

FACULDADE SETE LAGOAS

TALITA GOMES DAL BEM

LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO MOVIMENTO DENTÁRIO

GUARULHOS

2015

TALITA GOMES DAL BEM

LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO MOVIMENTO DENTÁRIO

Monografia apresentada ao curso de
Especialização *Lato Sensu* da Faculdade FACSETE,
como requisito parcial para conclusão do
Curso de Especialização em Ortodontia.

Área de concentração: Ortodontia

Orientador: Prof. Ms. Honório Carli

GUARULHOS

2015

Dal Bem, Talita Gomes
Laser de baixa intensidade no movimento
dentário . / Talita Gomes Dal Bem – 2015

79 f.; il

Orientador: Honório Carli

Monografia (Especialização) – Faculdade
FACSETE, 2015.

1. Laser de baixa intensidade. 2.
Movimentação ortodôntica
I.Título II. Honório Carli

FACULDADE SETE LAGOAS

Monografia intitulada "***Laser de Baixa Intensidade no Movimento Dentário***" de autoria da aluna Talita Gomes Dal Bem, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Aprovado em 9 de junho de 2015, banca constituída pelos seguintes professores:

Prof. Ms. Honório Carli - Faculdade FACSETE / Guarulhos - Orientador

Prof^ª. Dra. Marsha Lisa Schittler Ventura Faculdade FACSETE / Guarulhos

Prof. Dr. Edson Yoshihiro Mada Faculdade FACSETE / Guarulhos

Guarulhos, 09 de Junho de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho principalmente ao meu marido Eder de Sá Dal Bem, pela paciência com a minha ausência, pela ajuda nos ensinamentos de física, inglês e informática. A pessoa mais incentivadora dos meus estudos e quem mais vibra com cada etapa vencida. Amo- te pra sempre!

Dedico também à minha querida mãe Lucia Reis Pinto Gomes, exemplo de luta, garra e superação, a quem me espelho, principalmente, nas horas mais difíceis e árduas. Amo- te pra sempre

Dedico ainda ao meu pai Lindolfo Ernesto Gomes pela amizade, paciência e alegria. Obrigado pelo companheirismo. Amo- te pra sempre!

Dedico também a minha querida avó Helena dos Reis Pinto por ser minha mão direita, meu anjo. Obrigada por fazer parte da minha vida! Amo-te pra sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva de coexistir com pessoas tão especiais, mesmo que por um breve período de tempo. Agradeço por não me deixar desanimar e perder a fé frente aos obstáculos enfrentados, buscando apoio sempre em minha família e meus amigos.

Ao Professor Honório Carli pelos ensinamentos e pela enorme contribuição em meu crescimento profissional. Agradeço à paciência e ao incentivo dado ao “saber” e, principalmente, por mostrar o quão importante é o conhecimento. Minha eterna gratidão...

Aos Professores Edson, Cassiano, Marsha, pela disponibilidade em ensinar e pela amizade e carinho sempre oferecidos. Todos vocês são responsáveis por esta conquista e por todo o aprendizado adquirido durante este curso. Muito obrigado!

Carolina (inteligência), Fabinho (bondade), Eri (solicitude), Elza (carinho), Daniela (dedicação).

“A História tem demonstrado que os mais notáveis vencedores normalmente encontraram obstáculos dolorosos antes de triunfarem. Eles venceram porque se recusaram a se tornarem desencorajados por suas derrotas”.

Bertie Charles Forbes

RESUMO

O laser vem sendo amplamente utilizado na área da saúde fato observado pela técnica ser minimamente invasiva e segura. Encontra-se em franca evolução na Odontologia, por gerar efeitos analgésicos, anti- inflamatórios e bioestimulantes. Na Ortodontia, a movimentação do dente é uma resposta a forças aplicadas. Estas forças geram remodelações dos tecidos periodontais especialmente no osso alveolar Recentemente métodos de aceleração do movimento dentário tem sido estudados, para que ocorra a diminuição do tempo de tratamento e assim minimize as complicações como cáries, doenças periodontais e reabsorções radiculares. A utilização do laser de baixa intensidade contribui para a bioestimulação das células reparatórias, fibroblastos, células da síntese de colágeno, células de regeneração nervosa e células ósseas, podendo ser utilizado para acelerar o tratamento ortodôntico. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão na literatura a fim de elucidar como o ortodontista pode se beneficiar desta forma de energia, acelerando ou inibindo a movimentação dentária, elevando a qualidade do seu trabalho, utilizando o laser de baixa intensidade como parte adicional do arsenal que o ortodontista possui para otimização de seus casos. Foi observado que a maioria dos autores relataram resultados positivos com o uso do Laser de Baixa Intensidade na aceleração do movimento dentário ortodôntico, principalmente nos estudos histológicos, onde observou-se estimulação a nível celular, sendo as dosagens de energia, diferentes entre humanos e animais.

Palavras-chaves: Laser de baixa intensidade; Movimentação Dentária; Ortodontia Corretiva.

ABSTRACT

The laser has been widely used in the health area due the fact the technique is minimal invasive and safe. It is in increasingly evolution in the odontology, by its analgesy, anti-inflammatory and biostimulates effects. In the Orthodontics the tooth movement is an effect of applied forces. Those forces cause remodeling of periodontic tissues, in special alveolar bone. Recently, methods to accelerate tooth movement has been developed so that it could cause a decrease in the treatment time, hence minimizing complications like caries, periodontic deseases and root reabsorption. The use the low intensity laser contributes with biostimulation of regenerating cells, fibroblasts, cells the syntese of collagen, cell of nerve regeneration and bone cells, what contributes to the acceleration of orthodontic treatment. The aim of this study was to accomplish a literature revision to elucidate how the orthodontist can benefit from this kind of energy accelerating or inhibiting tooth movement, enhancing the whole treatment quality, using the low intensity laser as an additional tool that the ortodontists have to conclude their cases.

Keywords: Anterior open bite, Mini Dental Implant, Skeletal anchorage, Orthodontic intrusion.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema ilustrativo do espectro eletromagnético	17
Figura 2 - Monocromaticidade da luz Laser	18
Figura 3 -Gráfico de monocromaticidade	18
Figura 4 - Esquema ilustrativo da coerência dos feixes	19
Figura 5 - Coerência da luz Laser	19
Figura 6 - Esquema ilustrativo da luz branca	19
Figura 7 - Esquema ilustrativo da emissão de uma lâmpada	20
Figura 8 - Colimação da luz Laser	20
Figura 9 - Exemplos de meios ativos do Laser	22
Figura 10- Classificação do Laser quanto a sua potência	21
Figura 11 - Classificação didática do Laser e suas formas de uso	22
Figura 12 - Biomodulação: mecanismos de funcionamento	23
Figura 13 - Efeito fotofísicoquímico do LBI	24
Figura 14 - Efeitos do LBI (segundo Karu).....	24
Figura 15 – Mola fechada de 10 g para mesialização do 1º molar.	28
Figura 16 - Esquema resumido do método do trabalho.....	28
Figura 17 - Gráfico do movimento dentário	28
Figura 18 - Gráfico do aumento de células PCNA	29
Figura 19- Gráfico da neoformação óssea	29
Figura 20 - Quantidade de retração dos 2 grupos.....	31
Figura 21 - Velocidade de retração dos 2 grupos.....	31
Figura 22 - Aparelho ortodôntico e mola para mesialização.....	36
Figura 23 - Gráfico A: mesialização do 2º pré molar; Gráfico B: perda de ancoragem do canino; Gráfico C: taxa de movimentação do 2º pré molar	37
Figura 24 - Gráfico da distância de mesialização dos 2º pré molar nos grupos.....	38
Figura 25 - Gráfico da velocidade dos grupos.....	38
Figura 26 - Avaliação histológica quantitativa da TRAP	38
Figura 27 - Avaliação histológica do PCNA nos grupos.....	39
Figura 28 - Fotografia oclusal do aparelho ortodôntico.....	40
Figura 29 - Fotografia do aparelho ortodôntico	41

Figura 30 - Porcentagem de recidiva nos grupos	41
Figura 31 - Gráfico da distância de rotação em milímetros entre os grupos.....	42
Figura 32 - Ilustração do aparelho para mesializar os 1º molares superiores	44
Figura 33 – Tabela mostrando retração de caninos nos grupos	46
Figura 34 – Tabela de valores das retrações dos caninos em 3 e 5 meses	46
Figura 35 – Fotografia dos pontos de aplicação do LBI.....	47
Figura 36 - Movimentação inferior	47
Figura 37- Ilustração dos pontos de referência na mensuração do movimento	48
Figura 38 – Tabela de movimentação	48
Figura 39 - Fotografia da aparelhagem ortodôntica e os pontos de referência	49
Figura 40 – Gráfico de comparação da MDO entre os grupos.....	49
Figura 41 – Figura ilustrativa do aparelho ortodôntico	51
Figura 42 - – Tabela de porcentagem de hialinização entre os grupos	51
Figura 43 - Tabela demonstrativa do trabalho	52
Figura 44 – Aparelho ortodôntico com mola fechada NiTi 25 g	53
Figura 45 - Organização dos grupos de estudo.....	54
Figura 46 – Colocação de elástico e aparatologia ortodôntica.....	55
Figura 47 – Recobrimento do elástico com resina e aparatologia ortodôntica	55
Figura 48 – Aplicação LBI.....	56
Figura 49 – Expressão de MMP-1 mRNA.....	56
Figura 50 – Expressão de MMP-8 mRNA.....	56
Figura 51 – Expressão de MMP-13 mRNA.....	57
Figura 52 – Expressão de MMP-2 mRNA.....	57
Figura 53 – Tabela resumida do experimento.....	59
Figura 54 – Foto do aparelho ortodôntico e da distância 1º molar e incisivos	60
Figura 55 - Esquema ilustrativo da aparelhagem ortodôntica	60
Figura 56 - Aparelho ortodôntico, com exodontia do 12 e 24 e botão de Nance ..	61
Figura 57 - Mola NiTi 150 g, entre 1º pré molar e 1º molar	62
Figura 58 - Aplicação de LBI nas faces gengival vestibular, distal e palatina.	62
Figura 59 - Modelo inicial e mensurações.....	62
Figura 60 - Modelo final 45 dias depois	63
Figura 61 - Tabela de taxa de Fator RANKL e OPG	63
Figura 62– Aparelho ortodôntico unilateral molas de 60 g.....	65

Figura 63 – Aparelhagem ortodôntica bilateral com mola de 60 g.....65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 1M – Primeiro molar
- 1PM – Primeiro pré-molar
- 2PM – Segundo pré-molar
- AsGa- Arseneto de gálio
- AsGaAl – Arseneto de Gálio e Alumínio
- C – Canino
- Cm² – Centímetro quadrado
- CO₂- Gás carbônico
- DFDBA- osso congelado e desmineralizado
- Er: Yag- ítrio alumínio granada dopado de érbio
- Et – Energia Total
- G – Gramas
- HE-NE- Hélio- Neônio
- Hz- Hertz
- IC – Incisivo central
- IL – Incisivo lateral
- InGaAlP- Fosfeto de índio gálio alumínio
- J – Joule
- J/cm² – Joule por centímetro quadrado
- LASER – Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
- LBI – Laser de Baixa Intensidade
- LED – Luz Emissora de Diodo
- LLLT – Low Level Laser Therapy
- M – Molar
- MDO – Movimentação Dentária Ortodôntica
- MM – Milímetros
- MMP 9 – Matriz Metaloproteinase 9
- MMP1 - Matriz Metaloproteinase 1

- MMP13 - Matriz Metaloproteinase 13
- MMP2 - Matriz Metaloproteinase 2
- MMP8 - Matriz Metaloproteinase 8
- MW – Miliwatts
- MW/ cm² – Miliwatts por centímetro quadrado
- N – Newton
- Nd :Yag- Ítrio alumínio granada dopado de neodímio
- NiTi- Níquel Titânio
- NM – Nanômetro
- OPG – Osteoprotegerina
- OS- Osteocalcina
- PCNA- Proliferating cell nuclear antigen
- PDL- Células do ligamento periodontal
- RANK – Ativador de receptor do fator nuclear-kB
- RANKL – Ativador de receptor do fator nuclear – kB L
- S – Segundos
- TRAP- fosfatase ácida tartarato resistente
- W – Watts
- W/cm² – Watts por centímetro quadrado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. PROPOSIÇÃO.....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 O laser de baixa intensidade (LBI).....	17
3.1.1 Classificação dos lasers e modo de ação.....	20
3.1.2 Cuidados a serem observados quando da utilização do Laser.....	25
3.2 O laser de baixa intensidade na movimentação dentária(MDO).....	26
4. DISCUSSÃO.....	65
4.1 Aplicação do LBI na MDO em ratos.....	66
4.2 Aplicação do LBI na MDO em cães.....	67
4.3 Aplicação do LBI na MDO em coelhos.....	68
4.4 Aplicação do LBI na MDO em humanos.....	69
5. CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

1. INTRODUÇÃO

A utilização terapêutica de energia luminosa vem desde os primórdios da civilização. Em 1903, o prêmio Nobel de medicina foi destinado ao Dr. Niels Ryberg Finsen pelo tratamento realizado com a luz solar em um indivíduo que apresentou um tipo de tuberculose de pele (BRUGNERA JR *et al.*, 2003). Albert Einstein, (1916), formulou os princípios da amplificação da luz por emissão estimulada de radiação (L.A.S.E.R, do inglês, *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*), quando percebeu em seu experimento que a emissão induzida poderia existir e a radiação eletromagnética seria produzida por um processo atômico (GENOVESE, 2000). Theodore H. Maiman (1960), desenvolveu o primeiro aparelho emissor de laser em cristal de rubi, que passou a ser comercializado. Em 1961 foi realizada a primeira intervenção cirúrgica com o laser, no Hospital Presbiteriano de Nova York, para a retirada de um pequeno tumor de retina que impedia a visão. Sinclair e Knoll (1965) desenvolveram o laser terapêutico chamado também de laser de baixa potência, ou de baixa intensidade, com efeito de bioestimulação dos tecidos (GENOVESE, 2000).

A Ortodontia tem evoluído muito nos últimos anos. Novas tecnologias, materiais e conhecimento vêm sendo implementados para promover um tratamento cada vez eficiente. O movimento ortodôntico é um processo que combina ambas as respostas: patológicas e fisiológicas frente a uma força de aplicação externa. Uma eficiente movimentação dentária pode ser associada a métodos mecânicos, biomecânicos e bioestimulatórios. A bioestimulação refere-se a aplicação de uma energia luminosa em tecidos para que se ative um efeito estimulatório e regenerativo em nível molecular (SOUSA *et al.*, 2011, HUANG *et al.*, 2013).

A utilização do laser de baixa intensidade (LBI) para aumentar a velocidade da movimentação ortodôntica advém da capacidade do laser em interferir no metabolismo celular, acelerando o processo de reabsorção e neoformação (SOUSA *et al.*, 2011). A terapia com laser de baixa intensidade (LBI) têm sido proposta para aumentar a remodelação óssea e movimentação dentária com os benefícios: diminuição da dor e inflamação, estimulação de colágeno e proliferação celular (MIZUTANI *et al.*, 2004), aumentar a atividade das células ósseas e aumento

da superfície de osteoblastos (CRUZ *et al.*, 2004). A aplicação do laser de baixa intensidade, possivelmente, estimula os movimentos dentários ortodônticos (MDO), uma vez que aumenta a formação de osso alveolar sem causar qualquer dano aos dentes ou tecidos circundantes (LIMPANICHKUL *et al.*, 2006).

Embora o mecanismo exato da aplicação do laser de baixa intensidade no osso não seja completamente conhecido, estuda-se que a luz aumenta a proliferação celular através das alterações fotoquímicas, quando absorvida pelos cromóforos intracelulares nas mitocôndrias, (KARU,1989). Este mecanismo, também é multifatorial, incluindo a promoção da angiogênese, (KHADRA, 2004), a produção de colágeno (LAM *et al.*, 1986), a proliferação celular, diferenciação osteogênica (YAAKOBI *et al.*,1996), respiração mitocondrial e síntese de adenosina trifosfato (MORIMOTO *et al.*, 1994). O LBI também pode aumentar o fluxo sanguíneo local, aumentando a oferta de células circulantes, nutrição, oxigênio e sais inorgânicos para as lesões ósseas (CHEN & ZHOU, 1989). Nos tecidos tratados com aplicação de LBI, o fluxo sanguíneo intra-ósseo aumentou cerca de 80% e tensão de oxigênio por cerca de 15% (KOBU, 1999). Ocorreu o aumento do número de osteoclastos no lado de pressão durante o movimento dentário experimental em ratos. (KAWASAKI & SHIMIZU 2000).

O objetivo do presente trabalho foi buscar nas referências bibliográficas estudos com o laser de baixa intensidade na movimentação dentária ortodôntica. Verificar como esta forma de energia pode contribuir no tratamento, acelerando ou inibindo a movimentação dentária, e como os ortodontistas podem otimizar o tratamento, diminuindo este tempo e conseqüentemente as reações adversas decorrentes deste.

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho foi buscar nas referências bibliográficas estudos com o laser de baixa intensidade na movimentação dentária ortodôntica. Analisar como esta forma de energia pode contribuir no tratamento, acelerando ou inibindo a movimentação dentária, e como os ortodontistas podem otimizar o tratamento, diminuindo este tempo e conseqüentemente as reações adversas decorrentes deste.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Para melhor leitura e compreensão, a revisão de literatura foi dividida nos seguintes tópicos:

3.1 O laser de baixa intensidade (LBI).

O termo laser constitui-se numa sigla (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) (VEÇOSO, 1993), ou seja, Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação. Esta radiação encontra-se no espectro de luz que varia do infravermelho ao ultravioleta, passando pelo espectro visível (Fig. 1).

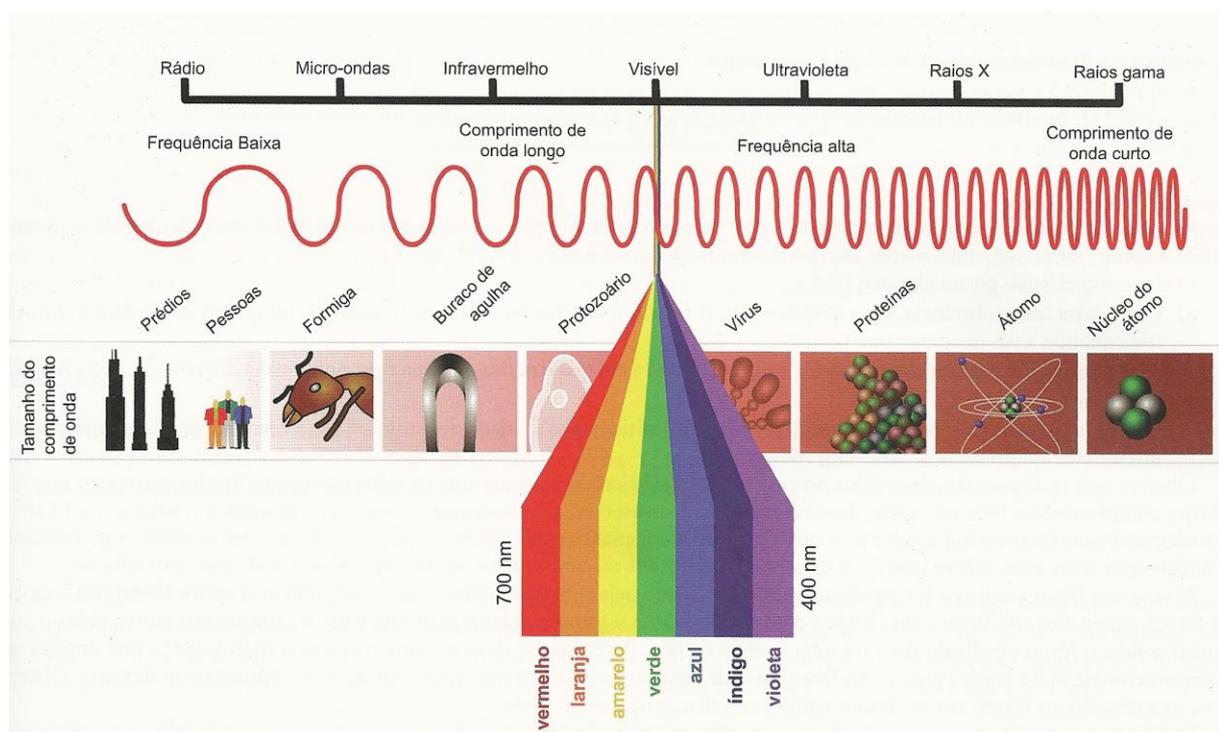


Figura 1 – Esquema ilustrativo do espectro eletromagnético
Fonte: Núñez et al., 2012, p. 3.

