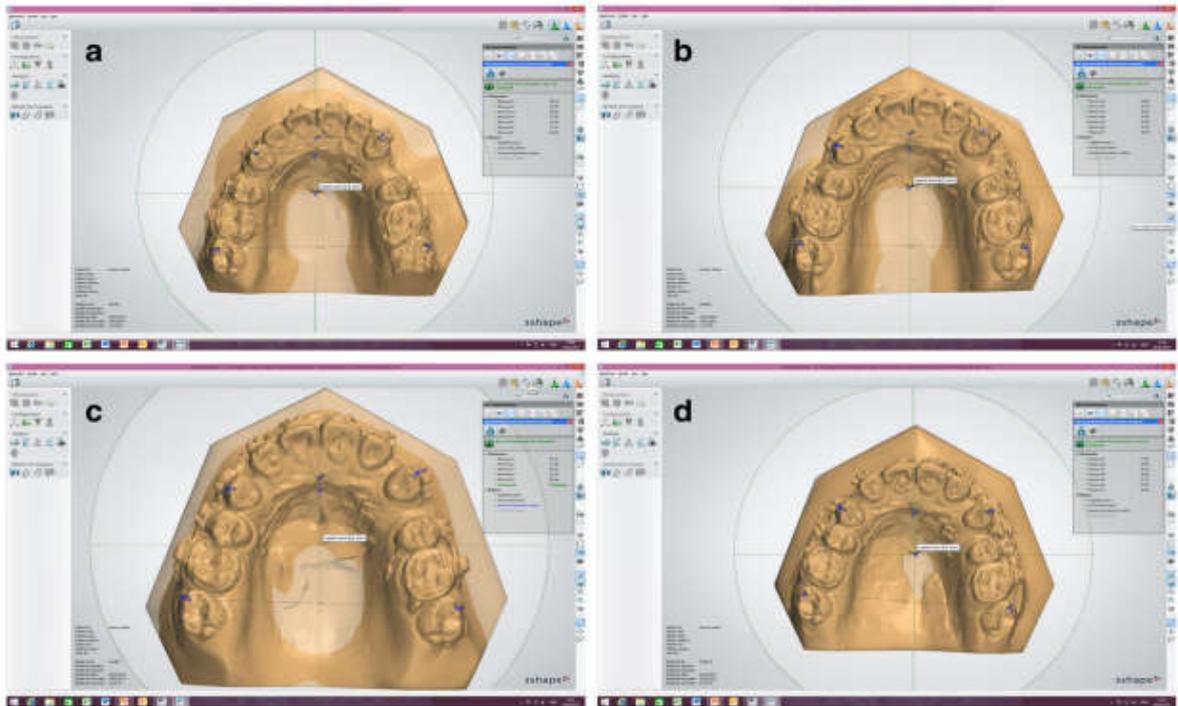
Fonte: Alsayed Hasan et al., 2017, p.501

Qamruddin et al. (2017) realizaram o presente estudo com objetivo de avaliar os efeitos da terapia laser de baixa intensidade em intervalos de 3 semanas sobre a velocidade da movimentação dentária e a dor associada a ela em tratamentos ortodônticos com uso de braquetes autoligados MBT e slot 0,022. Foram selecionados 22 pacientes, sendo 11 homens e 11 mulheres, com idades entre 12 e 25 anos, com maloclusão Classe II Divisão I de Angle, que necessitavam extração bilateral de primeiros pré-molares na arcada superior. Foi usado uma sequência de fios 0,014", 0,016", 0,017", 0,025" e 0,019"x0,025" por aproximadamente 6 meses, com troca de arco a cada 6 semanas e um fio final 0,019x0,025 de aço inoxidável. Vinte e um dias após a colocação do último fio as extrações foram realizadas e uma moldagem de silicone foi obtida uma semana após as extrações. As retrações os caninos foram iniciadas bilateralmente utilizando molas fechadas de NiTi de 6mm, com 150g de força aplicada. Os incisivos foram

