



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE  
DE SÃO PAULO

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO *LASER* EM BAIXA INTENSIDADE PELA  
FORÇA DE MORDIDA APÓS OS SEPARADORES ORTODÔNTICOS**

**GILDA MARIA MAGALHÃES PERON**

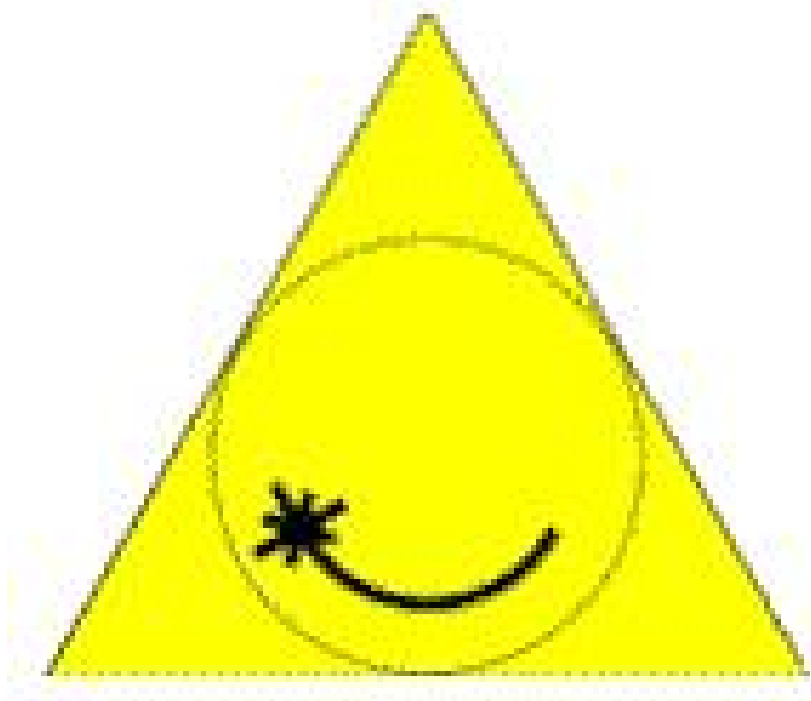
**Dissertação apresentada como  
parte dos requisitos para  
obtenção do Grau de Mestre  
Profissional em *Lasers* em  
Odontologia**

**Orientadora:  
Prof. Dra. Denise Maria Zezell**

**Co-orientadora:  
Prof. Dra. Sheila Gouw Soares**

**SÃO PAULO  
2010**





**MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM *LASERS* EM ODONTOLOGIA**

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS NUCLEARES  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO *LASER* EM BAIXA INTENSIDADE PELA  
FORÇA DE MORDIDA APÓS OS SEPARADORES ORTODÔNTICOS**

**GILDA MARIA MAGALHÃES PERON**

**Dissertação apresentada como  
parte dos requisitos para  
obtenção do Grau de Mestre  
Profissional em *Lasers* em  
Odontologia**

**Orientadora:  
Prof. Dra. Denise Maria Zezell**

**Co-orientadora:  
Prof. Dra. Sheila Gouw Soares**

**SÃO PAULO**

**2010**

## **DEDICATÓRIA**

**Dedicado a Christiane Meurer e Maria Carolina Peron,  
meu Norte e meu Sul.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais que não pouparam esforços e possibilitaram uma infância e adolescência rodeada de livros, que aguçaram minha curiosidade, trazendo-me até aqui. A minha irmã, que mesmo de longe, invariavelmente, vibrou com minhas conquistas.

A Dra. Denise Maria Zezell, que ocupadíssima, sempre teve uma palavra de carinho, incentivo, além de seus conhecimentos valorosos pronta a colaborar. Foi realmente uma grande mestra.

A Dra. Sheila Gouw, que sem muitos alardes nos conduziu com dedicação e de forma primorosa.

A Rachel, que me acompanhou por mais esta jornada da vida, nos momentos mais incríveis (quantos...), ela sempre esteve por lá.

Aos professores do IPEN e LELO, que nos trouxeram conhecimentos inimagináveis e por vezes intangíveis.

Aos professores e amigos Ronaldo Bastos e Marcel Vieira que me levaram pelos caminhos da Estatística durante o estudo dos dados.

Aos pacientes que permitiram a pesquisa, pela compreensão e colaboração.

À Vovó e “amigas-irmãs” Meurer, por passearem e distraírem minha filha enquanto ocupava-me desse estudo. Às funcionárias Rosângela, Rosilene, Simone e Thaiz que se dedicaram e ajudaram-me com tantos afazeres, agenda e ausências, que foram, maravilhosamente, orquestrados por elas. À Vânia e Ângela que, com afinco, cuidaram dos detalhes domésticos. À Carmem, Cecília e Michella, cada uma com seu “toque”, foram importantíssimas.

Às funcionárias do IPEN e LELO, Andréa e Liliane, zelosas, nos guiaram por seus departamentos.

Aos colegas da turma, que me fizeram acreditar que ainda não era tão tarde. Gargalhamos com brincadeiras, voltamos a ser crianças-estudantes, em meio aos trabalhos em equipe, aulas, provas, seminários, etc. Em especial ao Rogério, que além de seu doce humor, fez com que nos sentíssemos em casa, brindando-nos com tantas caronas e incrível provedor de material para as aulas práticas.

# **AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO *LASER* EM BAIXA INTENSIDADE PELA FORÇA DE MORDIDA APÓS OS SEPARADORES ORTODÔNTICOS**

**Gilda Maria Magalhães Peron**

## **RESUMO**

O presente estudo avaliou a ação analgésica e anti-inflamatória do *laser* em baixa intensidade, 808 nm, em pacientes que tiveram inseridos separadores ortodônticos, por mesial e distal, dos primeiros molares inferiores. O efeito do *laser* em baixa intensidade foi avaliado pela força máxima de mordida desses molares imediatamente, 24 e 48h após a irradiação. Os valores foram medidos por um dinamômetro digital e pela escala VAS. Trinta pacientes (n = 30) foram selecionados, com idades entre 18 e 35 anos (média= 23,7), ambos os gêneros (15 homens e 15 mulheres). No hemiarco considerado teste, a laserterapia foi realizada imediatamente, 24h e 48h após, e no hemiarco controle foi realizado o tratamento placebo. A força de mordida foi avaliada com um dinamômetro digital, posicionado nos primeiros molares inferiores, onde estavam inseridos os separadores ortodônticos (face mesial e distal). Os pacientes realizaram duas mordidas para cada hemiarco. As irradiações e o dinamômetro foram manipulados por um só operador e as anotações dos valores foram realizadas por outro operador. Os resultados foram avaliados com o programa SPSS pelo teste T para comparações múltiplas de amostras pareadas e modelagem com o programa StataCorp. 2007 Stata Statistical. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o lado tratado e o placebo pelas mensurações da força máxima de mordida e escala VAS. O *laser* em baixa intensidade não apresentou eficácia analgésica e anti-inflamatória na redução da dor causada pelos separadores ortodônticos.

# **EVALUATION OF THE EFFECTS OF LOW POWER LASER IRRADIATION BY BITE FORCE AFTER ORTHODONTIC SEPARATORS**

**Gilda Maria Magalhães Peron**

## **ABSTRACT**

This study evaluated the analgesic and antiinflammatory effects of low power laser, 808 nm, in patients who had orthodontic separators placed mesial and distal to the first lower molars. The effect of low power laser was assessed by the maximal molars bite force, immediately, 24 and 48h after irradiation and the values were measured by a digital dynamometer and by VAS scale. Thirty patients (n=30) were selected, aged 18 to 35 (mean=23,7), both genders (15 men and 15 women). On the hemiarch tested, lasertherapy was performed immediately, 24h and 48h thereafter, whereas on the control hemiarch it was performed placebo treatment. The digital dynamometer was placed on the first lower molars where the orthodontic separators were inserted (mesial and distal faces). The patients performed two bites for each hemiarch. The irradiations and the dynamometer were handled by a single operator and the notes of the values were performed by another operator. The results were analysed using t test for multiple comparisons (SPSS) and modeling (StataCorp 2007). There was no statistically significant difference between low power laser and placebo measurements of maximum bite force and VAS scale. The low power laser did not show analgesic and antiinflammatory effects in reducing pain caused by orthodontic separators.

## SUMÁRIO

	Página
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVO .....</b>	<b>11</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Dor .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 As forças ortodônticas.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Reação pulpar .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Sistema nervoso periférico .....</b>	<b>14</b>
<b>3.5 Dor e alimentação .....</b>	<b>15</b>
<b>3.6 Ligamento periodontal .....</b>	<b>15</b>
<b>3.7 Força de mordida .....</b>	<b>17</b>
<b>3.8 Laserterapia .....</b>	<b>18</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Amostra .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Materiais .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.1 Escala VAS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.2 Separadores ortodônticos .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.3 Transdutor de força de mordida .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.4 <i>Laser</i> .....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Métodos .....</b>	<b>27</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Nos tratamentos com ortodontia fixa faz-se necessária a separação dos molares a fim de criar espaço suficiente para a instalação das bandas ortodônticas que ancoram o aparelho. Esses elementos básicos dos aparelhos fixos são construídos em aço inoxidável, resistentes à deformação, recebem acessórios ortodônticos soldados e são cimentados aos dentes. Dessa maneira formam um complexo biomecânico para a movimentação dental. Habitualmente, consegue-se 0,4 mm de espaço para bandas pré-fabricadas com 0,25 mm de espessura. A obtenção desse espaço tem o objetivo de facilitar a escolha e a posterior cimentação das bandas.<sup>1</sup>



Figura 1 – Banda ortodôntica.

O stress mecânico culmina com a movimentação dentária, que é favorecida pela remodelação do ligamento periodontal (LPD) e do osso alveolar adjacente.<sup>2,3,4</sup> Portanto o movimento dental é uma sequência elaborada, que requer trocas no LPD e osso alveolar de suporte, que possuem diferentes populações celulares e características de remodelação distintas.<sup>5</sup> O processo inflamatório, reconhecido no início dos anos 70, é a pré-condição desta atividade.<sup>2</sup>

Os usuários de ortodontia fixa passam pela experiência da dor em várias intensidades, após vários procedimentos<sup>6</sup> e calculando que o tratamento ortodôntico pode durar anos, esse desconforto deveria ser tratado de forma eficaz.<sup>7</sup> A prática clínica demonstra que tanto a intensidade como a frequência da dor que acompanham o tratamento ortodôntico não podem ser ignoradas<sup>8</sup>, pois mesmo os pacientes com limiar de dor mais alto consideram a dor como um problema.<sup>9</sup>

No mundo de hoje é cada vez mais inaceitável que pacientes submetidos aos tratamentos odontológicos sofram de dor ou desconforto<sup>10</sup>, mas esse assunto é

considerado escasso na literatura quando comparado a outros na área da ortodontia.<sup>11</sup>

Considerando o resultado de estudo de caso que propôs uma alternativa a diminuição da sensação dolorosa com irradiação *laser*<sup>12</sup> e levando em conta os benefícios obtidos na reparação durante os processos inflamatórios por condições de irradiações específicas<sup>13-16</sup>, o uso de *lasers* em baixa intensidade pode ser investigado, quanto a seus efeitos, durante algumas fases do tratamento ortodôntico.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficácia da ação analgésica e anti-inflamatória da irradiação *laser* em baixa intensidade, pela mensuração da força máxima de mordida e escala visual analógica (VAS), durante os três dias subsequentes (0h-24h-48h) ao procedimento de separação dos primeiros molares inferiores com finalidade ortodôntica.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Dor

O controle da nocicepção durante o tratamento ortodôntico é de grande interesse, embora não haja um procedimento padrão a fim de se evitar esse desconforto.<sup>6,17</sup> Algumas vezes essa percepção dolorosa chega a ser percebida como maior do que a dor associada às extrações.<sup>6</sup>