A luz laser se difere das outras formas de luz devido principalmente a três características:

1. A monocromaticidade (GENOVESE 2000): a luz laser é composta de fótons, todos da mesma cor e com o mesmo comprimento de onda. É, portanto, uma

luz pura. Essa característica é importante devido à absorção seletiva do tecido humano (Fig. 2 e 3).

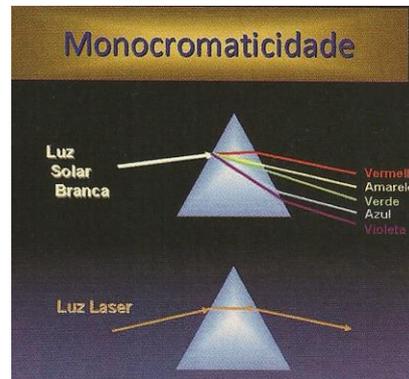


Figura 2 – Monocromaticidade da luz Laser.
Fonte: Chavantes *et al.*, 2009, p. 17.

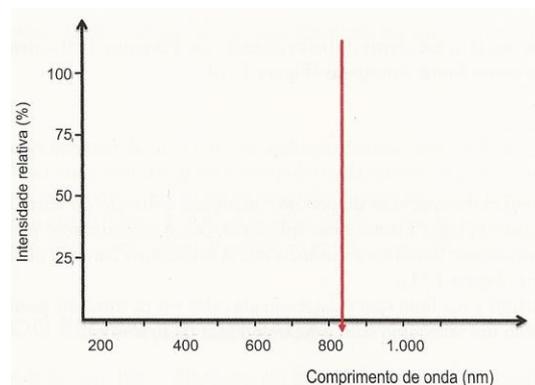


Figura 3 – Gráfico mostrando monocromaticidade de um Laser de comprimento de onda 830 nm.
Fonte: Núñez *et al.*, 2012, p. 9.

2. A coerência (GENOVESE, 2000): as ondas viajam ordenadamente em relação ao tempo e suas amplitudes são iguais. A coerência mantém-se ao longo do tempo e espaço (Fig 4,5,6,7).

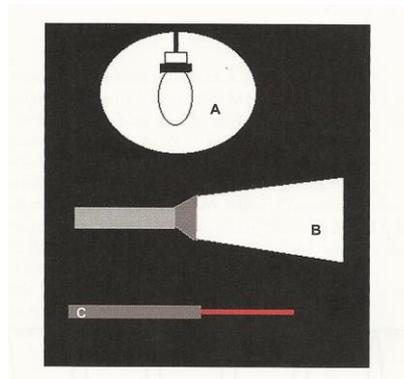


Figura 4 – Esquema ilustrativo da coerência dos feixes.

Legenda: A: lâmpada comum; B: lanterna; C: Laser

Fonte: Núñez et al.,2012, p. 11.

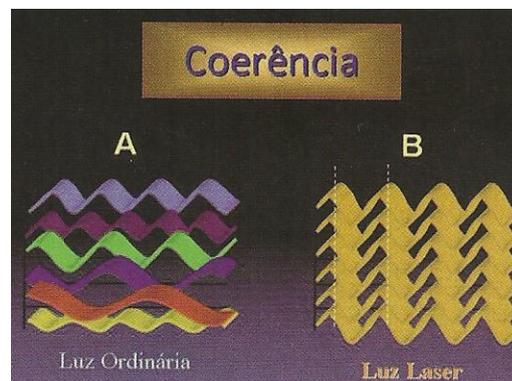


Figura 5 – Coerência da luz Laser.

Fonte: Chavantes et al., 2009, p 17.

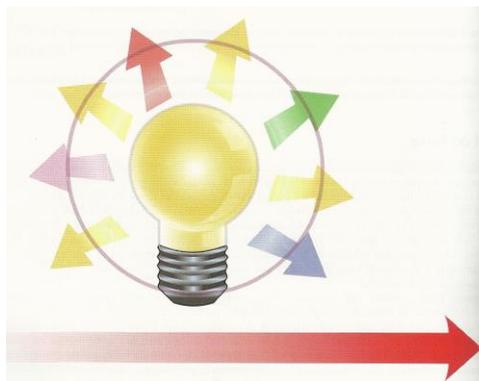


Figura 6 – Esquema ilustrativo da luz branca, produzindo luz incoerente, pois tem múltiplos comprimentos de ondas que se propagam aleatoriamente no espaço e no tempo.

Legenda: Núñez et al., 2012, p. 9.

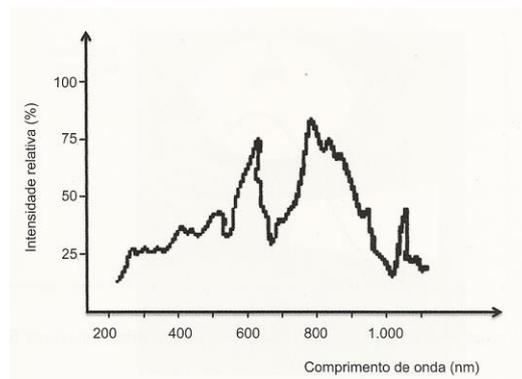


Figura 7 – Esquema ilustrativo da emissão de uma lâmpada. Note que ela emite do ultravioleta até o infra vermelho próximo.
 Fonte: Núñez et al., 2012, p. 9.

3. A unidirecionalidade ou colimação (GENOVESE, 2000) o feixe de fótons é paralelo ao eixo do tubo que produz este tipo de energia; a luz laser possui divergência angular muito pequena, toda a energia do laser concentra-se precisamente em um ponto focal (Fig. 8).

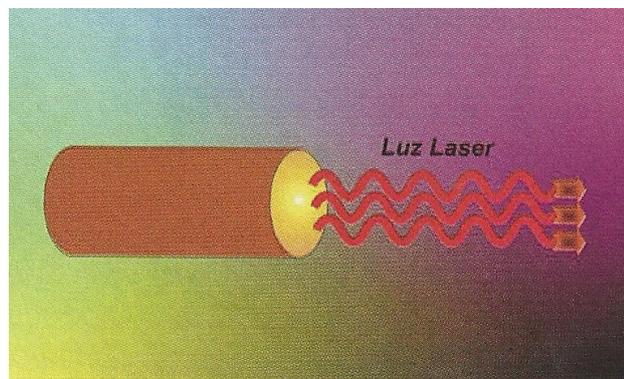


Figura 8 – Colimação da luz Laser.
 Fonte: Chavantes et al., 2009. p. 17.

3.1.1 Classificação dos lasers e modo de ação:

Os lasers são classificados de acordo com a potência de emissão da radiação podendo ser: laser de alta ou baixa intensidade (CHAVANTES, 2009) (Fig. 9 e 10).



Figura 9 – Classificação do Laser quanto a sua potência.
 Fonte: Chavantes *et al.*, 2009, p. 20.

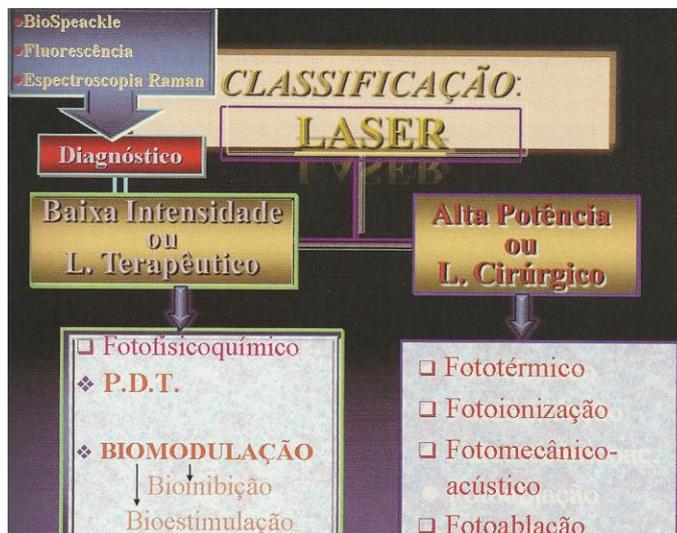


Figura 10 – Classificação didática do Laser e suas formas de uso.

Fonte: Chavantes *et al.*, 2009, p. 41.

O laser de alta intensidade, também conhecido como laser cirúrgico, laser quente, laser duro ou hard laser emite radiação de alta potência, o que propicia um potencial destrutivo, sendo utilizados para viabilizar cirurgias ou remoção de tecido cariado, ou seja, possui uma ação fototérmica de corte, vaporização, coagulação e esterilização dos tecidos. Os principais lasers de alta intensidade são o Excimer, Argônio, Kriptônio, Dye, Rubi, Família YAG (ítrio-alumínio-granada) e CO₂

(GENOVESE, 2000).

Os aparelhos de laser são constituídos por um meio ativo, que pode ser sólido (Rubi); gasoso, CO₂, He-Ne, Ar; semicondutor (Diodo - AsGaAl, AsGa); semi-sólido (Nd-YAG, Er-YAG), ou líquido, pouco usado, como rodamine e cumarina- Dy laser (GENOVESE, 2000). (Fig. 11).

EXEMPLOS DE ALGUNS MEIOS ATIVOS DO LASER		
Meio Ativo		λ. (nm)
Sólido		
Rubi	Cristal de óxido de alumínio (Al ₂ O ₃)	694
Nd:YAG	Cristal de ítrio-alumínio-granada e dopado com 3% de neodímio	1.064
Ho:YAG	Cristal de ítrio-alumínio-granada e dopado com hólmio	2.100
Er:YAG	Cristal de ítrio-alumínio-granada e dopado com <i>erbium</i>	2.940
Díodos	Semicondutores	
	<i>InGaAlP</i> Fosfato de índio, gálio e alumínio	630-700
	<i>GaAlAs</i> Arseneto de gálio e alumínio	750-900
	<i>GaAs</i> Arseneto de gálio	830
Gasoso		
CO₂	Dióxido de carbono	10.600
Argônio, Criptônio	Ar, Kr (gás nobre)	488-514 408-560
Excímer	Dímeros excitados = gás nobre + halogênio	
	<i>ArF</i> Argônio + flúor	193
	<i>XeCl</i> Xenônio + cloro	308
	<i>XeF</i> Xenônio + flúor	351
	<i>KrF</i> Cripton + flúor (mutagênico)	248
He-Ne	Hélio + neônio	633
Líquidos		
Dye	Corante	<i>Tuneable</i> 630
B-rodamine	Corante	560-650

Figura 11 – Exemplos de meios ativos do Laser.

Fonte: Chavantes et al., 2009, p. 21.

Os lasers de baixa intensidade, também denominados laser mole, laser frio, laser terapêutico ou “soft-laser”, emitem radiações de baixas potências, sem potencial destrutivo, e possuem uma ação fotoquímica de analgesia, anti-inflamatória e de bioestimulação tecidual. Entre os lasers de baixa intensidade

encontra-se os lasers: He-Ne (Hélio-Neônio), diodo (Arseneto de gálio - AsGa e Arseneto de gálio e alumínio – AsGaAl (GENOVESE, 2000).

O Laser de Baixa Intensidade (LBI) é o de maior interesse na Ortodontia. O mecanismo de ação do LBI consiste na fotobioestimulação, que é um estímulo ocasionado por meio da absorção da luz pelos tecidos do corpo. Esta luz promove a aceleração dos processos metabólicos e de multiplicação e regeneração celular, o que ocasiona um maior efeito na reabsorção e neoformação óssea durante movimentação ortodôntica, além de importantes efeitos analgésicos e anti-inflamatórios (SOUSA, *et al.*, 2011) (Fig. 12, 13 ,14).

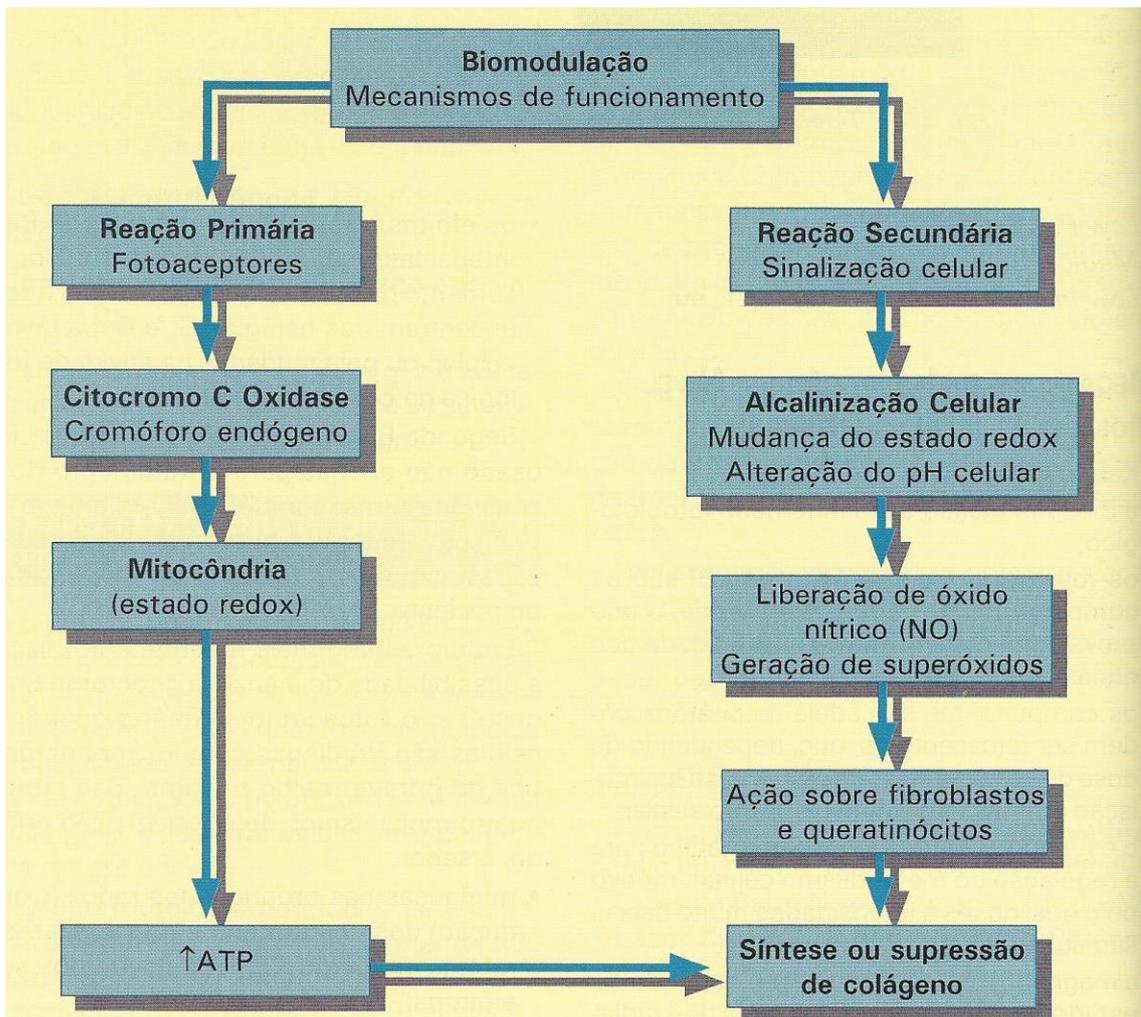


Figura 12 – Biomodulação: mecanismos de funcionamento.
 Fonte: Chavantes *et al.*, 2009, p. 54.

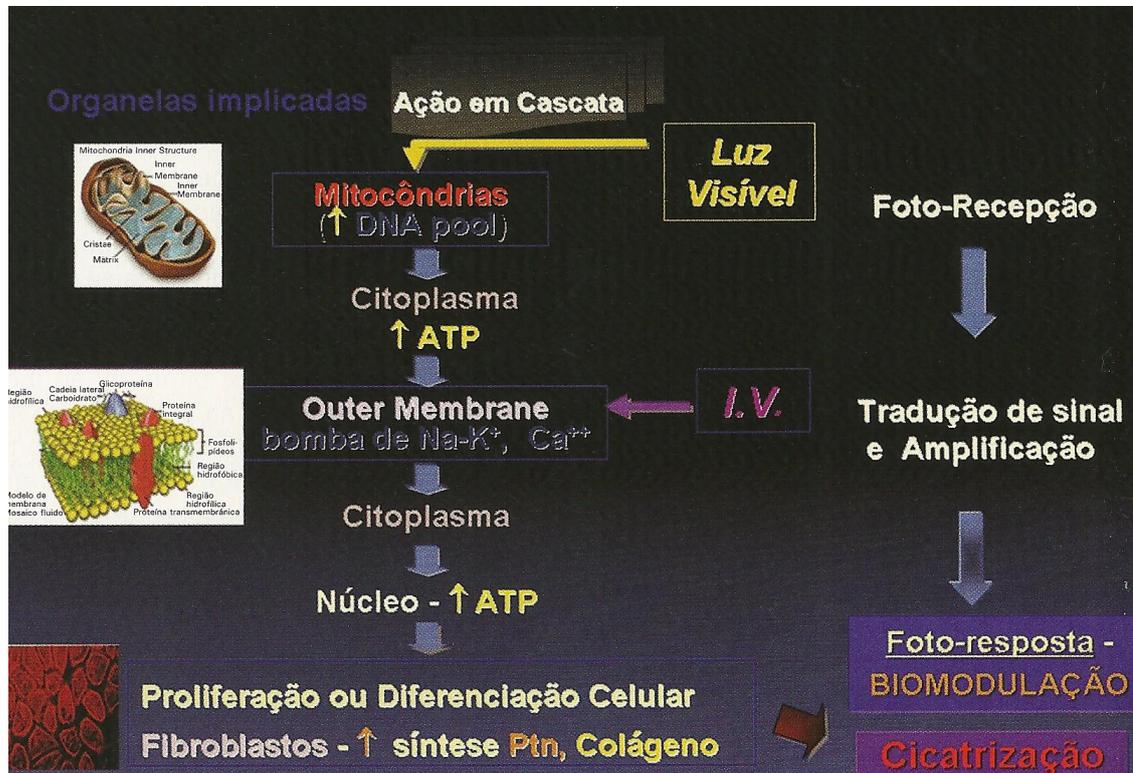


Figura 13 – Efeito fotofísicoquímico do LBI.
 Legenda: Ptn: proteína, IV: infra vermelho.
 Fonte: Chavantes *et al.*, 2009, p. 56.

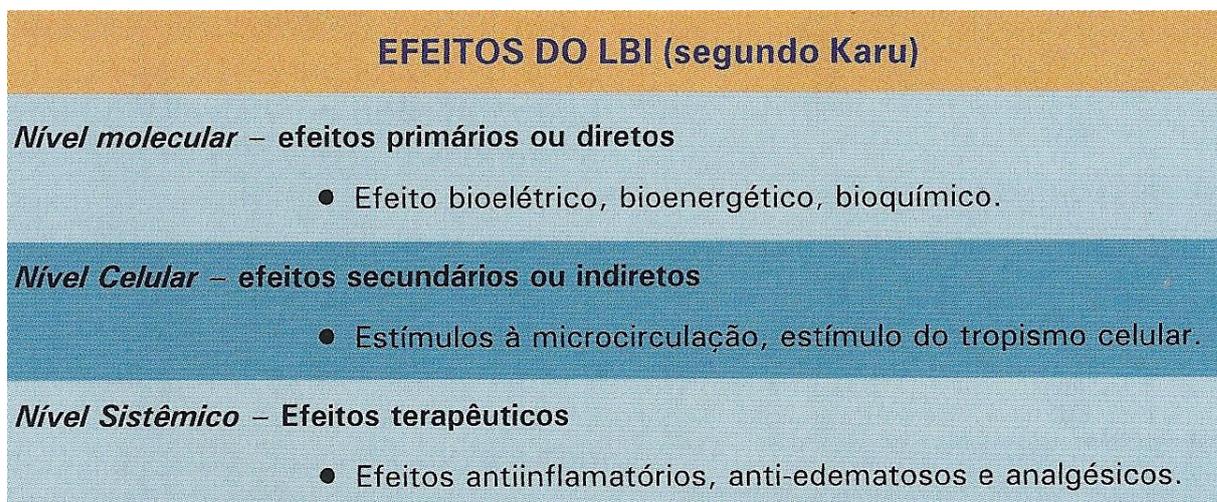


Figura 14 – Efeitos do LBI (segundo Karu).
 Fonte: Chavantes *et al.*, 2009, p. 56.