conjugados com fio de amarrilho 0,010 para evitar diastemas. Cada hemiarcada superior foi dividida aleatoriamente em grupo experimental ou placebo. Terapia laser de baixa intensidade foi aplicada no grupo experimental imediatamente após aplicação da força de retração (T0), num total de 10 pontos, sendo 5 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 em modo contínuo e potência fixada em 100mW, com ponta de fibra ótica de 0,04cm de diâmetro, por 3 segundos em cada um dos pontos, com a fibra ótica perpendicular e em leve contato direto com a mucosa. A densidade de energia em cada ponto foi de 7,5 J por cm². O mesmo procedimento foi realizado no lado placebo, mas o aparelho estava desligado. Os pacientes foram chamados para preservação 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 em T0, T1, T2 e T3. Após cada aplicação de laser o paciente recebeu um questionário sobre a dor, com uma escala de classificação numérica 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 do lado experimental com o lado placebo em T0, T1, T2 e T3. A duração total do estudo foi de 15 meses, sendo que dos 22 pacientes iniciais da amostra, um homem e uma mulher foram excluídos do estudo, por quebra do aparelho e por uso de analgésico. A média de idade dos pacientes foi de 19,8 anos e não houve diferença na taxa de movimentação ortodôntica ou percepção de dor entre os sexos em T0, T1, T2 e T3. Foi encontrado diferença estatística significativa na taxa de retração de canino entre os grupos experimentais e placebo 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 significativa na percepção da dor entre os grupos. O estudo concluiu que a aplicação de laser de baixa intensidade 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.

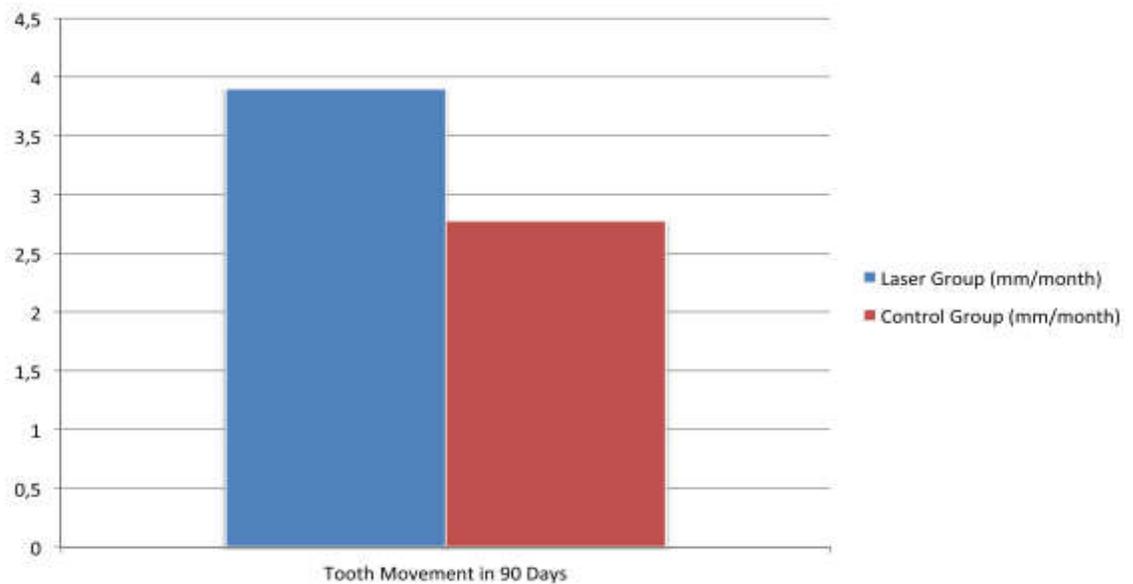
Üretürk et al. (2017) realizaram este estudo para determinar os efeitos da terapia laser de baixa intensidade (TLBI) na quantidade de movimentação dentária, avaliação dos níveis de IL-1 β , TGF- β 1 no fluido do sulco gengival e possíveis alterações periodontais durante a distalização ortodôntica de caninos. O estudo contou com um total de 15 pacientes, sendo 8 mulheres e 7 homens, com idade média de 16,2 anos. Cada paciente teve um canino alocado no grupo controle (GC) e outro no grupo submetido a TLBI (GL). Os primeiros pré-molares foram extraídos 2 semanas antes do início do nivelamento e alinhamento, e só após este os caninos começaram a ser distalizados. Foram instalados braquetes metálicos Smart Clip com slot de 18 polegadas e bandas nos molares, e para distalizar os caninos molas fechadas de NiTi 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/cm² foi usada por 10 segundos em cada ponto de aplicação, 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 (T0), com 30 dias (T1), com 60 dias (T2) e com 90 dias (T3) (figura 20). Este estudo mostrou diferença estatística significativa de movimentação em T1 e T3, sendo no GL 40% que no GC no T3 (Figura 21). Neste estudo não foram evidentes alterações periodontais. Verificou-se aumento dos níveis de IL-1 β e TGF- β 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 aplicação de TLBI acelera significativamente o movimento dental em seres humanos mantendo os tecidos saudáveis.