A dor durante a terapia ortodôntica tem sido o efeito negativo mais citado nas publicações da área, como preocupação relevante dos pais, pacientes e ortodontistas.<sup>11</sup> A literatura relata que 90% dos pacientes com dor, em torno de 30% encerraram o tratamento mais cedo.<sup>10,18</sup> A sensibilidade dolorosa aumenta paulatinamente da 4ª até a 24ª hora<sup>6</sup> e retorna a um grau de normalidade em torno do 7º dia.<sup>11,16,17,19-21</sup> Alguns pesquisadores que encontraram resultados diferentes, afirmaram que a maior intensidade da dor foi relatada no segundo dia<sup>1</sup>, e outros, que ela ocorria nos três primeiros dias subsequentes aos procedimentos.<sup>10</sup> Alguns estudiosos relataram que o desconforto após as consultas ortodônticas poderia durar até 10 dias.<sup>22</sup>

Embora essa experiência possa variar substancialmente entre os sujeitos, 87% relataram sensibilidade dolorosa no dia seguinte aos procedimentos ortodônticos<sup>8</sup> e 20% acordaram durante a noite para tomar medicação antiálgica<sup>11,22</sup>, por ser a forma mais comum de reduzir a dor em ortodontia.<sup>8</sup> O estado emocional presente, stress, diferenças culturais, gênero, idade, experiências com a dor<sup>17</sup>, fatores cognitivos, ambientais, sociais<sup>23</sup>, motivação, expectativa para o tratamento ortodôntico<sup>9</sup> e intensidade da força aplicada<sup>20</sup> são alguns fatores apontados que podem influenciar o nível da dor percebida pelo indivíduo.<sup>17</sup> O somatório deles contribui para aumentar a dificuldade de uma correta avaliação da intensidade da dor percebida.<sup>10</sup>

#### 3.2 As forças ortodônticas

As forças mecânicas criadas após a inserção dos elásticos separadores podem causar até uma disrupção de tecidos periodontais<sup>5,21</sup>, movimentam o dente e provocam uma reação inflamatória<sup>6</sup> pela compressão do LPD.<sup>24</sup> A fase inicial do movimento dental ortodôntico depende de uma resposta dolorosa inflamatória aguda<sup>6,16,25-27</sup> caracterizada por uma vasodilatação periodontal e migração de leucócitos para fora dos capilares do LPD.<sup>3,27,28</sup> As forças indutoras da

movimentação ortodôntica, ao injuriar as terminações nervosas periodontais, podem facilitar invasão de material microbiano. Essas agressões físicas e químicas levam à inflamação que é uma resposta local do hospedeiro<sup>2</sup> que são consideradas uma consequência da combinação de pressão, isquemia, inflamação e edema.<sup>17,25</sup>

Pesquisas recentes contradizem a resposta inflamatória aguda e tentam explicar o fenômeno da remodelação do LPD, cemento e tecido ósseo de suporte como uma forma exagerada de *turnover* fisiológico combinado com focos de reparação tecidual. O único sintoma encontrado durante a movimentação ortodôntica é a dor, os pacientes não apresentam edema, não há áreas de calor e nem rubor.<sup>5</sup>

### 3.3 Reação pulpar

A dor do movimento dental de natureza ortodôntica tem sido atribuída somente às alterações no periodonto<sup>25</sup>, mas algumas evidências sugeriram que elementos dentro da polpa dental também poderiam contribuir.<sup>11,23,29</sup> Corroborando com esses achados, as fibras nervosas imunorreativas da polpa coronária tiveram seu número aumentado, além dos neuropeptídeos biologicamente ativos, com papel na inflamação tecidual e neuromodulação, indicando que a dor ortodôntica receberia contribuição de alguns mecanismos pulpares.<sup>30</sup>

Com o avanço das pesquisas um grande número de mediadores bioquímicos inflamatórios, fatores de crescimento e neuropeptídeos, liberados pelo sistema nervoso sensorial periférico<sup>29,31</sup>, têm sido encontrados no tecido periodontal de suporte.<sup>2,3</sup> Muitos neuropeptídeos, incluindo a substância P (SP), estão presentes nas fibras nervosas que suprem a polpa dental e periodonto de ratos, gatos, macacos e humanos.<sup>31</sup>

A anatomia e fisiologia do LPD, osso alveolar, gengiva e polpa dental estão intimamente associadas e o modelo de reação em um deles está relacionado com respostas em outros compartimentos teciduais. Portanto o movimento ortodôntico não é um fenômeno puramente local, mas afeta as propriedades dos dentes e tecidos adjacentes, como por exemplo, o aumento do fluxo sanguíneo.<sup>2</sup> Confirmando essa pesquisa, outros autores sugerem que o movimento dental não está confinado dentro do LPD, pois forma e função do cemento e osso alveolar são afetados.<sup>5,32</sup> Durante o movimento do elemento dental, células do tecido nervoso,

sistema imune e endócrino tornam-se envolvidas na ativação e resposta do LPD e células do osso alveolar.<sup>33</sup>

### **3.4 Sistema nervoso periférico**

A força ortodôntica aplicada ao dente é transmitida ao LPD e osso alveolar, que recebem um rico suprimento de nervos sensoriais projetados do complexo nuclear sensorial do nervo trigêmeo.<sup>34</sup>

Os mecanorreceptores estão localizados no gânglio trigeminal e núcleo trigeminal mesencefálico, seus processos periféricos viajam através do nervo alveolar inferior, dentro do canal mandibular, seus ramos se anastomosam desordenadamente, formam o plexo dental inferior e terminando no LPD da mandíbula.<sup>35,36</sup> Esses mecanotransdutores fazem a transdução fisiológica dos sinais de indução da força em respostas bioquímicas, que envolvem a expressão gênica necessária para a mediação das adaptações ao stress mecânico. Esses mecanismos precisos ainda permanecem desconhecidos.<sup>37,38</sup>

O aumento do interesse nos aspectos biológicos dinâmicos da estimulação nervosa tem evidenciado que o sistema nervoso periférico desempenha papel importante na resposta inflamatória.<sup>29</sup> Os tecidos passam por uma série de eventos que incluem: vasodilatação, exsudato de fluidos e migração de leucócitos nos espaços extra-vasculares.<sup>2</sup> Acredita-se que estes mediadores bioquímicos atuem a remodelação, reparo e regeneração tecidual, caracterizados por reabsorção óssea seletiva e deposição nas áreas de compressão e tensão do LPD.<sup>4</sup> Autores demonstram que esses mediadores são modulados por fatores sistêmicos como: idade, nutrição, doenças metabólicas e história do uso de drogas.<sup>16</sup>

A resposta hiperálgica inclui a liberação de: histamina, prostaglandinas, serotonina, bradicinina e SP, que é um neuropeptídeo capaz de induzir a secreção de Interleucina-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ).<sup>3</sup> A expressão da SP torna-se aumentada após a movimentação ortodôntica no LPD em ratos e pode estar associada à percepção da dor.<sup>31</sup> A monitoração das substâncias biologicamente ativas pode ser feita de uma forma não-invasiva através do estudo das mudanças na composição do FCG.<sup>31</sup>

Tem sido revelado em estudos experimentais que as fibras nervosas periodontais alteram sua distribuição após o movimento dental e trauma oclusal de forma rápida.<sup>35</sup> Após a colocação dos separadores ortodônticos houve um aumento na

quantidade de IL-1 $\beta$ . A prostaglandina E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>), mediadora de inflamação e reabsorção óssea, aumentou após 24h sugerindo que sua produção possa ser estimulada pela IL-1 $\beta$ <sup>24</sup>, que tem ação potente para reabsorver o tecido ósseo.<sup>16</sup>

### 3.5 Dor e alimentação

A dor causa alterações na atividade muscular para limitar o movimento e proteger o sistema motor-sensorial de novas injúrias. Essa relação é influenciada pela natureza multidimensional da dor e complexidade desse sistema.<sup>36</sup> Os autores propuseram um modelo integrado de adaptação da dor e sugeriram que ela resulta de uma nova estratégia de recrutamento de unidades motoras e é influenciada pelos componentes multidimensionais da experiência da dor, com o objetivo de minimizá-la e manter a homeostase.<sup>39</sup> Clinicamente, citam os autores, as queixas mais comuns relatadas pelos pacientes ortodônticos são: dificuldade de mastigação e alimentação. As ulcerações orais tem sido o segundo problema mais frequente.<sup>10,40</sup> Menos da metade dos pacientes mantêm a alimentação normal<sup>10</sup>, apresentam dificuldade, de moderada a extrema<sup>11</sup>, para mastigar<sup>18</sup> e morder alimentos firmes.<sup>1,2</sup>

### 3.6 Ligamento periodontal

Localizado entre a raiz do elemento dental e o osso alveolar, o LPD é um tecido conectivo frouxo, altamente celular, mais vascularizado do que outros ligamentos e tendões, e apresenta grande complexidade.<sup>41</sup> Além dessas características, possui uma variedade de células osteogênicas<sup>38</sup>, osteoclásticas, endoteliais, sensoriais (terminações de Ruffini), cementoblastos, restos epiteliais de Malassez<sup>41</sup> e células multipotentes capazes de regenerar cimento e o próprio LPD.<sup>37</sup> Entre suas funções incluem-se algumas atividades como: erupção dental, ancoragem dos dentes nas arcadas e mobilidade fisiológica durante a mastigação.<sup>38</sup>

Em resposta aos vários estímulos mecânicos contínuos, que mantêm a homeostase e funções específicas, os fibroblastos do LPD<sup>41</sup> podem se diferenciar, remodelar e participar do reparo ou regeneração dos tecidos duros circundantes.<sup>37</sup> Eles devem ser capazes de se sensibilizar aos estímulos mecânicos durante o movimento dental e mastigação, além de responder a essas trocas por alterações estruturais<sup>42</sup>, ou no metabolismo de biomoléculas ou por adaptação da matriz extracelular circundante.<sup>38</sup>

A compressão do LPD impede a circulação vascular e diferenciação celular, por esta razão, é degradado em poucas horas.<sup>6</sup> Durante os tratamentos ortodôntico e ortopédico, as células do LPD são submetidas à pressão mecânica contínua sob condições fisiológicas.<sup>38</sup> Para se adaptar às trocas das posições dentárias, o sistema de fibras colágenas danificadas do LPD deve ser degradado ao ser fagocitado pelos fibroblastos e novas fibras serão sintetizadas.<sup>41</sup> Se esse processo acontecer com maior rapidez, menor será a atividade inflamatória.<sup>43</sup>

A alteração inicial na espessura do ligamento periodontal é o gatilho que desencadeia as reações biológicas durante a movimentação ortodôntica.<sup>44</sup> Em estudo do LPD de hora em hora, um sinal de alteração na sua espessura foi constatado após a primeira hora, mas as reações estruturais periodontais foram iniciadas 6 horas após a carga da força ortodôntica.<sup>44</sup>

As medidas do deslocamento dental durante outro estudo indicaram duas respostas distintas: uma, instantânea, que apontou um movimento muito rápido por somente poucos segundos e outra resposta secundária, que mostrou uma diminuição dramática na taxa de movimentação nas horas subsequentes.<sup>42</sup>

A osteogênese ortodonticamente induzida produz novos osteoblastos derivados das células do LPD.<sup>32</sup> Entre os mecanismos de remodelação óssea durante o tratamento ortodôntico, de um lado está a liberação de mediadores inflamatórios, tais como PGE<sub>2</sub> e IL-1 $\beta$ <sup>15,26,31</sup>, e por outro lado a produção de neuropeptídeos, como a SP.<sup>2,3,16,24,26,46</sup> O deslocamento inicial realizado pelos separadores ortodônticos induz uma rápida liberação destes três mediadores químicos no fluido crevicular gengival (FCG). Estes níveis foram significativamente mais altos nos locais comparados com os locais de controle, após a inserção dos elásticos separadores ortodônticos.<sup>3</sup>

Os tecidos periodontais respondem rapidamente ao stress mecânico com trocas metabólicas que permitem o movimento dental e podem ser avaliadas através da análise da composição do FCG<sup>3,24,31</sup>, porém o volume desse fluido pode estar elevado apenas pela presença da aparatologia fixa independente da ação de forças ortodônticas.<sup>27</sup>

É importante saber que a resposta mecânica à transdução das forças aplicadas, não representa uma condição patológica, pois trata-se de uma inflamação asséptica.<sup>4</sup> Embora muito se discuta a fim de se compreender os mecanismos do movimento dental, existem divergências a respeito da



resposta às forças ortodônticas passarem ou não por um processo inflamatório. Apesar do progresso nos últimos 20 anos, a nível molecular, nosso conhecimento ainda está longe de ser concluído e a presença de uma proteína por si só não quer dizer que ela esteja biologicamente ativa.<sup>5</sup>

