

**UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA  
INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO**

**MARIA ÂNGELA LACERDA RANGEL ESPER**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DA TERAPIA COM LASER OU  
LED DE BAIXA POTÊNCIA DURANTE O MOVIMENTO ORTODÔNTICO –  
ESTUDO CLÍNICO**

**São José dos Campos, SP  
2010**

**MARIA ÂNGELA LACERDA RANGEL ESPER**

**ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DA TERAPIA COM LASER OU  
LED DE BAIXA POTÊNCIA DURANTE O MOVIMENTO ORTODÔNTICO –  
ESTUDO CLÍNICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica da Universidade do Vale do Paraíba, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia.

Orientadoras:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Renata Amadei Nicolau

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>.Emília Ângela Lo Schiavo Arisawa

**São José dos Campos, SP  
2010**

E74a

Esper, Maria Ângela Lacerda Rangel  
Análise Comparativa do efeito da terapia com laser ou LED de  
baixa potência durante o movimento ortodôntico-Estudo Clínico./  
Maria Ângela Lacerda Rangel Esper; Orientadora Profa. Dra.  
Renata Amadei Nicolau; Profa. Dra. Emilia Ângela Lo Schiavo  
Arisawa.  
São José dos Campos, 2010.  
1 disco laser, color.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Biomédica do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento  
da Universidade do Vale do Paraíba, 2010.

1. Terapia com laser de baixa potência 2. dor I. Nicolau, Renata  
Amadei, Orient. II. Arisawa, Emilia Ângela Lo Schiavo III. Título

CDU: 616.8-009.7

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores ou transmissão eletrônica, desde que citada a fonte.

Assinatura do aluno:



São José dos Campos, 10 de maio de 2010

**MARIA ANGELA LACERDA RANGEL ESPER**

**“ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DA TERAPIA COM LASER OU LED DE BAIXA  
POTÊNCIA DURANTE O MOVIMENTO ORTODÔNTICO – ESTUDO CLÍNICO”**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP, pela seguinte banca examinadora:

Prof.<sup>a</sup>. Dra. **EMÍLIA ANGELA LOSCHIAVO ARISAWA** (UNIVAP)

Prof.<sup>a</sup>. Dra. **RENATA AMADEI NICOLAU** (UNIVAP)

Prof.<sup>a</sup>. Dra. **JULIANA FERREIRA** (UNIVAP)

Prof. Dr. **WEBER JOSÉ DA SILVA URSI** (UNESP)

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Sandra Maria Fonseca da Costa

Diretor do IP&D – UniVap

São José dos Campos, 10 de maio de 2010.

**MARIA ANGELA LACERDA RANGEL ESPER**

**“ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DA TERAPIA COM LASER OU LED DE BAIXA  
POTÊNCIA DURANTE O MOVIMENTO ORTODÔNTICO – ESTUDO CLÍNICO”**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, SP, pela seguinte banca examinadora:

Prof<sup>ª</sup>. Dra. **EMÍLIA ANGELA LOSCHIAVO ARISAWA** (UNIVAP)

Prof<sup>ª</sup>. Dra. **RENATA AMADEI NICOLAU** (UNIVAP)

Prof<sup>ª</sup>. Dra. **JULIANA FERREIRA** (UNIVAP)

Prof. Dr. **WEBER JOSÉ DA SILVA URSI** (UNESP)

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sandra Maria Fonseca da Costa

Diretor do IP&D – UniVap

São José dos Campos, 10 de maio de 2010.

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, por tudo que fizeram por mim e meus irmãos.

Às minhas duas joias raras, Helena e Renato, que tanto me incentivaram nesta e em outras etapas de minha vida.

Ao meu querido marido, Maury, pelo apoio incondicional e incentivo em toda minha carreira profissional.

Aos meus professores, do jardim da infância à especialização em Ortodontia, que tão importantes foram na minha formação escolar, moral, humana, religiosa, musical e profissional.

Aos meus alunos de pós-graduação, aos quais pouco ensino e muito aprendo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por possibilitar tantas oportunidades em minha vida.

A todos professores do IPD, que não medem esforços na formação de seus alunos de pós-graduação.

Às secretárias, D<sup>a</sup>. Ivone, D<sup>a</sup>. Neusa e Cidinha (da Odontologia), pela dedicação e solicitude que atendem a todos alunos e funcionários.

À Vanessa e Valéria, pela atenção e profissionalismo.

Aos alunos de Odontologia da Univap, de pós-graduação do IPD e pacientes de meu consultório particular que participaram como voluntários desta pesquisa.

Àqueles que tentaram ser voluntários e desistiram, um agradecimento especial.

À bibliotecária Rúbia, pelas dicas, pela atenção e carinho com que nos atende.

À minha secretária Rita, pelo profissionalismo e cuidado constante.

À Carolina Gonçalves, aluna da Odontologia, por ter sido voluntária e pelo grande auxílio no grupo controle da pesquisa.

À MMOptics pela concessão de equipamento utilizado na pesquisa.

E um especial agradecimento às minhas orientadoras, Profa. Dra. Emília Arisawa e Profa. Dra. Renata Nicolau, que me conduziram com precisão, segurança, ponderação, profissionalismo e muito carinho.

# **ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DA TERAPIA COM LASER OU LED DE BAIXA POTÊNCIA DURANTE O MOVIMENTO ORTODÔNTICO – ESTUDO CLÍNICO**

## **RESUMO**

A fototerapia com luz coerente (laser) de baixa potência tem sido reportada em Ortodontia por seu efeito analgésico, anti-inflamatório e reparador. Contudo, escassos foram os trabalhos clínicos empregando a terapia com LED (luz não coerente) de baixa potência. O presente estudo objetivou a análise da sintomatologia dolorosa após movimentação ortodôntica associada ou não à fototerapia coerente e não coerente. Foram utilizados 55 voluntários ( $24,1 \pm 8,1$  anos), randomicamente divididos em 4 grupos: G1 (controle), G2 (placebo), G3 (laser, InGaAlP, 660 nm,  $4 \text{ J/cm}^2$ , 0,03 W, 25 s), G4 (LED, GaAlAs,  $640 \pm 20 \text{ nm}$ ,  $4 \text{ J/cm}^2$ , 0,10 W, 70 s). Os voluntários foram submetidos à separação ortodôntica. O nível de dor nos voluntários foi analisado através de escala visual analógica (EVA) de dor imediatamente após a separação, após a terapia (placebo, laser ou LED) e de 2, 24, 48, 72, 96 e 120 h da separação. O grupo laser não apresentou resultados estatisticamente significantes na redução dos níveis de dor em relação ao grupo controle e ao grupo LED. O grupo LED apresentou redução significativa de nível de dor entre 2 a 120 h, em relação ao grupo controle e ao grupo laser. A terapia com LED mostrou uma significativa redução da sensibilidade dolorosa (média de 56%), após a movimentação ortodôntica comparando-se com o controle.

**Palavras-chave:** Ortodontia. Dor. Laser. LED.



# COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECT OF LOW-LEVEL LASER OR LED THERAPY DURING ORTHODONTIC MOVEMENT – CLINICAL STUDY

## ABSTRACT

Phototherapy with low level coherent light (laser) has been reported as an analgesic and anti-inflammatory in addition to having a positive effect in tissue repairing in Orthodontics. However, there are few clinical works using low level LED therapy (non-coherent light). The aim of the present study was to analyze the pain symptoms after orthodontic tooth movement associated or not to coherent and non-coherent phototherapy. Fifty five volunteers (mean age =  $24.1 \pm 8.1$  years) were randomly divided into four groups: G1 (control), G2 (placebo), G3 (laser, InGaAlP, 660 nm,  $4 \text{ J/cm}^2$ , 0.03 W, 25 s), G4(LED, GaAlAs, 640 nm with 40 nm full bandwidth at half maximum,  $4 \text{ J/cm}^2$ , 0.10 W, 70 s). Separators were used to induce orthodontic pain and the volunteers pain levels was scored with the visual analog scale (VAS) after the separator placement, after the therapy (placebo, laser or LED), and after 2, 24, 48, 72, 96, and 120 hours. The laser group did not have statistically significant results in the reduction of pain level in relation to the LED group. The LED group had a significant reduction in pain levels between 2 and 120 hours, in relation to the control and the laser groups. The LED therapy showed a significant reduction in pain sensitivity (an average of 56%), after the orthodontic tooth movement, when compared to the control group.

**Keywords:** Orthodontics. Pain. Laser. LED.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema básico sobre a movimentação ortodôntica.....	18
Figura 2: Processo inflamatório durante a movimentação ortodôntica.....	18
Figura 3: Áreas de pressão e tensão durante a movimentação ortodôntica (setas). .....	19
Figura 4: Pequenos nervos do periodonto .....	22
Figura 5: Suprimento sanguíneo do periodonto. 1-vasos supraparietais, 2-vasos do ligamento periodontal, 3-vasos do osso alveolar. ....	23
Figura 6: Efeito da fototerapia laser ou LED no processo inflamatório durante a movimentação ortodôntica. ....	29
Figura 7: Esquema de evidência dos efeitos biológicos das pesquisas laboratoriais da TLBP do mecanismo de dor aguda.....	30
Figura 8: Separador elástico ortodôntico.....	37
Figura 9: Separador elástico ortodôntico pronto para ser colocado. ....	37
Figura 10: Separador elástico ortodôntico sendo colocado. A - Posicionamento do paciente durante inserção do separador. B - Separador em posição previamente à retirada do fio dental.....	38
Figura 11: Separadores elásticos na mesial e distal dos primeiros molares do lado direito. A – Arcada Inferior. B - Arcada Superior.....	38
Figura 12: Laser InGaAlP (A) e LED (B) utilizados na pesquisa. ....	40
Figura 13: Pontos de irradiação e de localização dos separadores. ....	41
Figura 14: Fototerapia. A e B - Óculos de proteção adequados ao comprimento de onda utilizado. C – Posicionamento do equipamento vs. voluntário durante a irradiação. D – Detalhe da fototerapia laser na face lingual do primeiro molar superior esquerdo. ....	41
Figura 15: Equipamento de laser (Twin Flex Evolution®). A – Peça de mão. B – Especificações de segurança. C - Ponta ativa.....	42
Figura 16: Equipamento de LED (Fisioled®). A – Peça de mão. B – Ponta ativa.....	42
Figura 17: Níveis de dor obtidos a partir da EVA (A) empregando-se régua milimetrada (B). Nível de dor indicado pelo paciente (ex. voluntário do grupo	