Veçoso (1993) abordou alguns aspectos teóricos que deveriam ser compreendidos para um melhor entendimento da utilização do laser:

- Potência: medida em W (“watts”) e indica a quantidade de energia aportada por unidade de tempo.

$$\text{Potência (W)} = \text{Energia (J)} / \text{Tempo (s)}$$

- Densidade de energia: quantidade de energia aplicada em determinada área.

$$\text{Densidade de energia (J/ cm}^2\text{)} = [\text{P (W)} \times \text{T (s)}] / \text{A (cm}^2\text{)}$$

- Energia: expressa em Joules (J) e significa a quantidade de laser será entregue ao tecido.

$$\text{Energia (J)} = \text{Potência (W)} \times \text{Tempo (s)}$$

Para se calcular a Energia (J) a partir da densidade de energia (J/ cm²), deve-se dividir a densidade de energia (J/ cm²) pela área da ponta ativa “spot size” da caneta que aplica o laser. Para a Energia total (Et), multiplica-se a Energia (J) pelo número de pontos irradiados.

- Densidade de potência: expressa em (W/ cm²) e demonstra a potência dissipada em certa área do tecido.

$$\text{DP} = \text{P(W)} / \text{A (cm}^2\text{)}$$

3.1.2 Cuidados a serem observados quando da utilização do Laser:

A partir dos anos 80 foram estabelecidas algumas normas de segurança para a utilização dos aparelhos a laser (GENOVESE 2000). De acordo com as normas éticas, o profissional não deve garantir resultados favoráveis aos indivíduos; deve-se ter cuidado com os efeitos secundários, principalmente nos olhos e pele (BRUGNERA JUNIOR *et al.* 1991).

Em relação às normas de segurança, os aparelhos de laser são classificados quanto ao espectro eletromagnético e seus riscos em provocar lesões oculares: luz visível (pode provocar lesões na retina), infravermelho (pode provocar lesões na córnea e cristalino (MELLO e MELLO, 2001). Portanto, torna-se

indispensável a utilização de óculos de proteção pelo profissional, auxiliar e paciente sendo que para cada comprimento de onda existe um tipo de óculos de proteção específico, (BRUGNERA JUNIOR, *et al.* 1991).

Um outro cuidado que se deve tomar quando se utiliza o laser é nunca permitir a entrada de qualquer pessoa no ambiente com o aparelho ligado e em funcionamento, pois o operador pode desviar sua atenção e provocar um acidente; assim, as portas de acesso aos ambientes com laser devem constar sempre avisos sobre o comprimento de onda que está sendo utilizado e a sala deve conter uma chave geral para bloqueio de corrente elétrica caso a porta seja aberta inadvertidamente (BRUGNERA JUNIOR *et al.* 2003 e MELLO e MELLO , 2001).

Na sala deve-se evitar a presença de qualquer tipo de material refletor, como instrumentais (deve-se utilizar instrumentais plásticos, e não metálicos), anéis, relógios e outros (GENOVESE, 2000).

Deve-se questionar ao paciente se ele faz uso de substâncias químicas fotossensíveis, como o ácido retinóico, tetraciclina, gliseofulvinas, sulfaminas e as furocumarinas, que poderão induzir reações de fotossensibilização na pele, manifestadas por meio de manchas cutâneas nas áreas irradiadas, e tendem a desaparecer após a interrupção do tratamento (BRUGNERA *et al.* 1991, GENOVESE 2000 e MELLO *et al.* 2001).

Existem algumas restrições para os lasers de baixa intensidade, como nos casos de portadores de marca-passo, epiléticos, em irradiações diretas em glândulas endócrinas e globo ocular, e em pacientes com neoplasias (BASSANI e BASTOS , 1992).

3.2 O laser de baixa intensidade na movimentação ortodôntica

Kawasaki & Shimizu (2000) estudaram a influência do LBI na remodelação óssea durante a movimentação dentária. Foram estudados 48 ratos Wistar machos, com 6 semanas de idade, 180 g, divididos em dois grupos, sendo 24 para análise histomorfométrica e 24 para exame histoquímico. Foram realizadas

movimentações mesial dos primeiros molares superiores esquerdos, com mola fechada liberando força de 10 g apoiada nos incisivos (Fig. 15), durante 13 dias. Para quantificar a movimentação dentária, modelos de gesso foram confeccionados antes do início da movimentação e nos dias 1, 2, 4 e 12, sendo esta quantificação determinada pela diferença da distância entre as cúspides mesiovestibulares dos primeiros e segundos molares superiores esquerdos. Foram feitas aplicações de laser nas porções mesial, vestibular e lingual dos molares que foram movimentados durante 13 dias (do dia 0 ao dia 12). Utilizou-se o Laser de Baixa Intensidade de Arseneto de Gálio e Alumínio (AsGaAl), com comprimento de onda de 830nm e potência de 100 mW, durante 3 minutos por ponto, totalizando 9 minutos e uma densidade de potência de 35,3 W/cm², no modo contínuo e aplicação de contato direto, resultando em uma energia total de 54 J por dente, sendo 18 J por ponto (3 pontos). Para avaliação histomorfométrica, os ratos foram subdivididos em dois grupos com 12 ratos cada, sendo que um grupo recebeu aplicação de LBI e o outro não. Todos os ratos receberam injeção subcutânea de calceína na dosagem de 8mg/Kg, nos dias 0, 4, 8 e 12 para evidenciar a neoformação óssea e foram sacrificados no dia 13. Para avaliação histoquímica, os 24 ratos foram divididos em 6 grupos de 4 ratos cada, sendo que 3 grupos foram irradiados (dias 0 e 1; dias 0 a 2; dias 0 a 4) e 3 grupos não foram irradiados (dias 0 e 1; dias 0 a 2; dias 0 a 4). Foi avaliada a quantidade de osteoclastos na superfície do osso alveolar na área de pressão e a proliferação celular no lado de tensão (Fig.16). Os autores concluíram que a aplicação do laser de AsGaAl estimula claramente a movimentação dentária, aumentando sua aceleração (Fig.17). Eles associaram a isto o aumento do número de osteoclastos no lado de pressão no grupo irradiado, visto que a reabsorção é o primeiro passo para a remodelação óssea (Fig. 18). Além disto, no lado de tensão do grupo irradiado, verificou-se uma aceleração na mineralização óssea quando comparado ao grupo não irradiado (Fig 19). Sendo a maior taxa de movimentação nos dias: 2, 4 e 12 respectivamente.

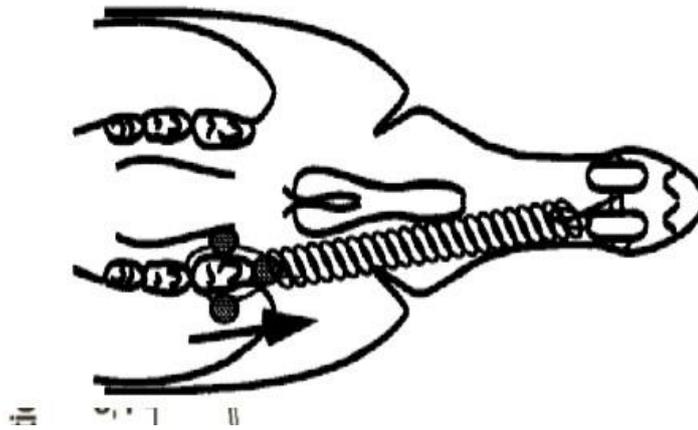


Figura 15 – Mola fechada de 10 g para mesialização do 1º molar.
 Fonte: Kawasaki & Shimizu, 2000, p. 283.

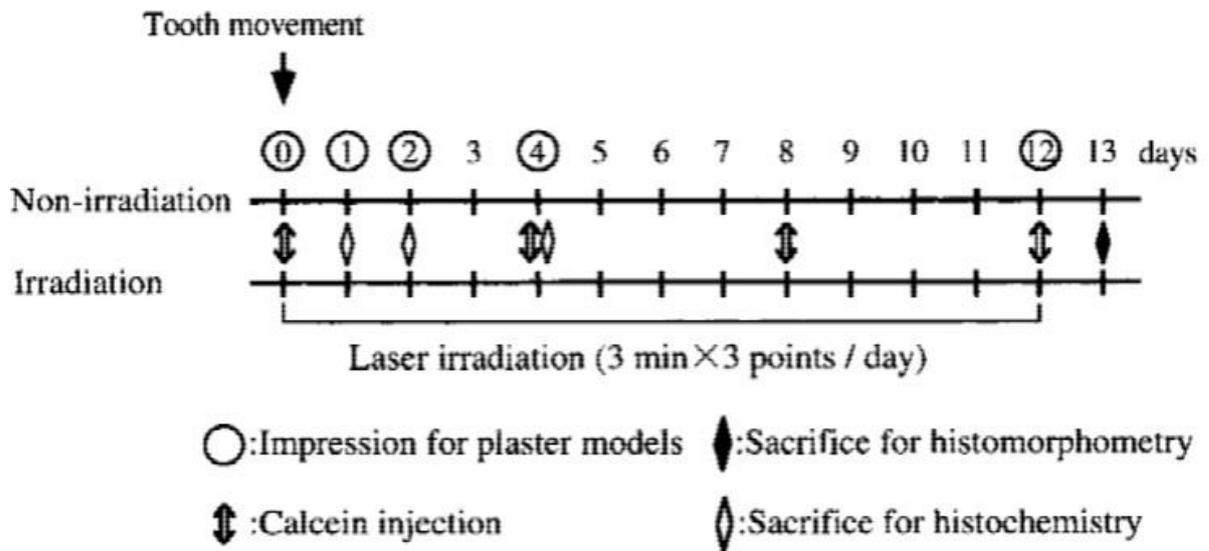


Figura 16: Esquema resumido do método do trabalho
 Fonte. Kawasaki & Shimizu, 2000, p. 284.

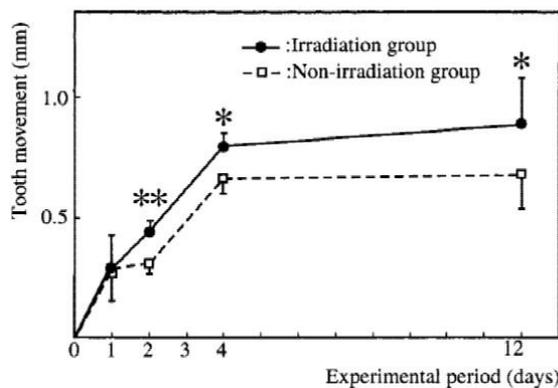


Figura 17 – Gráfico do movimento dentário
 Fonte: Kawasaki & Shimizu, 2000, p. 286.

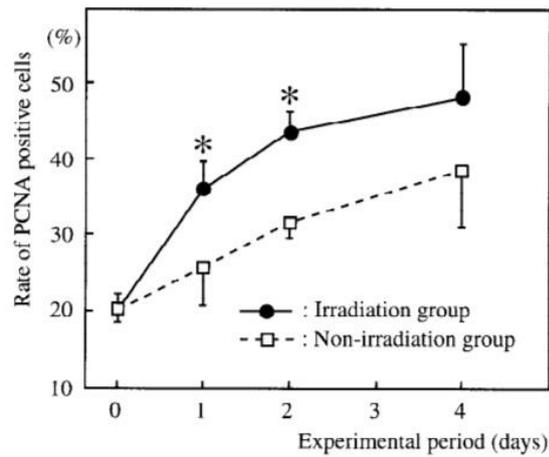


Figura 18 – Gráfico do aumento de células PCNA.
Fonte: Kawasaki & Shimizu, 2000. p. 289.

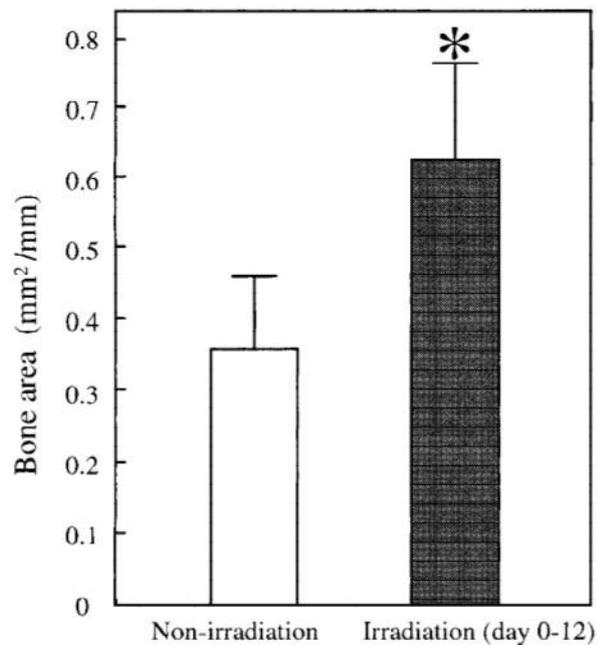


Figura 19 - Gráfico da neoformação óssea.
Fonte: Kawasaki & Shimizu, 2000, p. 287.

Cruz et al. (2004) avaliaram a capacidade do LBI em aumentar a velocidade de movimentação de caninos superiores submetidos à retração. A amostra constava de 11 indivíduos (8 do gênero masculino e 3 do gênero feminino) com idade entre 12 e 18 anos que apresentaram a necessidade clínica de extração de primeiros pré-molares superiores por motivo de apinhamento ou protrusão, comprovada pela documentação ortodôntica, tendo sido orientados a não utilizarem

qualquer tipo de medicamento durante os dois meses da pesquisa. Foi feito o alinhamento e nivelamento dos dentes após extração dos primeiros pré-molares superiores até o arco 0,017" x 0,025" (aço inoxidável) e, para ancoragem, foi confeccionado um botão de Nance modificado nos segundos pré-molares superiores, além de barra transpalatina nos primeiros molares. A retração dos caninos foram feitas com mola de Níquel Titânio apoiada nos primeiros molares superiores, liberando uma força constante de 150 g. Foram feitas duas ativações, com intervalo de 30 dias entre elas. Para avaliar a quantidade de movimentação, foram medidas as distâncias entre a aleta distal dos braquetes dos caninos e a superfície mesial dos tubos dos molares com um paquímetro digital. A aplicação de LBI ocorreu em apenas uma das hemiarcadas, sendo a outra considerada controle. Utilizou-se o laser de AsGaAl modo contínuo, contato direto no canino, com comprimento de onda de 780 nm, potência de 20 mW, densidade de energia de 5 J/cm² por 10 segundos em cada ponto ou 0,2 J. Foram aplicados 5 pontos por vestibular e 5 pontos por palatino nas raízes dos caninos, sendo: mesial e distal do terço cervical, centro do terço médio e mesial e distal do terço apical. Esta aplicação foi realizada nos dias 0, 3, 7 e 14, totalizando quatro aplicações mensais, por 2 meses. Os autores observaram que o lado que recebeu aplicação do LBI obteve um aumento estatisticamente significativo na aceleração de movimentação dos caninos, podendo ser eficaz na diminuição do tempo de tratamento ortodôntico (Fig. 20 e 21).

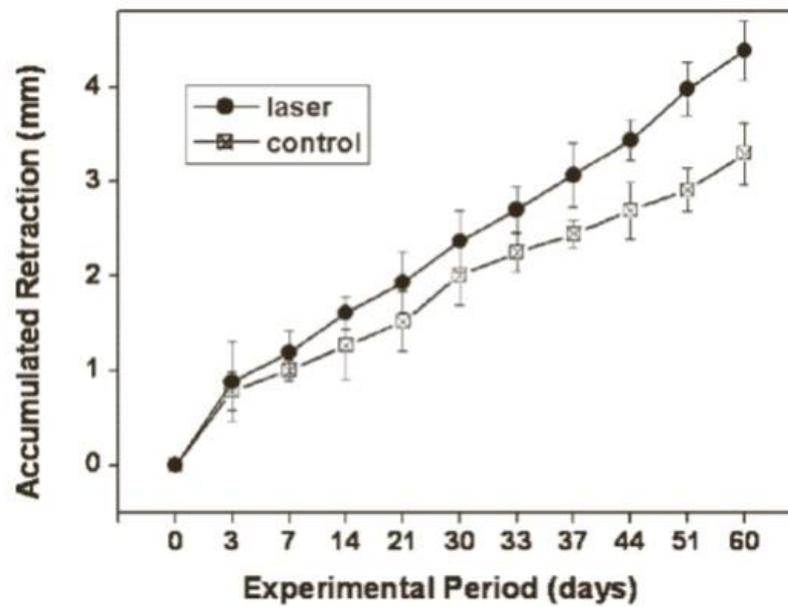


Figura 20 – Quantidade de retração dos 2 grupos.
Fonte: Cruz et al., 2004. p.119.

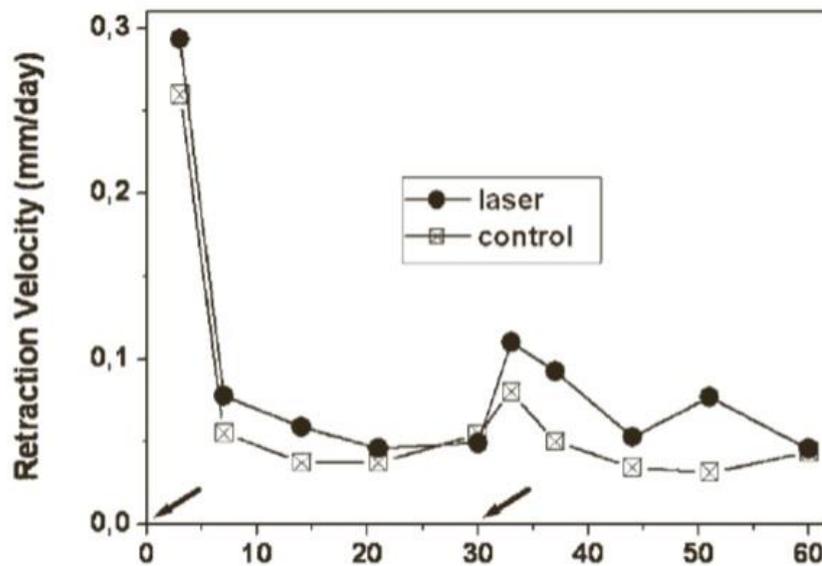


Figura 21 - Velocidade de retração dos 2 grupos.
Fonte: Cruz et al., 2004, p. 119.

Aihara et al. (2006) estudaram a capacidade (estudo *invicto*) do LBI em estimular a formação de células precursoras de osteoclastos de ratos. Foram utilizados laser de AsGaAl com comprimento de onda de 810 nm, potência de 50 mW, irradiado pelo tempo de 1, 3, 6 e 10 minutos por dia durante oito dias, correspondendo à densidade de energia respectivamente de 9,33; 27,99; 55,98 e

93.30 J/cm², sendo (3 J, 9 J, 18 J, 30 J respectivamente TRAP-RANK) irradiado diretamente sobre as culturas celulares. Foram verificados aumento estatisticamente significativo na expressão de fosfatase ácida tartarato resistente (precursor de osteoclastos) nos grupos irradiados durante 1, 3 e 6 minutos ao dia, em comparação com o grupo controle. Foram avaliados também os efeitos do laser na expressão do ativador de receptor RANK por meio de análise imunohistoquímica, demonstrando eficácia nos dias 2, 3, 4, 6 e 8. Os autores concluíram que a aplicação do LBI por 1, 3 e 6 minutos ao dia estimulou a formação de osteoclastos *in vitro*, além de antecipar a formação de precursores de osteoclastos, sugerindo a eficácia do Laser de Baixa Intensidade.

Goulart et al. (2006) estudaram a influência do LBI na movimentação dentária num estudo experimental em cães (machos e fêmeas). Foram adaptadas molas fechadas de 85 g nos segundos pré-molares e primeiros molares de dezoito animais, que foram divididos em dois grupos, segundo a dosimetria do LBI aplicado. No grupo I, utilizou-se laser de AsGaAl, comprimento de onda 780 nm, potência de 70 mW e densidade de energia de 5,25 J/cm² (0,21 J) por três segundos no terço médio da raiz distal do segundo pré-molar. No grupo II, o comprimento de onda utilizado foi 660 nm (vermelho), modificando a dosagem para 35 J/cm² (1,4 J). A aplicação do LBI ocorreu a cada sete dias, sendo repetida em 9 sessões. Os cães foram reavaliados com 21, 42 e 63 dias, quando as molas eram reativadas. Como resultado, verificou-se que o grupo I apresentou um aumento da velocidade da movimentação dentária até o dia 21, já o grupo II apresentou uma diminuição significativa da velocidade da movimentação ortodôntica até o dia 42. Os autores concluíram que a dosimetria de 0,21 J aumentou a aceleração da movimentação ortodôntica em relação ao grupo controle, enquanto a dosimetria de 1,4 J retardou a movimento.