Figura 20: Modelos escaneados para mensuração do movimento dentário



Fonte: Üretürk et al., 2017, p.760

Figura 21: Quantidade de movimento dentário em 90 dias



Fonte: Üretürk et al., 2017, p.761

Suzuki et al. 2018 realizaram este estudo com objetivo de comparar a taxa de movimentação dental, a quantidade de reabsorção radicular e as alterações ósseas alveolares em ratos. Um total de 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) as hemimaxilas de 15 ratos (n=30) foram avaliadas, sendo que 15 hemimaxilas do lado direito foram distribuídas aleatoriamente no grupo C (n=10) e no grupo CN (n=5), e as outras 15 hemimaxilas do lado esquerdo foram tratadas e distribuídas nos grupos CP (n=5), LBI (n=5) e CP+LBI (n=5). Para indução do movimento dental um micro implante foi inserido a 1mm da distal do incisivo superior e uma mola helicoidal de NiTi foi usada ligando o micro implante ao molar esquerdo e ao molar direito, criando uma força de 50g nos molares na direção mesial (figura 22). Foi usado esta magnitude de força pois estudos anteriores mostram que esta força é capaz de promover movimentação dental e reabsorção radicular em ratos. A irradiação foi realizada usando um laser diodo (GaAlAs), comprimento de onda de 810nm, energia de saída de 100mW. Foram usados como parâmetros: 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/cm² de cada lado. A outra hemimaxila não foi irradiada e recebeu uma barreira de metal para evitar irradiação indireta. 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 avaliado medindo o espaço entre os molares e o centro do micro implante e subtraindo a distância medida no dia 0 e no dia 14 ou 21. O osso alveolar e as raízes dos molares de todas as hemimaxilas foram avaliadas em microtomografias de varredura, pesquisando densidade e volume ósseo, espessura trabecular e o volume das reabsorções radiculares. Foi realizada análise histológica das raízes e ossos, fazendo uma análise descritiva da qualidade óssea e das reabsorções radiculares, além da contagem do número de osteoclastos na áreas de tensão e compressão provocadas pela movimentação ortodôntica. Nos dias 14 e 21 o movimento do dente foi significativamente maior nos grupos CP+LBI em comparação com os grupos CP e LBI. Os 3 grupos teste CP, LBI, CP+LBI apresentaram movimento significativamente maior dos dentes em comparação ao C (controle). Embora no dia 21 o CP tenha mostrado mais deslocamento dental que o

LBI não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Este estudo mostra que LBI e CP podem acelerar, independentemente, o movimento do dente e reduzir a reabsorção radicular externa, melhorando o processo de remodelação óssea. A CP parece ter mais impacto na atividade catabólica no lado de compressão e o laser na atividade anabólica no lado de tensão.

Figura 22: Acessórios ortodônticos utilizados para movimentação dentária



Fonte: Suzuki et al., 2018, p.813

Guram et al. (2018) realizaram este estudo randomizado controlado duplo cego com objetivo de avaliar o papel da terapia laser de baixa potência (TLBP) na duração da movimentação ortodôntica (MO) e percepção da dor durante a MO. Foram avaliados 20 pacientes classe I de Angle, sendo 12 do gênero feminino e 8 do gênero masculino, com idades entre 17 e 24 anos, entre abril de 2013 e julho de 2016. Os pacientes tiveram os primeiros pré-molares superiores e inferiores extraídos em ambos os lados, 3 meses antes de iniciar o movimento de retração dos caninos. Cada quadrante da mandíbula e da maxila de cada paciente foi alocado aleatoriamente em grupo controle (GC) e grupo laser (GL). O tratamento ortodôntico inicial inclui alinhamento e nivelamento de caninos, segundos pré-molares e primeiro molares. Foi usado sistema (prescrição) 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. As alças