LED) nos diferentes momentos experimentais, após o procedimento ortodôntico.....	43
Figura 18: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle, placebo, laser e LED durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média. ....	45
Figura 19: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle e placebo durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média. ....	46
Figura 20: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle e laser durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média. ....	47
Figura 21: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle e LED durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média. ....	48
Figura 22: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos laser e LED durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média. ....	49
Figura 23: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos laser e LED e placebo durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média. ....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Inervação do periodonto.....	20
Tabela 2: Diferenças entre o laser e LED. ....	27
Tabela 3: Efeitos fisiológicos secundários do uso do laser. ....	28
Tabela 4: Parâmetros terapêuticos empregados.....	40
Tabela 5: Grupos estudados na pesquisa.....	44
Tabela 6: Média de níveis de dor (EVA) nos diferentes grupos. ....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A: área  
ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
ATP: Adenosina Trifosfato  
cm: centímetros  
cm<sup>2</sup>: centímetros quadrados  
COX-2: Ciclooxygenase 2  
DE: densidade de energia  
DP: densidade de potência  
E: energia  
EVA: escala visual analógica  
ex.: exemplo  
GaAAs: *Gallium Aluminum Arsenide* (Arseneto de Gálio e Alumínio)  
IL1: Interleucina 1  
InGaAlP: *Aluminium Gallium Indium Phosphide* (Fosfeto de Índio Gálio e Alumínio)  
J/cm<sup>2</sup>: Joules por centímetro quadrado  
J: Joules  
LED: *Light Emitting Diode* (Diodo Emissor de Luz)  
mW: miliWatts  
n.: nervo  
nm: nanômetros  
Ø: diâmetro  
P: potência  
PGE<sub>2</sub>: Prostaglandinas E<sub>2</sub>  
PGEs: Prostaglandinas E  
s: segundos  
t: tempo  
TLBP: Terapia com Laser de Baixa Potência  
TNF $\alpha$ : *Tumor Necrosis Factor  $\alpha$*  (Fator de Necrose Tumoral  $\alpha$ )  
vs.: versus  
W: Watts  
W/ cm<sup>2</sup>: Watts por centímetro quadrado  
 $\lambda$ : comprimento de onda

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA.....	14
1.1 Movimentação Ortodôntica.....	16
1.2 Dor na Ortodontia.....	19
1.3 Fototerapia.....	26
1.4 Efeito Placebo.....	32
2 OBJETIVOS.....	35
2.1 Objetivo Geral.....	35
2.2 Objetivos Específicos.....	35
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 Protocolo.....	37
3.2 Procedimentos.....	38
3.3 Fototerapia.....	40
3.4 Evolução clínica.....	42
3.5 Análise Estatística.....	43
4 RESULTADOS.....	44
4.1 Resultados obtidos no grupo controle vs. grupo placebo.....	46
4.2 Resultados obtidos no grupo controle vs. grupos tratados com luz coerente (laser) e não coerente (LED).....	47
4.2.1 Controle vs. Laser.....	47
4.2.2 Controle vs. LED.....	48
4.2.3 Laser vs. LED.....	49
4.3 Efeito da fototerapia vs. placebo.....	50
4.3.1 Placebo vs. laser.....	51
4.3.2 Placebo vs. LED.....	51
5 DISCUSSÃO.....	52
5.1 Efeito da fototerapia placebo em relação ao grupo controle.....	58
5.2 Análise dos resultados obtidos no grupo controle vs. grupos tratados com luz coerente (laser) e não coerente (LED).....	58
5.3 Análise dos resultados obtidos no grupo placebo vs. grupos tratados com luz coerente (laser) e não coerente (LED).....	59
6 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	62
ANEXO A – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	75
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	76
ANEXO C – AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE EXAME CLÍNICO..	77
ANEXO D – ANAMNESE E EXAME INTRA-ORAL.....	78
ANEXO E – ESCALA VISUAL ANALÓGICA.....	79

## 1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

Na área da Odontologia, a Ortodontia é uma especialidade que tem se expandido significativamente, devido à resolução de problemas de posicionamento dentário e relacionamento maxilomandibular. As diferentes abordagens terapêuticas têm sido amplamente aperfeiçoadas, com o desenvolvimento de braquetes de baixa fricção (PIZZONI; RAVNHOLT; MELSEN, 1998; BERGER; BYLOFF, 2001; CACCIAFESTA et al., 2003; FORTINI; LUPOLI; CACCIAFESTA, 2005; BRITO JR.; URSI, 2006) e fios com ligas que produzem forças mais leves (BURNSTONE, 2000; BERGER; WARAM, 2007; MOTTIN; BOLOGNESE; RUELLAS, 2007), gerando um efeito de movimentação mais biológico, evitando o comprometimento dos dentes e do periodonto de sustentação. A finalidade principal da Ortodontia é restabelecer a função do sistema estomatognático, a estética dentária e a estética facial do paciente, efeito este que tem sido obtido com propriedade e resultados satisfatórios. Para casos mais complexos, são utilizados mini-implantes, que atuam como ancoragem óssea, (MIYAWAKI et al., 2003; CHENG et al., 2004; CHUNG; KIM; KOOK, 2004; FRITZ; EHMER; DIEDRICH, 2004; CARANO et al., 2005; COPE, 2005; MELSEN, 2005) ou a associação de cirurgia ortognática quando diagnosticadas discrepâncias ósseas severas (ZHOU et al., 2001; BAILEY; CEVIDANES; PROFFIT, 2004; LEE; REED, 2005; GARG et al., 2007, PROFFIT; TURVEY; PHILLIPS, 2007; WOLFGANG; RANA, 2007).

Apesar da Ortodontia ter se desenvolvido muito nas últimas décadas em diversos setores, uma preocupação constante para o profissional e o paciente é a dor que acompanha a correção do posicionamento dentário. Entretanto, esta importante sintomatologia apresenta poucos trabalhos experimentais, justificando aprofundamento de pesquisas nesta área, visando novas condutas no manejo da dor relatada pelo paciente (KRISHNAN, 2007). A mínima movimentação dentária, tal como a separação dentária, o uso de aparelhos removíveis ou ortopédicos e/ou aparelhos ortodônticos fixos, pode ser acompanhada de sensação dolorosa pela maioria dos pacientes (NGAN; KESS; WILSON, 1989; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; FIRESTONE; SCHEURER; BÜRGIN, 1999; BERGIUS; KILIARIDIS; BERGGREN, 2000; LAW et al., 2000; KLUEMPER et al., 2002; BONDMARK;

FREDRIKSSON; ILROS, 2004; ERDINÇ; DINÇER, 2004; POLAT; KARAMAN, 2005; KRISHNAN, 2007; POLAT, 2007).

Diferentes autores relataram que a dor experimentada pelos pacientes durante as diferentes fases do tratamento ortodôntico constitui a razão principal para desistência ao mesmo (BROWN; MOERENHOUT, 1991; KLUEMPER et al., 2002; YOUSSEF et al., 2008). Trabalhos científicos observaram que 90 a 95% dos pacientes ortodônticos relataram sentir dor (SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; BERGIUS; KILIARIDIS; BERGGREN, 2000) e que até 30% dos pacientes interromperam o tratamento ortodôntico devido a esse sintoma (LEW, 1993).

A movimentação dentária é dependente de uma resposta inflamatória no processo alveolar, que desencadeia a dor. Diversos métodos para o controle da dor têm sido relatados na literatura, tais como o uso de fármacos (drogas anti-inflamatórias não esteroidais), mas que podem reduzir a taxa de movimentação dentária (LAW et al., 2000; BERNHARDT et al., 2001). Krishnan (2007) concluiu que baixas doses de anti-inflamatórios administrados por um ou dois dias, nos estágios iniciais, não afetam o processo de movimentação dentária. Entretanto, muitos autores têm enfatizado que a redução da dor, sem o uso de drogas analgésicas que causam efeitos colaterais (alterações gástricas) e estão contra-indicadas para pacientes alérgicos, é necessário durante o tratamento ortodôntico (LAW et al., 2000; BERNHARDT et al., 2001).

O uso de laser de baixa potência no campo da Odontologia foi descrito a partir de 1970. A radiação eletromagnética coerente de baixa potência (laser) reduz a dor e edema, acelera o reparo tecidual (KAWASAKI; SHIMIZU, 2000; PINHEIRO; GERBI, 2006; YOUSSEF et al., 2008). Atualmente os lasers não cirúrgicos mais utilizados são os de diodo, podendo ter um comprimento de onda variando de 600 a 1000 nm, potências entre 10 e 100 mW, propiciando um tratamento não invasivo, tendo uma ação de biomodulação celular, com efeitos analgésicos, anti-inflamatórios, cicatrizantes e miorelaxantes (YOUSSEF et al., 2008), portanto uma importante alternativa ao uso de analgésicos e fármacos anti-inflamatórios (TORTAMANO et al., 2009).

Os efeitos de biomodulação na reparação óssea determinados pela fototerapia são diretamente dependentes da dose aplicada (BOLTON; YOUNG; DYSON, 1991; VAN BREUGEL; BAR, 1992; TUNER; HODE, 2002; BRUGNERA JR., 2009) e diferentes parâmetros dos diversos tipos de lasers utilizados têm



provado sua efetividade clínica (BOLTON; YOUNG; DYSON, 1991; VAN BREUGEL; BAR, 1992; SEIFI et al., 2007).

Estudos mais recentes têm sido desenvolvidos visando a investigação da radiação eletromagnética não coerente (LEDs) na região do vermelho e infravermelho próximo (SMITH, 2005), pois segundo Karu (2002) não há diferença significativa se a luz utilizada foi gerada por um laser ou por uma luz não coerente do mesmo comprimento de onda. Ainda que vários trabalhos atestem a efetividade da radiação eletromagnética coerente (laser) na região do vermelho, a LED terapia é pouco abordada (CALIFANO et al., 2009).

Atualmente o método mais utilizado no alívio da dor durante a movimentação ortodôntica é o uso de fármacos, no entanto os autores são unânimes em afirmar a necessidade de novos métodos de controle da dor que não apresentem efeitos colaterais. Estudos visando verificar o efeito da fototerapia (laser ou LED) no controle da dor pós-movimentação ortodôntica são extremamente justificáveis, considerando o restrito desenvolvimento de trabalhos envolvendo fototerapia com luz não coerente.

### **1.1 Movimentação Ortodôntica**

As características do sucesso de um tratamento ortodôntico, quase sempre passam pelos seguintes critérios: (1) restabelecimento funcional, (2) obtenção da harmonia estética desejada pelo paciente, (3) mínimo dano estrutural, (4) ausência de sintomatologia e desconforto, (5) movimentação rápida, (6) duração breve do tratamento, (7) estabilidade de resultados. Nem sempre se consegue obter a plenitude destes critérios, pois em alguns casos não é possível compatibilizar a biologia, a técnica e a expectativa do paciente e do profissional (CONSOLARO; CONSOLARO, 2008).

Quando um dente é movimentado ortodonticamente em uma determinada direção, o ligamento periodontal é submetido a uma compressão, visto que tem a configuração espacial de uma fina membrana conjuntiva de espessura média de 0,25 mm que circunda toda a superfície radicular. As fibras se dobram, em sua maioria, e algumas podem se esticar, ao mesmo tempo em que muitas células se

deformam e quebram a integridade tensional, promovendo o estresse celular mecânico. Os vasos sofrem mudanças do seu diâmetro e uma hipóxia induz as células ao estresse celular bioquímico. Ocorre, então, a liberação de mediadores celulares, em função do estresse celular, que induzem a reabsorção da face periodontal do osso alveolar pelas unidades osteorremodeladoras, como evidencia a figura 1(CONSOLARO, 2007).