Limpanichkul et al. (2006) relataram a capacidade do LBI em aumentar a velocidade de movimentação de caninos em retração. Foram avaliados 12 adultos jovens que apresentaram necessidade de remoção dos primeiros pré-molares superiores. Após alinhamento e nivelamento dos arcos, os caninos foram submetidos à retração com mola liberando 150 g de força e ativadas durante três meses subsequentes. A retração dos caninos só se iniciou decorridos três meses da extração dos primeiros pré-molares. Aleatoriamente, foram escolhidos um lado que

receberia aplicação de LBI, e o outro que seria feita uma aplicação placebo. Foi utilizado o laser de AsGaAl modo contínuo, contato direto no canino, com comprimento de onda de 860 nm, potência de 100 mW, área do espectro 0,09 cm² (1,11 W/cm²), dose de energia de 2,3 J/ponto e densidade de energia 25 J/cm²/local (18,4 J por sessão). Foram aplicados três pontos por vestibular e três pontos por palatino, sendo um na margem gengival, outro no terço médio da raiz e o terceiro no ápice radicular, além de dois pontos por distal dos caninos (na região oclusal), sendo um por vestibular e outro por lingual (total 8 pontos). A aplicação do LBI ocorreu imediatamente após a adaptação das molas para retração e os indivíduos foram orientados a voltar durante dois dias seguintes à ativação, para promover uma reaplicação. Para quantificar a movimentação dos caninos, foram feitos modelos de estudo mensalmente. Os autores concluíram que a aplicação do LBI não contribuiu para aumentar nem diminuir a taxa de movimentação dos caninos, e associaram a isto a densidade de energia utilizada (18,4 J).

Seifi et al. (2007) observaram os efeitos de diferentes comprimentos de onda do LBI na movimentação dentária em coelhos. Dezoito animais foram divididos em três grupos, sendo: grupo controle; grupo I - aplicação de laser com comprimento de onda de 850 nm (infravermelho); e grupo II - aplicação de laser com comprimento de onda de 630 nm (vermelho). Para a movimentação dentária foram adaptadas molas fechadas de Níquel Titânio entre os primeiros e segundos molares, liberando força de 100 a 120 g. O grupo controle não recebeu irradiação, enquanto os grupos experimentais receberam aplicação de laser por 9 dias na mucosa lingual dos primeiros molares. O grupo I (850 nm) apresentou potência de 5 mW e aplicação do laser de forma pulsátil por 3 minutos, resultando uma energia total de 8,1J. Já o grupo II (630 nm) apresentou potência de 10 mW e aplicação contínua do laser por 5 minutos, resultando em uma energia total de 27 J. Após 16 dias foi mensurada a distância entre a face distal do primeiro molar e a mesial do segundo molar. A quantidade de movimentação foi calculada em médias, e mostrou que o grupo controle movimentou 1,7 mm, o grupo com aplicação de LBI infravermelho 0,69 mm e o grupo com aplicação de LBI vermelho 0,86 mm. Os autores concluíram que a aplicação de laser diminuiu a quantidade de movimentação dentária de forma significativa em comparação com o grupo controle fato dado à dosimetria aplicada, visto que a dosagem recomendada para humanos pode ser alta para a aplicação em

coelhos.

Fujita et al. (2008) avaliaram a influência do LBI na expressão do ativador de receptor do fator nuclear- κ B (RANK)/ RANK ligado (RANKL)/ osteoprotegerina (OPG), sistema essencial e suficiente para a osteoclastogênese. Foram utilizados 75 ratos Wistar machos com 6 semanas de idade, 180 g, que tiveram os primeiros molares mesializados por meio de molas que liberavam forças de 10 g, apoiada nos incisivos. Os ratos foram divididos em três grupos com 25 animais cada, sendo que um grupo teve aplicação de LBI de modo contínuo e contato direto (AsGaAl, com comprimento de onda de 810 nm na potência de 100 mW, aplicado em contato com as regiões gengival mesial, vestibular e lingual dos primeiros molares, 3 minutos por ponto do dia 0 ao dia 7, totalizando 54 J os 3 pontos por sessão totalizando 8 dias de irradiação); o segundo grupo aplicou-se luz emissora de diodo – LED (comprimento de onda de 850 nm e 75 mW de potência, sendo 4 minutos por ponto para promover os mesmos 54 J os 3 pontos por sessão do grupo irradiado com laser, totalizando 8 dias de irradiação); o terceiro grupo não foi irradiado. Foram feitas moldagens com silicone para avaliar a quantidade de movimentação dos molares nos dias 0, 1, 2, 3, 4 e 7. Cada grupo teve ainda os animais divididos em 5 subgrupos com 5 ratos em cada sendo sacrificados nos dias 1, 2, 3, 4 e 7. Os autores perceberam que a quantidade de movimentação foi significativamente maior no dia 3 do grupo irradiado com laser em relação aos outros grupos. A quantidade de osteoclastos na superfície óssea do lado de pressão também foi superior neste grupo, assim como a expressão de RANK nestas células nos dias 2, 3, 4 e 7, mostrando uma quantidade de células com RANK superior no grupo que recebeu irradiação a laser em comparação com grupo controle e o grupo que recebeu LED. Os autores concluíram que a atividade do sistema RANK/RANKL facilitou a diferenciação dos osteoclastos e acelerou a reabsorção óssea quando aplicado Laser de Baixa Intensidade. Além disso, os autores afirmaram que mais estudos devem ser realizados para confirmar este aparente fenômeno.

Youssef et al. (2008) estudaram a capacidade do LBI em aumentar a velocidade de movimentação dentária ortodôntica. Quinze pacientes com idade entre 14 e 23 anos que necessitaram remover os primeiros pré-molares por motivo de apinhamento ou biprotrusão foram selecionados. Os indivíduos foram submetidos à retração inicial dos caninos, 14 dias após as extrações dentárias serem realizadas.

Foram utilizadas molas que liberaram força de 150 g, sendo reativadas a cada 21 dias. A aplicação do laser ocorreu apenas do lado direito dos indivíduos tanto na arcada superior como na inferior, onde realizou-se uma aplicação simulada do lado esquerdo. Foi utilizado o laser de AsGaAl, com comprimento de onda de 809nm e potência de 100 mW. A aplicação ocorreu nos terços cervical (10 segundos), médio (20 segundos) e apical (10 segundos) das raízes dos caninos tanto por vestibular como por lingual, liberando uma energia total de 8 J. Este protocolo repetiu-se no dia da ativação da mola, 3, 7 e 14 dias após. A quantidade de movimentação foram analisada mensurando-se a distância entre a cúspide dos caninos e a cúspide mesial dos molares, em modelos de gesso. Os caninos irradiados tiveram uma velocidade de movimentação estatisticamente maior que os caninos não irradiados, não havendo diferença entre os superiores e inferiores do mesmo lado. Os autores concluíram que o LBI de AsGaAl foi efetivo na aceleração da movimentação ortodôntica.

Yoshida et al. (2009) relataram a capacidade do LBI em acelerar a movimentação ortodôntica por meio da remodelação do osso alveolar, analisando a densidade mineral óssea e exames histopatológicos. A amostra constou de 60 ratos Wistar machos, com 180 g, com idade aproximada de 6 semanas, divididos em dois grupos com 30 animais cada, sendo um grupo irradiado e outro não irradiado. Os primeiros molares direitos dos animais foram mesializados com molas liberando 10 g e apoiadas nos incisivos superiores. No grupo experimental foi aplicado laser de modo contínuo e de contato direto de AsGaAl com comprimento de onda de 810 nm e potência de 100 mW nas porções mesial, distal, vestibular e lingual dos molares por 2 minutos e quinze segundos em cada ponto totalizando 54 J (13,5 J por ponto), uma vez ao dia nos dias 0 a 6, 13 e 20 (total de nove dias), sendo o outro grupo considerado controle. Os molares do grupo irradiado apresentaram uma movimentação estatisticamente maior que o grupo controle, além de ter sido observada uma quantidade maior de osteoclastos naquele grupo. Além disto, a formação do trabeculado ósseo no lado de tensão se mostrou maior no grupo que recebeu aplicação de laser em comparação com o controle. Os autores concluíram que o LBI na dosimetria utilizada foi eficaz no aumento da aceleração da movimentação por meio da estimulação da remodelação óssea alveolar em ratos.



Figura 22– A. Aparelho ortodôntico e mola para mesialização do 2° pré molar e corticotomia. B. Aplicação de LBI.
 Fonte: Kim et al., 2009,. p. 525.

Kim et al. (2009) estudaram os efeitos do LBI na remodelação óssea e na movimentação ortodôntica. A amostra foi constituída por 12 cães beagles, sendo divididos em 4 grupos. O grupo A onde tratou-se ortodonticamente os cães, Grupo B tratou se com ortodontia e corticotomia, grupo C ortodontia e LBI & grupo D com ortodontia, corticotomia e LBI (Fig 22). Extraíu se os 1°pré molares superiores de ambos os lados 4 semanas antes do início do experimento. Colou se botões por vestibular nos caninos e 2°pré molares e observou se a mesialização do 2°pré molar superior em direção ao canino utilizando molas de NiTi com 150 g de força por 8 semanas. A corticotomia foi realizada com lâminas, cinzéis e martelos cirúrgicos em volta dos 2°pré molares com a mínima espessura e utilizou se gentamicina injetável. O laser utilizado foi AsGaAl, com 808 nm, modo pulsado, com potência máxima de 763mW porém utilizado 3 mm de distância do 2°pré molar superior. Sendo o spot 1,75 mm (área de 0,024 cm²) e a densidade de energia entregue por ponto de 4,63 J/cm², aplicado nos terços cervicais e apicais das faces vestibular, palatina, mesial e distal (total 8 aplicações, repetindo se a cada 3 dias até completar 8 semanas- valores dados 75 mJ por pulso, 41.7 J/cm² por ponto 333. J/cm² por sessão, (sendo aplicado 1 J por ponto ou seja 8 J por aplicação em cada dente). A mensuração foi realizadas por calibradores precisos no modelo de gesso realizadas toda semana até a oitava semana. Mediu-se a distância cérvico distal do 2°pré molar até a face cérvico distal do 1°molar. Os autores verificaram que o grupo que mais se movimentou foi o grupo C (orto e LBI) (Fig. 23, 24 e 25) sem significância estatística comparada com o grupo de corticotomia e observou aumento nos números de células e pcna (*proliferating cell nuclear antigen*) liberada por osteoblastose TRAP (fosfatase ácida tartarato resistente), liberadas por osteoclastos indicativos da

osteoclastogênese e neoformação óssea (Fig. 26 e 27).

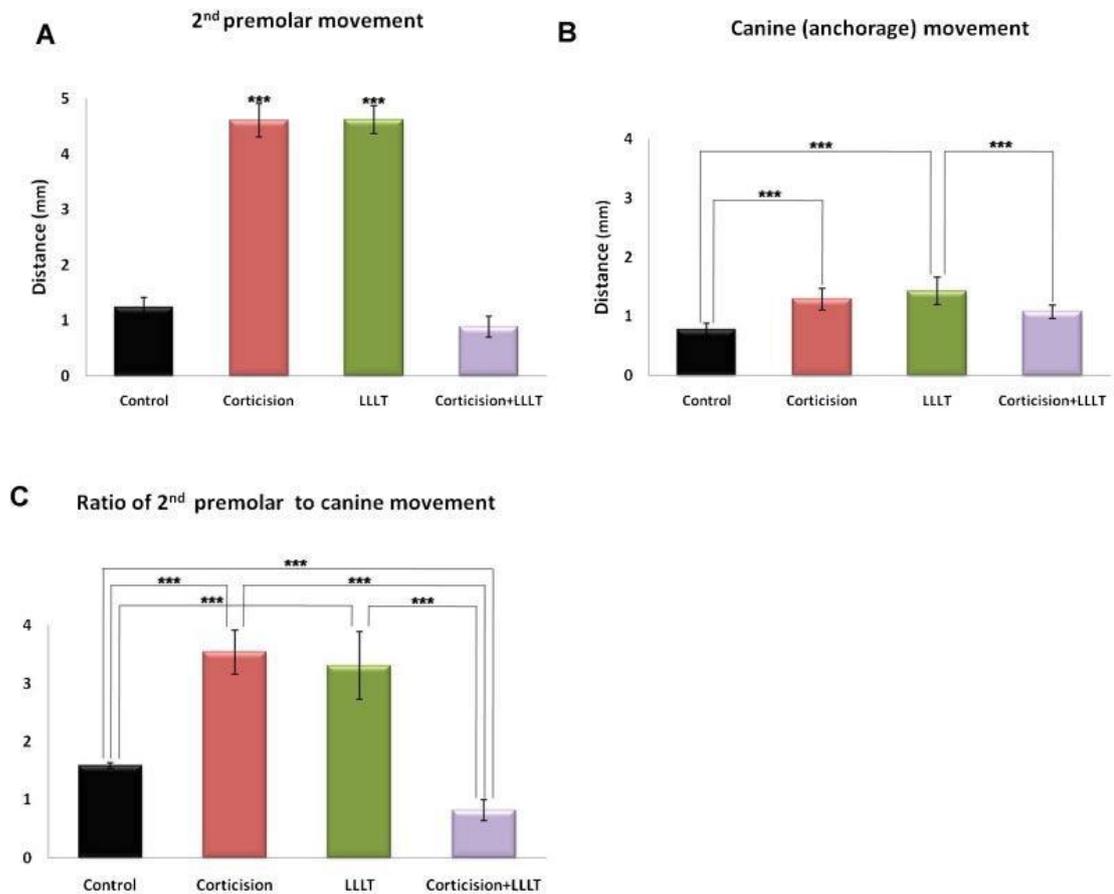


Figura 23 – Gráfico A: mesialização do 2^o pré molar; Gráfico B: perda de ancoragem do canino; Gráfico C: taxa de movimentação do 2^o pré molar.
Fonte: Kim et al., 2009, p. 528.

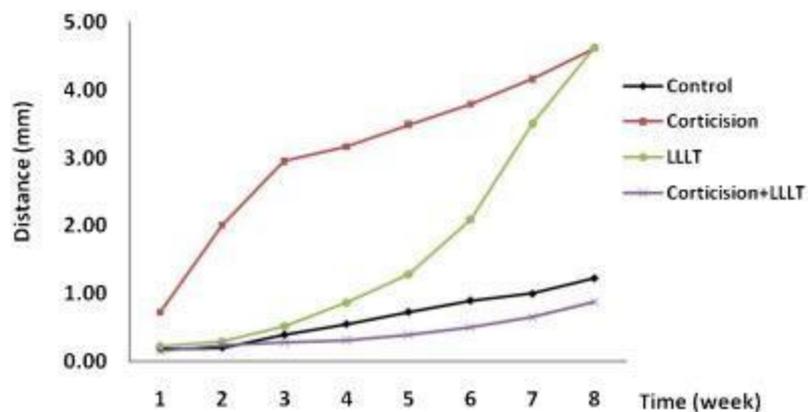


Figura 24 – Gráfico da distância de mesialização dos 2^o pré molares nos grupos.
Fonte: Kim et al., 2009, p. 529.

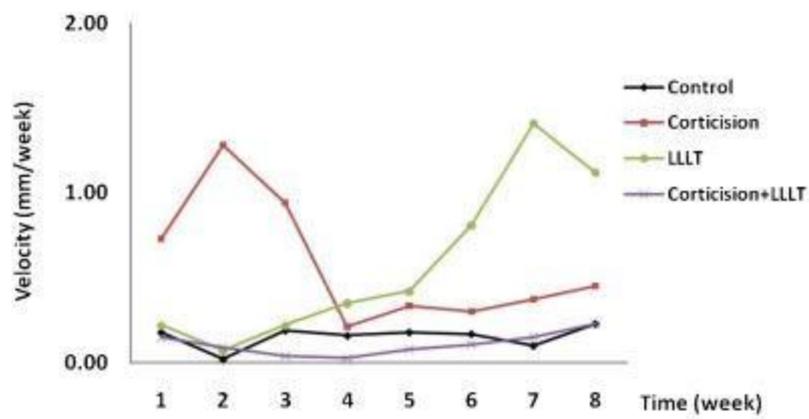


Figura 25 – Gráfico da velocidade dos grupos.
Fonte: Kim et al., 2009, p. 529.

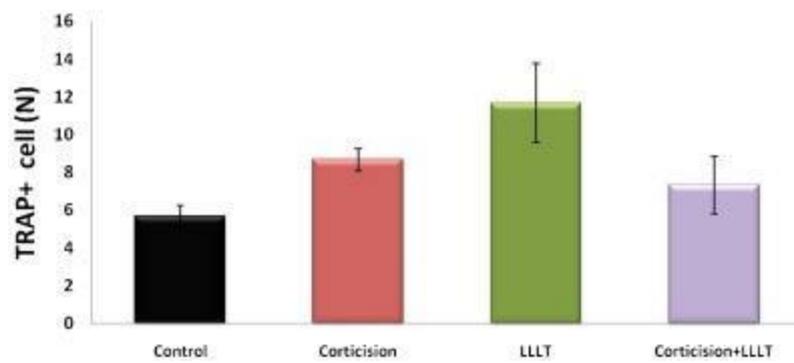


Figura 26 – Avaliação histológica quantitativa da TRAP.
Fonte: Kim et al., 2009, p. 529.

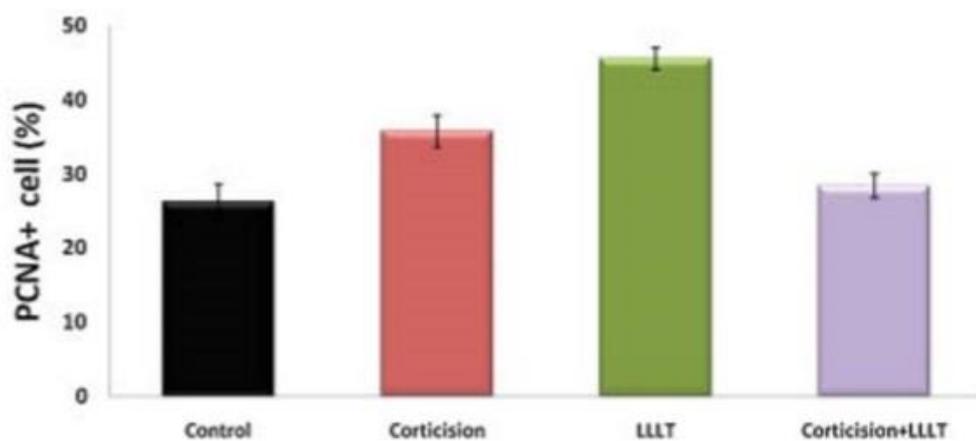


Figura 27- Avaliação histológica do PCNA nos grupos.
Fonte: Kim et al., 2009, p. 530.

Abi-Ramia et al. (2010) abordaram os efeitos da aplicação do LBI em polpas de dentes de ratos durante aplicação de força ortodôntica. Foram utilizados 45 ratos Wistar jovens, com peso aproximado de 300 g, e divididos em três grupos: Grupo I (20 animais) –utilizou-se para a mesialização do primeiro molar superior direito mola fechada de Níquel Titânio de 40 g, apoiada no incisivo superior direito (Fig. 28); Grupo II (20 animais) - foi utilizada a mesma ativação do grupo I, associado à aplicação de laser de AsGaAl modo contínuo e contato direto no molar, com comprimento de onda de 830 nm, potência de 100 mW e densidade de energia de 18 J por ponto e 54 J por sessão, com 4 segundos de aplicação por vestibular, palatino e mesial; Grupo III (5 animais) - controle. Os grupos I e II foram divididos em 4 subgrupos de acordo com a época de eutanásia dos ratos (12 horas, 24 horas, 3 dias e 7 dias). Os animais do grupo controle foram sacrificados no início do experimento para comparação das estruturas pulpareas com os outros grupos. No grupo I, foram verificadas alterações condizentes com o processo inflamatório, como grande quantidade de células sanguíneas, eritrócitos e leucócitos no interior dos vasos principalmente nos primeiros períodos. Células de defesa como neutrófilos, eosinófilos e monócitos também foram identificadas próximas à camada odontoblástica. No grupo II, houve significantes alterações dos componentes das estruturas pulpareas, induzidas pela aplicação do laser. Verificou-se, como principal diferença entre o grupo irradiado e o não irradiado, aumento da concentração de vasos sanguíneos com maior calibre e contendo uma vasta quantidade de células sanguíneas, porém sem evidência de grandes áreas hemorrágicas. Decorridos três dias, foi constatada uma diminuição das células no interior dos vasos em comparação com os períodos iniciais. Após sete dias, os autores verificaram características de normalidade em ambos os grupos tratados, com as quatro camadas evidentes e a mesma observada no grupo controle. Concluiu-se que a aplicação de LBI durante a movimentação ortodôntica aumentou a vascularização pulpar, acelerando seu processo de reparo, sendo a aplicação de laser benéfica à movimentação ortodôntica.