### 3.8 Força de mordida

A avaliação da percepção dolorosa é bastante complexa por ser uma experiência sensorial, passível de ser alterada por fatores psicológicos, socioculturais e ambientais<sup>10</sup> que pode variar substancialmente entre indivíduos.<sup>8</sup>

A possibilidade de exercer uma força de mordida suficiente entre os dentes é um indicador de normalidade da função mastigatória.<sup>47</sup> A maioria das pesquisas que investigaram a natureza da dor referente aos tratamentos ortodônticos indicou que o pico da dor observado acontecia durante o mastigar<sup>1,17,18</sup> e ao morder<sup>17</sup>, variando de moderado a extremo.<sup>22</sup>

Estudos prévios relataram uma diminuição da atividade funcional eletromiográfica do músculo masseter após ajustes do aparelho ortodôntico<sup>11</sup> além da habilidade de mastigar e morder<sup>2,19</sup> que levava os pacientes a evitar alimentos duros ou de consistência firme<sup>10</sup> e atividades da vida diária.<sup>1</sup> A performance mastigatória alterada durante o tratamento ortodôntico, está relacionada à qualidade de vida por sua influência na qualidade da digestão, na seleção da dieta e no nível de satisfação durante a alimentação.<sup>48</sup>

Os músculos masseter e temporal anterior foram sensibilizados após indução de dor nos dentes, o que poderia ser explicado como um mecanismo protetor contra danos posteriores a uma parte do sistema mastigatório que sofreu uma injúria.<sup>19</sup> A dor pode ser uma estratégia nova de recrutamento de unidades motoras influenciada pelos componentes multidimensionais da experiência da dor. O objetivo seria minimizar a sensibilidade dolorosa mantendo a homeostase com ênfase na reação individual da dor.<sup>39</sup>

Homens apresentaram força de mordida maior que as mulheres e pesquisadores atribuem essa diferença à maior massa e tamanho dental do gênero masculino. Um estudo observou que a segunda mensuração dessa força apresentou valores mais elevados do que na primeira.<sup>49,50</sup>

A redução do pico da dor é de significativa importância<sup>51</sup> e proporcionaria mais conforto e satisfação aos pacientes.<sup>52,53</sup>

### 3.7 Laserterapia

A terapia com LBI envolve a utilização da luz vermelha visível e infra-vermelha e sua interação com os tecidos biológicos, com os objetivos de estimular e melhorar a cicatrização, bem como a redução da dor.<sup>54</sup> A irradiação *laser* em baixa intensidade é capaz de modular o metabolismo celular e estimular a respiração mitocondrial na produção de oxigênio molecular e síntese de ATP. Esses efeitos, um de cada vez, produziram um aumento no DNA, RNA, e síntese de proteína regulatória do ciclo celular que estimula a proliferação celular.<sup>55</sup>

Para que ocorram os efeitos biológicos devidos à irradiação *laser*, faz-se necessária a interação da radiação *laser* com as estruturas moleculares e celulares dos tecidos vivos, depende das propriedades ópticas do tecido alvo e do comprimento de onda escolhido.<sup>28</sup> *Lasers* emissores na faixa do infra-vermelho têm sido utilizados por seus efeitos nas camadas subcutâneas. A razão é que possuem penetração em camadas mais profundas nos tecidos biológicos<sup>56</sup>, ocasionados pelo alto espalhamento assim como pelo baixo coeficiente de absorção da água e da hemoglobina nesta região de comprimento de onda.<sup>15,16,57-59</sup>

Uma alternativa no controle do alívio da dor aponta para o LBI, em várias aplicações clínicas por seu efeito analgésico<sup>51,57</sup>, regenerativo e anti-inflamatório, embora seus mecanismos permaneçam pouco esclarecidos.<sup>58,69</sup>

O uso clínico do LBI no campo da odontologia e cirurgia oral tem sido descrito desde os anos setenta.<sup>15,61,60</sup> Os benefícios dos efeitos biológicos nos tratamentos músculo-esqueléticos, neuro-musculares, citogênicos e condições traumáticas são conhecidos como fotobioestimulação.<sup>61</sup> Essas irradiações não demandam longos períodos de tempo e são não-invasivas. Ao contrário de produtos químicos ou medicamentos<sup>52,63</sup>, mostraram que não há efeito sistêmico negativo no organismo do paciente.<sup>52</sup> Tal ação difere de algumas drogas anti-inflamatórias não-esteroidais (AINES) como, por exemplo, o ibuprofeno. Indicadas para o alívio da dor do movimento ortodôntico, essas drogas diminuem a produção de prostaglandinas<sup>6</sup> e podem reduzir a velocidade da movimentação dental.<sup>16,29,64</sup> Alguns autores enfatizam que a redução da dor faz-se necessária sem drogas analgésicas durante o tratamento ortodôntico.<sup>16,65</sup>

A irradiação com LBI estimula a cicatrização de feridas<sup>13,15,66,67</sup> como as ulcerações orais provocadas pela ortodontia<sup>68</sup>, proliferação mais rápida de fibroblastos<sup>43,66</sup>, a regeneração óssea<sup>60,63</sup>, a síntese de colágeno<sup>13,15</sup>, a atividade enzimática<sup>69</sup> e a regeneração nervosa.<sup>13,14</sup> Tais irradiações influenciam aumentando o número de osteoclastos e conseqüentemente de osteoblastos<sup>15</sup> que incrementam sua atividade normal durante o processo de reparação óssea<sup>13,38</sup> sem injúria ao dente ou ao periodonto.<sup>60</sup> A produção de PGE<sub>2</sub><sup>67</sup> e IL-1 $\beta$  induzidas “in vitro”, em células do LPD de humanos, foram diminuídas significativamente, ambas envolvidas na indução da dor suportada pelos altos níveis encontrados durante o movimento “in vivo”.<sup>13,26,52</sup> Os efeitos anti-inflamatórios e analgésicos incluíram a estimulação de células nervosas e do processo oxidativo aeróbico dos linfócitos, estabilização do potencial de membrana, liberação de neurotransmissores no tecido inflamatório<sup>58</sup>, aumentaram a síntese de endorfinas, bradicininas e o limiar de dor.<sup>61</sup>

O alívio da sensação dolorosa durante o tratamento ortodôntico pode ser um dos grandes benefícios terapêuticos do LBI e seu uso clínico tem sido relatado com algum sucesso.<sup>13,26,38,51,57,70</sup> Contrapondo-se a esses resultados, outros pesquisadores encontraram respostas desencorajadoras na redução da dor em ortodontia.<sup>28,60</sup> Além desse efeito tão discutido, estudos demonstraram o aumento da velocidade de movimentação ortodôntica<sup>16,38,57,59</sup> quando utilizado nos estágios iniciais das ativações dos aparelhos ortodônticos. Outros trabalhos verificaram o aumento do número de osteoclastos, da proliferação de células do LPD<sup>14</sup>, neoformação de tecido ósseo<sup>63</sup> e remodelação óssea alveolar, sem causar injúrias ao periodonto e nem ao elemento dental.<sup>14,60</sup>

#### **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

Após a aprovação do Comitê de Ética (FR 2976242, Protocolo140/2009) todos os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa foi realizada nos consultórios do L.E.L.O. - Laboratório Especial de *Lasers* em Odontologia da F.O.U.S.P. – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. A identidade de todos os pacientes foi preservada.

## **4.1 Amostra**

Consistiu de 30 pacientes, 15 do gênero feminino e 15 do gênero masculino, com idades entre 18 a 35 anos e indicação de bandagem ortodôntica.

Os pacientes incluídos apresentavam todos os elementos dentários erupcionados até os segundos molares permanentes, superiores e inferiores, boa saúde e higienização oral adequada.

Os critérios de exclusão foram: pacientes que fizessem uso de medicação controlada, que apresentassem problemas periodontais ou endodônticos, diastemas na arcada inferior, disfunção temporomandibular, doenças de origem muscular ou psiquiátrica, que pudessem interferir na veracidade das informações. Os pacientes que não apresentaram nenhuma sensibilidade dolorosa durante os três dias da pesquisa foram excluídos da amostragem e não computaram para o total de 30 pacientes.

## **4.2 Materiais**

### **4.2.1 Escala VAS**

A primeira variável foi a escala VAS (*Visual Analog Scale*), desenhada com uma linha de 10 cm, no limite esquerdo a referência sem dor (0) e no limite direito a referência de pior dor possível (10). Desta forma foi providenciado que os sujeitos tivessem a liberdade de expressar suas exatas intensidades de dor nas respostas, com estilo individual (Apêndice - A). Todos os participantes do estudo foram orientados para que suas marcações refletissem sua sensibilidade dolorosa sem tendenciar os resultados. As marcações foram convertidas em valores numéricos, por uma pessoa não envolvida na pesquisa, e submetidos a avaliação estatística.

### **4.2.2 Separadores ortodônticos**

Foram instalados nos primeiros molares inferiores, lados direito e esquerdo, faces mesiais e distais (cor azul, marca Morelli, Sorocaba, SP, Brasil). Os pacientes receberam instruções quanto aos cuidados para manter os separadores elásticos em suas posições originais, como por exemplo, não fazer uso do fio dental nesses locais durante a pesquisa e evitar alimentos excessivamente pegajosos que poderiam deslocá-los durante o ato mastigatório (FIG. 2 e 3).



Figura 2 – Separadores ortodônticos.



Figura 3 – Separadores ortodônticos inseridos.

#### 4.2.3 Transdutor de força de mordida

A força de mordida foi mensurada através de um dinamômetro digital (marca Kratos, modelo IDDK, Cotia, São Paulo, Brasil), com capacidade de até 100kgf, adaptado para as condições orais (FIG.4).



Figura 4 - Corpo e garfo do dinamômetro digital Kratos.

Esse aparelho, uma tecnologia eletrônica, consiste em um garfo de mordida e um corpo digital. No momento de gravar as medidas, o operador pode empunhar o garfo através de um cabo emborrachado. Possui um seletor capaz de gravar a opção “pico máximo”, que salva a maior força aplicada durante o teste, com as opções das escalas Kgf, N e lbf. A célula de carga, altamente precisa, e seu circuito eletrônico são capazes de fornecer medidas no mostrador de cristal líquido digital que contém 5 dígitos. Na extremidade oposta ao cabo emborrachado temos duas pinças de metal que ao serem submetidas à força de mordida sofrem deflexão transmitindo-a ao aparelho. O garfo possui dois discos plásticos para serem colocados entre os dentes no momento de determinar a força, com 2 mm de espessura que protegem os dentes de danos e podem ser comprimidos sem serem “rasgados” (FIG.5).

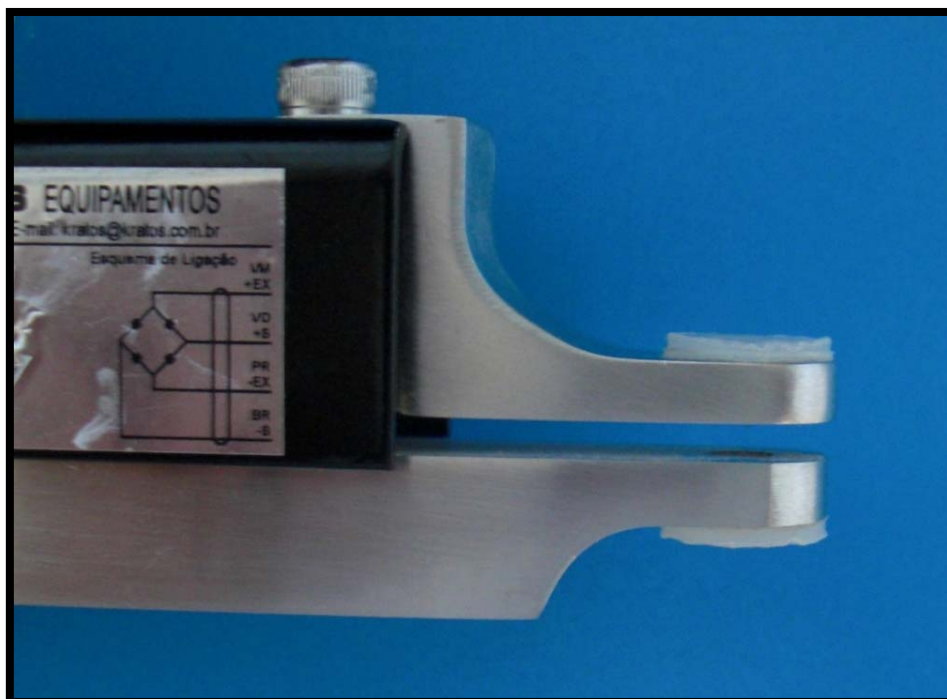


Figura 5 - Garfo de mordida em detalhe.