A pré-condição para as atividades remodeladoras e conseqüentemente a movimentação dentária, é a ocorrência do processo inflamatório. Os primeiros eventos que são reconhecidos e descritos são as mudanças celulares e vasculares na região, tendo sido demonstrada a presença de mediadores inflamatórios, de fatores de crescimento e de neuropeptídeos nos tecidos de suporte periodontal (VANDESKA-RADUNOVIC et al., 1994; YAMAGUCHI; KASAI, 2005). Esta resposta inflamatória aguda é caracterizada por vasodilatação na região periodontal e sensação de dor devido à liberação de vários mediadores inflamatórios tais como bradicinina, serotonina, histamina, acetilcolina, enzimas proteolíticas, encefalina, dopamina, glicina, prostaglandinas E (PGEs), substância P, leucotrienos e citocinas, levando à hiperalgesia, como mostra a figura 2 (SKJELBRED; LÖKKEN, 1997 apud POLAT; KARAMAN; DURMUS, 2005; ALHASHIMI et al., 2001; TEIXEIRA, 2001; TEIXEIRA; FIGUEIRÓ, 2001; GENOVESE, 2007). O aumento na liberação desses mediadores durante o movimento dentário ortodôntico permitiu aos pesquisadores sugerirem que as interações entre as células produtoras dessas substâncias, tais como células endoteliais, do tecido imune e endócrino, regulam as respostas biológicas que ocorrem após a aplicação de forças ortodônticas (VANDESKA-RADUNOVIC et al., 1994; YAMAGUCHI; KASAI, 2005). Todo procedimento ortodôntico cria zonas de tensão e compressão no ligamento periodontal, resultando em experiências dolorosas para os pacientes (KRISHNAN, 2007).

O predomínio de fenômenos reabsortivos será observado quando presente uma elevada concentração de mediadores químicos em áreas de pressão, ou de estresse do ligamento ou de compressão periodontal. No lado de tensão, as fibras

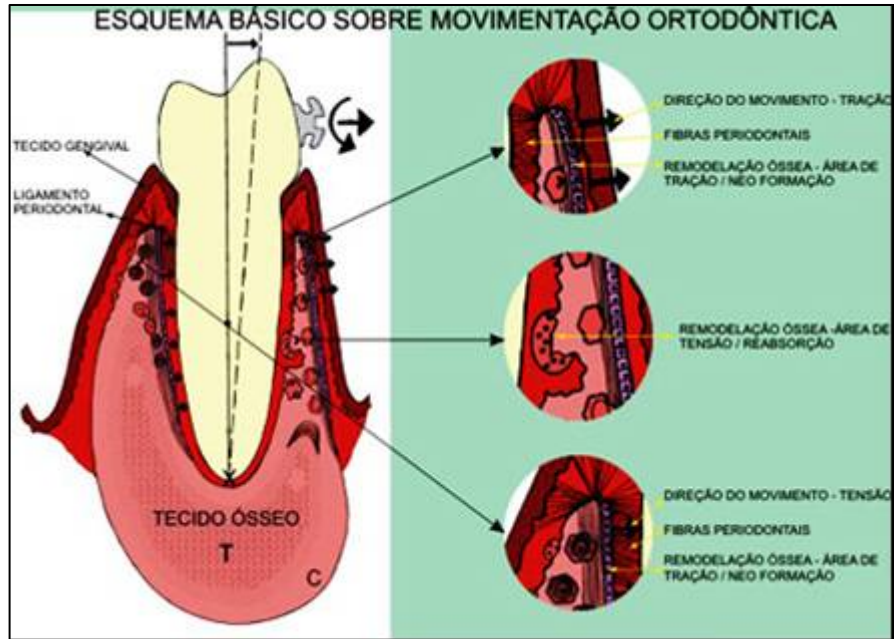


Figura 1: Esquema básico sobre a movimentação ortodôntica.  
Fonte: [www.cedda.com.br/imgs/interna/ordontia1.jpg](http://www.cedda.com.br/imgs/interna/ordontia1.jpg)

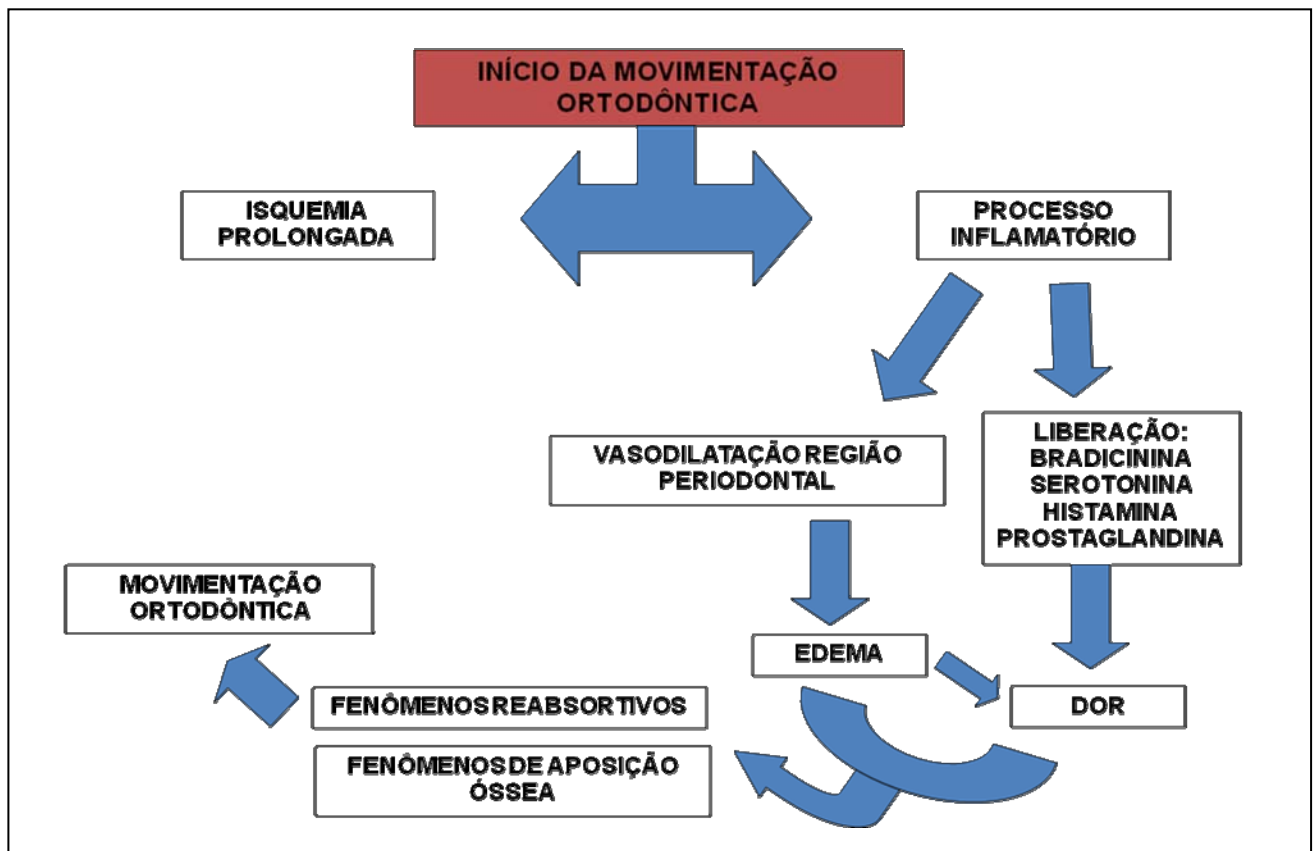


Figura 2: Processo inflamatório durante a movimentação ortodôntica.

ficam estiradas ou alongadas (figura 3). Os vasos se comprimem menos e as células se deformam menos que na compressão radicular. Desta forma, o estresse celular mecânico e bioquímico promove um discreto aumento na concentração de mediadores induzindo, predominantemente, fenômenos de aposição óssea (YAMAGUCHI; KASAI, 2005, CONSOLARO, 2007).

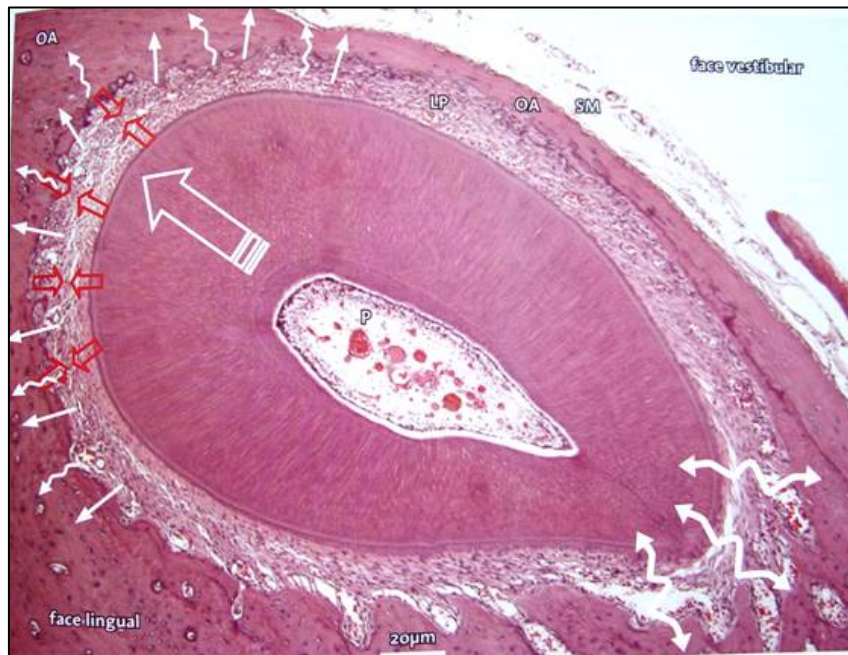


Figura 3: Áreas de pressão e tensão durante a movimentação ortodôntica (setas).  
Fonte: Consolaro (2007).

## 1.2 Dor na Ortodontia

De acordo com a definição proposta pela *International Association for the Study of Pain* (IASP - Associação Internacional para o Estudo da Dor), dor é “uma experiência sensorial e emocional desagradável que é associada a lesões reais ou potenciais ou descrita em termos de tais lesões”. É um sinal de alarme, permitindo ao organismo perceber o dano tecidual e evitar o problema (BERGIUS; KILIARIDIS; BERGGREN, 2000). A IASP valoriza os aspectos psicológicos da experiência de dor. Dessa forma é sempre reconhecida e aceita como subjetiva e desagradável, não necessariamente conectada a um estímulo, podendo ser informada até mesmo

na ausência de dano tecidual direto, devido a fatores emocionais ou cognitivos (TEIXEIRA, 2001; TEIXEIRA; FIGUEIRÓ, 2001).

Como os demais tecidos do corpo, o periodonto contém receptores que registram dor, tato e pressão (nociceptores e mecanoceptores). Além dos diferentes tipos de receptores sensoriais, são encontradas terminações nervosas próximas aos vasos sanguíneos do periodonto. Os nervos que registram dor, tato e pressão têm seu centro trófico no gânglio semilunar e chegam ao periodonto através do nervo trigêmeo e seus ramos terminais (tabela 1). Devido à presença de receptores no ligamento periodontal, é possível identificar pequenas forças aplicadas aos dentes (LINDHE; KARRING; LANG, 2005).