Figura 28 – Fotografia oclusal do aparelho ortodôntico
Fonte: Abi Ramia et al., 2010 p. 117.

Kim et al. (2010 a) estudaram a utilização do LBI na quantidade de recidiva de incisivos inferiores rotacionados em estudo em cães. Foram avaliados 18 incisivos inferiores de nove cães, divididos em três grupos, sendo: grupo A (controle) – apenas utilização de força ortodôntica; grupo B – fibrotomia circunferencial com laser de alta potência (1,2 W) de AsGaAl, comprimento de onda de 808 nm com diâmetro da fibra de 0,4 mm seguido de força ortodôntica; grupo C – aplicação de laser de alta potência (763 mW) porém com uso desfocado (o spot encontrou-se 2 a 3 mm de distância da gengiva), e por isto seus efeitos eram os mesmos do LBI (comprimento de onda de 763 nm e densidade de energia de 4,63 a 6,47 J/cm²), seguido de força ortodôntica. A aplicação de força ortodôntica ocorreu por quatro meses, onde rotacionou-se os incisivos laterais inferiores, sendo a mesma nos três grupos, por meio de elásticos causando uma força binária, liberando aproximadamente 50 gramas (Fig.29). Após esta aplicação de força, a quantidade de recidiva foi avaliada, sem que fosse utilizado quaisquer forma de contenção. O grupo A apresentou 41,29% de recidiva, sendo 14,52% o grupo B e 56,80% o grupo C. Os autores concluíram que a fibrotomia circunferencial com laser foram eficientes para reduzir a quantidade de recidiva após rotação dentária sem causar danos às estruturas periodontais de suporte, enquanto a aplicação de LBI promoveu um aumento na taxa de recidiva dos dentes rotacionados (Fig. 30 e 31).

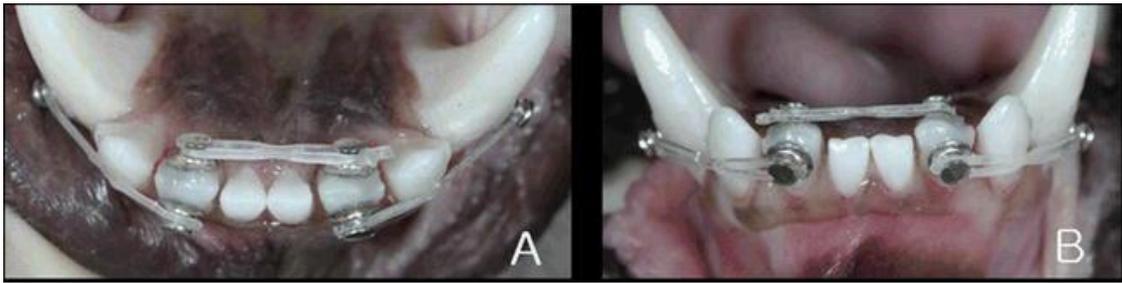


Figura 29 – Fotografia do aparelho ortodôntico.
Legenda: Grupo A controle; B Grupo B fibrotomia e LBI.
Fonte: Kim et al., 2010, p. 386.

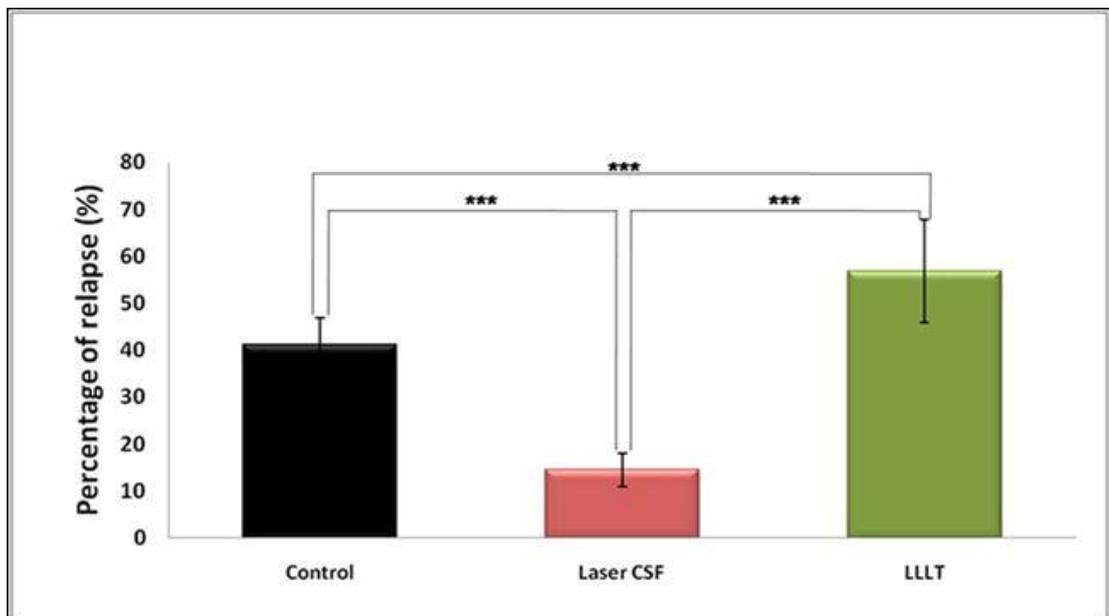


Figura 30 - Porcentagem de recidiva nos grupos
Fonte: Kim et al., 2010, p. 387.

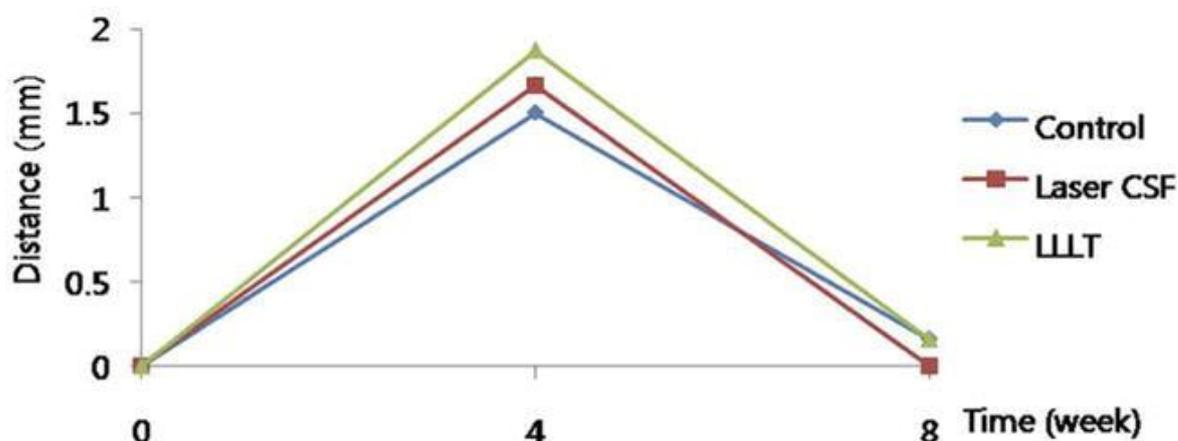


Figura 31- Gráfico da distância de rotação em milímetros entre os grupos.
 Fonte: Kim et al., 2010, p. 387.

Kim et al. (2010 b) abordaram os efeitos da irradiação a LBI no turnover de fibronectina e colágeno tipo I em tecidos periodontais em ratos durante movimentação ortodôntica. Para isto, foi realizada análise imunohistoquímica. Foram utilizados 30 ratos com 15 semanas de idade, sendo que 15 animais se submeteram à aplicação de LBI de AsGaAl modo contínuo e contato direto, com comprimento de onda 808 nm, potência de 96 mW, irradiado por vestibular e lingual dos incisivos superiores, durante 10 segundos e densidade de energia de 0,83 J/cm² 0,96 J por ponto, sendo 2 pontos um total de 1,92 J; e 15 animais foram considerados como controle (sem aplicação do laser). A aplicação aconteceu uma vez ao dia durante sete dias. Os animais de ambos os grupos foram sacrificados nos dias 1, 3, 7, 14 e 21. Foi avaliada também a eficácia do laser em aumentar a velocidade da movimentação dentária. A análise imunohistoquímica mostrou que a taxa de expressão de fibronectina se manteve maior e mais bem distribuída no grupo experimental tanto no lado de pressão como no lado de tensão em relação ao grupo controle, assim como o colágeno tipo I, que apresentou reorganização de suas fibras antecipadamente no grupo irradiado. Em relação à quantidade de movimentação dentária, os autores não observaram diferenças entre os grupos. Os autores concluíram que a aplicação de LBI na dosimetria utilizada foi capaz de estimular a

expressão de fibronectina e colágeno tipo I desde o primeiro ao último dia do experimento, facilitando o turnover dos tecidos periodontais em movimentações dentárias em ratos.

Orlando (2010) relataram a capacidade do LBI na aceleração da movimentação dentária em caninos submetidos à retração inicial de 21 indivíduos. Destes indivíduos, 16 tiveram os pré-molares superiores e inferiores extraídos e cinco se submeteram à extrações apenas dos pré-molares superiores. Os pacientes que se submeteram à extrações de quatro pré-molares receberam aplicação de laser em um canino superior e no canino inferior; já os que se submeteram às extrações de dois pré-molares, receberam irradiação em apenas um canino superior. Os caninos que não receberam aplicação de LBI foram considerados placebo. Para a retração dos caninos, utilizou-se mola fechada de Níquel Titânio liberando força de 150 g e reativada a cada 30 dias. A aplicação do LBI de AsGaAl ocorreu no momento da reativação das molas, seguindo o protocolo: comprimento de onda de 780 nm, de 40 mW, densidade de energia de 10 J/cm², durante 10 segundos por ponto, com energia total de 0,4 J por ponto. Foram utilizados dez pontos ao redor das raízes, sendo cinco por vestibular e cinco por lingual, distribuídos da seguinte forma: dois pontos nas porções mesial e distal do terço cervical, um ponto no terço médio e dois pontos nas porções mesial e distal terço apical. Verificou-se que os caninos irradiados no arco dentário inferior apresentaram um aumento na velocidade da movimentação estatisticamente significativa em relação aos caninos não irradiados, o que não ocorreu no arco superior. Além disso, a quantidade de retração dos caninos inferiores irradiados foram maiores que a perda de ancoragem em relação ao lado não irradiado. O autor concluiu que a terapia com o LBI foi eficaz na aceleração da movimentação dos caninos irradiados no arco dentário inferior.

Yamaguchi et al (2010) estudaram a capacidade do LBI em estimular a movimentação dentária em ratos por meio da expressão de matriz metaloproteinase-9 (MMP)-9, catepsina K e integrina alfa v e beta 3. Foram utilizados 50 animais submetidos à movimentação mesial dos primeiros molares superiores com molas NiTi liberando 10 g de força, apoiada nos incisivos superiores (Fig. 33). Foi utilizado o laser de AsGaAl com 100 mW, ponteira de 0,07 mm, aplicados na vestibular, palatino e mesial dos molares, com comprimento de onda de 810 nm e 54 J. Os animais foram divididos em 2 grupos e ambos os grupos foram sacrificados nos dias

1, 2, 3, 4 e 7 e o tecido periodontal encaminhado à análise histológica e imunohistoquímica. Verificou-se um maior número de lacunas de reabsorção com osteoclastos multinucleados na superfície do osso alveolar no grupo irradiado em relação ao não irradiado no dia 7. O exame imunohistoquímico mostrou que no dia 1, já havia algumas subunidades de integrina alfa v e beta 3 no grupo irradiado; no dia 2, o grupo irradiado revelou formação de MMP-9 e catepsina k, aumentando muito no dia 3, e sendo observados também no grupo não irradiado. A partir do quarto dia, ambos os grupos demonstraram grandes quantidades MMP-9, catepsina K e subunidades de alfa v e beta 3 nos osteoclastos da superfície do osso alveolar. A mesialização do molar foi mensurada com modelos scaneados e medidos com software 3D. Os autores concluíram que o LBI facilitou a velocidade de movimentação dentária em ratos por meio da expressão de MMP-9, catepsina K e subunidades de integrina alfa v e beta 3.

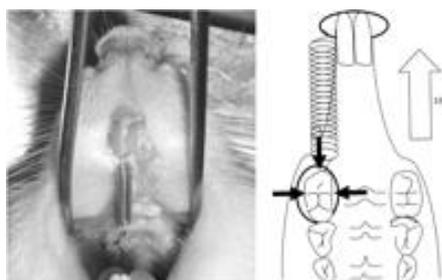


Figura 32 – Fotografia e imagem ilustrativa do aparelho ortodôntico usado com mola para mesializar o 1 molar superior. Fonte: Yamaguchi *et al*, 2010, p. 131.

Sousa et al. (2011) avaliaram a capacidade do LBI em aumentar a aceleração da movimentação ortodôntica em 26 caninos submetidos à retração inicial com molas fechadas liberando 150 g de força. Foi aplicado laser em 13 caninos, sendo que os outros 13 foram considerados placebos, recebendo uma simulação de aplicação. Utilizou-se o laser de diodo de AsGaAl de modo contínuo e contato direto com os caninos, com comprimento de onda de 780 nm, potência de 20 mW, densidade de energia de 5 J/cm², durante 10 segundos, que resultou numa energia de 0,2 J por ponto. A aplicação ocorreu em 10 pontos, sendo cinco por vestibular e cinco por lingual, distribuídos da seguinte forma: dois pontos nas porções mesial e distal do terço cervical; um ponto no terço médio e dois pontos nas porções mesial e distal do terço apical das raízes (total 2 J por sessão). Esta irradiação ocorreu no dia da ativação das molas (dia 0), três e sete dias após a

primeira aplicação e foi repetida por três meses, obtendo um total de nove aplicações. Os caninos irradiados apresentaram uma aceleração de quase o dobro maior que os caninos não irradiados. Os autores concluíram que o LBI pode contribuir aumentando a velocidade da movimentação dentária e, conseqüentemente, reduzindo do tempo de tratamento.

Doshi-Mehta & Bhad-Patil (2012) estudaram a eficácia do LBI na redução do tempo de tratamento ortodôntico, em uma investigação clínica. Utilizaram 20 indivíduos que necessitam de tratamento de extração dos 1° pré-molares (excluiu-se: indivíduos não saudáveis, com histórico de medicação de longo prazo de hormônios e anti-inflamatórios, mastigação e hábitos unilaterais, mordida cruzada esquelética, problemas periodontais e caninos com raízes dilaceradas). Utilizou barra palatina soldada. Após 21 dias com o fio de aço 0,019"x0,025", iniciou-se a retração do canino se mola de NiTi- 150 g. No grupo experimental aplicou-se LBI, com 800 nm, potência 100 mW tempo de 40 s nos caninos em um total e 2 aplicações por vestibular e 2 aplicações por palatina (total de 8 J por dente), nos dias 0, 3, 7, 14 do 1° mês e depois de 15 em 15 dias até a completa retração dos caninos. Deste grupo experimental, o movimento dentário foi medido por modelos de gesso progressivos. Após 6 meses no lado laser, tomou-se radiografias periapicais onde observou-se nenhuma anomalia radiográfica. Foram realizados 3 modelos para cada indivíduo. Os pontos de referências foram as pontas de cúspide vestibular do canino e cúspide mesial vestibular do 1°molar. Mediu se com paquímetro digital com as distâncias registradas TO (após conclusão alinhamento e nivelamento e primeiro dia do início da retração dos caninos) T1 (ao fim de 3 meses da retração de canino e T2 (final da retração e canino lado experimental). Os valores médio do MDO foram 0,65 mm por mês no lado controle e 1,46 mm por mês no lado experimental (Fig. 34 e 35). Os autores concluíram um aumento de 30% na taxa de movimentação.

	Arco superior		Arco mandibular	
	Controle	Experimental	Controle	Experimental
T0	19,81 ± 1,61	19,81 ± 1,59	21,29 ± 1,14	21,56 ± 0,94
T1	17,83 ± 1,62	15,51 ± 1,43	19,39 ± 1,47	17,04 ± 1,25
T2	15,90 ± 1,33	14,32 ± 1,26	17,52 ± 1,29	16,02 ± 1,41
Estatística F	33.03	81.26	20.86	59.08
Pvalor *	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Inferência	HS	HS	HS	HS

HS, altamente significativo, T0, início da retração dos caninos; T1, em 3 meses; T2, em 4,5 meses.

Figura 33 – Tabela mostrando retração de caninos nos grupos.
Fonte: Doshi-Mehta & Bhad-Patil, 2012, p. 291.

Valores (mm) de retração de caninos no controle e nas laterais experimentais

Variável	O grupo controle	Grupo experimental	tvalor *	Pvalor	Inferência
T0-T1	1,98 ± 0,46	2,30 ± 0,45	2,1458	0,0381	S
T0-T2	3,96 ± 0,98	5,49 ± 0,99	4,9156	0,0000	HS

HS, altamente significativo, S, significativo; T0-T1, quantidade de retração de caninos em 3 meses; T0-T2, retração de caninos em 4,5 meses.

* Emparelhado tteste aplicado.

Figura 34– Tabela de valores das retrações dos caninos em 3 e 5 meses.
Fonte: Doshi-Mehta & Bhad- Patil, 2012, p. 291.

Lages (2011) estudou 19 indivíduos adolescentes que necessitavam de extração de 1º pré molar e avaliou a quantidade de retração de caninos comparando o grupo controle com o grupo experimental. A retração foi realizada previamente ao nivelamento e alinhamento, com arco segmentado e fio 0,014 NiTi ou aço (dependendo da necessidade do canino). A mola apresentava 150 g de força liberada, sendo reativada mensalmente por 4 meses (Fig. 36). O grupo laser foi

utilizado em única aplicação mensal, com 780 nm, 40 mW, 10 Jcm² 3,33 J por ponto, aplicadas em 10 pontos nos caninos sendo um total de 33,3 J. Comparou se os modelos de gesso escaneados, onde utilizou se ponto de referência as papilas superiores e inferiores, as pontas de vestibulares das cúspides dos caninos e MV dos molares (Fig. 37 e 38). O autor concluiu que o LBI não foi eficiente na movimentação ortodôntica (Fig. 39).

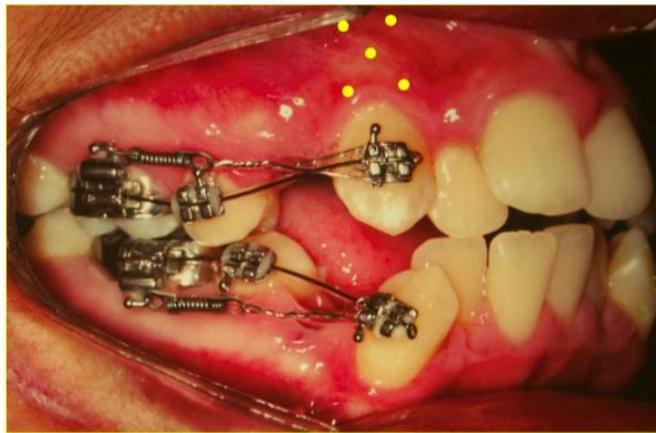


Figura 35– Fotografia dos pontos de aplicação do LBI por vestibular e aparelhagem.
Fonte: Lages, 2011, p. 56.

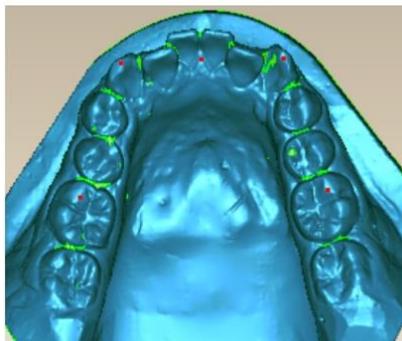


Figura 36- Movimentação inferior.
Fonte: Lages, 2011, p. 63.

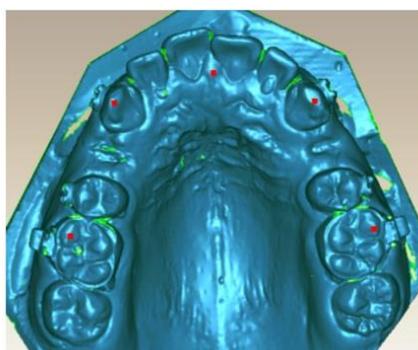


Figura 37 - Fotografia ilustrativa dos pontos de referência na mensuração da movimentação superior.

Fonte: Lages, 2011, p. 59.