Segundo Bonakdarchian *et al.* (2009) não há relatos na literatura sobre fraturas dentais durante as mensurações. Por seu tamanho reduzido, os discos com diâmetro de 14 mm permitem a avaliação correspondente a um único elemento dental. O conjunto garfo e discos apresentam 14,6 mm de altura. Esse garfo foi protegido por dedeiras de borracha descartáveis durante as tomadas das mordidas, seguindo as normas de biossegurança.

O encosto da cadeira foi padronizado na posição vertical, de modo que o paciente não flexionasse ou estendesse o pescoço e se sentasse de forma confortável. O dinamômetro foi colocado na região dos primeiros molares permanentes inferiores, onde estavam inseridos os elásticos de separação. Os pacientes mordiam com a força máxima antes e após as irradiações com LBI (808nm), do lado direito e esquerdo (FIG. 6).



Figura 6 – Transdutor de força de mordida em posição.

As medições foram realizadas duas vezes de cada lado e com intervalo de dois minutos entre cada uma (Anexo - B). O pesquisador empunhou o dinamômetro e outro operador fez a leitura e anotações dos picos das forças de mordida. Os pacientes e o operador do dinamômetro não tiveram acesso a estes valores das forças de mordida durante a pesquisa.

#### **4.2.3 Laser**

O equipamento usado nesse estudo foi o Arseneto de Gálio e Alumínio (GaAlAs), *laser* diodo semiconductor emitindo radiação com comprimento de onda de 808 nm (Whitening Lase II, Marca DMC, São Carlos, SP, Brasil) e operando no modo contínuo (FIG.7).





Figura 7 – Laser GaAIAs – DMC

O feixe *laser* foi entregue com a ponteira usada perpendicularmente às superfícies irradiadas, no modo contato. A área do spot era de  $0,028 \text{ cm}^2$ , potência de saída de  $0,1 \text{ W}$ , tempo de irradiação por ponto de 10 segundos e tempo total de irradiação de 560 segundos. Essas condições de irradiação resultam na irradiância calculada de  $3,5 \text{ W/cm}^2$  e densidade de energia calculada de  $35,7 \text{ J/cm}^2$  (FIG.8).



Figura 8 – Irradiação *laser* (808nm).

Os primeiro molares inferiores e os elementos adjacentes foram irradiados nos terços apical e cervical, bem como ao longo do trajeto do nervo alveolar inferior pela face vestibular e lingual (FIG.9).

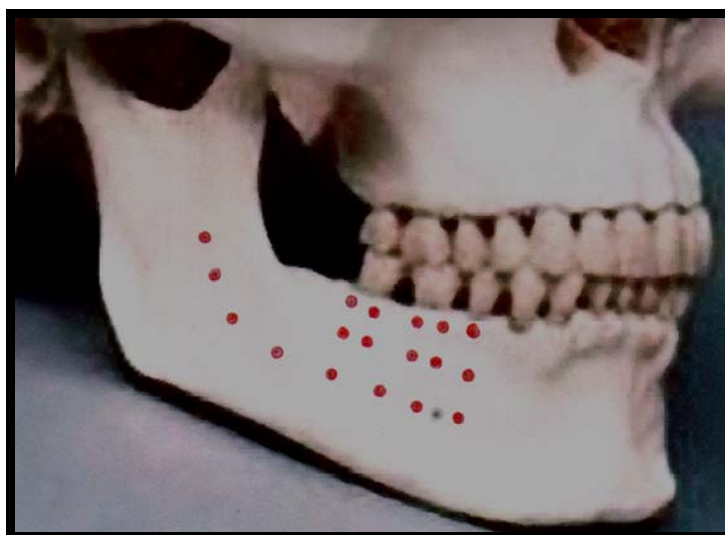


Figura 9 – Pontos de irradiação laser (808 nm).

Devido às dificuldades de avaliação da dor entre os indivíduos, como gênero, cultura, motivação, ansiedade, entre outros, o mesmo paciente fez parte do grupo teste e do grupo controle. Todos pacientes receberam o tratamento placebo em uma hemiarcada, 50% deles foram irradiados com o *laser* no hemiarco direito e os outros 50% irradiados do lado esquerdo, divididos aleatoriamente. Para o tratamento placebo, a ponteira foi envolvida com material refletivo (papel alumínio) na saída do feixe, e os pacientes podiam ouvir o sinal sonoro do aparelho durante as irradiações (FIG.10). A potência de saída foi aferida para verificação do bloqueio do feixe. Apenas o pesquisador sabia qual lado o paciente recebia o tratamento (teste) e qual lado recebia o placebo (controle).

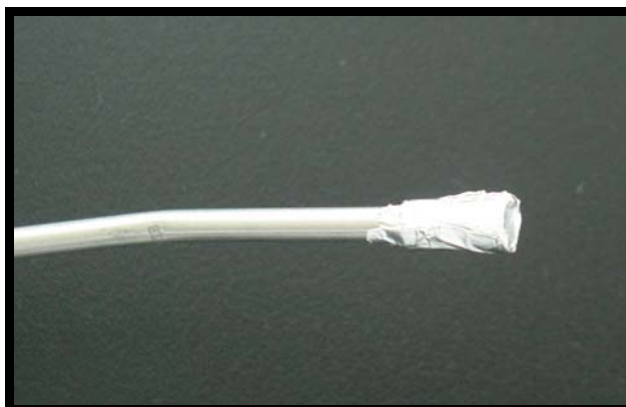


Figura 10 – Ponteira *laser* com barreira refletiva.

Pesquisador e pacientes usaram óculos de proteção adequados e as normas de biossegurança foram seguidas.

A pesquisa foi realizada pelo mesmo operador e foi utilizado um aferidor de potência (*Laser Check Handheld Power Meter*, Marca Coherent, Santa Clara, CA, U.S.A.), antes e após as irradiações.

#### 4.3 - Métodos

Primeiro dia:

- 1- Avaliação inicial da força máxima de mordida do lado direito e esquerdo, duas vezes de cada lado, antes da colocação dos separadores ortodônticos.
- 2- Inserção dos separadores nos primeiros molares inferiores, lados direito e esquerdo, faces mesiais e distais dos primeiros molares inferiores.
- 3- Imediatamente após os pacientes foram irradiados com *laser* infra-vermelho ( $\lambda=808$  nm) em um hemiarco e o outro recebeu o placebo.

Segundo dia (exatas 24h após a primeira avaliação):

- 1- Medição da força máxima de mordida do lado direito e esquerdo, duas vezes para cada hemiarco.
- 2- Preenchimento da VAS, para o lado direito e para o lado esquerdo.
- 3- Irradiação com *laser* infra-vermelho ( $\lambda=808$  nm) em um hemiarco e o outro recebeu o placebo, conforme o dia anterior.
- 4- Nova medição da força máxima de mordida do lado direito e esquerdo, duas vezes para cada lado, após a irradiação ou placebo.

5- Preenchimento da escala VAS, para o lado direito e esquerdo.

Terceiro dia (exatas 48h após)

1- Medição da força máxima de mordida do lado direito e esquerdo, duas vezes para cada lado.

2- Preenchimento da escala VAS.

3- Irradiação com *laser* infra-vermelho ( $\lambda=808$  nm) e o outro hemiarco recebeu o placebo conforme o dia anterior.

4- Nova medição da força máxima de mordida do lado direito e esquerdo, duas vezes para cada lado, após a irradiação ou placebo.

5- Preenchimento da escala VAS, para o lado direito e para o lado esquerdo.

O grupo controle foi o próprio paciente, que teve uma hemiarcada irradiada e a outra recebeu o tratamento placebo. A seleção do lado que seria irradiado foi feita aleatoriamente.

As irradiações e a colocação do dinamômetro foram realizadas pelo mesmo operador e os registros dos picos das forças de mordida foram anotados por outro operador.

#### 4 RESULTADOS

Inicialmente foi utilizada análise exploratória dos dados obtidos, para verificar as tendências, pontos discrepantes e dispersão das variáveis-resposta: força de mordida e resultado na escala VAS, assim como suas relações com as co-variáveis: gênero, idade, uso de medicamento analgésico e modificação na dieta.

Os valores encontrados para a força de mordida variaram de 14,86 a 69,37 kgf no gênero feminino, e de 15,66 a 84,36 kgf no gênero masculino. Durante o estudo, 5 pacientes (4 do gênero feminino e 1 do gênero masculino), com o total de 16,66% dos pesquisados, relataram que se automedicaram com analgésicos. Em relação à alimentação, 16 participantes, sendo 10 do gênero feminino e 6 do gênero masculino, representando 53,33% da amostra, informaram que alteraram a dieta nos dias 2 e 3 devido à sensibilidade dolorosa durante o ato mastigatório. As medições da escala VAS variaram de 0 a 9,3.

Serão considerados neste estudo testes de avaliação estatística dos resultados descritos abaixo, todos considerando valores de  $p$  menores que 0,05.

Como foram utilizadas duas medições de força de mordida para cada situação estudada, verificou-se na análise exploratória, a correlação linear entre a primeira e a segunda medidas de força no momento inicial (FIG.11 e 12). Tais medidas estão altamente correlacionadas, tendo como indicador desta correlação linear o coeficiente de Pearson  $r$  (lado direito com  $r = 0,91$ ;  $p < 0,001$  e lado esquerdo com  $r = 0,96$ ;  $p < 0,001$ ). Diante desse resultado, pode-se utilizar a média aritmética dos pares de medidas como indicador da força de mordida no momento inicial (dia 1).

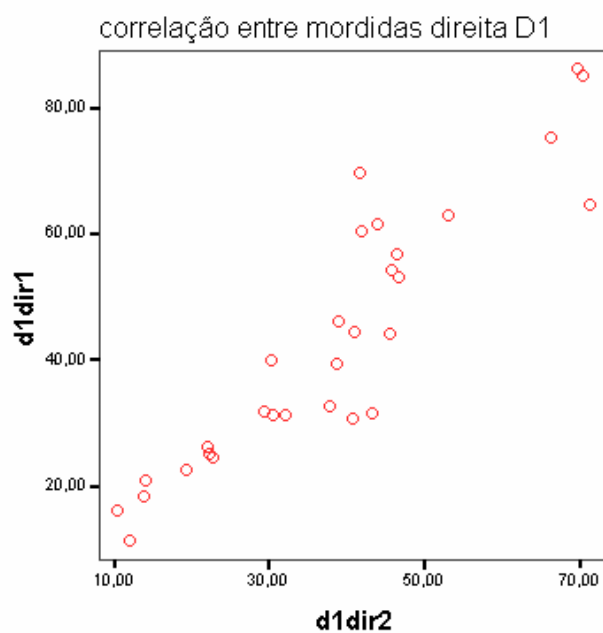


Figura 11 - Correlação entre a primeira e segunda mordida do lado direito, momento inicial (dia 1).

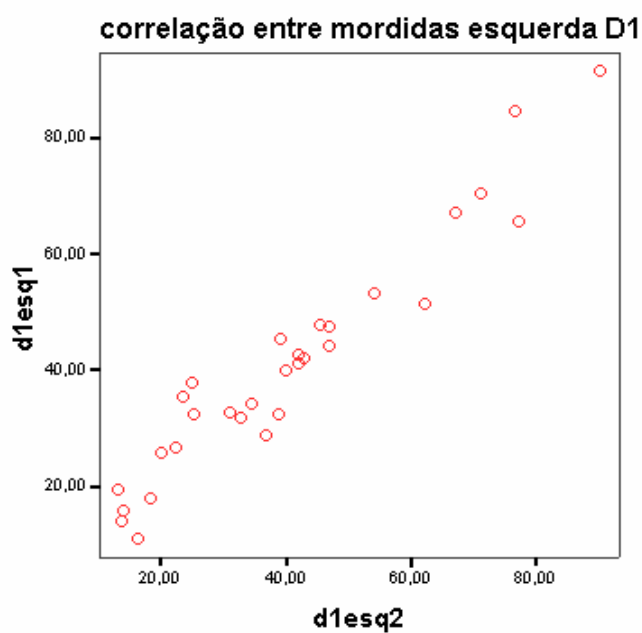


Figura 12 - Correlação entre a primeira e segunda mordida do lado esquerdo, momento inicial (dia 1).