Tabela 1: Inervação do periodonto

<b>Estrutura</b>	<b>Inervação</b>
Gengiva vestibular de incisivos, caninos e pré-molares superiores	Ramos labiais superiores do n. infra-orbitário
Gengiva vestibular na região de molares superiores	Ramos do n. dentário superior posterior
Gengiva palatina	n. palatino maior
Área dos incisivos (palato)	n. esfenopalatino grande
Gengiva lingual inferior	n. sublingual
Gengiva vestibular de incisivos e caninos inferiores	n. mentoniano
Gengiva vestibular de molares inferiores	n. bucal
Região de pré-molares inferiores	Superposição n. mentoniano e bucal
Dentes inferiores e ligamentos periodontais	n. alveolar inferior
Dentes superiores	n. alveolares superiores

Fonte: Lindhe; Karring; Lang (2005).

Os pequenos nervos do periodonto seguem quase o mesmo curso dos vasos sanguíneos (figura 4). Os nervos da gengiva correm pelo tecido superficial para o perióstio e emitem vários ramos para o epitélio oral em sua trajetória em direção à gengiva livre. Os nervos penetram no ligamento periodontal através de perfurações na parede do alvéolo (canais de Volkmann). No ligamento periodontal, os nervos unem-se aos feixes maiores, que assumem um curso paralelo ao eixo longitudinal do dente. Vários tipos de estruturas nervosas, tais como terminações nervosas livres

e corpúsculos de Ruffini, têm sido identificadas no ligamento periodontal (WILSON; KORNMAN, 2001; LINDHE; KARRING; LANG, 2005; ROSE et al., 2007).

O ligamento periodontal é abundantemente innervado por fibras nervosas sensoriais capazes de transmitir sensações táteis, de pressão e dor pelas vias trigeminais (AVERY; RAPP; BERNICK, 1959 apud GLICKMAN et al., 1992). Os feixes nervosos passam pelo ligamento periodontal desde a área periapical e através de canais do osso alveolar. Os feixes nervosos dividem-se em fibras mielinizadas independentes, que por último perdem sua capa de mielina e finalizam como terminações nervosas livres ou como estruturas alongadas e fusiformes. Estes são receptores proprioceptivos que se encarregam do sentido de localização quando o dente é tocado (GLICKMAN et al., 1992).

Os nervos mielínicos e amielínicos penetram no espaço periodontal através da região apical e também pelas paredes laterais do alvéolo. Os nervos sensitivos são ramos do nervo trigêmeo. Também há filetes autônomos que vão à túnica muscular lisa dos vasos para regulação do calibre vascular das arteríolas e vênulas. A inervação do dente, do periodonto de inserção e do periodonto de proteção é sensitiva. A transmissão do estímulo nervoso em direção ao sistema nervoso central ocorre em diferentes velocidades, de acordo com o tipo de fibra nervosa. As terminações nervosas livres são despolarizadas por estímulos, como a pressão e as mudanças de temperatura. São mecanoreceptoras e nociceptoras (PAIVA et al., 2005; WOLF; RATEITSCHACK-PLUSS; RATEITSCHACK, 2006; CARRANZA et al., 2007; ROSE et al., 2007).

Os nervos da região dental não só têm função sensitiva, protetora e motora para o músculo liso vascular: as moléculas neurotransmissoras liberadas na matriz do tecido conjuntivo exercem efeitos quimiotáticos, fato importante durante o movimento dental ortodôntico (HARFIN, 2008).



Figura 4: Pequenos nervos do periodonto  
Fonte: Lindhe; Karring; Lang (2005).

Após penetrarem no ligamento periodontal, os vasos sanguíneos fazem anastomose e formam uma rede poliédrica que circunda a raiz como se fosse uma meia. A maioria dos vasos sanguíneos do ligamento periodontal é encontrada próxima ao osso alveolar. Na porção coronária do ligamento periodontal, os vasos sanguíneos trafegam em direção à coroa, ultrapassando a crista do osso alveolar e dirigindo-se para a gengiva livre, como mostra a figura 5 (LINDHE; KARRING; LANG, 2005; GLICKMAN et al., 1992).

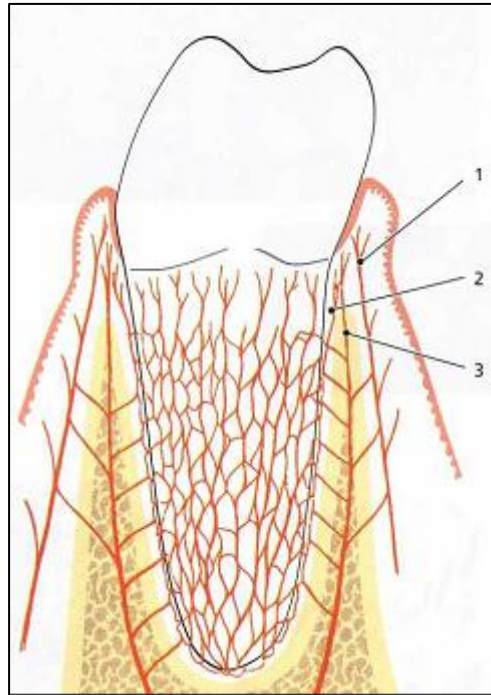


Figura 5: Suprimento sanguíneo do periodonto. 1-vasos supraperiostais, 2-vasos do ligamento periodontal, 3-vasos do osso alveolar.

Fonte: Lindhe, Karring e Lang (2005).

A dor é uma experiência relativamente comum em tratamentos dentários, podendo levar muitos pacientes à opção de não realização de determinados tratamentos devido à expectativa de sensibilidade dolorosa (RHUDY; MEAGHER, 2000). Estudos sobre os fatores de risco mostraram que a recusa ao tratamento dentário entre adultos e adolescentes pode ser resultado de ansiedade ou fobia, resultando em faltas aos atendimentos odontológicos (HAKEBERG; BERGGREN; GRÖNDAHL, 1993; SKARET, 1999).

O nível de dor causada durante a movimentação dentária pode ser influenciada por experiências prévias (OKESON, 1995; ANDREASEN; PETERSEN; LASKIN, 1997), o estado emocional presente e o estresse (ANDREASEN; PETERSEN; LASKIN, 1997), as diferenças culturais, o gênero e a idade. A manifestação algica é uma resposta subjetiva que tem uma grande variação individual e depende de fatores como idade, gênero, limiar individual da dor, quantidade de força aplicada, estado emocional, estresse, diferenças culturais e experiências prévias de dor (BROWN; MOERENHOUT, 1991; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; ANDREASEN; PETERSEN; LASKIN, 1997; FIRESTONE, SCHEURER, BÜRGIN, 1999; BERGIUS; KILIARIDIS; BERGGREN, 2000). Alguns autores acreditam que a dor é mais intensa nos adultos (JONES;



RICHMOND, 1985; WILSON; NGAN; KESS, 1989), enquanto outros não encontraram diferenças significativas relacionadas à idade (BROWN; MOERENHOUT, 1991; JONES; CHAN, 1992; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; NGAN; KESS; WILSON, 1989) e gênero (JONES; CHAN, 1992; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; NGAN; KESS; WILSON, 1989). Existe discordância quanto à relação do grau de dor sentida pelo paciente ortodôntico e o gênero (JONES; CHAN, 1992; ANDREASEN; PETERSEN; LASKIN, 1997; FERNANDES; ØGAARD; SKOGLUND, 1998). As possíveis diferenças na resposta da dor em relação ao gênero, provavelmente estejam relacionadas mais à cultura do que aos fatores psicológicos (BERGIUS; KILIARIDIS; BERGGREN, 2000), podendo ainda, ser influenciada por fatores sociais e ambientais, tornando difícil uma avaliação objetiva (FLEMING et al. 2009).

Em Ortodontia, é geralmente aceito que uma força leve e contínua seja necessária para o movimento dentário efetivo. Uma consequência comum deste é o desconforto, que pode ser espontâneo ou ocorrer ao morder algum alimento (BROWN; MOERENHOUT, 1991; JONES; CHAN, 1992; REITAN; RYGH, 1994; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996). Pode ser o resultado da degeneração parcial ou necrose dos tecidos do ligamento periodontal após a compressão (KUROL; OWMAN-MOLL, 1998; NODA et al., 2000).

A dor é um dos sinais cardinais da inflamação, praticamente inevitável dentro do processo inflamatório, sendo para o paciente, a mais desagradável reação do tratamento ortodôntico. A incidência da dor pode estar associada com as interações dos mediadores inflamatórios (DAVIES; MACINTYRE, 1992 apud YAMAGUCHI; KASAI, 2005), portanto, o controle destes mediadores pode ser importante no alívio da dor que acompanha a movimentação dentária (YAMAGUCHI; KASAI, 2005).

O principal objetivo do tratamento ortodôntico é conseguir um movimento dentário biológico sem causar danos ao ligamento periodontal. Em 1994, Burnstone propôs que uma força ótima é aquela que produz um rápido movimento dentário, sem desconforto para o paciente e que limite a compressão ao ligamento periodontal, mantendo a circulação vascular e a vitalidade do tecido.

Os pacientes geralmente referem algum grau de desconforto após a instalação de aparelhos ortodônticos, que é expressa como uma sensação de pressão, tensão, sensibilidade nos dentes e dor. Vários procedimentos ortodônticos produzem sensibilidade dolorosa nos pacientes, tais como colocação de

separadores (BONDEMARK; FREDIKSSON; ILROS, 2004), colocação e ativação de arcos (TUHARNI et al., 2006; TORTAMANO et al., 2009) e remoção do aparelho fixo (WILLIAMS; BISHARA, 1992). As pesquisas a respeito da porcentagem de pacientes que experimentaram dor têm mostrado valores que variam de 70% para os caucasianos até 95% para a população asiática (LEW, 1993; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; FIRESTONE, SCHEURER, BÜRGIN, 1999). Portanto, a resposta dos pacientes frente à ativação ortodôntica é variável, dificultando ao profissional quantificar a extensão e a duração do desconforto (BERGIUS; KILIARIDIS; BERGGREN, 2000).

A dor e desconforto são comuns após a inserção do arco inicial ou durante o tratamento ortodôntico, com variações individuais, que aparece aproximadamente 2 horas após a ativação dos aparelhos (JONES; CHAN, 1992; FUJIYAMA et al., 2008) e são relatadas durante alguma fase do tratamento por 91% dos pacientes e nas consultas seguintes por 39% (LEW, 1993). Acredita-se que o nível de dor após a colocação do arco é maior e mais prolongada do que após a extração de dentes. O pico de desconforto é após 24 horas à colocação do arco e permanece neste nível por 2 a 3 dias antes de diminuir no 5º até o 6º dia, caindo para níveis normais após 7 dias (JONES; CHAN, 1992; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; FERNANDES; ØGAARD; SKOGLUND, 1998; LAW et al., 2000; BERNHARDT et al., 2001; BONDEMARK; FREDRIKSSON; ILROS, 2004; POLAT; KARAMAN, 2005). Um estudo sobre a percepção de dor no início do tratamento ortodôntico mostrou que os pacientes habituem-se à dor dentro dos primeiros 3 a 5 dias (SERGL; KLAGES; ZENTNER, 1998). O medo da provável dor relacionada ao tratamento ortodôntico afeta os cuidados com a higiene (BOS; HOOGSTRATEN; PRAHL-ANDERSON, 2005). Além do mais, a desistência ao tratamento (PATEL, 1992) e a falta de colaboração (SERGL; KLAGES; ZENTNER, 2000) têm sido atribuído ao desconforto sentido pelos pacientes nos estágios iniciais da terapia ortodôntica. Os pacientes que têm consciência da severidade de suas más oclusões parecem se adaptar mais rápido e relatam menor sintomatologia dolorosa durante o tratamento ortodôntico (SERGL; KLAGES; ZENTNER, 1998).