	Variável	Irradiado		Não irradiado		dif.	p
		média	dp	média	dp		
Inferior	DM C-M T1-T0	-0,54	1,06	-0,53	1,60	-0,01	0,961
	DM C-M T2-T1	0,05	0,54	0,36	0,57	-0,31	0,226
	DM C-M T3-T2	0,24	0,58	0,46	0,45	-0,22	0,205
	DM C-M T4-T3	0,12	0,71	0,06	0,52	0,06	0,829
Superior	DM C-M T1-T0	-0,23	0,82	-0,29	1,01	0,06	0,834
	DM C-M T2-T1	-0,21	0,74	-0,07	0,52	-0,14	0,466
	DM C-M T3-T2	0,01	0,53	0,01	0,71	0,00	0,972
	DM C-M T4-T3	0,29	0,66	0,23	0,71	0,06	0,729

nenhuma diferença foi estatisticamente significativa

Figura 38 – Tabela de movimentação.

Legenda: DM C-M: distância modelo canino molar, T1 e T0

Fonte : Lages, 2011, p.79

Duan et al. (2012) compararam os efeitos da movimentação de molares em ratos com LBI em módulo contínuo e pulsado. Utilizaram 40 ratos com molas de 10 g e os dividiu e 5 grupos. Grupo I, 1º molar superior esquerdo irradiado com onda

contínua com diodo (830 nm, 180 mW, 3.6 J/cm²- 7,2 J por ponto e total de 21,6 J por sessão, e 0.9 W/cm² por 4 seg em 3 localizações por 3 dias consecutivos). No Grupo II (onda pulsada de 2 Hertz, 90 mW, 3,6 J/cm², 8 segundos também obtendo 7,2 por ponto e 21,6 J por sessão). Nos Grupos III e IV, os animais foram irradiados por ondas pulsadas de 4 e 8 Hz mantendo o mesmo padrão do Grupo II (mesma dose e mesma aplicação mudando apenas a frequência). Grupo V (não foi irradiado). A distância do movimento foi avaliada nos dias 3, 7, e 14 (Fig. 40). Os autores concluíram que não houve diferença significativa entre os grupos irradiados mas sim entre os grupos irradiados e não irradiado no 3° dia (Fig. 41).



Figura 39- Fotografia da aparelhagem ortodôntica e os pontos de referência.

Fonte: Duan *et al.*, 2012, p. 664.

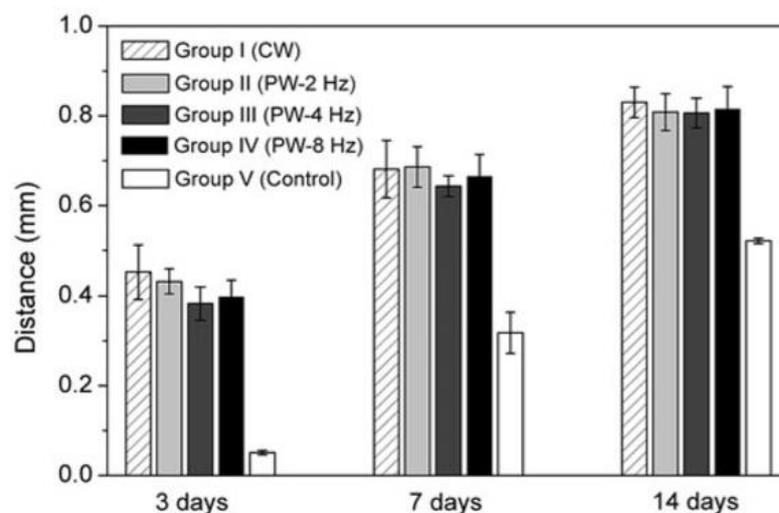


Figura 40 – Gráfico de comparação da MDO entre os grupos
 Legenda: Grupo I onda contínua, Grupo II onda pulsada 2 hz, Grupo III onda pulsada 4 hz, Grupo IV onda pulsada 8 hz, Grupo V sem laser.

Fonte: Duan *et al.*, 2012, p. 665.

Altan et al. (2012) avaliaram os efeitos do LBI nas atividades de proliferação das células osteoblásticas e osteoclásticas e na liberação de RANK/OPG durante o movimento dentário ortodôntico. Trinta e oito ratos Wistar albinos foram usados neste experimento. Incisivos superiores foram movimentados ortodonticamente com molas helicoidais com força de 20 gramas. Um aparelho laser de AsGaAl, de comprimento de onda igual a 820 nm, com potência de 100 mw, com uma ponteira de 2 mm de diâmetro foram utilizadas. Foram irradiadas 5 pontos na distal da raiz deste dente nos 1°, 2° e 3° dias. Sendo o total de energia entregue no 2° grupo foi de 54 J (100 mw, 3,18 W/cm², 1717.2 J/cm²) e no 3° grupo um total de 15J (100 mw, 3,18 W/cm², 477 J/cm²). Foram avaliados histologicamente a neoformação de osso, os números de osteoclastos, osteoblastos, células inflamatórias, capilares as performances dos PCNA, RANKL E OPG. Não houve diferença estatística entre o grupo controle e os grupos de estudos em relação ao movimento dental. Contudo o número de capilares, osteoclastos, osteoblastos e células inflamatórias e nova formação de osso encontrou-se aumentada no grupo 2 (assim como os achados imunohistoquímicos do fator RANKL mostrou-se muito mais forte neste grupo do que nos outros). A imunoreatividade do OPG mostrou-se igual nos grupos 2 e 3. Os achados imunohistoquímicos foram muito maiores nos no grupo 2 seguido do grupo 3 e por último do grupo 1. Os autores concluíram que o laser de baixa potência de 820 nm acelerou o processo de remodelação óssea estimulando a proliferação das células osteoblásticas e osteoclásticas durante o movimento ortodôntico

Habib et al. (2012) estudaram os efeitos da LBI na hialinização pós movimento ortodôntico em dentes de ratos. Utilizou 30 ratos machos Wistar com 3 meses, 250-300 g, com molas de NiTi 150 g divididos em grupo controle e experimental. Subgrupos de acordo com o tempo de tratamento com 7, 13 e 19 dias. O LBI foi realizado com um Diodo, no modo contínuo e o contato direto de 790 nm, 40 mW, 20 J por sessão sendo 4,5 J na mesial e distal e 11 J na vestibular sendo 19 dias e intervalo de aplicação 48 hs e não houve aumento do movimento ortodôntico (Fig. 42). Os autores concluíram que o LBI causa alterações histológicas durante o movimento dentário ortodôntico, como aumento da formação de áreas de hialinização nos estágios iniciais e redução nos estágios mais tardios comparados ao grupo controle (Fig. 43).



Figura 41 – Figura ilustrativa do aparelho ortodôntico
Fonte: Habib *et al.*, 2012, p.180.

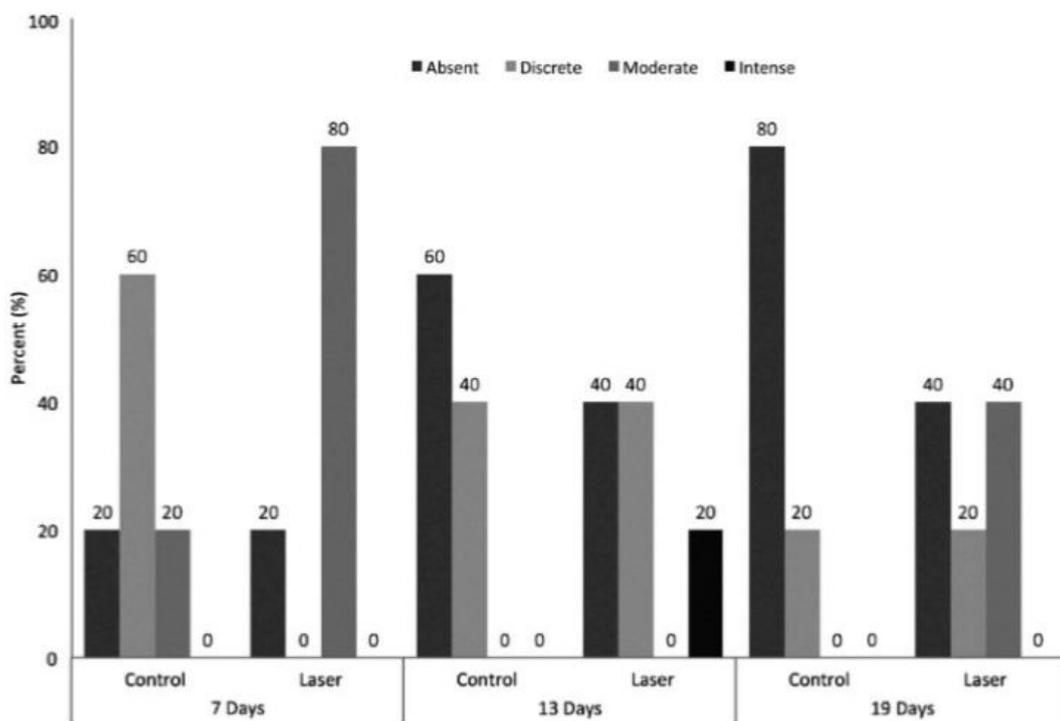


Figura 42 – Tabela de porcentagem de hialinização entre os grupos
Fonte: Habib *et al.*, 2012, p. 183.

Cossentin et al. (2013) estudaram a influência do LBI durante a remodelação óssea induzida pela movimentação ortodôntica em ratos. Foram utilizados 42 ratos divididos em grupo de estudo com 30 ratos e grupo controle com 12 ratos e subdivididos (Fig. 44). Utilizou-se mola NiTi 25 g. O LBI foi de 803 nm, 100 mW, 54 J (energia total nos 3 pontos por dente) na mesial, palatina e vestibular do 1º molar. Os resultados revelaram que no grupo experimental eutanaziados no 7º dia, obteve maior quantidade de atividade osteoclástica e reabsorção óssea. Os autores concluíram que o LBI aumenta o número de osteoclastos no grupo que foi eutanaziados no 7º dia, com 3 aplicações de LBI. Contudo a atividade osteoblástica não foi aumentada, sugerindo que os osteoblastos são dose dependentes.

<i>Grupo controle sem laser e experimental com laser: eutanásia 7º dia e 14º dias</i>	
Grupo 7d 6 ratos	Grupo 14d 6 ratos
Grupo controle eutanásia 7º dia.	Grupo controle eutanásia 15º dias.
Grupo L1apl7 6 ratos eutanaziados 7º dia com 1 aplicação de laser.	Grupo L1apl14 6 ratos eutanaziados 14º dia com 1 aplicação laser no 1 dia.
Grupo L3apl7 6 ratos eutanaziados 7º dia com 3 aplicações de laser 1, 3 e 5 dia.	Grupo L3apl14 6 ratos eutanaziados 14º dia com 3 aplicações de laser no 1, 3, 5 dia.
	Grupo L7apl14 6 ratos eutanaziados 14º dia com 6 aplicações de laser nos 1, 3, 5, 7, 9, 11 e 13 dia.

Figura 43 - Tabela demonstrativa do trabalho.

Fonte: Autoria própria.



Figura 44 – Aparelho ortodôntico com mola fechada NiTi 25 g
Fonte: Cossentin et al. 2013, p.1016.

Huang et al. (2013) estudaram os efeitos do LBI na nas células periodontais durante a tensão da força ortodôntica (esta força foi simulada em cultura). Este estudo propositou-se em analisar os efeitos de proliferação células ósseas, marcadores de inflamação e marcadores osteogênicos das células do ligamento periodontal (PDL). Utilizou-se cultura de células periodontais humanas em 2 tipos de cultivo, em incubadoras com tensão simulada (igual ao tratamento ortodôntico) por 1, 5 ou 7 dias, onde aplicou-se laser de baixa potência de 670 nm nos grupos experimentais sendo: Grupo 1 (1,25 J- 5 J/cm²) e Grupo 2 (2,5 J 10 J/cm²) e um grupo controle sem aplicação de LBI. Analisou-se a proliferação celular e as células inflamatórias das culturas. Os autores concluíram que o laser de baixa potência aumenta significativamente a proliferação celular, diminui os marcadores de expressão inflamatórios, podendo promover a movimentação dentária. O grupo 2 apresentou maior número de marcadores osteogênicos presentes na cultura de células do ligamento periodontal em relação ao grupo 1. E o grupo 1 mostrou maior número de marcadores osteogênicos nas células do ligamento periodontal do que no grupo controle.

Genc et al. (2013) estudaram os efeitos do LBI na velocidade do movimento ortodôntico. A amostra consistiu 20 indivíduos, que necessitavam de extração de 1° pré molares e distalização de caninos. Um laser diodo de AsGaAl foi aplicado no dia 0, 3°, 7°, 14°, 21° e 28° dia quando o movimento de retração de caninos foi iniciado. Os incisivos laterais superiores do lado direito formaram o grupo

de estudo e os do lado esquerdo formaram o grupo de controle. O grupo de estudo recebeu um total de 10 doses de aplicações: 5 doses por vestibular e 5 doses por palatino (sendo 2 aplicações terço cervical, 1 aplicação no terço médio e 2 aplicações no terço apical). Com uma potência de 20 mw e uma dose de 0.71 j/cm^2 , $0,1775 \text{ J}$ sendo 10 aplicações um total de $1,77\text{J}$ por dente. Os autores concluíram que o grupo irradiado obteve uma aceleração na movimentação ortodôntica significativa em relação ao grupo controle.

Kim et al. (2013) estudaram os efeitos do LBI no tecido periodontal remodelados durante a recidiva e na contenção ortodôntica. Foram utilizados 52 ratos divididos em 5 grupos (Fig. 46). O grupo experimental foi dividido em 3 grupos de acordo com a duração do tratamento de 1, 3, 7 dias. O movimento foi realizado nos incisivos centrais superiores com ligadura elastomérica entre os incisivos com força de 20 cN, gerando uma força de inclinação distal dos incisivos. Imediatamente após a remoção da ligadura fixou-se com resina somente os grupos com contenção. O laser utilizado foi AsGaAl, 780 nm, 70 mW, 5 Jcm^2 , 3 seg, $12,6 \text{ J}$ por ponto (raiz vestibular e raiz palatina sendo $25,2\text{J}$ totais por dente) realizado diariamente desde a remoção da ligadura elastomérica até o dia da eutanásia. O ligamento periodontal em volta destes incisivos foram excisionados e congelados em nitrogênio líquido para análise. Concluíram que o LBI pode aumentar a estabilidade do tratamento ortodôntico combinado com a contenção fixa, pois acelera a remodelação periodontal já na nova posição. Em contra partida, ele sem a contenção aumenta a taxa de instabilidade e recidiva.

Grupo C controle: ratos não submetidos a tratamento ortodôntico
Grupo AC: sem contenção e sem laser pós ortodontia
Grupo BC: com contenção pós orto e sem laser
Grupo AL: sem contenção pós orto e com laser
Grupo BL: com contenção pós orto e com laser

Figura 45—Organização dos grupos de estudo.

Fonte: _Autoria própria.



Figura 46 – Colocação de elástico e aparatologia ortodôntica
Fonte: Kim *et al.* 2013, p. 327.

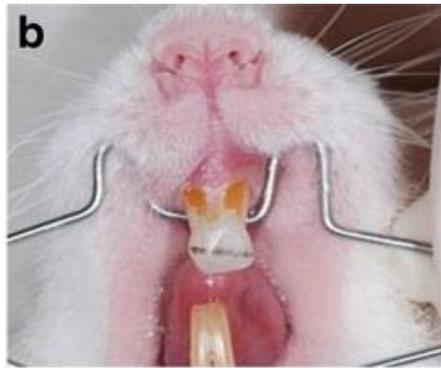


Figura 47 – Recobrimento do elástico com resina e aparatologia ortodôntica
Fonte: Kim *et al.* 2013, p. 327.



Figura 48 – Aplicação LBI
Fonte: Kim *et al.* 2013, p. 327.

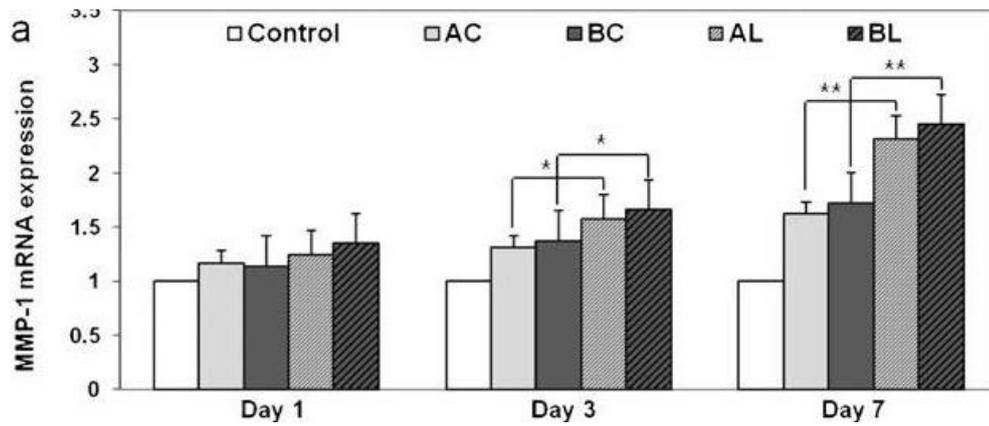


Figura 49 – Expressão de MMP-1 mRNA.

Legenda: AC: sem laser e sem contenção; BC: com contenção e sem laser; AL: sem contenção e com laser; BL: com laser e contenção.

Fonte: Kim *et al.* 2013, p. 329.

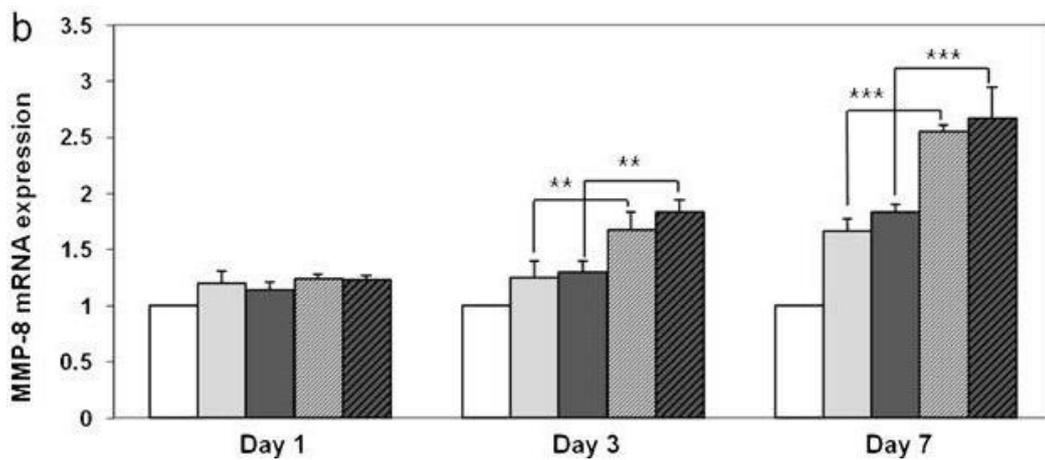


Figura 50 – Expressão de MMP-8 mRNA.

Legenda: AC: sem laser e sem contenção; BC: com contenção e sem laser; AL: sem contenção e com laser; BL: com laser e contenção.

Fonte: Kim *et al.* 2013, p. 329.

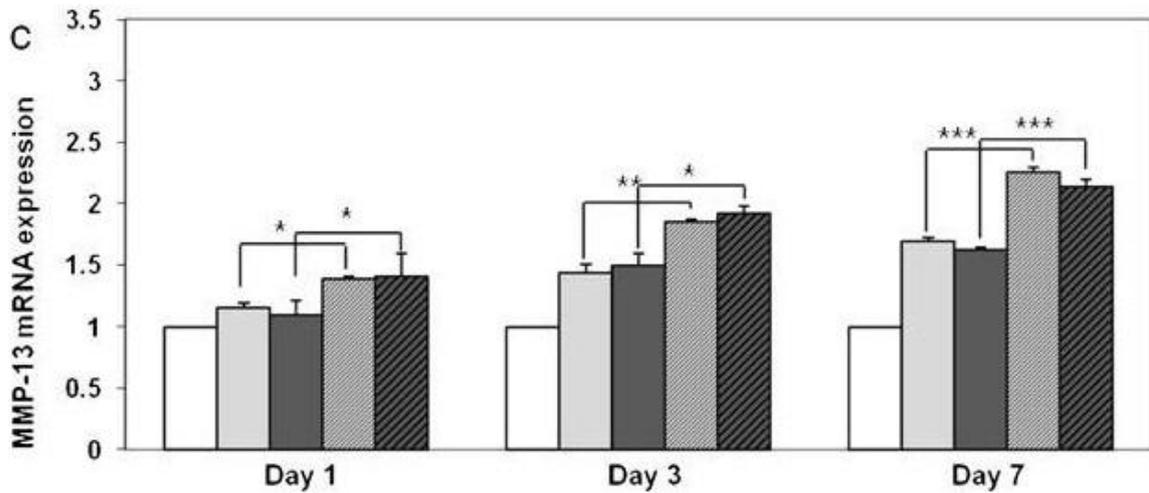


Figura 51 – Expressão de MMP-13 mRNA.