Foi verificada ainda uma forte correlação linear entre os valores médios da força de mordida nos lados direito e esquerdo ( $r = 0,93$ ,  $p < 0,001$ ). Tal resultado indicou uma homogeneidade das medidas de força para ambos os lados ao início do estudo, como indicado pelo teste T para médias de amostras pareadas ( $p = 0,987$ ) (FIG.13).

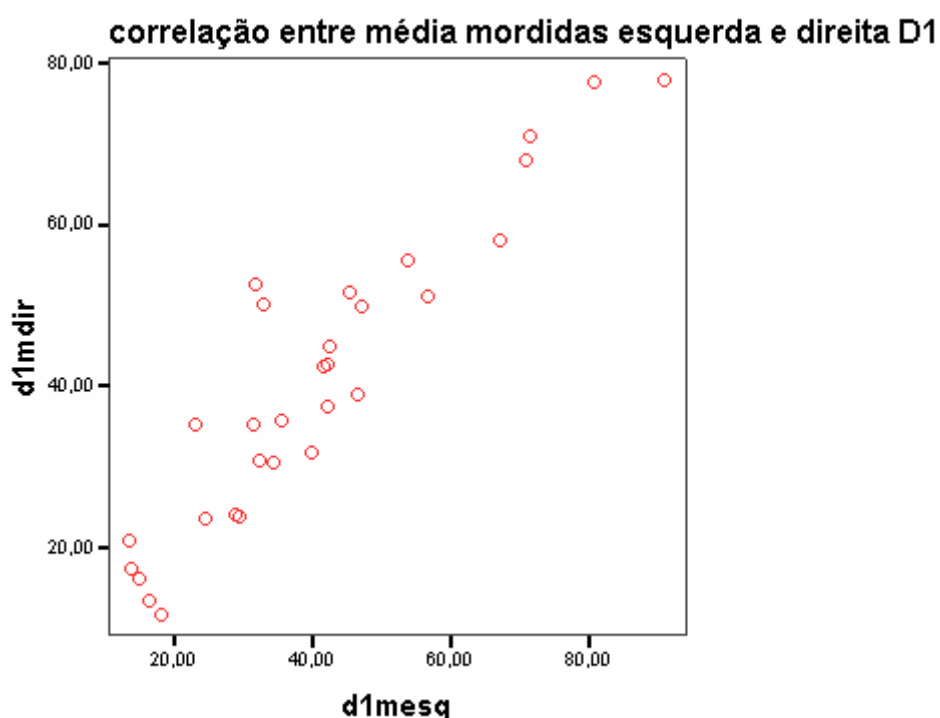


Figura 13 - Correlação entre a média das mordidas do lado direito e a média das mordidas do lado esquerdo, no momento inicial (dia 1).

No primeiro dia, antes de qualquer intervenção, poderia ter sido verificada a correlação entre a medida de força e a medida de dor indicada pela escala VAS. Como não houve a coleta da informação da medida VAS ao primeiro dia, visto que os critérios de inclusão pressupunham ausência de dor, a correlação foi verificada entre as médias das medidas de força para cada lado e os resultados das VAS, também, para cada lado.

Foi observada a significância da diferença entre as médias das medidas de força após 24 horas e 48 horas da intervenção, respectivamente, e os valores médios das medidas de força no início do estudo. De forma análoga, foram

verificadas as diferenças entre esses valores no momento antes das intervenções e os valores obtidos logo após as intervenções, através da comparação de médias em situação caso-controle. (FIG.14)

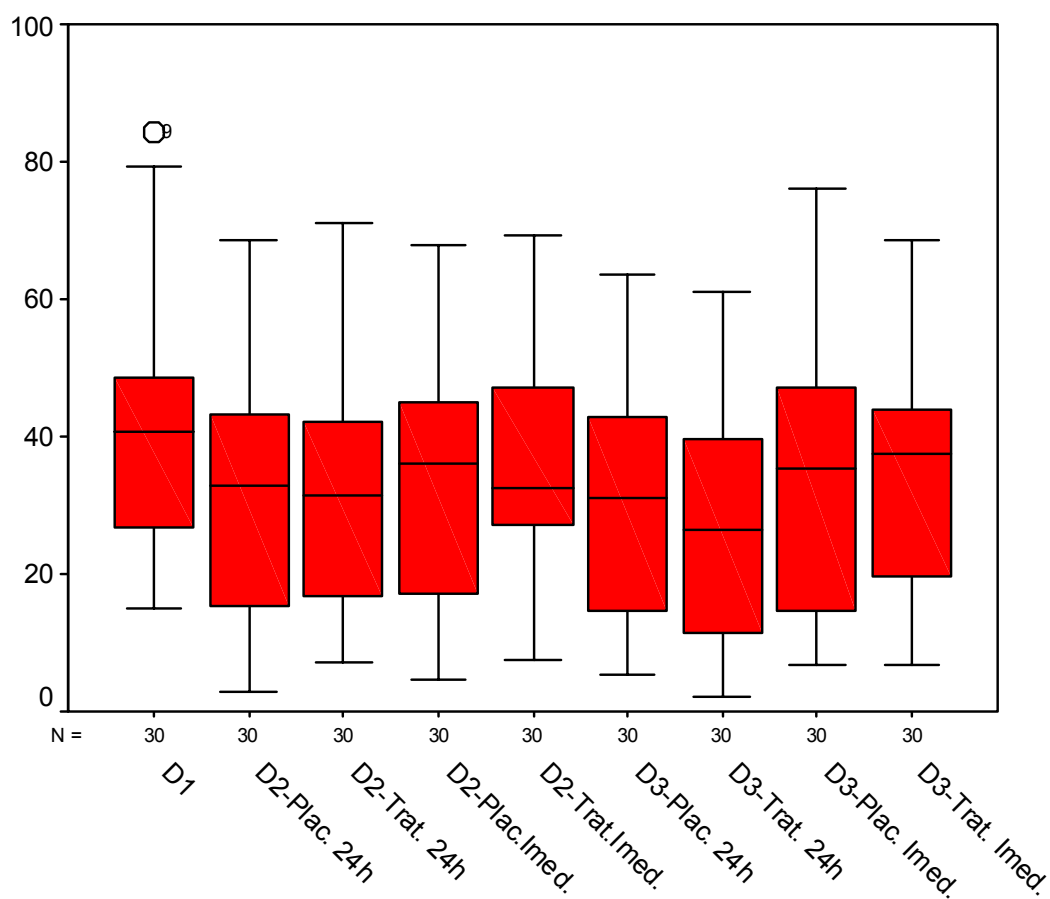


Figura 14 – Comparação da força máxima de mordida nos dias 1, 2 e 3, após 24h e imediatamente após as irradiações (placebo e tratamento).

Houve ainda a possibilidade de utilizar a medida de dor indicada pela escala VAS nos dias 2 e 3 para comparações análogas, já que tais medidas foram coletadas. (FIG.15)



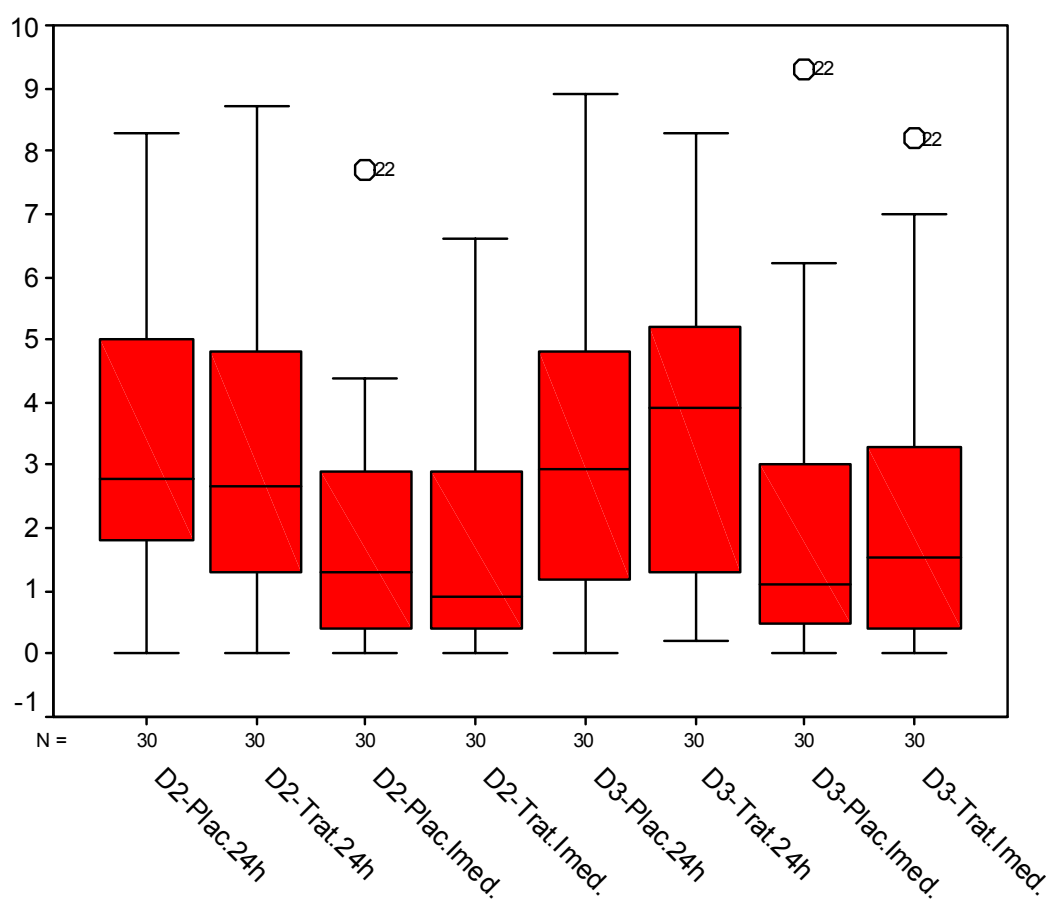


Figura 15 – Avaliação da escala VAS, dias 2 e 3, após 24h e imediatamente após as irradiações (placebo e tratamento).

Por se tratar de um estudo longitudinal, onde foram realizadas medidas repetidas para os mesmos pacientes, que estavam correlacionadas no tempo, adotamos uma estratégia de análise confirmatória dos resultados obtidos nas análises descritiva e exploratória dos dados, através de modelagem. Tal recurso exigiu que o banco de dados fosse reformatado de forma a refletir essa estrutura de correlação temporal entre as medidas e permitisse o controle pelas co-variáveis de interesse. Os dados não ficaram mais em estrutura de casos, onde cada paciente é representado por uma linha e cada variável por uma coluna. No caso de modelagem, utilizamos a denominada matriz longa, onde cada paciente foi representado por várias linhas, correspondentes às medidas diferentes (repetidas) efetuadas ao longo do tempo. A vantagem do enfoque de modelagem utilizado foi podermos verificar os efeitos (força de mordida ou valor na escala VAS) controlados pelo tempo (momento da medição) e

outras co-variáveis de interesse. A análise com essa estrutura de modelo indicou que o tempo foi uma variável significativa, controlada por outras co-variáveis.

O modelo pode ser considerado bom, pois a probabilidade  $>$  chi quadrado (= 0,0000) indicando forte relação entre a variável dependente e a variável independente.