Em 2000, Proffit sugeriu que o paciente deveria mascar chicletes ou um tipo de mordedor plástico durante as primeiras horas após a ativação do aparelho ortodôntico. Existem outros relatos para o manejo da dor que são encontrados na literatura como estimulação vibratória (MARIE; POWERS; SHERIDAN, 2003),

aplicação de laser de baixa potência. Muitos estudos mostraram que a terapia de laser de baixa potência (TLBP) é uma ferramenta efetiva tanto no controle da dor pós-ativação ortodôntica (LIM; LEW; TAY, 1995; HARAZAKI; ISSHIKI, 1997; TUHARNI et al., 2006; FUJIYAMA et al., 2008; PINHEIRO et al., 2008; YOUSSEF et al., 2008; TORTAMANO et al. 2009) quanto no aumento da taxa de movimentação ortodôntica (KAWAZAKI; SHIMIZU, 2000; CRUZ et al., 2004; GOULART et al., 2006; FUJITA et al., 2008; YOUSSEF et al., 2008).

### 1.3 Fototerapia

A Terapia com Laser de Baixa Potência (TLBP) consiste no emprego da energia luminosa presente nos fótons, em diferentes tecidos biológicos em processo de reparo tecidual. A luz gerada por um laser possui coerência e colimação. A profundidade de penetração depende do comprimento de onda e das características ópticas do tecido irradiado (cromóforos presentes, cor, tipo e tamanho celular). Atualmente têm sido empregados equipamentos à de LED (*Light Emitting Diode*) em procedimentos de fototerapia (WHELAN, 2002; SMITH, 2005; GENOVESE, 2007; MUÑOZ et al., 2008; ROSS; ROSS, 2008; CASALECHI et al., 2009; DALL AGNOL et al., 2009; WOLLMANN; NICOLAU, 2009,).

As principais diferenças entre o laser e o LED são: a coerência (ondas de mesma frequência, fase, direção e  $\lambda$ ), a faixa de comprimento de onda e a divergência do feixe. O laser é coerente, monocromático e colimado (processo de tornar paralelas as trajetórias de determinadas partículas de feixes luminosos, ocorrendo o mínimo de dispersão). Em comparação, o LED não é coerente e pode apresentar alta divergência e a variação da faixa central espectral pode ocorrer em aproximadamente 25 nm, como mostra a tabela 2 (BEVILACQUA et al., 2006; KAHN, 2006).

Tabela 2: Diferenças entre o laser e LED.

<b>LASER</b>	<b>LED</b>
$\Delta$ do $\lambda$ < 5 nm	$\Delta$ do $\lambda$ entre 20 e 30 nm
Coerente	Não coerente
Colimado	Não colimado
Maior custo	Menor custo

No início pensava-se que somente a luz de um laser, devido à sua coerência (BOULTON; MARSHALL, 1986), poderia provocar respostas terapêuticas, no entanto, na última década, muitos estudos têm comparado o efeito tecidual das duas fontes de luz. Observa-se que as respostas celulares dependem principalmente do comprimento de onda, da dose e intensidade da luz ou irradiância e não da sua fonte (KARU, 2002; ENWEMEKA, 2005; CASALECHI et al., 2009; DALL AGNOL et al., 2009). Uma provável explicação relaciona-se a um efeito de dispersão quando a luz entra na célula, resultando na perda de coerência da luz após sua penetração nas primeiras camadas do tecido, devido aos efeitos de absorção, espalhamento, transmitância e reflexão (PÖNTINEN, 2000; WHELAN et al., 2002, CORAZZA et al., 2007).

Quando o laser, ou LED é aplicado, dependendo do comprimento de onda, os fótons são absorvidos pela mitocôndria ou demais fotorreceptores teciduais (hemoglobina, proteínas fibrilares, água), o metabolismo celular pode aumentar, estimulando a produção de adenosina trifostato (ATP). Ao mesmo tempo, observa-se aumento do gradiente iônico (ex. íon cálcio, sódio/potássio, ATPase) e elevação da quantidade de óxido nítrico, entre outros fenômenos teciduais. O ATP adicional é utilizado para potencializar muitos processos secundários (tabela 3) e normaliza a função celular, que resulta em alívio da dor e cicatrização tecidual (HAWKINS; ABRAHAMSE, 2006). Um estudo de Karu (2001) cita que a luz laser apresenta efeito mais evidente em células ou tecidos danificados. A resposta tecidual à luz ocorre em nível celular sem a geração de calor (LANZAFAME et al., 2004).

Tabela 3: Efeitos fisiológicos secundários do uso do laser.

<b>Efeito</b>	<b>Relação com a Odontologia</b>
Aumento do fluxo linfático	Reduz o edema e estimula a resposta imune
Produção de $\beta$ endorfinas	Alívio da dor
Aumento da circulação colateral e micro circulação	Importante na cicatrização
Aumento da formação de colágeno e estímulo de fibroblastos	Estimula a cicatrização
Redução das taxas de condução nervosa das fibras C (diminuição das fibras que causam a dor pulpar)	Diminui a sensação de dor dentária
Redução da liberação de histamina, bradicininas, substância P e acetilcolina	Diminui a dor e inflamação
Estímulo de osteoblastos	Estimula a produção de tecido ósseo
Estímulo de odontoblastos	Estimula a produção de dentina
Aumento da atividade de neutrófilos e macrófagos	Auxilia na resposta imune e liberação de fator de crescimento

Fonte: Ross e Ross (2008).

Clinicamente, a fototerapia pode ser usada com facilidade no consultório odontológico. Ela não é invasiva e não tem efeitos colaterais significantes (TUNER; HODE, 2002; ROSS; ROSS, 2008). A contra-indicação clínica para o emprego da fototerapia consiste na irradiação direta sobre a glândula tireóide, células cancerígenas (SIMUNOVIC, 1996), processos sépticos e sobre o útero de mulheres grávidas. Tem sido observado que os efeitos da TLBP são dose-dependente. A dose da irradiação ou densidade de energia é um dos mais importantes parâmetros da terapia a laser. Se a dose for muito baixa, os resultados podem não ser conseguidos e se for muito alta, o efeito desejado pode ser inibido. A fototerapia pode ser estimulante ou inibitória, dependendo da dose usada (TUNER; HODE, 2002; BRUGNERA JR. et al., 2006; PINHEIRO; GERBI, 2006).

O mecanismo da dor se inicia a partir de estímulos teciduais (físico, químico ou biológico), por excitação de fibras nervosas locais. Do local do estímulo, o sinal é levado até diferentes regiões do cérebro, onde é percebido como dor e transformado em respostas a este estímulo inicial. Esse mecanismo é regulado por um conjunto de substâncias produzidas no sistema nervoso, tais como, a serotonina e as endorfinas, que agem sobre o sistema de transmissão da dor, aumentando ou diminuindo a sensação dolorosa (VILAS et al., 2003; HASTIE et al., 2005).

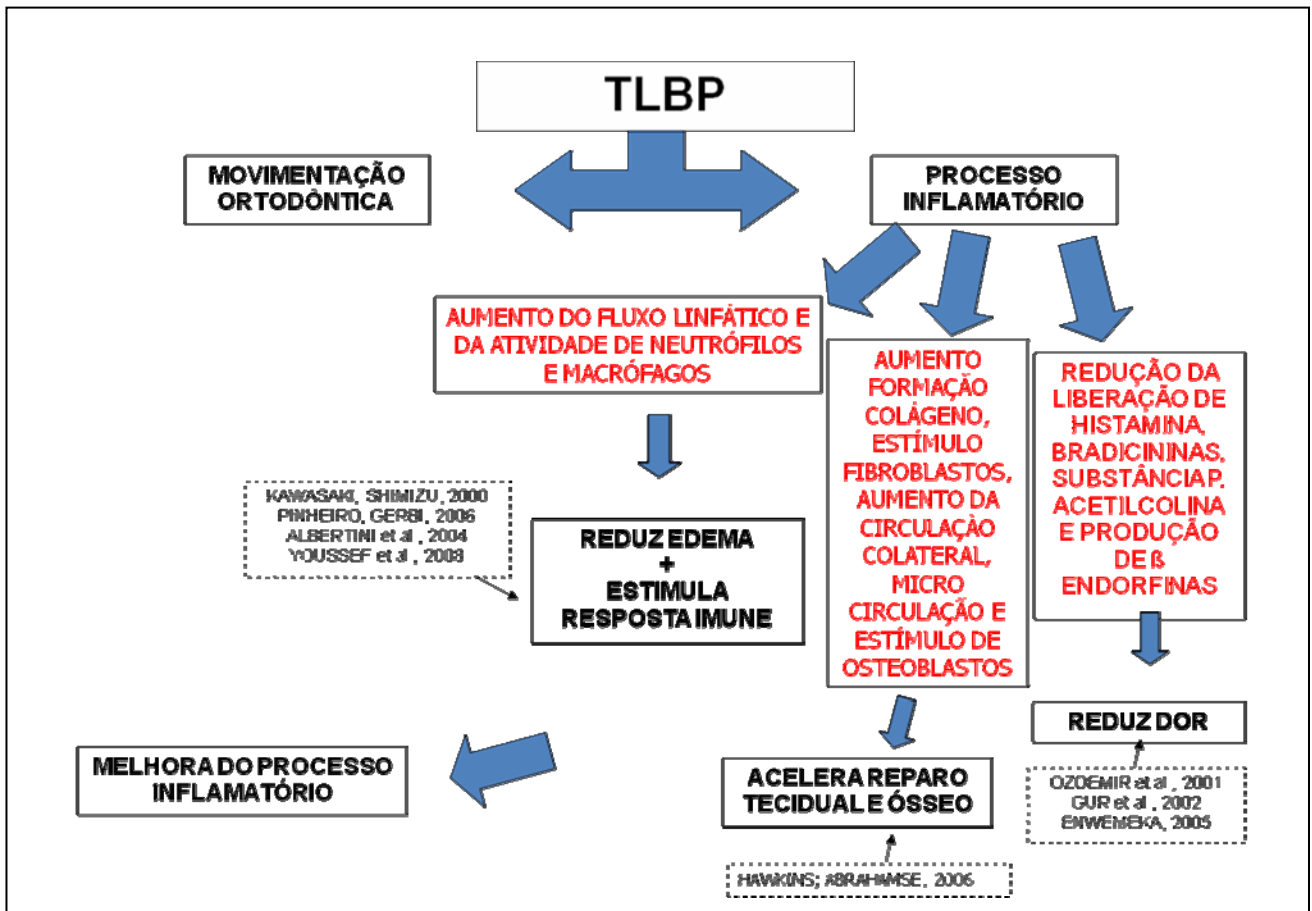


Figura 6: Efeito da fototerapia laser ou LED no processo inflamatório durante a movimentação ortodôntica.