Legenda: AC: sem laser e sem contenção; BC: com contenção e sem laser; AL: sem contenção e com laser; BI: com laser e contenção.

Fonte: Kim *et al.* 2013, p. 329.

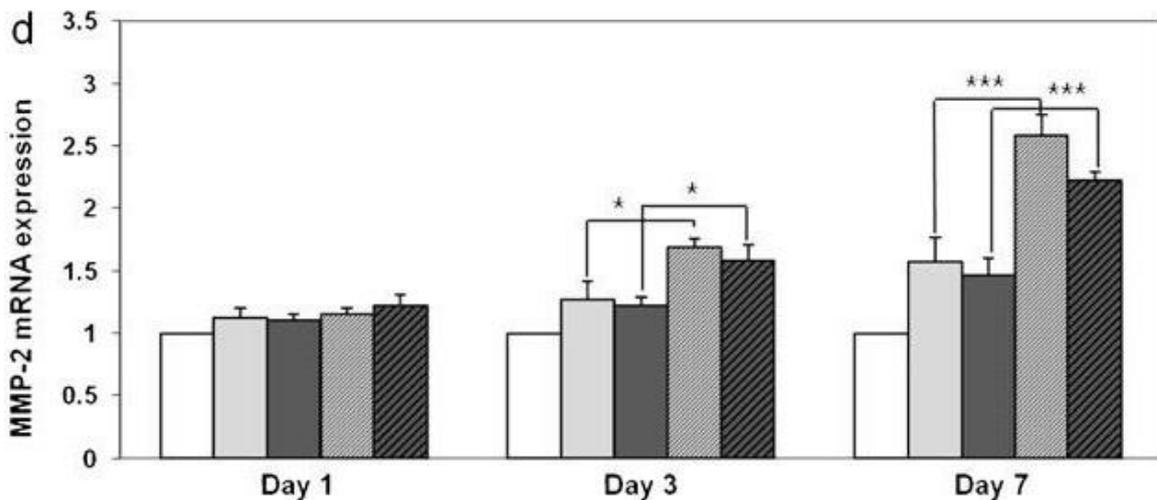


Figura 52 – Expressão de MMP-2 mRNA.

Legenda: AC: sem laser e sem contenção; BC: com contenção e sem laser; AL: sem contenção e com laser; BI: com laser e contenção.

Fonte: Kim *et al.* 2013, p. 329.

Jawad *et al.* (2013) estudaram os efeitos da LBI na osteogênese *in vitro*. Foram utilizados osteoblastos fetal humano adquiridos da American Type Culture Collection (Virginia, E.U.A.), mantidas em meio de crescimento Eagle modificado por Dulbecco e aplicadas em placas. Após a incubação as células foram irradiadas com LBI AsGaAl, de comprimento de onda 940 nm, com modo de ação contínua.

Aparelho diodo com fibra óptica de 0,4 mm de diâmetro (spot) e uma ponta de lente côncava para proporcionar um círculo de irradiação de 14 mm. As placas foram uniformemente irradiadas por período de até 7 dias e agrupadas em grupo controle e experimental. O grupo experimental foi dividido em 3 grupos de acordo com a potência aplicada sendo 100 mw, 200 mw e 300 mw. Em seguida estes 3 grupos foram divididos em subgrupos de acordo com o tempo de exposição que foram de 3 min ou 6 min por dia de irradiação. O 1º grupo de 100 mw de potência recebeu 22,92 e 45,85 J/cm² (18 J e 36 J); o 2º grupo de 200 mw de potência recebeu 45, 85 e 91,79 J/cm² (36 J e 72 J)); e o 3º grupo com 300 mw de potência recebeu 68,78 e 137,57J/cm² (54 J e 108 J). Foram avaliados 3 ensaios: o M.T.T. 3(4,5-dimetiltiazol-2-il-2,5 difenil), onde observa-se a proliferação celular através do M.T.T se transformando em desidrogenases mitocondriais de células ativas, proporcionando uma medição da proliferação celular. O segundo ensaio foi da ALP (fosfatase alcalina), onde esta se expressa em níveis elevados de osteoblastos e seu nível em soro é indicativo de neoformação óssea. O terceiro ensaio for a OS (osteocalcina). Ela é uma proteína não colagenosa encontrada em osso e é secretada por osteoblastos e desempenha um papel na mineralização óssea. Todos os grupos de tratamento com LBI apresentaram aumento significativo na proliferação e diferenciação celular em relação ao grupo controle. Em relação ao tempo de exposição subgrupos tratados com LBI durante 6 minutos mostrou taxas mais elevadas de proliferação e diferenciação celular. Em relação a potência, conclui-se que potências mais inferiores são melhores para estimular a diferenciação de células. Os autores concluíram que o LBI pode desempenhar papel importante para a estimulação dos osteoblastos particularmente quando a potência não exceda 200 mw e o tempo de exposição de 6 min.

Marquezan et al. (2013) estudaram diferentes protocolos de LBI, para analisar a aceleração do movimento ortodôntico com ratos. Utilizaram molas de NiTi entre molares e incisivos com 40 cN. A amostra consistiu de 36 ratos Wistar machos com 12 semanas, com 250 g, divididos em 2 grupos: controle e irradiado (Fig. 53 e 55). O laser utilizado foi AsGaAl modo contínuo, contato direto, 830nm, 3 minutos

cada ponto (3 pontos; mesial, distal e vestibular, total energia por ponto de 18J sendo o total 54J por dente). Foram medidas as distâncias entre 1° molar e incisivos com calibradores eletrônicos (Fig. 54) e concluiu-se que o LBI não foi capaz de aumentar a movimentação dentária. Contudo neste grupo encontrou-se maior atividade celular no tecido ósseo e na raiz do dente e um maior número de capilares no grupo de irradiação diário.

Grupos	Movimentação	Irradiações	Eutanásia	Número de animais
CG1-controle	Movimento dentário ortodôntico não realizado.	0	1 dia	6
CG2-controle	Movimento dentário ortodôntico	0	3 dia	6
CG3-controle	Movimento dentário ortodôntico	0	8 dia	6
Irradiado 1	Movimento dentário ortodôntico	2	3 dia	6
Irradiado 2	Movimento dentário ortodôntico	2	8 dia	6
Irradiado 3	Movimento dentário	7	8 dia	6

Figura 53 – Tabela resumida do experimento
Fonte: Autoria própria.



Figura 54 – Fotografia da aparelhagem ortodôntica e a mensuração da distância 1° molar aos incisivos com calibrador eletrônico.

Fonte: Marquezan et al., 2013, p. 35

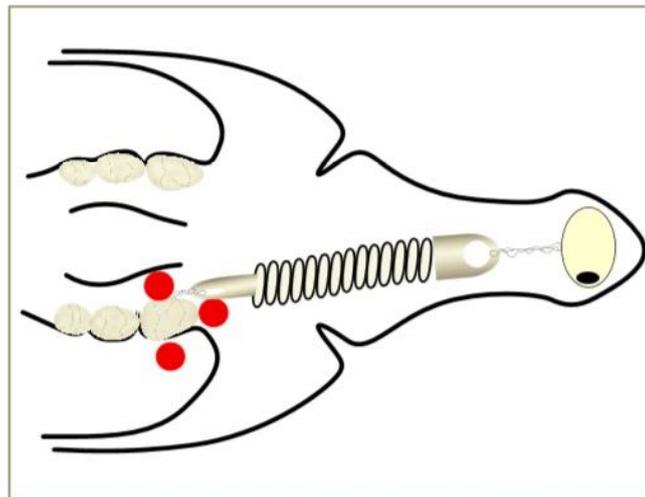


Figura 55 – Esquema ilustrativo da aparelhagem ortodôntica

Fonte: Marquezan et al., 2013, p. 35.

Dominguez et al. (2013) estudaram 10 pacientes com extração de 2° pré molares, fio 0,016 aço, botão de Nance e mola NiTi com 150 g entre 1° pré molares e 1° molar, sendo o início da sua ativação 14 dias após a extração dos 2° pré molares (Fig. 58 e 59). Destes pacientes o lado esquerdo da maxila foi utilizado como grupo controle e o lado direito como grupo irradiado. O laser utilizado 670nm, 108 J (dose total nos 3 pontos), aplicados no sulco gengival vestibular, distal e palatino do dente14 (Fig. 60), nos dias 0, 1, 2, 3, 4 e 7. Retirou-se amostras do fluído gengival do lado da compressão dos dentes 14 e 24 nos dias 2, 7, 30 e 45 para análise histológica dos fator RANKL e OPG e mensurou-se os modelos nos dias 0, 2, 7, 30 e 45 onde um softwear mensurou as distâncias da ponta da cúspide do 1° molar até a ponta da cúspide do 1° pré molar. As distâncias médias foram:

14,06 - 9,2= 5,4 mm grupo laser e 12,75 - 9,77= 2,98 mm grupo controle (Fig. 59 e 60). Os autores concluíram que o LBI acelera a MDO e aumenta os níveis de OPG e fator RANKL no fluido gengival (Fig. 61).



Figura 56 - Aparelho ortodôntico, com exodontia do 12 e 24 e botão de Nance.
Fonte: Domínguez et al., 2013, p. 917.



Figura 57 - Mola NiTi 150 g, entre 1° pm e 1° molar
Fonte: Domínguez et al., 2013, p. 917.



Figura 58 - Aplicação de LBI 108 J vermelho, no sulco gengival vestibular, distal e palatino.
 Fonte: Domínguez et al., 2013, p.917.

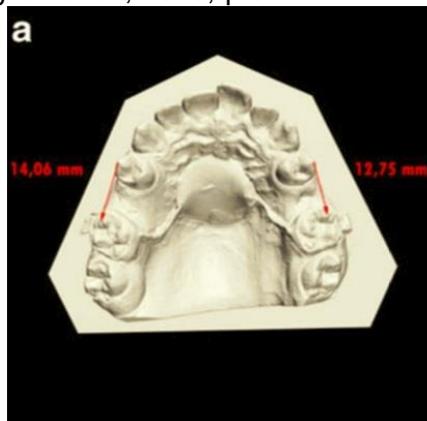


Figura 59 - Modelo inicial e mensurações. Lado direito irradiado, lado esquerdo controle.
 Fonte: Domínguez et al., 2013, p. 917.



Figura 60 - Modelo final 45 dias depois. Mensurado as distâncias entre 1° Pré molar e 1°molar.
 Fonte: Domínguez et al., 2013, p.917.

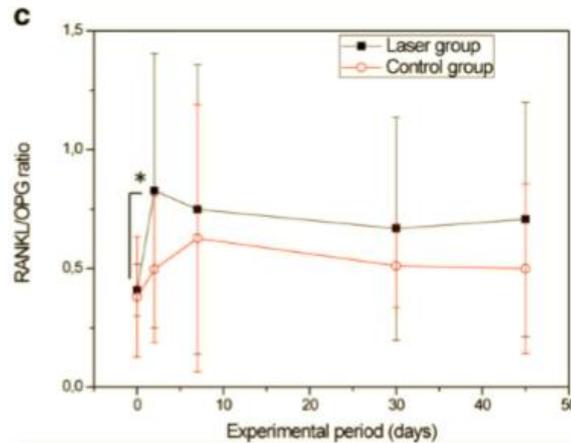


Figura 61 - Tabela de taxa de Fator RANKL e OPG nos grupos irradiados e controles.
 Fonte: Domínguez et al., 2013, p. 918.

Han et al. (2014) estudaram os efeitos do LBI em dentes corticotomizados na maxila e na mandíbula em cães. Foram utilizados 4 cães beagles com extração dos 2º pré molares superiores e inferiores. Os 3º pré molares foram corticotomizados e protraídos em direção aos caninos com força de 200 g. O LBI era aplicado diariamente apenas de um lado na vestibular do 2º pré molares corticotomizados. O movimento dentário foi mensurado na 8ª semana e analisado histologicamente a nova formação de osso do lado tensionado. Os movimentos na mandíbula descreveram que a corticotomia junto com o LBI foi menor do que no grupo apenas corticotomizados, porém sem significância estatística. Na maxila, não foram encontradas diferença significativa entre os grupos. Sendo que na mandíbula o lado irradiado obteve maior número de osteoclastos e maior atividade de células de formação óssea, Os autores concluíram que a frequência do LBI não se mostrou significativa no movimento dos dentes corticotomizados.

Seifi et al. (2014) estudaram os efeitos do LBI no movimento ortodôntico e na reabsorção radicular. Foram selecionados 16 coelhos machos albinos de características semelhantes e divididos em 2 grupos aleatoriamente. Sob anestesia realizou-se uma cavidade artificial com 8 mm de profundidade com broca de implante de 2,8 mm de diâmetro na mesial dos 1º pré molar inferior e esta cavidade foi preenchida com enxerto ósseo (DFDBA, osso congelado e desmineralizado). Foi

utilizado mola de NiTi conectando os 2° pré molares aos 1° pré molares inf. No grupo experimental utilizou-se LBI de AsGaAl, infra vermelho na mesial do 1°pré molar inferior e na cavidade criada por 90 seg, 6J/cm² (2J) com comprimento de onda de 808 nm. Irradiou-se por 10 dias e após 14 dias de descanso irradiou-se por mais 10 dias e seguiu-se mais 4 dias de descanso, totalizando 48 dias. O grupo controle não foi irradiado. Os animais foram eutanasiados no 48° dia e mediu-se as distâncias entre distal do 1°pré molar e a mesial do 2° pré molares com calibradores de 0,05 mm. Foram submetidos a avaliação histológica observando a integridade e reabsorção da raiz. O tamanho da reabsorção foi medido em mm². As medidas de MDO (movimento dentário ortodôntico) foi de 5,68 +-1,21 mm do grupo controle e 6,00 +- 0,99 mm do grupo irradiado. A reabsorção da raiz foi de em média 1,61 +- 0,4mm² para o grupo controle e de 0,18 +- 0,07 mm² para o grupo irradiado. De acordo com as limitações do presente estudo, concluiu-se que AsGaAl juntamente com a utilização de material de enxerto DFDBA conduziu a quantidades limitadas de MDO estimulada estatisticamente sem significância. A irradiação do feixe de laser, em combinação com os materiais utilizados para a preservação aloplásticos tomada pode reduzir a quantidade de reabsorção radicular .

Shirazi et al. (2015) estudaram os efeitos do LBI no movimento de dentes de ratos. Utilizaram 30 ratos Wistar de 7 semanas e os dividiram em 2 grupos. O Grupo A controle e o Grupo B irradiado, sendo ainda pertencendo ao grupo B o grupo C que fora irradiado indiretamente. Utilizou se no grupo A aparelho ortodôntico unilateral com molas NiTi com 60 g entre 1°molar superior e incisivo (Fig .61). Nos Grupos B e C utilizou-se aparelhagem ortodôntica bilateral com mola de NiTi de 60 g entre 1°molar superior e incisivos (Fig. 62). No grupo irradiado utilizou-se Diodo InGaAlP com 606 nm potência de 25 mW, modo contínuo, com contato direto, ponteira de 1 cm², energia total de 7,5 J na face vestibular do 1°molar superior. Irradiou-se no 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 dias. Após 48 horas da última irradiação eutanasiou-se os ratos e analisaram se as distâncias entre 1°molar superior e 2°molar superior que inicialmente era 0. Estudou-se também com análise histológica. Os autores concluíram que o Grupo B irradiado teve maior movimentação ortodôntica com 0,39 mm e os outros com 0,11 mm grupo A e 0,12 mm no grupo C. Histologicamente no Grupo B e os lados de pressão das lâminas mostraram maior números de células do ligamento periodontal e osteoclastos.



Figura 62 – Aparelho ortodôntico unilateral molas de 60 g
Fonte: Shirazi et al., 2015, p. 715.



Figura 63– Aparelhagem ortodôntica bilateral com mola de 60 g
Fonte: Shirazi et al., 2015 p. 715.

4. DISCUSSÃO

O confronto de autores foi dividido em 4 grupos, sendo 4.1 LBI em ratos; 4.2 LBI em cães; 4.3 LBI em coelhos e 4.4 LBI em humanos

4.1 Aplicação do LBI na MDO em ratos

Quando ao dente estudado, Kawasaki & Shimizu (2000); Fujita *et al.* (2008); Yoshida *et al.* (2009); Yamaguchi *et al.* (2010); Abi Ramia *et al.* (2010); Duan *et al.* (2012); Habib *et al.* (2012); Marquezan *et al.* (2013); Cossentin *et al.* (2013); Shirazi *et al.* (2015); avaliaram o MDO do 1º molar superior. Contudo, Kim *et al.* (2010) a, Kim *et al.* (2010) b e Altan *et al.* (2012) avaliaram o MDO dos incisivos.

Quanto à força aplicada, Kawasaki & Shimizu (2000); Fujita *et al.* (2008); Yoshida *et al.* (2009); Yamaguchi *et al.* (2010); Duan *et al.* (2012) aplicaram 10 g de força. Entretanto, Abi Ramia *et al.* (2010); e Altan *et al.* (2012); Cossentin *et al.* (2013); Marquezan *et al.* (2013) aplicaram forças de 20 a 40 g. Porém, Shirazi *et al.* (2015) aplicaram 60 g, e ainda Habib *et al.* (2012) aplicaram forças de 150 g.

Quanto aos pontos de aplicação do LBI, Kawasaki & Shimizu (2000); Fujita *et al.* (2008); Abi Ramia *et al.* (2010); Yamaguchi *et al.* (2010); Duan *et al.* (2012); Habib *et al.* (2012); Cossentin *et al.* (2013); Marquezan *et al.* (2013) utilizaram 3 pontos de irradiação (mesial, vestibular e palatina). Contudo, Yoshida *et al.* (2009) aplicaram 4 pontos (mesial, distal, palatino e vestibular, sendo o último via extra oral). Entretanto, Kim *et al.* (2010)^b aplicaram 2 pontos (vestibular e palatina). Mas, Shirazi *et al.* (2015) aplicaram 1 ponto (vestibular). Entretanto Altan *et al.* (2012) aplicaram em 5 pontos.

Quanto a periodicidade da aplicação do LBI, Kawasaki & Shimizu (2000); Aihara *et al.* (2006); Fujita *et al.* (2008); Abi-Ramia *et al.* (2010); Kim *et al.* (2010)^b; Altan *et al.* (2012); Duan *et al.* (2012); Marquezan *et al.* (2013) realizaram aplicação de LBI diariamente, mas não necessariamente durante todo o experimento.

Quanto a Energia aplicada e a aceleração do MDO, Kawasaki & Shimizu (2000); Abi-Ramia *et al.* (2010); Yoshida *et al.* (2009); Yamaguchi *et al.* (2010); Altan *et al.* (2012); Cossentin *et al.* (2013) aplicaram LBI com energia de 54 J e observaram a aceleração do MDO. Contudo, Fujita *et al.* (2008) aceleraram a reabsorção óssea e a movimentação ortodôntica com 18 J. Mas, Duan *et al.* (2012) acelerou com 21,6 J.

Quanto a Energia aplicada e não aceleração do MDO, Kim *et al.* (2010) com 0,96 J e Marquezan *et al.* (2013) com 162 J não obtiveram aceleração comprovados.

Quanto ao mecanismo biológico que levaram à aceleração do MDO, Aihara *et al.* (2006) e Kim *et al.* (2013) observaram uma neo formação óssea e consequente aceleração do MDO induzida pelo LBI através do aumento da enzima fosfatase ácida tártaro resistente (TRAP). Já, Shirazi *et al.* (2015) constataram que esta aceleração seria através do aumento de células do ligamento periodontal e

osteoclastos. Contudo, Abi-Ramia *et al.* (2010) relataram que esta aceleração se deu através do aumento do número de células sanguíneas. Já, Kim *et al.* (2010)^b atribuíram a esta aceleração o aumento da taxa de expressão de fibronectina. Entretanto, Yamaguchi *et al.* (2010) relataram que esta aceleração acontece pelo aumento do número de catepsinas e integrinas Alfa e Beta 3 e MNP-9. Porém, Cossentin *et al.* (2013) atribuíram a aceleração do MDO a maior atividade osteoclástica e consequente reabsorção óssea. Todavia, Altan *et al.* (2012) confirmaram a bioestimulação do LBI no aumento do fator RANKL e da OPG.