foram reativadas a cada mês para 2 mm. A quantidade de movimentação dental foi determinada através da medição da distância entre a cúspide do canino e a ponta de cúspide mesiovestibular do primeiro molar em modelos de gesso após aplicação de força, utilizando compasso digital. O GL foi irradiado com TLBP GaAIIAs (810nm, 5 J/cm²), potência de 0,2W e uma frequência de 2Hz. As aplicações se deram por vestibular e lingual/palatina, por 80s, semanalmente por 21 dias. A quantidade de retração foi avaliada em 4 pares de moldes para cada paciente no início da retração (C1), 2 meses após a retração (C2), 3 meses após a retração (C3) e depois de concluída a movimentação (C4). A taxa de retração foi avaliada em T1 aos 2 meses, T2 aos 4 meses (C3-C1), e T3 no término (C4-C1). Os pacientes foram orientados a gravar o nível de dor experimentado nos dias 1 a 7 após a aplicação do laser na escala Wong-Baker Faces Rating Scale”. Ao avaliar as taxas de retração do canino o estudo relata não haver diferença estatisticamente significativa quanto à idade e o gênero dos participantes. Há diminuição estatisticamente relevante na taxa de retração no GL em comparação ao GC e no GL a taxa de retração é estatisticamente maior na maxila do que na mandíbula e no GC não existe diferença estatística nas taxas de retração entre GC e GL. Com relação a dor referida pelos pacientes houve diminuição estatisticamente significativa até o segundo dia no GL em comparação ao GC, 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.

4 DISCUSSÃO

Na ortodontia a laserterapia tem se mostrado eficiente no controle da analgesia e biomodulação tecidual. A terapia a laser na aceleração da movimentação ortodôntica atua na capacidade de interferir no metabolismo celular, acelerando o processo de reabsorção e neoformação óssea e vem sendo utilizada pelos benefícios que ela pode promover como diminuição da dor, do tempo de tratamento e do custo por parte do paciente. O tratamento mais prolongado pode implicar em maiores chances de perda óssea alveolar, reabsorção radicular e alterações gengivais além de maior probabilidade de cárie.

Algumas revisões sistemáticas (LONG et al., 2013; ALMPANI e KANTARCI, 2016; MILES, 2017) comparam as diversas técnicas para promover aceleração da movimentação ortodôntica demonstrando evidências científicas de vantagens e desvantagens de cada uma. Inúmeros métodos são utilizados, desde os mais invasivos como a micro osteoperfuração, piezocisão, corticotomia e osteotomias, até aos menos invasivos como o uso de medicações corticosteróides, vitamina D3, hormônio da paratireóide, tiroxina e prostaglandinas, microvibração, campos eletromagnéticos, correntes elétricas, terapia de luz (LED) e o laser de baixa intensidade. Para Long et al. (2013) e Miles (2017), só é seguro afirmar que a corticotomia acelera a movimentação ortodôntica, e o laser apesar de benéfico e seguro, não promove aceleração do movimento, em contrapartida Almpani e Kantarci (2016) afirmam que existe aceleração e ausência de dor, se tornando atrativa aos pacientes, Qamruddin et al. (2015) encontraram resultados semelhantes em animais, no entanto mais estudos devem ser feitos para criar um protocolo na prática clínica.

Alguns experimentos como os de Suzuki et al. (2016), Gonçalves et al. (2016), Milligan et al. (2017) e Suzuki et al. (2018) foram feitos em ratos, já Seifi et al. (2007) realizaram em coelhos, outros os realizaram em humanos para confirmar a eficiência do laser na aceleração do movimento. (URETURK et al., 2017; ALSAYED HANSAN et al, 2017; DOSHI-MEHTA e BHAD-PATIL, 2012; CRUZ et al, 2004)

O desafio de qualquer técnica promissora é avaliar além de sua eficácia, os efeitos locais e sistêmicos. Suzuki et al. (2018) compararam corticopunção e laser de baixa intensidade, e avaliaram histologicamente as consequências da remodelação óssea com 14 e 21 dias de movimentação, já Gonçalves et al. (2016) compararam 7 e 14 dias. Os resultados obtidos com a terapia a laser no número de células osteoclásticas e osteoblásticas envolvidas na movimentação ortodôntica são positivos em ambos os estudos. Embora tenham usado o mesmo tipo de irradiação a laser (GaAIs), o comprimento de onda, potência e tempo de exposição foram diferentes.