O laser de baixa potência vem sendo utilizado como modalidade terapêutica em várias condições patológicas, com objetivo de acelerar a cicatrização, promover a regeneração tecidual, diminuir a inflamação e aliviar a dor (ÖZDEMİR; BIRTANE; KOKINO, 2001; GÜR et al., 2002; ENWEMEKA, 2005). A irradiação laser de diferentes estruturas teciduais promove aumento na produção de ATP, favorece a produção de ácido araquidônico. Além disso, a laserterapia atua na síntese de prostaglandinas, aumentando a transformação de prostaglandina G2 e prostaglandina H2 em prostaglandina I2, e promovendo o efeito anti-inflamatório, reduzindo a sintomatologia dolorosa (ação antiedematosa e anti-inflamatória), aumenta a concentração de endorfina circulante, proporcionando o efeito analgésico na dor inflamatória, como mostra a figura 6 (TAM, 1999; GENOVESE, 2007). Alguns estudos sugerem que lasers na região do infravermelho próximo (700-1000 nm) podem ser mais eficazes para a analgesia (MATERA; TATARUNAS; OLIVEIRA, 2003; MAROVINO, 2004) que lasers na região do vermelho (620-700 nm), devido à

maior capacidade de penetração no tecido (acima de 3 cm). A radiação entre 620 e 700 nm é eficaz na redução de dor em estruturas bucais, pois atinge estruturas de tecido (mucoso ou dental) com aproximadamente 1 cm de profundidade. O comprimento de onda, densidade de potência (irradiância), densidade de energia (fluência) e o tempo de aplicação da TLBP são parâmetros importantes, que determinam seu sucesso. Há escassez de estudos quanto à seleção apropriada do comprimento de onda e dose do laser a ser utilizado (HAKGÜDER et al., 2003; CHOW et al., 2004).

Vários estudos, com a presença de resultados nulos comumente não descrevem claramente os parâmetros do TLBP (MONTICONE et al., 2004; SMITH, 2005). Esta falta de detalhamento inviabiliza reprodutibilidade com aprimoramento da metodologia terapêutica. Segundo Bjordal et al. (2003) uma dosagem específica para efeito anti-inflamatório pode promover resultado positivo na diminuição da dor. A dosagem pode ser ajustada para redução da dor crônica, gerando diminuição de prostaglandinas. Esse efeito é obtido com doses que variam de 0,4 a 19 J e densidade de potência de 5 a 21,2 mW / cm<sup>2</sup>.

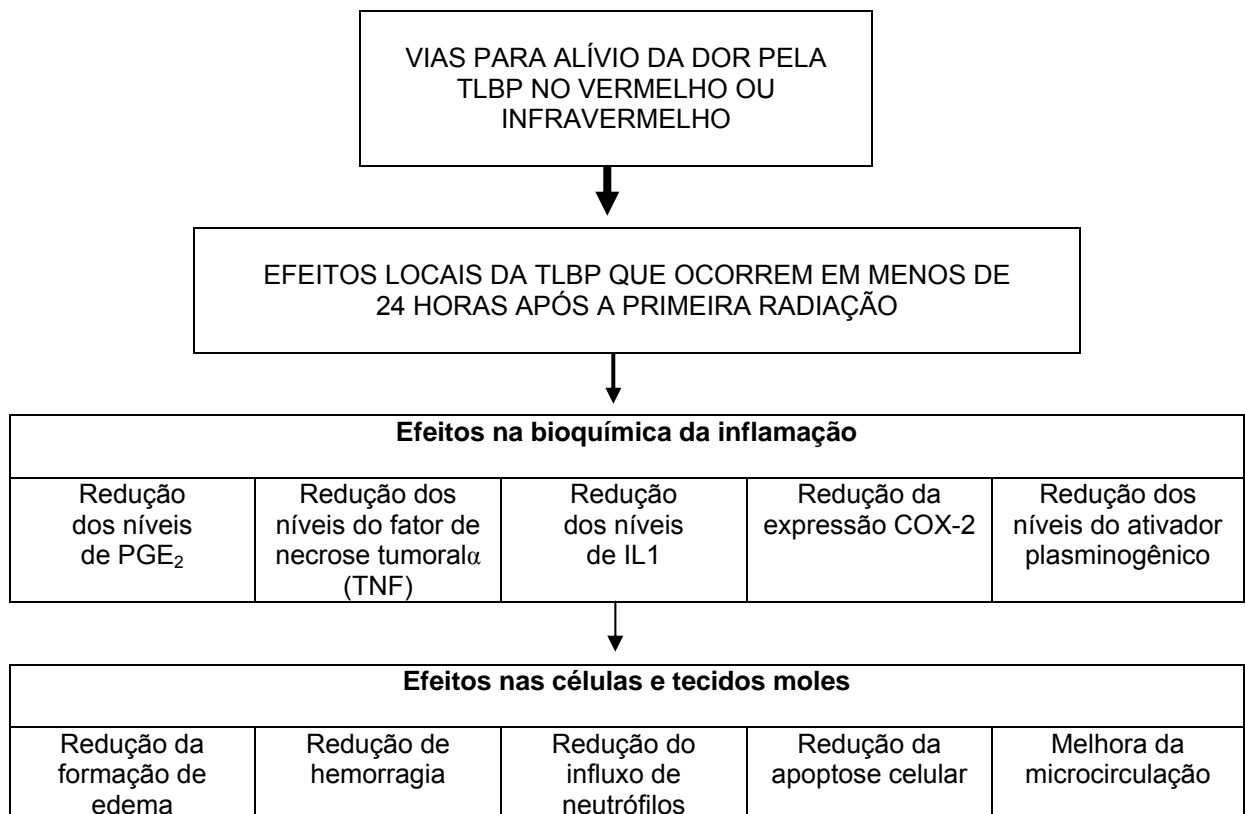


Figura 7: Esquema de evidência dos efeitos biológicos das pesquisas laboratoriais da TLBP do mecanismo de dor aguda.

Fonte: Adaptado de Bjordal et al. (2006).

A TLBP não é mais considerada uma terapia alternativa, com mecanismo hipotético e difuso de ação biológica, isto porque esta terapia tem sido muito estudada, atualmente. Foi demonstrado que ela apresenta propriedades biofísicas distintas (STOLIK et al., 2000; ENWEMEKA, 2001) e um mecanismo de ação dose-dependente (ALBERTINI et al., 2004), que varia devido às características ópticas do tecido, condições clínicas e limiar de dor de cada paciente. No entanto, estudos clínicos randomizados utilizam-se de doses, na TLBP, menores que aquelas esperadas, na obtenção de respostas biológicas (IRVINE; DECHANT; ELEZZABI, 2004; BROSSEAU et al., 2005). Isto, provavelmente, compromete os estudos da TLBP, pois a dose diminuída poderá contribuir para resultados contraditórios.

A TLBP tem sido usada no controle da dor há mais de duas décadas. A dor é uma experiência subjetiva, sendo a dor aguda um sinal de alerta que expressa que o organismo está prestes a sofrer alguma lesão. Se o dano realmente ocorrer, então uma cascata de eventos fisiopatológicos irá ocorrer numa ordem cronológica e simultânea (KANNUS et al., 2003). A intensidade da dor é geralmente mais prevalente na fase inflamatória, durante as primeiras horas e dias após a lesão e, na maioria dos casos, a dor diminui quando se inicia o processo de reparação tecidual.

Uma hipótese diz que a TLBP pode modular o processo inflamatório (HONMURA et al., 1992) e uma segunda hipótese argumenta que a TLBP modifica a excitação e condução dos nervos periféricos (BASFORD, 1995). Uma terceira hipótese considera que a TLBP estimula a secreção de endorfinas endógenas (LAAKSO; RICHARDSON; CRAMOND, 1993).

Um pré-requisito para o sucesso da fototerapia é a dose vs. volume de tecido inflamado a ser tratado. Há uma forte evidência de que a TLBP modula o processo inflamatório e alivia a dor aguda a curto termo, como mostra a figura 7 (BJORDAL et al., 2006).

Segundo autores a utilização de TLBP tem culminado em menores índices de dor (LIM; LEW; TAY, 1995; TUHARNI et al., 2006; FUJIYAMA et al., 2008; PINHEIRO et al., 2008; YOUSSEF et al., 2008; TORTAMANO et al., 2009). Harazaki e Isshiki (1997) relataram que pacientes em que foi aplicada TLBP, apresentaram retardo no início da dor, bem como redução na mesma, após a colocação do primeiro arco ortodôntico. Cruz et al. (2004), Neves et al. (2005), Goulart et al. (2006), Fujita et al. (2008), Youssef et al. (2008), ressaltaram os grandes benefícios



da utilização do laser na Ortodontia, podendo este ser utilizado não só para alcançar um efeito analgésico, como para aceleração da movimentação ortodôntica. Turhani et al. (2006) observaram clara redução na prevalência de dor, após a ativação ortodôntica, associada à TLBP.

Segundo vários pesquisadores a irradiação com luz não coerente tem custo inferior e tem demonstrado eficácia similar a dos lasers. Outros autores obtiveram resultados satisfatórios em seus estudos e sugerem efeitos benéficos adquiridos com o LED (SOLEAR; ANGELL-PETERSEN; WARLOE, 2000, CLARK; BRYDEN; DAWE, 2003; SMITH, 2005; BEVILACQUA et al., 2006). Desta forma, atualmente os LEDs estão sendo introduzidos comercialmente como uma alternativa para as terapias que utilizam laser de baixa potência (VINCK et al., 2003).

Vários estudos, empregando a TLBP ou LED terapia, têm apontado o uso de grupos experimentais placebo. Esta conduta é adotada, pois efeitos psicossomáticos podem ser observados em grupos placebo, que muitas vezes se igualam a de grupos tratados.

#### **1.4 Efeito Placebo**

O tratamento placebo é uma simulação de terapia, cujo objetivo não é produzir efeitos biológicos. É definida como placebo uma substância sem atividade farmacológica, que pode ser administrada como controle em tratamentos clínicos medicamentosos (ARONSON, 1999 apud MCQUAY; MOORE, 2005; BRODY, 1985 apud TURNER et al., 1994).

Os placebos são usados em estudos clínicos randomizados a fim de serem comparados com a suposta atividade da droga “real”, procedimento ou manipulação comportamental (KOSHI; SHORT, 2007). O uso do termo “resposta placebo” tem sido proposto quando uma mudança individual ocorre após manipulação por placebo e “efeito placebo” quando tais mudanças ocorrem em um grupo de estudo. O uso de placebo em estudos clínicos deve-se à suposição de que uma terapia medicamentosa ou fisioterápica tem de ser ao menos superior que o placebo na produção de respostas positivas para serem implementadas na prática clínica (HOFFMAN; HARRINGTON; FIELDS, 2005).