Força	Coef.β	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
dia_n	-5.465647	1.226417	-4.46	0.000	-7.869381	-3.061913
_llado_2	-1.708889	1.432679	-1.19	0.233	-4.516888	1.09911
tratplac	-8.291142	4.104448	-2.02	0.043	-16.33571	-.2465723
aliment	-3.343908	2.526309	-1.32	0.186	-8.295382	1.607566
gnero 2	7.808472	5.338427	1.46	0.144	-2.654653	18.2716
idade	-.6385601	.486791	-1.31	0.190	-1.592653	.3155328
dia_trat	4.556819	2.701162	1.69	0.092	-.7373623	9.851
cons	53.55617	12.24613	4.37	0.000	29.5542	77.55813

TABELA 1 - Modelo inicial (saturado).

No modelo saturado tentou-se explicar a variação da força pelas variáveis (dia do tratamento, lado tratamento, lado placebo, se houve alteração na alimentação, gênero, idade, interação entre dia e tratamento) e uma constante alfa, sendo controladas cada uma delas, enquanto seus efeitos foram analisados separadamente. Algumas variáveis, que não foram significativas ( $p > 0,05$ ), para se chegar a um modelo final, foram sendo retiradas, uma a uma, a partir da menos significativa. As covariáveis mais significativas foram tempo e alteração na alimentação com  $p > 0,000$  e  $p > 0,033$ , respectivamente. A covariável do modelo final foi o tempo (-6,096). A força da mordida foi se recuperando, mas só atingiu ou superou o valor da medida inicial em 8 pacientes (26,66%). Nos dias 2 e 3, a relação entre tratamento e placebo não foi significativa ( $p = 0,162$ ) na avaliação da irradiação ocorrida no dia anterior. Para as medições realizadas imediatamente após as irradiações, nos dias 2 e 3, também não houve diferença significativa entre tratamento e placebo ( $p = 0,873$ ).

Vale ressaltar que no modelo inicial houve um sinal positivo para o coeficiente  $\beta$  da interação dia e tratamento (4,556819), positiva, mesmo que marginalmente significativa ( $p = 0,092$ ). Logo pode-se considerar que haverá uma interação onde em um dado momento a tendência de acréscimo da força onde foram realizadas as irradiações em relação ao placebo (coeficiente  $\beta = -8291142$ ) ficará invertido, mas nesse estudo não há como prever quando esse evento ocorrerá. (FIG. 16)

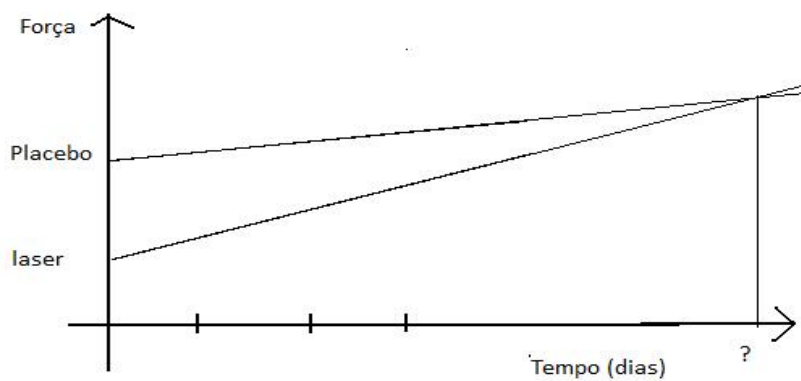


Figura 16 - Tendência de acréscimo da força do lado do tratamento e lado controle em relação ao tempo.

Para realização da análise dos dados foram utilizados os seguintes *softwares*: SPSS versão 8.0 para Windows e o programa StataCorp. 2007, Stata Statistical Software: Release 10. College Station, TX, USA: StataCorp LP.

## 5 DISCUSSÃO

Este estudo buscou avaliar os efeitos do LBI em 30 pacientes na percepção dolorosa causada por separadores ortodônticos. Os participantes foram avaliados pela força máxima de mordida na região dos primeiros molares inferiores submetidos ao uso dos separadores ortodônticos medida nos dias 2 e 3 após a colocação. A pesquisa foi iniciada com 33 pacientes, porém três não relataram nenhuma sensibilidade dolorosa e foram excluídos.

Embora as irradiações repetidas possam ser substituídas por automedicação, um procedimento mais simples<sup>60</sup>, todos os pacientes da presente pesquisa compareceram regularmente nos dias 1, 2 e 3, apesar da automedicação utilizada por alguns deles, nos dias anteriores aos procedimentos. Tal comportamento sugere um grande interesse e motivação do paciente ortodôntico, na busca de uma solução para a desagradável percepção dolorosa que se repete após as ativações ao longo do tratamento.

A escala VAS de dor nos informa a intensidade da experiência dolorosa percebida pelos pacientes, torna a dor “visível”, mas não pode ser considerada como o único parâmetro. A localização e intensidade da dor, o comprometimento da seleção da dieta, sua repercussão no humor, a medicação analgésica utilizada são exemplos que poderiam nos auxiliar para uma avaliação mais abrangente. Portanto, optamos por utilizar a VAS associada à força máxima de mordida, pois trata-se de uma avaliação da força mastigatória, que é uma atividade fisiológica e passível de ser quantificada por meios físicos mais objetivos.

Não houve diferença estatística entre os resultados da escala VAS, do hemiarco irradiado com o *laser* e do hemiarco controle, obtidos 24h antes do procedimento e imediatamente após as irradiações. A correlação entre dor e a força de mordida poderia apontar valores mais altos para a força máxima de mordida e VAS com valores também mais elevados, ou o inverso, força de mordida diminuída associada à VAS com valores mais baixos. Porém nas condições experimentais deste trabalho não foram encontrados nenhum tipo de correlação entre essas variáveis-resposta, contradizendo a confiabilidade da escala VAS apontada em outras investigações.<sup>1,9</sup>

A força máxima de mordida, entretanto, apresentou-se significativamente reduzida nas 24 e 48 h após a inserção dos separadores ortodônticos, confirmando outros estudos.<sup>1,8,11,18</sup> Unânimes, verificaram que a sensibilidade dolorosa dos

pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico resulta em dificuldade para morder e mastigar.

Um princípio comumente aceito é que os pacientes do gênero feminino apresentem limiar de dor mais baixo quando comparados ao gênero masculino<sup>10,22</sup>. As razões poderiam ser explicadas por mecanismos sociais, biológicos e psicológicos. Na literatura consultada, a mesma intensidade de percepção dolorosa foi observada em ambos os gêneros<sup>53</sup>, e poderíamos atribuir às maiores expectativas oriundas do benefício estético. Outros pesquisadores verificaram que o gênero feminino demonstrou uma tendência de perceber mais a dor no momento da inserção dos separadores e um maior aumento da dor 24h após, conferido nos testes de eficiência mastigatória.<sup>21</sup> As mulheres apresentaram menor força de mordida nos testes com a presença da dor, o que explicaria o resultado verificado já que tal eficiência só foi avaliada após o uso dos separadores ortodônticos. No presente estudo, o gênero feminino apresentou a força máxima de mordida inferior ao gênero masculino, na ausência ou presença de dor. O gênero feminino no presente estudo fez mais uso de medicação analgésica e alterou a dieta com mais frequência do que o gênero masculino.

Nesta investigação foi possível observar que o gênero masculino apresentou maior força de mordida. Esse resultado é similar ao encontrado em uma pesquisa que o atribuiu ao tamanho maior dos dentes, à maior área de LPD e às diferenças musculares.<sup>50</sup>

Outros estudos constataram que a força de mordida era similar de ambos os lados, mas registraram uma diferença significativa entre a primeira e a segunda mordidas.<sup>49</sup> No segundo registro a força foi mais intensa e na opinião dos autores poderia ser explicada por uma intimidade maior dos pacientes com o dinamômetro. Porém, em neste trabalho verificamos uma forte correlação entre a primeira e a segunda mordidas. Os pacientes ao serem solicitados a morder com a “força máxima”, podem ter se esmerado mais do que os pacientes que foram solicitados apenas a “morder” o dinamômetro. Dessa forma, os pesquisados teriam mais disponibilidade para enfrentar suas próprias percepções dolorosas desprezando um pouco mais os mecanismos protetores da dor.

O movimento ortodôntico pode ser traduzido como a absorção e deposição óssea, que devem ocorrer de forma sincrônica no mesmo elemento dental, além da

remodelação do tecido periodontal que necessita se adaptar às novas posições dentárias.

A produção de PGE<sub>2</sub> “in vitro” foi inibida após irradiações com LBI e eram dose-dependentes.<sup>26,67</sup> Porém, o primeiro trabalho fracassou em interromper completamente a produção de IL-1 $\beta$ , com a dose máxima de irradiação, em células alongadas do PDL. Na presente pesquisa não foram observados os efeitos analgésicos e anti-inflamatórios do LBI, o que poderia ser compreendido pela dificuldade de inibir a produção de IL-1 $\beta$  conforme demonstrado em nossa pesquisa. Tal explicação também pode ser relacionada a outro estudo que constatou apenas um atraso para o início da sensação de dor.<sup>28</sup>

O uso do LBI diminuiu a velocidade de movimentação ortodôntica em coelhos, “in vivo”, com comprimentos de onda de 630 e 850 nm, 10 mW e 5 mW, respectivamente.<sup>52</sup> Resultados conflitantes apontaram um efeito acelerador do movimento ortodôntico após irradiações com LBI, confirmado pelo aumento do número de osteoclastos e das células do LP, aumento da formação de osso mineralizado e da velocidade da remodelação do osso alveolar<sup>14</sup> (830 nm; 100 mW; 35,3 W/cm<sup>2</sup>; 3 min/ponto). Com o comprimento de onda de 810 nm, alguns pesquisadores aceleraram o processo de remodelação óssea constatando a diferenciação de osteoblastos e osteoclastos durante o movimento dental ortodôntico.<sup>13,16,59,63</sup> Contudo, os efeitos de tais alterações celulares não foram percebidos no presente estudo como fatores capazes de diminuir a sensibilidade dolorosa nos estágios iniciais do tratamento ortodôntico.

Parte da reposta analgésica tem sido atribuída ao efeito anti-inflamatório do LBI por ser capaz de promover a melhora da circulação local.<sup>43</sup> Os resultados apresentados no presente trabalho podem ser imputados às condições locais do LPD, que tem sua espessura reduzida durante a aplicação de forças ortodônticas, quando a luz dos capilares é restringida de forma constante no período que precede a remodelação óssea. Por essa razão, aumenta-se o obstáculo para a melhora da circulação local, pois tais capilares ficam confinados entre dois tecidos duros: o osso alveolar e o cemento radicular. Esse conceito poderia ser aplicável ao tecido pulpar que também responde aos neurotransmissores envolvidos no mecanismo excitatório da transmissão da dor e inflamação, e mantêm-se encerrado na dentina.

O processo inflamatório é universalmente conhecido como precursor da movimentação dental, mas em um trabalho de revisão, a presença de PGE<sub>2</sub> e outras

substâncias relacionadas à dor não deve ser interpretada como se elas estivessem ativas, pois há a possibilidade de que seja apenas uma forma de *turnover* fisiológico exagerado combinado com focos de reparação tecidual.<sup>5</sup>

Resultados positivos foram verificados na avaliação dos efeitos analgésico e anti-inflamatório do LBI.<sup>14,16,58</sup> Esses estudiosos basearam seus resultados em questionários de dor. Nesta pesquisa, além da escala VAS, os participantes foram avaliados por meio da força máxima de mordida. Não foram localizados na literatura consultada estudos semelhantes com resultados mais objetivos, apesar da validade do método dos questionários e suas variações. Com base nos resultados estatísticos, podemos dizer que em um dado momento o efeito do LBI superará o efeito do lado placebo, mas pela duração desse estudo (0 a 48h) não foi possível prever quando esse evento ocorrerá.

Há relatos de que o espalhamento seja de 3 a 6% da luz original, mas nas pesquisas ainda não é clara a porcentagem de luz que é absorvida, refletida, espalhada e transmitida em indivíduos e em tecidos biológicos diferentes.<sup>16,49,60</sup> No presente estudo, onde a ponta da fibra ótica esteve em contato com a mucosa não houve reflexão da luz, mas em certos pontos das faces linguais, devido à angulação da ponteira, não foi possível o contato total com a mucosa, provocando um aumento da reflexão do feixe *laser*, o que pode ter diminuído os efeitos terapêuticos das irradiações.