Quanto ao comprimento de onda do LBI utilizado, Shirazi *et al.* (2015) aceleraram o MDO no comprimento de onda vermelho. Já, Kawasaki & Shimizu (2000); Aihara *et al.* (2006); e Fujita *et al.* (2008); Yoshida *et al.* (2009), Abi Ramia *et al.* (2010); Yamaguchi *et al.* (2010); Altan *et al.* (2012); Duan *et al.* (2012), Cossentin *et al.* (2013); utilizaram comprimento de onda infra vermelho e observaram a aceleração do MDO.

4.2 Aplicação do LBI na MDO em cães

Quanto a dose do LBI utilizada e a aceleração do MDO: Goulart *et al.* (2006) aceleraram o MDO em dentes de cães com dose de 0,21 J infravermelho. Contudo, Kim *et al.* (2009) aceleraram com dose de 8 J infravermelho. Contudo, Goulart *et al.* (2006) verificaram que a dose de energia de 1,4 J retardou o MDO.

Quanto a periodicidade da aplicação do LBI: Goulart *et al.* (2006) e Kim *et al.* (2009) aplicaram LBI de 7 em 7 dias.

Quanto a força da mola utilizada: Goulart *et al.* (2006) utilizaram mola fechada de 85 g, Contudo, Kim *et al.* (2009) utilizaram de 150 g.

Quanto ao local de aplicação do LBI: Goulart *et al.* (2006) e Kim *et al.* (2009) aplicaram LBI no terço médio da raiz distal do 2º pré molar, verificando a movimentação deste dente.

Quanto ao modo de ação e tipo de contato do LBI: Kim *et al.* (2009) utilizaram modo de ação pulsado e contato indireto e Goulart *et al.* (2006) utilizaram modo de ação contínuo com contato direto.

Quanto ao local de aplicação do LBI: Goulart *et al.* (2006) aplicaram LBI em apenas 1 ponto (palatino), e Kim *et al.* (2009) aplicaram em 8 pontos (4 por vestibular e 4 por palatino).

Quanto a aceleração do MDO: Kim *et al.* (2009) relataram que a aceleração do MOD ocorreu maior nos grupos estudados com LBI e Ortodontia, seguido de corticotomia e Ortodontia e por último no grupo tratado com apenas Ortodontia. Já o grupo que utilizou ortodontia, laser e corticotomia obtiveram o menor número de MDO. Porém, Han *et al.* (2014), não obtiveram aumento de MDO nos dentes irradiados e corticotomizados.

Quando ao uso do LBI e a avaliação histológica: Han *et al.* (2014) verificaram que histologicamente mostrou-se maior número de osteoclastos e maior número de atividade celular. Mas, Kim *et al.* (2010)^b relataram que houve a estimulação da reestruturação do ligamento periodontal com sua maior aceleração.

4.3 Aplicação do LBI na MDO em coelhos

Quanto a dose do LBI utilizada: Seife *et al.* (2007) utilizaram LBI infravermelho e concluíram que 8,1 J e 27 J não aceleraram o MDO, sugerindo que as doses utilizadas em humanos podem ser altas para coelhos. Porém, Seife *et al.* (2014) utilizaram LBI infravermelho com 2 J e obteve uma aceleração, porém sem significância estatística.

Quanto ao local de irradiação e a periodicidade de aplicação do LBI: Seife *et al.* (2007) aplicaram LBI nos molares na mucosa lingual por 9 dias. Contudo, Seife *et al.* (2014) aplicaram LBI na mesial do 2º pré-molar inferior por 10 dias consecutivos.

4.4 Aplicação do LBI na MDO em humanos

Quanto a aceleração do MDO e a dose utilizada do LBI: Cruz *et al.* (2004) utilizaram a dose de 1 J. Contudo, Orlando & Angeliere (2010) utilizaram a dose de 4 J. Todavia, Youssef *et al.* (2008) e Doshi-Mehta & Bhad-Patil (2012) utilizaram a dose

de 8 J. Porém, Sousa *et al.* (2011) utilizaram a dose de 2 J. Sendo que, todas estas doses aceleraram o MDO no comprimento de onda infravermelho. Contudo, Dominguez *et al.* (2013) aplicaram 108 J com comprimento de onda vermelho.

Os autores que não conseguiram acelerar o MDO: Limpanichkul *et al.* (2006) utilizou LBI infravermelho com dose de 18 J e Lages (2011) LBI infravermelho com dose de 33,3 J.

Quanto a ativação das molas: Cruz *et al.* (2004); Orlando & Angeliere (2010), Lages (2011) reativaram as molas a cada 30 dias. Contudo, Youssef *et al.* (2008) a cada 21 dias e Sousa *et al.* (2011) ativaram nos dias 0, 3 e 7.

Quanto ao comprimento de onda que garantiram a aceleração do MDO: Huang *et al.* (2013) e Dominguez *et al.* (2013) aceleraram com comprimento de onda vermelho. Já, Cruz *et al.* (2004), Youssef *et al.* (2008), Orlando & Angeliere (2010), Doshi-Meta & Bhad-Patil (2012) e Sousa *et al.* (2011) utilizaram comprimento de onda infra vermelho.

Quanto a periodicidade da aplicação do LBI: Lages (2011); Orlando & Angeliere (2010) realizaram uma aplicação do LBI por mês, enquanto Cruz *et al.* (2004); Sousa *et al.* (2011) realizaram 3 aplicações por mês. Entretanto, Youssef *et al.* (2008), Doshi-Meta & Bhad-Patil (2012) realizaram 4 aplicações por mês. Contudo, Genc *et al.* (2011) e Dominguez *et al.* (2013) realizaram 6 aplicações por mês.

Quanto ao mecanismo biológico que levou a aceleração do MDO: Huang *et al.* (2013) e Jawad *et al.* (2013) relataram que o LBI aumenta a atividade celular do ligamento periodontal, diminuindo os marcadores de expressão inflamatórios. Mas, Dominguez *et al.* (2013) relataram aumento da taxa do Fator RANKL e da OPG.

Quanto a força utilizada pelas molas: Cruz *et al.* (2004); Limpanichkul *et al.* (2006); Youssef *et al.* (2008); Orlando & Angeliere (2010); Sousa *et al.* (2011); Doshi-Meta & Bhad-Patil (2012); Lages (2011); Dominguez *et al.* (2013) utilizaram molas de NiTi para retração de caninos com 150 g.

Quanto ao modo de aplicação do LBI, contato e local de aplicação: Cruz *et al.* (2004); Orlando & Angeliere (2010); Sousa *et al.* (2011); Lages (2011); Genc *et al.*

al. (2011) aplicaram LBI no modo contínuo com contato direto, utilizaram os mesmos pontos (5 pontos por vestibular e 5 pontos por palatino). Entretanto, Limpanichkul *et al.* (2006) utilizaram 8 pontos (3 pontos por vestibular, 3 pontos por palatino e 2 pontos por distal). Já, Youssef *et al.* (2008) aplicaram em 6 pontos (terços médio, apical e cervical da face vestibular e palatina). Contudo, Doshi-Meta & Bhad-Patil (2012) aplicaram em 4 pontos (2 vestibulares e 2 palatinos). Mas, Dominguez *et al.* (2013) aplicaram 3 pontos no sulco gengival da raiz do dente 14 (vestibular, mesial e palatino).

Quanto ao início do movimento ortodôntico: Youssef *et al.* (2008) ; Dominguez *et al.* (2013) iniciaram a retração dos caninos 14 dias após a exodontia. Porém, Limpanichkul *et al.* (2006) iniciaram apenas 3 meses após as exodontias. Contudo, Genc *et al.* (2011) iniciaram 28 dias após a exodontia.

5. CONCLUSÃO

Neste trabalho, que consistiu em uma revisão de literatura, foi observado que a maioria dos autores relataram resultados positivos com o uso do LBI na aceleração do MDO, principalmente nos estudos histológicos, onde observou-se estimulação a nível celular, sendo as dosagens de energia, diferentes entre humanos e animais.

Observando os experimentos que obtiveram êxito na aceleração do movimento dentário ortodôntico, verificamos que a dose mais utilizada foi 8 J, no modo de ação contínuo, com contato direto, comprimento de onda infra vermelho, com aplicação de 10 pontos (sendo 5 por vestibular e 5 por palatino), sendo a periodicidade da aplicação 2 aplicações por mês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABI-RAMIA, L. B.; STUANI, A. S.; STUANI, A. S.; STUANI, M. B.; MENDES, ADE. M. Effects of low-level laser therapy and orthodontic tooth movement on dental pulps in rats. **Angle Orthod.** v. 80, n. 1, p. 116-22, Jan. 2010.

AIHARA, N.; YAMAGUCHI, M.; KASAI, K. Low-energy irradiation stimulates formation of osteoclastic-like cells via RANK expression in vitro. **Lasers Med Sci.** v. 21, n. 1, p. 24-33, Apr. 2006.

ALTAN, B. A.; SOKUCU, O.; OZKUT, M. M.; INAN, S. Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. **Lasers MedSci.** v. 27, n. 1, p. 131-40, Jan. 2012.

BASFORD, J. R. Low intensity laser therapy: Still not an established clinical tool. **Lasers Surg Med.** v. 16, n. 4, p. 331-42, 1995.

BASSANI, A. C.; BASTOS, J. R. M. Considerações sobre o raio laser e sua aplicação em Odontologia. **Odontologia Capixaba**, Vitória, v. 20, n. 21, p. 36-39, 1992.

BAUMRIND, S.; CARLSON, S.; BEERS, A.; CURRY, S.; NORRIS, K.; BOYD, R. L. Using three-dimensional imaging to assess treatment outcomes in orthodontics: a progress report from the University of the Pacific. **Orthod Craniofac Res.** v. 6, n. 1, p. 132-42, 2003.

BERGIUS, M.; BROBERG, A. G.; HAKEBERG, M.; BERGGREN, U. Prediction of prolonged pain experiences during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 133, n. 3, p. 339 e1-8, 2008.

BRUGNERA JÚNIOR, A.; SANTOS, A. E. C. G.; BOLOGNA, D.; LADALARDO, T. C. C. G. P. **Atlas de laserterapia aplicada à clínica odontológica**. 1. ed. São Paulo: Ed. Santos, 2003.

BRUGNERA JÚNIOR, A.; VILLA, R. G.; GENOVESE, W. J. **Laser na odontologia**. 1. Ed. São Paulo: Pancast, 1991.

CHAVANTES, M. C. **Laser em Bio-Medicina**, São Paulo, Atheneu, 2009.

CHEN, J. W.; ZHOU, Y. C. Effect of low level carbon dioxide laser radiation on biochemical metabolism of rabbit mandibular bone callus. **Laser ther.** v. 2, p. 83, 1989.

COSSETIN, E.; *GUILHERME IANSON; MARIA GORETTI F. DE CARVALHO; REJANE A. DE CARVALHO; JOSÉ FERNANDO CASTANHA HENRIQUES; DANIELA GARIB.* Influence of low-level laser on bone remodeling during induced tooth movement in rats. **Angle Orthod.** v. 83, n. 6, p. 1015-21, Nov. 2013.

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. 117-120, 2004.

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. 915-923, 2013.

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, Mar. 2012.

DUAN, J.; NA, Y.; LIU, Y.; ZHANG, Y. Effects of the pulse frequency of low-level laser therapy on the tooth movement speed of rat molars. **Photomed Laser Surg.** v. 30, n. 11, p. 663-7, Nov. 2012.

FUJITA, S. L.; YAMAGUCHI, M.; UTSUNOMIYA, T.; YAMAMOTO, H.; KASAI, K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. **Orthod Craniofac Res.** v. 11, n. 3, p. 143-55, Aug. 2008.

GENC, G.; KOCADERELI, I.; TASAR, F.; KILINC, K.; EI, S.; SARKARATI, B. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. **Lasers Med Sci.** v. 28, n. 1, p. 41-7, Jan. 2011.

GENOVESE, W. J. **Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em Odontologia.** 1. ed. São Paulo: Lovise, 2000.

GOULART, C. S.; NOUER, P. R.; MOURAMARTINS, L.; GARBIN, I. U.; DE FÁTIMA ZANIRATO LIZARELLI R. Photoradiation and orthodontic movement: experimental study with canines. **Photomed Laser Surg.** v. 24, n. 2, p. 192-6, Apr. 2006.

HABIB, F. A. L.; GAMA, S. K. C.; RAMALHO, L. M.; CANGUSSU, M. C. T.; SANTOS NETO, F. P. dos; LACERDA, J. A.; ARAÚJO, T. M.; PINHEIRO, A. L. B. Effect of laser phototherapy on the hyalinization following orthodontic tooth movement in rats. **photomedicine and Laser Surgery.** v. 30, n. 3, p. 179–185, 2012.

HAN, K. H.; PARK, J. H.; BAYOME, M.; JEON, I. S.; LEE, W.; KOOK, Y. A. Effect of frequent application of low-level laser therapy on corticotomized tooth movement in dogs: a pilot study. **J Oral Maxillofac Surg.** v. 72, n. 6, p. 1182.e1-1182.e12, Jun. 2014.

HUANG, T. H.; SHIAU-LEE LIU; CHIH-LIN CHEN; MING-YOU SHIE; CHIA-TZE KAO. Low-level laser effects on simulated orthodontic tension periodontal ligament cells. **Photomed Laser Surg.** v. 31, n. 2, p. 72-7, 2013.

JAWAD, M. M.; HUSEIN, A.; AZLINA, A.; ALAM, M. K.; HASSAN, R.; SHAARI, R. Effect of 940nm low-level laser therapy on osteogenesis in vitro. **J. Biomed Opt.** v. 18, N.12, p. 12800, Dec. 2013.

JEON, I. S.; LEE, W.; KOOK, Y. A.; HAN, K. H.; PARK, J. H.; BAYOME. Effect of frequent application of low-level laser therapy on corticotomized tooth movement in dogs: a pilot study. **J Oral Maxillofac Surg.** v. 72, n. 6, p. 1182.e1-1182.e12, Jun 2014.

KARU, T. Photobiology of low-power laser effects. **Health Phys.** v. 56, p. 691–704, 1989.

KAWASAKI, K.; SHIMIZU, N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. **Lasers Surg Med.** v. 26, n. 3, p. 282-91, 2000.

KHADRA, M.; KASEM, N.; HAANAES, H. R.; ELLINGSEN, J. E.; LYGSTADAAS, S. P.; Enhancement of bone formation in rat calvarial bone defects using low-level laser therapy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** v. 97, p. 693–700, 2004.

KIM, S. J.; KANG, Y. G.; PARK, J. H.; KIM, E. C.; PARK, Y. G. Effects of low-intensity laser therapy on periodontal tissue remodeling during relapse and retention of orthodontically moved teeth. **Lasers Med Sci.** v. 28, n. 1, p. 325-33, Jan. 2013

KIM, S. J.; MOON, S. U.; KANG, S. G.; PARK, Y. G. Effects of low level laser therapy after corticision on tooth movement and paradental remodeling. **Lasers Surg Med.** v. 41, n. 7, p. 524-33, 2009.

KIM, S. J., PAEK, J. H.; PARK, K. H.; KANG, S. G.; PARK, Y. G. Laser-aided circumferential supracrestal fiberotomy and low-level laser therapy effects on relapse of rotated teeth in beagles. **Angle Orthod.** v. 80, n. 2, p. 385-90, 2010a.

KIM, Y. D.; KIM, S. S.; KIM, S. J.; KWON, D. W.; JEON, E. S.; SON, W. S. Low-level laser irradiation facilitates fibronectin and collagen type I turnover during tooth movement in rats. **Lasers Med Sci.** v. 25, n. 1, p. 25-31, 2010b.

KOBU, Y. Effects of infrared radiation on intraosseous blood flow and oxygen tension in the rat tibia. **Kobe J Med Sci.** v. 45, p. 27–39, 1999.

KRAVITZ, N. D.; KUSNOTO, B. Soft-tissue lasers in orthodontics: an overview. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 133, n. 4, p. 110-4, 2008.

LAM, T. S.; ABERGEL, R. P.; MEEKER, C. A.; CASTEL, J. C.; DWYER, R. M.; UITTO, J. Laser stimulation of collagen synthesis in human skin fibroblast cultures. **Lasers Life Sci.** v. 1, p. 61–77, Ago. 1986.

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, Feb. 2006.

LAGES, L. H. R. **A utilização do laser de baixa intensidade na movimentação dentária e na sensibilidade dolorosa após aplicação de força ortodôntica.** Dissertação apresentada à Faculdade da Saúde da Universidade Metodista de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia. São Bernardo do Campo 2011.

MARQUEZAN, M.; BOLOGNESE, A. M.; ARAÚJO, M. T. Evaluation of two protocols for low-level laser application in patients submitted to orthodontic treatment. **Dental Press J Orthod.** v. 18, n. 1, p. 33-9, Feb. 2013.

MELLO, J. B.; MELLO, G. P. S. **Laser em Odontologia.** 1. ed. São Paulo: Ed. Santos, 2001.

MIZUTANI, K.; MUSYA, Y.; WAKAE, K.; KOBAYASHI, T.; TOBE, M.; TAIRA, K. *et al.* A clinical study on serum prostaglandin E2 with low-level laser therapy. **Photomed Laser Surg.** v. 22, p. 537–9, 2004.

MORIMOTO, Y.; ARAI, T.; KIKUCHI, M.; NAKAJIMA, S.; NAKAMURA, H. Effect of low-intensity argon laser irradiation on mitochondrial respiration. **Lasers Surg Med.** v. 15, p. 191–9, 1994.

NÚÑEZ, S. C.; GARCEZ, A. S.; RIBEIRO, M. S. **Laser de baixa potência. Princípios básicos e aplicações clínicas na odontologia.** Rio de Janeiro, Elsevier, 2012.

ORLANDO, F; **Influência do Laser de Baixa Intensidade na movimentação e na ancoragem ortodôntica avaliada por meio de tomografia computadorizada.** 2010, 100f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade da Saúde, Universidade Metodista de São Paulo. São Bernardo do Campo. 2010.

OZAWA, Y.; SHIMIZU, N.; KARIYA, G.; ABIKO, Y. A irradiação com laser de baixa energia estimula a formação de nódulos óssea em estágios iniciais de cultura de células em células de calvária de ratos, **Bone.** v. 22, n. 4, p. 347 -354, 1998.

SEIFI, M.; ATRI, F.; YAZDANI, M. M. Effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement and root resorption after artificial socket preservation. **Dent Res J (Isfahan).** v. 11, n. 1, p. 61-66, Jan. 2014.

SEIFI, M.; SHAFEEI, 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, Nov. 2007.

SHIRAZI, M.; AHMAD AKHOUNDI, M. S.; JAVADI, E.; KAMALI, A.; MOTAHHARI, P.; RASHIDPOUR, M.; CHINIFORUSH, N. The effects of diode laser (660nm) on the rate of tooth movements: an animal study. **Lasers Med Sci.** v. 30, n. 2, p. 713-8, Feb. 2015.

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, Mar. 2011.

SOUSA, M. V. D. S.; MALTAGLIATI, L. A.; SIQUEIRA, D. F.; TOYAMAHINO; ANGELIERE, F. Laser de Baixa Intensidade fundamentos físicos ,biológicos e sua utilização em Ortodontia. **Ortodontia SPO.** v. 43, n. 2, p. 298-306, 2009.

VEÇOSO, M. C. Laser en fisioterapia. São Paulo: **Lovise.** p.143, 1993.

WALSH, L. J. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications. **Aust Dent J.** v. 42, p. 247–54, 1997.

YAAKOBI, T.; MALTZ, L.; ORON, U. Promotion of bone repair in the cortical bone of the tibia in rats by low energy laser (He-Ne) irradiation. **Calcif Tissue Int.** v. 59, n. 4, p. 297-300, Oct. 1996

YAMAGUCHI, M.; HAYASHI, M.; FUJITA, S.; YOSHIDA, T.; UTSUNOMIYA, T.; YAMAMOTO, H.; KASAI, K. Low-energy laser irradiation facilitates the velocity of

tooth movement and the expressions of matrix metalloproteinase -9, cathepsinK, and alpha(v) beta(3) integrin in rats. **Eur J Orthod.** v. 32, n. 2, p. 131, 2010.

YOSHIDA, T.; YAMAGUCHI, M.; UTSUNOMIYA, T.; KATO, M.; ARAI, Y.; KANEDA, T.; YAMAMOTO, H.; KASAI, K. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. **Orthod Craniofac Res.** v. 12, n. 4, p. 289-98, 2009.

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. **LasersMed Sci.** v. 23, n. 1, p. 27-33, Jan. 2008.

YU, W.; NAIN, J. O.; MCGOWAN, M.; IPPOLITO, K.; LANZAFRAME, R. J. Photomodulation of oxidative metabolism and electron chain enzymes in rat liver mitochondria. **Photochem Photobiol.** v. 66, n. 6, p. 866-71, Dec. 1997.