O placebo parece ser o tratamento mais eficaz para pacientes altamente ansiosos, reduzindo o nível de estresse. O efeito placebo pode ser observado tanto em nível psíquico quanto somático. A função imune pode ser diretamente influenciada pelo efeito placebo. Sugeriu-se que as endorfinas estão envolvidas nesse processo. Sob esse aspecto, a liberação dessas substâncias pode explicar as mudanças no comportamento, modulando o sistema imune, que pode conduzir à maior qualidade de saúde do indivíduo (SHER, 1997). Os efeitos placebo influenciam os resultados pós-tratamento, incluindo procedimentos cirúrgicos, que o clínico ou paciente acreditam serem eficazes. Aproximadamente um terço dos pacientes terá uma resposta placebo em toda a experimentação clínica (TURNER et al., 1994).

Os efeitos placebo são particularmente consistentes nos estudos clínicos e experimentais da dor. Entretanto, resta muito a ser elucidado sobre o mecanismo neural e cognitivo pelo qual o tratamento placebo apresenta seus efeitos. Os tratamentos placebo de analgesia provocam antecipação de alívio da dor, modificando o contexto afetivo e motivacional, nos quais os sinais nociceptivos são interpretados (PRICE et al., 1999; DE PASCALIS; CHIARADIA; CAROTENUTO, 2002; MARCHAND et al., 2003; VASE et al., 2003). Apesar de existir ampla evidência de que as expectativas do placebo reduzem a dor referida pelos pacientes, a forma como os sinais nociceptivos são influenciados e interpretados são relativamente inexplorados (WAGER; SCOTT; ZUBIETA, 2007).

Para testar a eficiência de qualquer terapia analgésica, é preciso comparar com a administração de um placebo. Ainda que o tratamento placebo necessite da administração de uma substância inerte, o poder do ato, em si, de produzir analgesia é bem conhecido. O placebo mostra algumas características de uma droga farmacologicamente ativa como uma curva dose-resposta que incluem efeito máximo, ação cumulativa e declínio gradual (KORNETSKY, 1976 apud LEVINE et al., 1979), como também a tolerância e efeitos colaterais (SHAPIRO et al., 1975; MOERTEL et al., 1976).

De um ponto de vista neuroquímico, há uma forte evidência que ao menos uma parte da resposta à analgesia por placebo é regulada por um mecanismo opióide endógeno (GREENE et al., 2009).

Existem dois mecanismos teóricos para a explicação de como a analgesia do placebo funciona: condicionamento clássico e efeito de expectativa.

Condicionamento clássico: este modelo de aprendizado é baseado no conceito de substituição de estímulo de Pavlov, no qual um estímulo não condicional provoca uma resposta não condicional. O pareamento de um estímulo condicionado como, por exemplo, um comprimido de aspirina com um estímulo condicionado como formato, cor, aroma, sabor, consistência, pode levar a uma resposta condicionada como o alívio da dor, até quando o estímulo condicionado é administrado sozinho (WICKRAMASEKERA, 1980 apud GREENE et al., 2009).

Expectativa: esta teoria postula que a expectativa do paciente na espera do efeito do tratamento, de algum modo (mecanismo exato não conhecido) potencializa o efeito (POLLO et al., 2001). Esta parece ser uma resposta universal a qualquer ação externa de “intenção de cura” (KOSHI; SHORT, 2007), contanto que a ação de cura promova uma reação endógena complementar e simétrica no paciente.

Desde 1955, Beecher chamava a atenção para o fato de que, apesar de mais de 33% dos pacientes, com vários quadros clínicos de dor, responderem ao placebo com significativa analgesia, somente 3% têm uma resposta analgésica quando a dor é experimental (BEECHER, 1955 apud GREENE et al., 2009). Uma explicação para a diferença entre dor experimental e clínica baseia-se nas diferentes características da dor, como taxa de elevação ou tempo de duração desta. Quando comparada com a dor experimental, a dor clínica geralmente tem um início gradual e uma duração relativamente mais longa. Em vista disto, estas e outras características da dor podem ser importantes fatores na determinação da eficácia da analgesia pelo placebo (LEVINE et al., 1979).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Verificar o efeito da fototerapia no controle da dor durante a movimentação ortodôntica.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Avaliação da sintomatologia dolorosa após movimentação ortodôntica associada ou não à fototerapia observando o comportamento do:

- grupos laser, LED e placebo em relação ao grupo controle;
- grupos laser e LED em relação ao grupo placebo;
- grupo laser em relação ao grupo LED.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba, sob protocolo nº H0009CEP/2009 (anexo A). Foram avaliados 66 voluntários de ambos os gêneros, sendo que desses 11 desistiram da pesquisa após a primeira fase do estudo e 3 após a segunda fase (1 do grupo laser e 2 do grupo LED). Dos 55 voluntários que permaneceram, 39 pertenciam ao gênero feminino e 16 ao masculino, com idade média de  $24,1 \pm 8,1$  anos. Os voluntários eram alunos de Odontologia da Univap, alunos de pós-graduação em Engenharia Biomédica da Univap ou pacientes de consultório particular. Todos foram informados dos procedimentos e objetivos da pesquisa, antecipadamente, seguindo as normas do Conselho Nacional de Saúde, resolução 196/96, para pesquisas com seres humanos. Após a concordância, assinatura da autorização para realização de exame clínico (anexo C) e do termo de consentimento livre e esclarecido (anexo B), os pacientes foram submetidos à anamnese e exame clínico intra-oral (anexo D) por apenas um experimentador, a fim de se evitar discrepâncias na avaliação. A participação voluntária neste estudo foi baseada nos seguintes critérios de inclusão:

- Não possuir doenças sistêmicas, dor crônica ou desordens neurológicas e psiquiátricas.
- Não estar utilizando fármacos que pudessem interferir com o metabolismo ósseo, tais como anti-inflamatórios esteroidais de uso prolongado e/ou bifosfonatos, entre outros.
- Possuir arcadas dentárias superiores e inferiores completas (de incisivos a segundo molares), com pontos de contato em todos os dentes e ao menos um pré-molar em cada quadrante.
- Apresentar todos os dentes livres de condições patológicas agudas ou crônicas.
- Não possuir problemas gengivais e/ou periodontais.

### 3.1 Protocolo

Voluntários que apresentavam os critérios citados acima, eram submetidos ao afastamento dental na mesial e distal do primeiro molar superior e inferior do lado direito com separador ortodôntico elástico (Morelli, 4,0 mm, Ø 5/32", referência nº 60.04.200, figuras 8 a 11). Foi escolhido esse separador por ser um artigo nacional, de fácil acesso para os ortodontistas brasileiros, baixo custo, sendo um dos mais utilizados no mercado.

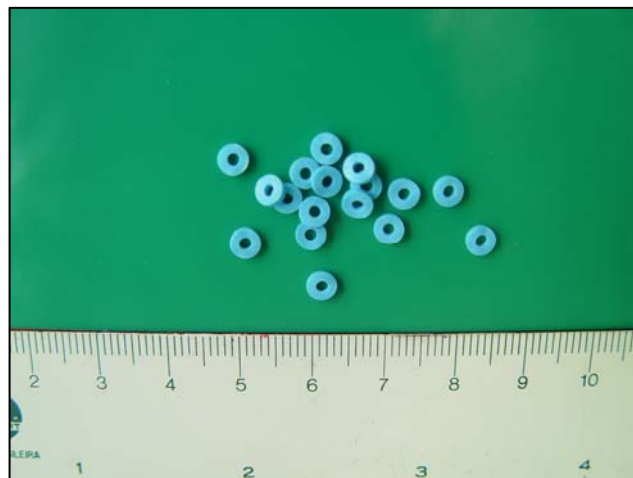


Figura 8: Separador elástico ortodôntico.

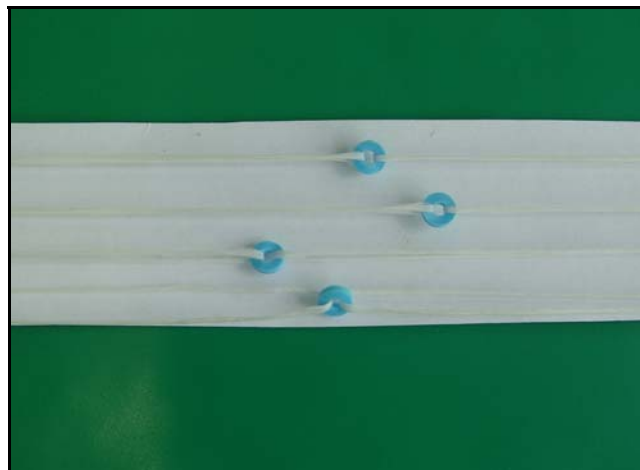


Figura 9: Separador elástico ortodôntico pronto para ser colocado.

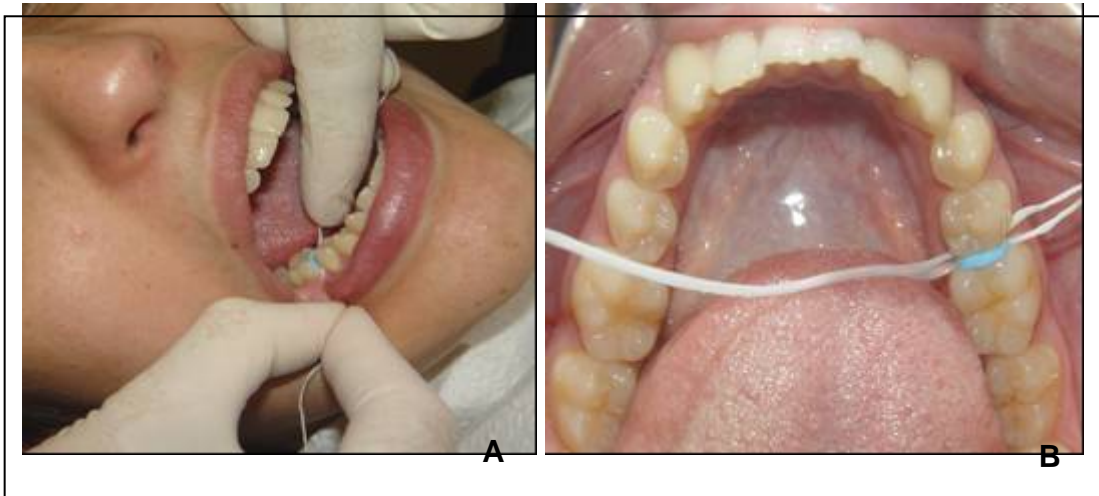


Figura 10: Separador elástico ortodôntico sendo colocado. A - Posicionamento do paciente durante inserção do separador. B - Separador em posição previamente à retirada do fio dental.