A grande maioria dos autores (GURAM et al., 2018; URETÜRK et al., 2017; SOUSA et al., 2011; DALAIE et al., 2015; CRUZ et al., 2004) são unânimes no tipo de laser de baixo nível diodo usado, um semiconductor GaAIs (Arseneto de Gálio-Alumínio) emissor de radiação infravermelha no comprimento de onda variando entre 780-880nm, porém outras pesquisas utilizaram outros aparelhos que emitem comprimento de onda inferiores de 630nm a 670nm (DOMINGUEZ et al., 2015) e superiores a 850nm (NAHAS et al., 2017; LIMPANICHKUL et al., 2006) e (CHUNG et al., 2015) usou dispositivo de LED (diodo emissor de luz) para realizar a fotobiomodulação, porém seus resultados foram negativos na taxa de movimentação ortodôntica. Seifi et al. (2007) fizeram um estudo em coelhos comparando a terapia com comprimentos de onda 850nm e 630nm, e não encontraram resultados diferentes, no entanto melhores no grupo laser do que o grupo controle.

A maioria dos estudos envolvem a mecânica de retração de caninos e a medição da taxa de movimentação com o objetivo de reduzir o tempo de tratamento com exceção do Nahas et al. (2017) e Alsayed Hasan et al. (2017) que averiguaram a eficácia do laser no apinhamento dentário e foi muito satisfatório. A faixa etária envolvida nas pesquisas variou de 12 a 25 anos, e adultos jovens foi a eleição (GURAM et al., 2018; LIMPANICHKUL et al., 2006; QAMRUDDIN et al., 2017; DOSHI-MEHTA e BHAD-PATIL, 2012) por se tratar de um perfil com mais interesse no tratamento ortodôntico acelerado. Comumente as retrações dos caninos são feitas por mecânica de fricção deslizante ou atrito não-mecânico (FARSAIL E AL-JEWAIR, 2017), em nossa revisão grande parte das técnicas de retração foi por meio de molas fechadas de NiTi utilizando uma força de 150g, medidas com

tensiômetro pois consiste de uma técnica contínua quando comparada com elásticos.

A literatura médica não padroniza a região anatômica para a aplicação do laser, no entanto os estudos o fizeram na região vestibular e palatina do dente a ser retraído (de ALMEIDA et al, 2016). As aplicações foram divididas em terço médio, cervical e apical da raiz, podendo variar de 4 aplicações (ALSAYED HANSAN et al., 2017) que excluiu o terço médio, 8 aplicações (DALAIE et al 2015; GURAM et al., 2018) e 10 aplicações (SOUSA et al., 2011; GENC et al., 2013; URETURK et al., 2017; DOSHI-MEHTA e BHAD-PATIL, 2012; QAMRUDDIN et al., 2017) no total/dente.

Muitos estudos (CRUZ et al., 2004; DOSHI-MEHTA e BHAD-PATIL, 2012; GENC et al., 2013; SOUSA et al., 2011; YOUSSEF et al., 2008) revelam que a aplicação de laser mais de uma vez por mês é necessária pra promover aceleração, porém o ideal seria ter apenas uma aplicação somente quando fosse haver a ativação do aparelho ortodôntico fixo, diminuindo o número de visitas do paciente ao consultório odontológico como relatam Qamruddin et al. (2017) fazendo a aplicação a cada 3 semanas.

A taxa de movimentação ortodôntica foi avaliada e mensurada geralmente num intervalo de 1, 2 e 3 meses (LONG et al., 2015). A medição na maior parte das vezes foi medida dos caninos aos primeiros molares, sendo a ancoragem posterior muito importante para a precisão dos resultados (DOSHI-MEHTA e BHAD-PATIL, 2012; CRUZ et al., 2004). A aceleração na taxa de movimentação na retração dos caninos foi aumentada, variando de 1,3 vezes mais com Doshi-Mehta e Bhad-Patil (2012), em torno 2,02 vezes mais com Sousa et al. (2011), Youssef et al. (2008) e Qamruddin et al. (2017). Ge et al. (2015) também relataram um aumento, porém no movimento dos incisivos laterais. Ureturk et al. (2017) encontrou resultados 40% mais rápidos no grupo laser frente ao grupo controle.

Sousa et al. (2011) e Cruz et al. (2004) utilizaram protocolos parecidos variando de 6 a 8J /mês de dose de irradiação, 780nm de comprimento de onda, 10s de tempo de exposição, e estaticamente aumentando a velocidade, sendo uma informação relevante para determinar uma dose de laser ideal e necessária para obter movimento ortodôntico mais rápido e menos tempo de cadeira. Estes

resultados não estão de acordo com Limpanichkul et al. (2006) porém eles usaram uma dose muito maior por dente (18,4J). Baseado nestas informações em estudos futuros, o uso de 1 ou 2 aplicações de LBP mensais podem ser suficientes para alcançar os mesmos resultados, em relação a movimentação dentária. (QAMRUDDIN et al., 2017).