Por outro lado, as células ósseas só podem ser irradiadas diretamente quando são expostas durante as investigações laboratoriais “in vitro” ou na ferida óssea durante algum tempo cirúrgico. Na terapia ortodôntica só é possível realizar a irradiação direta no tecido ósseo quando o paciente apresentar alguma indicação cirúrgica. Tal fato poderia restringir sobremaneira a indicação da laserterapia no tratamento da dor provocada pela movimentação dentária, mas neste estudo foi assumido que a energia da irradiação *laser* foi entregue ao LPD através da mucosa gengival e osso alveolar.

A fluência e número de sessões dependem das propriedades ópticas dos tecidos alvo, espessura e composição molecular. Ainda não estão disponíveis cálculos tridimensionais para os tecidos humanos a fim de otimizarmos os parâmetros de tratamento.

De acordo com outros estudos a percepção dolorosa da movimentação ortodôntica tende a diminuir com o passar dos dias<sup>6,50</sup>. Como os pacientes

pesquisados foram divididos em dois grupos (tratamento e placebo) não foi estudado o grupo sem tratamento. Por essa razão, foi impossível comparar e avaliar o efeito placebo por si só. Além do mais, os pacientes que recebem o placebo têm expectativa de respostas futuras. O condicionamento clássico é capaz de mostrar o efeito placebo em estudos realizados em humanos e animais. Portanto, foi observada durante a pesquisa uma relativa recuperação da força máxima de mordida e que pode ser atribuída ao tratamento, ao placebo ou à auto-limitação do processo inflamatório. As irradiações com LBI podem não ter nenhum efeito terapêutico ou tão pequeno que tenha sido mascarado pelo efeito placebo.

Talvez se fizesse necessária a irradiação dos mecanorreceptores localizados no gânglio trigeminal e núcleo trigeminal mesencefálico, mas esses pontos são de difícil acesso com os recursos atuais. Apesar de alguns mecanismos ainda desconhecidos<sup>37,38</sup>, os mecanorreceptores seriam os responsáveis pela transdução fisiológica dos sinais de indução de força em resposta bioquímica. Interessante ressaltar que durante a pesquisa alguns pacientes relataram maior sensibilidade dolorosa na região de caninos inferiores do que na região de molares inferiores, sugerindo que a força dos separadores pode ser transmitida a elementos dentários mais distantes.

A literatura tem mostrado pesquisas com LBI na ortodontia e são de difícil comparação, uma vez que o tamanho das amostras varia substancialmente, comprimentos de onda, períodos de *follow-up*, irradiância, fluência, além das performances e propriedades ópticas dos inúmeros aparelhos disponíveis no mercado. Muitos estudos ainda se fazem necessários a fim de se desvendar todos os mecanismos das respostas de secreção molecular e celular no LPD submetido às forças ortodônticas e ao *laser* em baixa intensidade.

O resultado desanimador sobre o efeito analgésico e anti-inflamatório do LBI talvez possa ser sobrepujado pelo efeito acelerador da movimentação ortodôntica, portanto sugerimos uma análise de espaço obtido pelos separadores. Trabalhos futuros poderão utilizar fluências diferentes, maiores e menores, e com período de *follow up* mais longo.



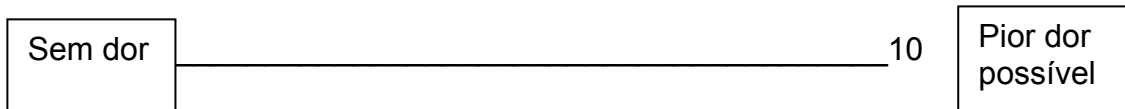
## **7 CONCLUSÃO**

Com base nas condições deste estudo, conclui-se que não houve efeito analgésico ou anti-inflamatório significativo nos pacientes submetidos à laserterapia em baixa intensidade quando comparado ao grupo placebo, após a inserção dos separadores ortodônticos.

## APÊNDICES

### Apêndice A - Escala VAS

Identificação: \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_



## Apêndice B - Valores da Força de Mordida

Identificação: \_\_\_\_\_

1º DIA ____-____-____		2º DIA ____-____-____		3º DIA ____-____-____	
Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
a-	c-	e-	g-	m-	o-
b-	d-	f-	h-	n-	p-
		<i>PÓS-LASER</i>		<i>PÓS-LASER</i>	
		i-	k-	q-	s-
		j-	l-	r-	t-
		Usou medicação?		Usou medicação?	
		Sim	Não	Sim	Não

## Anexo A – Aprovação do Comitê de Ética



Universidade de São Paulo  
Faculdade de Odontologia  
Comitê de Ética em Pesquisa

### PARECER DE APROVAÇÃO FR 297642 Protocolo 140/2009

Com base em parecer de relator, o Comitê de Ética em Pesquisa **APROVOU** o protocolo de pesquisa "**Avaliação da ação analgésica do laser em baixa intensidade através da força de mordida após os separadores ortodônticos**", de responsabilidade do(a) Pesquisador(a) Gilda Maria Magalhães Peron, sob orientação do(a) Prof.(a) Dr.(a.) Denise Maria Zezell.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 12 de novembro de 2009.

Prof. Dr. João Gualberto de Cerqueira Luz  
Coordenador do CEP-FOUSP

**Anexo B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Pelo presente termo, eu, \_\_\_\_\_ autorizo a Dra. Gilda Maria Magalhães Peron CRO-MG 8246, a realizar os procedimentos necessários para redução da dor após os separadores ortodônticos, e utilização do *laser* de baixa potência conforme suas indicações, na pesquisa **“Avaliação da ação analgésica do *laser* em baixa intensidade pela força de mordida após os separadores ortodônticos”**. Autorizo a realização de documentação radiográfica e fotográfica, tendo consciência que esta documentação poderá ser utilizada em publicações científicas, sempre sem a identificação do paciente. O efeito, e natureza do procedimento considerado, suas intercorrências, assim como todas as alternativas e métodos possíveis de tratamento que me foram perfeitamente explicados. O critério de escolha do tratamento a ser realizado será determinado aleatoriamente pela Dra. Gilda Maria Magalhães Peron, sendo que os dados obtidos serão utilizados em caráter de pesquisa clínica, podendo ser posteriormente utilizados em publicações científicas. As informações fornecidas por mim serão confidenciais e de conhecimento apenas dos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma. O preenchimento dos questionários não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica, tendo assistência integral da Dra. Gilda Maria Magalhães Peron (telefones: 11-3133-9370, 11-3091-7645, 11-9616-0633, 32-99773511; endereço: Av. Lineu Prestes).

Comprometo-me a seguir todas as prescrições e cuidados indicados, oralmente ou por escrito, bem como comparecer às três sessões para o controle e manutenção que serão marcadas diariamente. Tive a oportunidade de esclarecer todas as minhas possíveis dúvidas, quanto ao procedimento que serei submetido(a), tendo lido e compreendido todas as informações deste documento antes da assinatura. Sabendo que poderei abandonar a pesquisa e o tratamento em qualquer etapa, sem que a mim sejam aplicadas penas ou multas, conscientemente autorizo, por minha livre iniciativa, a realização dos trabalhos.

São Paulo, \_\_\_/ \_\_\_/ \_\_\_\_\_. Ass: \_\_\_\_\_

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 BONDEMARK, L.; FREDRIKSSON, K.; ILROS, S. Separation effect and perception of pain and discomfort from two types of orthodontic separators. *World J. Orthod.*, v. 5, p. 172-176, 2004.
- 2 VANDEVSKA-RANUDOVIĆ, V. Neural modulation of inflammatory reactions in dental tissues incident to orthodontic tooth movement. A review of the literature. *Eur. J. Orthod.*, v. 21, p. 231-247, 1999.
- 3 DUDIC, A.; KILIARIDIS, S.; MOMBELLI, A.; GIANNOPOULOU, C. Composition changes in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement: comparisons between tension and compression sides. *Eur. J. Oral Sci.*, v. 114, p. 416-422, 2006.
- 4 GARLET, T.; COELHO, U.; SILVA, J.S.; GARLET, G.P. Cytokine expression pattern in compression and tension sides of the periodontal ligament during orthodontic tooth movement in humans. *Eur. J. Oral Sci.*, v. 115, p.335-362, 2007.
- 5 MEIKLE, M.C. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. *Eur. J. Orthod.*, v.28, p. 221-240, 2006.
- 6 BIRD, S.E.; WILLIAMS, K.; KULA, K. Preoperative acetaminophen vs ibuprofen for control of pain after orthodontic separator placement. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 132, p. 504-10, 2007.
- 7 ARANTES, G.M.; ARANTES, V.M.N.; ASHMAWI, H.A.; POSSO, I.P. Tenoxicam controls pain without altering orthodontic movement of maxillary canines. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 12, p. 14-19, 2009.
- 8 BERGIUS, M.; BERGGREN, U.; KILIARIDIS, S. Experience of pain during an orthodontic procedure. *Eur. J. Oral Sci.*, v. 110, p. 92-98, 2002.
- 9 BERGIUS, M.; BROBERG, AG.; HAKEBERG, M.; BERGGREN, U. Prediction of prolonged pain experiences during orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v.133, p. 339.e1-339.e8, 2008.
- 10 OTASEVIC, M.; NAINI, FB.; GILL, DS.; LEE, RT. Prospective randomized clinical trial comparing the effects of a masticatory bite wafer and avoidance of hard food on pain associated with initial orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 130, p. 6.e9-6.e15, 2006.
- 11 KRISHNAN, V. Orthodontic pain: from causes to a management – a review. *Eur. J. Orthod.*, v. 29, n. 2, p. 170-179, 2007.

- 12 OKUBO, C.L.S. Efeito analgésico do *laser* em baixa potência no tratamento ortodôntico: proposta de abordagem clínica. 2008. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- 13 FUJITA, S.; YAMAGUCHI, M.; UTSUNOMIYA, T.; YAMAMOTO, H.; KASAI, K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 11, p.143-155, 2008.
- 14 KAWASAKI, K.; SHIMIZU, N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg. Med.*, v. 26, p. 282-291, 2000.
- 15 SAITO, S.; SHIMIZU, N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* v.111, p.525-32, 1997.
- 16 YOUSSEF, M.; ASHKAR, S.; HAMADE, E.; GUTKNECHT, N.; LAMPERT, F.; MIR, M. The effect of low-level laser during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med. Sci.*, v. 23, p. 27-33, 2008.
- 17 POLAT, O.; KARAMAN, A.I. Pain control during fixed orthodontic appliance therapy. *Angle Orthod.*, v. 75, n. 2, p. 214-219, 2005.
- 18 JONES, M.L.; CHAN, C. Pain in the early stages of orthodontic treatment. *J. Clin. Orthod.*, v. 5, p. 311-313, 1992.
- 19 MICHELOTTI, A.; FARELLA, M.; MARTINA, R. Sensory and motor changes of the human jaw muscles during induced orthodontic pain. *Eur. J. Orthod.*, v. 21, p. 397-404, 1999.
- 20 FLEMING, P.S.; DIBIASE, A.T.; SARRI, G.; LEE, R.T. Pain experience during initial alignment with a self-ligating and a conventional fixed orthodontic appliance system. *Angle Orthod.*, v.79, p. 46-50, 2009.
- 21 MINOR, V.; MARRIS, C. K.; MCGORRAY, S. P.; YEZIERSKI, R.; FILLINGIM, R.; LOGAN, H.; WHEELER, T. T. Effects of preoperative ibuprofen on pain after separator placement. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 136, p. 510-517, 2009.
- 22 FIRESTONE, A.R.; SCHEURER, P.A.; BÜRGIN, W.B. Patient's anticipation of pain and pain-related side effects, and their perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. *Eur. J. Orthod.*, v. 21, p. 387-396, 1999.
- 23 HOLDCROFT, A.; POWER, I. Management of pain. *Brit. Med. J.*, v. 326, p. 635-639, 2003.