A evidência apresentada pelas revisões sistemáticas (FARSAIL E AL-JEWAIR, 2017) e estudos recentes favorecem o uso do LBI em acelerar as retrações de caninos e a modulação da dor. Doshi-Mehta e Bhad-Patil (2012), Youssef et al. (2008) e Qamruddin et al. (2017) consideraram eficaz o laser para reduzir os níveis de dor, entretanto Limpanichkul et al. (2006) não encontraram nenhuma diferença significativa.

Os efeitos colaterais do tratamento com LBI devem ser considerados antes do seu uso na prática clínica (SONESSON et al., 2016). O movimento acelerado aumenta o risco de reabsorção radicular, mas apenas dois estudos utilizaram radiografias para monitorar essas possíveis alterações radiográficas (DOSHI-MEHTA e BHAD-PATIL, 2012; SOUSA et al., 2011). Suzuki et al., (2016) também avaliaram por cortes histológicos em ratos e ambos demonstraram não ocorrer a reabsorção radicular, portanto a associação de movimentação ortodôntica juntamente com o uso de LBI torna-se por muitas vezes efetiva. (SUZUKI et al., 2018).

5 CONCLUSÃO

A revisão de literatura mostrou:

- Resultados clínicos satisfatórios com o LBI na aceleração do movimento ortodôntico;
- Ser uma boa opção técnica não invasiva e eficaz quando comparado a procedimentos cirúrgicos pouco invasivos, como a corticocisão, a microosteoperfuração e a corticopunção.
- O laser aumenta a taxa de movimento do dente de forma fisiológica, estimulando reabsorção e neoformação óssea, sem causar efeitos colaterais no periodonto, diminuindo a área e o volume de reabsorção radicular e a dor.
- A heterogeneidade dos resultados encontrados pode ser explicada pela ausência de um protocolo clínico de irradiação de laser, apesar da maioria dos trabalhos apresentarem resultados positivos no aumento da movimentação dentária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMPANI, K.; KANTARCI A. Nonsurgical Methods for the Acceleration of the Orthodontic Tooth Movement. **Front Oral Biol**, v.18, p.80-91, 2016.

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.

CHUNG, S.E.; TOMPSON, B.; GONG, S.G. The effect of light emitting diode phototherapy on rate of orthodontic tooth movement: a split mouth, controlled clinical trial. **J Orthod**, v. 42, n. 4, p. 274-83, 2015.

CRUZ, D.R.; KOHARA, E.K.; RIBEIRO, M.S.; WETTER, N.U. Effects of Low-Intensity Laser Therapy on the Orthodontic Movement Velocity of Human Teeth: A Preliminary Study. **Lasers Surg Med**, v. 35, n. 2, p. 117-20, 2004.

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.

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.

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.

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.

EKIZER, A.; TÜRKER, G.; UYSAL, T.; GÜRDAY, E.; TASDEMİR, Z. Light Emitting Diode Mediated Photobiomodulation Therapy Improves Orthodontic Tooth Movement and Miniscrew Stability: A Randomized Controlled Clinical Trial. **Lasers Surg Med**; v. 48, n.10, p. 936-943, dezembro, 2016.

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.

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.

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**, v. 28, n. 1, p. 41-7, janeiro, 2013.

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.

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.

LIMPANICHKUL, W.; GODFREY, K.; SRISUK, N.; RATTANAYATIKUL, C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. **Orthod Craniofac Res**, v. 9, n.1, p. 38-43, fevereiro, 2006.

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.

LONG, H.; ZHOU, Y.; XUE, J.; LIAO, L.; YE, N.; JIAN, F.; WANG, Y.; LAI, W. The effectiveness of low level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement: a meta-analysis. **Lasers Med Sci**, v. 30, n. 3, p. 1161-70, abril, 2015.

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.

NAHAS, A.Z.; SAMARA, S.A.; RASTEGAR-LARI, T.A. Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: a single center, randomized clinical trial. **Lasers Med Sci**, v.32, n. 1, p. 129-135, janeiro, 2017.

MILES, P. Accelerated Orthodontic treatment-What's the evidence? **Aust Dent J**, v. 62, Suppl 1, p. 63-70, março, 2017.

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.

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.

SEIFI, M.; SAFEEI, H.A.; 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**, v. 22, n. 4, p. 261-4, novembro, 2007.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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**, v. 23, n. 1, p. 27-33, janeiro, 2008.