- 24 GIANNOPOULOU, C.; DUDIC, A.; KILIARIDIS, S. Pain discomfort at crevicular fluid changes induced by orthodontic elastic separators in children. *J. Pain*, v. 7, n. 5, p. 367-376, 2006.
- 25 FURSTSMAN, L.; BERNIK, S. Clinical considerations of the periodontium. *Am. J. Orthod.*, v. 61, p. 138-155, 1972.
- 26 SHIMIZU, N.; YAMAGUCHI, M.; GOSEKI, T.; SHIBATA, Y.; TAKIGUCHI, H.; IWASAVA, T.; ABIKO, Y. Inhibition of prostaglandin E<sub>2</sub> and interleukin 1- $\beta$  production by low-power laser irradiation in stretched human periodontal ligament cells. *J. Dent. Res.*, v.74, n.7, p.1382-1388, 1995.
- 27 KARAKAY, S.; SAYGUN, I.; BENGI, A.O.; SERDAR, M. Tumor Necrosis Factor- $\alpha$  levels during two different canine distalization techniques. *Angle Orthod.*, v.77, p.142-147, 2007.
- 28 PINHEIRO, A.L.B.; BITTENCOURT, M.A.V.; CANGUSSU, M.C.T.; FERREIRA, R.F.A.; FERREIRA FILHO, R.F.A. Avaliação clínica da ação antiálgica do laser de baixa potência após a instalação de separadores ortodônticos. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, v. 62, p. 98-104, 2008.
- 29 KVINNSLAND, I.; KVINNSLAND, S. Changes in CGRP-immunoreactive nerve fibres during experimental tooth movement in rats. *Eur. J. Orthod.*, v. 12, p. 320-329, 1990.
- 30 LEAVITT, A.H.; KING, G.J.; RAMSAY, D.S.; JACKSON, D.L. A longitudinal evaluation of pulpal pain during orthodontic tooth movement. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 5, p. 29-37, 2005.
- 31 YAMAGUCHI, M.; YOSHII, M.; KASAI, K. Relationship between substance P and interleukin-1 $\beta$  in gingival crevicular fluid during orthodontic movement in adults. *Eur. J. Orthod.*, v.28, p.241-246, 2006.
- 32 KAWARIZADEH, A.; BOURAUUEL, C.; GÖTZ, W.; JÄGER, A. Early responses of periodontal ligament cells to mechanical stimulus in vivo. *J. Dent. Res.*, v. 4, p. 902-906, 2005.
- 33 KEHOE, M.J.; COHEN, S.M.; ZARRINNIA, K.; COWAN, A. The effect of acetaminophen, ibuprofen, and misoprostol on prostaglandin E<sub>2</sub> synthesis and the degree and rate of orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.*, v.65, p. 339-350, 1996.
- 34 WATANABE, M.; TANAKA, E.; SUEMUNE, S.; SATODA, T.; MAEDA, N.; UCHIDA T.; TANNE, K. Expression of c-Fos protein in the trigeminal nuclear complex resulting from quantified force application to the rat molar. *J. Oral Rehabil.*, v. 30, p. 1128-1137, 2003.
- 35 WAKISAKA, S.; ATSUMI, Y. Regeneration of periodontal Ruffini endings in adults and neonates. *Microsc. Res. Tech.*, v. 60, p. 516-527, 2003.



- 36 MAEDA, T.; OSHI, K.; NAKAKURA-OHSHIMA, K.; YOUN, SH.; WAKISAKA S. The Ruffini ending as the primary mechanoreceptor in the periodontal ligament: its morphology, cytochemical features, regeneration and development. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, v. 10, n. 3, p. 307-329, 1999.
- 37 YAMASHIRO, K.; MYOKAI, F.; HIRATSUKA, K.; YAMAMOTO, T.; SENOO, K.; ARAI, H.; NISHIMURA, F.; ABIKO, Y.; TAKASHIBA, S. Oligonucleotide array analysis of cyclic tension-responsive genes in human periodontal ligament fibroblasts. **Int. J. Biochem. Cell Biol.**, v.3, p.910-921, 2007.
- 38 KIM, H.; CHOI, Y.S.; JEONG, M.; KIM, B.; LIM, S.; KIM, D.K.; KIM, C.K.; PARK, J. Expression of UNCL during development of periodontal tissue and response of periodontal ligament fibroblasts to mechanical stress in vivo and in vitro. **Cell Tissue Res.**, v. 327, p. 25-31, 2007.
- 39 PECK, C. C.; MURRAY, G. M.; GERZINA, T. M. How does pain affect jaw muscle activity? The integrated pain adaptation model. **Aust. Dent. J.**, v. 53, p. 201-207, 2008.
- 40 KVAM, E.; GJERDET, N.R.; BONDEVIK, O. Traumatic ulcers and pain during orthodontic treatment. **Community Dent. Oral Epidemiol.**, v.15, p. 104-107, 1987.
- 41 McCULLOCH, C.A.G.; LEKIC, P.; McKEE, M. Role of physical forces in regulating the form and function of the periodontal ligament. **Periodontology 2000**, v. 24, p. 56-72, 2000.
- 42 NAKANISHI, H.; SEKI, Y.; KOHNO, T.; MURAMOTO, T.; TODA, K.; SOMA, K. Changes in response properties of periodontal mechanoreceptors after experimental orthodontic tooth movement in rats. **Angle Orthod.**, v.74, p.93-99, 2004.
- 43 ARAÚJO, C.E.N.; RIBEIRO, M.S.; FAVARO, R.; ZECELL, D.M.; ZORN, T.M.T. Ultrastructural and autoradiographical analysis show a faster skin repair in He-Ne laser-treated wounds. **J. Photochem. Photobiol. B.**, v. 86, p. 87-96, 2007.
- 44 NAKAMURA, Y.; NODA, K.; SHIMODA, S.; OIKAWA, T.; ARAI, C.; NOMURA, Y.; KAWASAKI, K. Time-lapse observation of rat periodontal ligament during function and tooth movement, using microcomputed tomography. **Eur. J. Orthod.**, v.30, p. 320-326, 2008.
- 45 JÓNSDÓTTIR, S.H.; GIESEN, E.B.W.; MALTHA, J.C. Biomechanical behavior of the periodontal ligament of the beagle dog during the first 5 hours of orthodontic force application. **Eur. J. Orthod.**, v.28, p. 547-552, 2006.

- 46 ORELLANA-LEZCANO, M.F.; MAJOR, P.W.; McNEIL, P.L.; BORKE, J.L. Temporary loss of plasma membrane integrity in orthodontic tooth movement. **Orthod. Caniofacial Res.**, v.8, p. 106-113, 2005.
- 47 KOGAWA, E.M.; CALDERON, P.S.; LAURIS, J.R.P.; ARAÚJO, C.R.P.; CONTI, P.C.R. Evaluation of maximal bite force in temporomandibular disorders patients. **J.Oral Rehabil.**, v.33, p.559-565, 2006.
- 48 GATCHEL, R.J.; STOWELL, A.W.; BUSCHANG, P. The relationships among depression, pain, and masticatory functioning in temporomandibular disorder patients. **J. Orofac. Pain**, v.20, p.288-296, 2006.
- 49 FERRARIO, V.F.; SFORZA, C.; SERRAO, G.; DELLAVIA, C.; TARTAGLIA, M. Single tooth bite forces in healthy young adults. **J. Oral Rehabil.**, V.31, p.18-22, 2004.
- 50 BONAKDARCHIAN, M.; ASKARI, N.; ASKARI, M. Effect of face form on maximal molar bite force with natural dentition. **J.Arch. Oral Bio.**, v-54, p.201-204, 2009.
- 51 HARAZAKI, M.; TAKAHASHI, H.; ITO, A.; ISSHIKI, Y. Soft laser irradiation induced pain reduction in orthodontic treatment. **Bull. Tokyo Dent. Coll.**, v.39, p. 95-101, 1998.
- 52 SEIFI, M.; SHAFEEI HA.; DANESHDOOST, S.; MIR, M. Effects of two types of low-level lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movements in rabbits. **Lasers Med. Sci.**, v. 22, p. 261-264, 2007.
- 53 ERDİNÇ, A.M.E.; DİNÇER, B. Perception of pain during orthodontic treatment with fixed appliances. **Eur. J. Orthod.**, v.26, p.79-85, 2004.
- 54 WALSH, L.J. The current status of laser applications in dentistry. **Aust. Dent. J.** , v. 48, p. 146-155, 2003.
- 55 RENNO, A.C.M.; MOURA, F.M.; SANTOS, N.S.A.; TIRICO, R.P.; BOSSINI, P.S.; PARIZOTTO, N.A. The effects of infrared-830 nm laser on exercised osteopenic rats. **Lasers Med. Sci.**, v.21, 202-207, 2006.
- 56 WEBER, J.B.B.; PINHEIRO, A.L.B.; OLIVEIRA, M.G.; OLIVEIRA, F.A.M.; RAMALHO, L.M.P. Laser therapy improves healing of bone defects submitted to autologous bone graft. **Photomed. Laser Surg.**, v. 24, p. 38-44, 2006.
- 57 LIM, H.; LEW, K.K.K.; TAY, D.K.L. A clinical investigation of the efficacy of low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, v. 108, p. 614-622, 1995.
- 58 TURHANI, D.; SCHERIAU, M.; KAPRAL, D.; BENESCH, T.; JONKE, E.; BANTLEON, H.P. Pain relief by single low-level laser irradiation in

- orthodontic patients undergoing fixed appliance therapy. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v. 130, p. 371-377, 2006.
- 59 CRUZ, D.; 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, p. 117-120, 2004.
- 60 KREISLER, M.B.; AL HAJ, H.; NOROOZI, N.; WILLERSHAUSEN, B.; d'HOEDT, B. Efficacy of low level laser therapy in reducing postoperative pain after endodontic surgery – A randomized double blind clinical study. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, v. 33, p. 38-41, 2004.
- 61 PARKER, S. Low-level laser use in dentistry. *Brit. Dent. J.*, v.202, p. 131-138, 2007.
- 62 EMSHOFF, R.; BÖSCH, R.; PÜMPEL, E.; SCHÖNING, H.; STROBL, H. Low-level laser therapy for treatment of temporomandibular joint pain: a double-blind and placebo-controlled trial. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.*, v. 105, p. 452-456, 2008.
- 63 63OBRADOVIĆ, R.; KESIĆ, L.; MIHAILOVIĆ, D.; IGNJATOVIĆ, N.; USKOKOVIĆ, D. Comparative efficacy analysis of biomaterials and soft lasers in repair of bone defects. *J. Oral Laser Appl.*, v. 7, p. 161-166, 2007.
- 64 BRADLEY, R.L.; ELLIS, P.E.; THOMAS, P.; BELLIS, H.; IRELAND, A. J.; SANDY, J. R. A randomized clinical trial comparing the efficacy of ibuprofen and paracetamol in the control of orthodontic pain. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v.132, p. 511-517, 2007.
- 65 LAW, S.L.S.; SOUTHARD, K.A.; LAW, A.S.; LOGAN, H.L.; JAKOBSEN, J.R. An evaluation of preoperative ibuprofen for treatment of pain associated with orthodontic separator placement. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v.118, p.629-635, 2000.
- 66 RIBEIRO, M.; SILVA, D.F.T.; ARAÚJO, C.E.N.; OLIVEIRA, S.F.; PELEGRINI, C.M.R.; ZORN, T.M.T.; ZECELL, D.M. Effects of low-intensity polarized visible laser radiation on skin burns: a light microscopy study. *J. Clin. Laser Med. Surg.*, v.22, p.59-66, 2004.
- 67 SAKURAI, Y.; YAMAGUCHI, M.; ABIKO, Y. Inhibitory effect of low-level laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E<sub>2</sub> production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *Eur. J. Oral Sci.*, v.108, p. 29-34, 2000.
- 68 RODRIGUES, M. T. J.; RIBEIRO, M. S.; GROTH, E. B.; ZECELL, D. M. Evaluation of effects of laser therapy ( $\lambda = 830$  nm) on oral ulceration induced by fixed appliances. *Lasers Surg. Med.*, v. 30, suppl.14, p.15, 2002.

- 69 MARKOVIC, A.; TODOROVIC, L. The influence of low-power laser on healing of bone defects after periapical surgery: a clinical study. **J. Oral Laser Appl.**, v. 6, p. 163-168, 2006.
- 70 TORTAMANO, A.; LENZI, D.C.; HADDAD, A.C.S.S.; BOTTINO, M.C.; DOMINGUEZ, G.C.; VIGORITO, J.W. Low-level laser therapy for pain caused by placement of the first orthodontic archwire: A randomized clinical trial. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, v.136, p. 662-667, 2009.