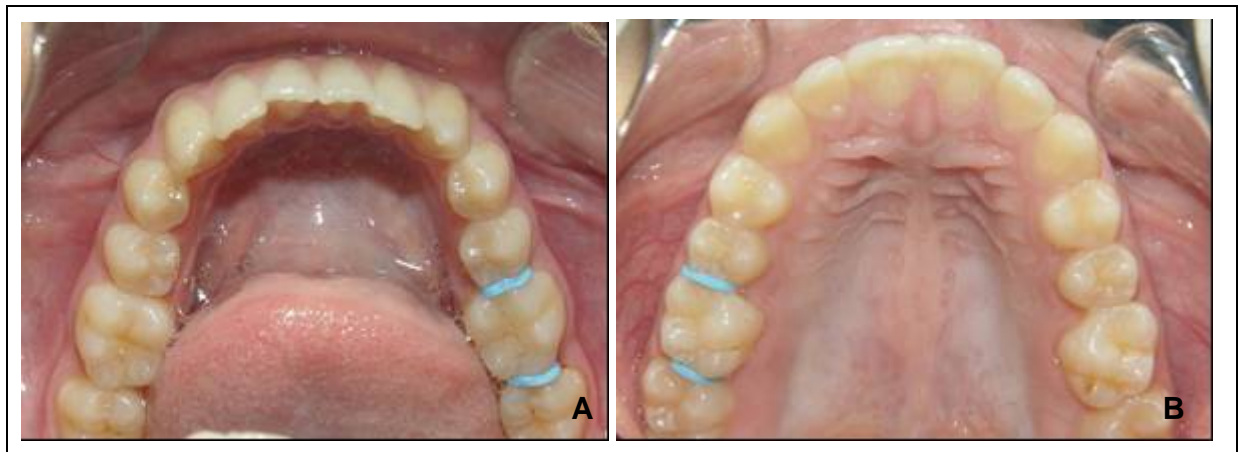


Figura 11: Separadores elásticos na mesial e distal dos primeiros molares do lado direito. A – Arcada Inferior. B - Arcada Superior.

Imediatamente após a separação, era realizada a determinação do índice da sensibilidade dolorosa através de escala visual analógica (EVA) (anexo E), seguida de fototerapia (laser, LED) ou sua simulação (placebo). O grupo controle não foi submetido a nenhuma terapia.

### 3.2 Procedimentos

Os voluntários foram aleatoriamente divididos em 4 grupos:

- Grupo controle (G1): Composto de 10 voluntários do gênero feminino e 7 do gênero masculino, com idade média de  $27,6 \pm 10,5$  anos.
- Grupo placebo (G2): Composto de 29 voluntários do gênero feminino e 9 do gênero masculino, com idade média de  $23,4 \pm 7,4$  anos.

- Grupo laser (G3): Composto de 9 voluntários do gênero feminino e 3 do gênero masculino, com idade média de  $25,4 \pm 8,0$  anos.
- Grupo LED (G4): Composto de 17 voluntários do gênero feminino e 6 do gênero masculino, com idade média de  $21,9 \pm 7,3$  anos.

Os voluntários foram atendidos na Clínica de Odontologia da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), em consultório de ortodontia particular e no Centro de Laser do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD/UNIVAP) onde as sessões de fototerapia ocorreram uma vez por semana, durante duas semanas. Para a determinação do nível de sensibilidade em todos os voluntários dos grupos experimentais estudados, o primeiro molar permanente do lado direito (superior e inferior) recebeu um separador ortodôntico elástico na mesial e outro na distal (figura 8 e 9). Imediatamente após este procedimento, os pacientes assinalavam o nível de dor na EVA, cuja medida foi repetida após 2, 24, 48, 72, 96 e 120 horas (Anexo E). Encerrado esse período os separadores ortodônticos foram removidos.

Para os voluntários de G1 nenhuma terapia medicamentosa ou fisioterápica foi instituída, e as medidas foram realizadas da forma relatada anteriormente. Para G2, placebo, os procedimentos foram semelhantes a G1, porém após a medição do nível de dor, realizou-se a fototerapia com o equipamento desligado, mantendo-se o bip sonoro.

Todos os voluntários tiveram os dentes separados apenas do lado direito na primeira semana experimental (G1 e G2). Para constituir os grupos G3 e G4, voluntários de G2 foram submetidos a novo procedimento ortodôntico. Foram separados os dentes do lado esquerdo, com um mínimo de 7 e um máximo de 30 dias após o primeiro procedimento, e imediatamente após a medição na EVA realizou-se a fototerapia (laser ou LED) e as medições nos intervalos descritos anteriormente. Este período foi necessário visando evitar o efeito sistêmico do laser ou LED, devido à proximidade dos dentes da arcada direita e esquerda.

Nos voluntários do gênero feminino, não foi feita a separação ortodôntica durante a fase pré-menstrual e menstrual, devido às variações hormonais e maior sensibilidade.



### 3.3 Fototerapia

Para os procedimentos de fototerapia foram empregados um aparelho de Laser InGaAIP (Twin Flex Evolution<sup>®</sup>, MMOptics, Classe 3b, registro ANVISA 80051420014) e um aparelho de LED (Fisioled<sup>®</sup>, MMOptics, registro ANVISA 80051420003), com os parâmetros descritos na tabela 4. Os equipamentos mostrados na figura 12, 15 e 16, foram aferidos previamente ao início dos experimentos com o auxílio de um medidor de potência (Melles Griot-Broadband Power / Energy - Meter 13PE M001).

Tabela 4: Parâmetros terapêuticos empregados.

Parâmetros	LASER	LED
A (cm <sup>2</sup> )	0,19	1,76
DE (J/cm <sup>2</sup> )	4,0	4,0
Diodo	InGaAIP	GaAIAs
DP (W/ cm <sup>2</sup> )	0,10	0,06
E (J)	0,7	7,0
Ø (cm)	0,5	1,5
P (W)	0,03	0,10
t (s)	25	70
λ (nm)	660	640 ± 20

A - Área, DE - Densidade de Energia, DP - Densidade de Potência,  
E - Energia, Ø - Diâmetro, P - Potência, t - tempo,  
λ - Comprimento de Onda.



Figura 12: Laser InGaAIP (A) e LED (B) utilizados na pesquisa.

Os equipamentos de laser e LED, assim como os óculos de proteção receberam barreiras plásticas, seguindo normas de biossegurança. Os óculos dos voluntários foram totalmente vedados com cartolina preta fosca.

A radiação foi aplicada de forma pontual, em contato com a gengiva e perpendicularmente a esta, em dois pontos da face vestibular e da face lingual dos molares separados, ambos na região cervical e radicular (figura 13). Os voluntários e o profissional utilizaram óculos de proteção (figura 14) durante a fototerapia (placebo, laser ou LED).

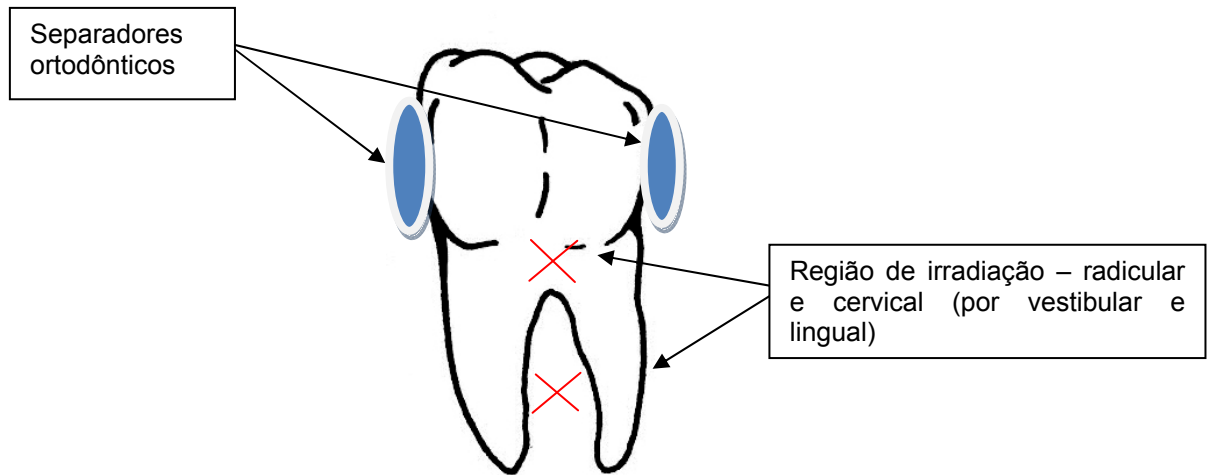


Figura 13: Pontos de irradiação e de localização dos separadores.

Fonte: Adaptado de [www.hospitalgeral.com.br/1\\_com/2\\_img/molar.jpg](http://www.hospitalgeral.com.br/1_com/2_img/molar.jpg)

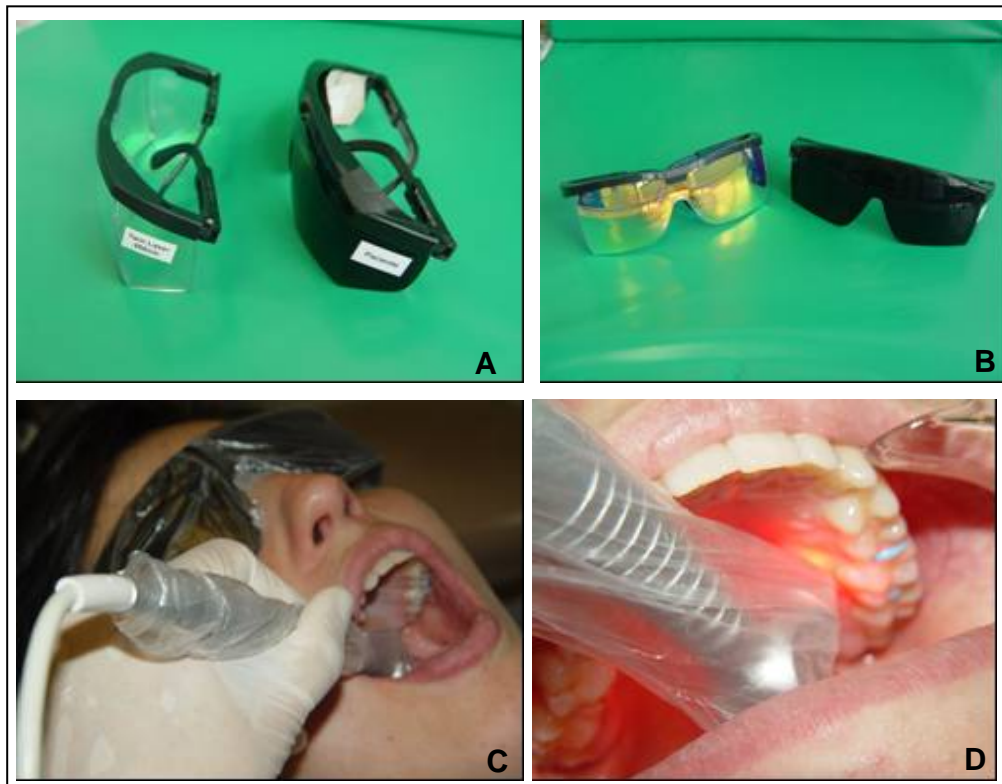


Figura 14: Fototerapia. A e B - Óculos de proteção adequados ao comprimento de onda utilizado. C - Posicionamento do equipamento vs. voluntário durante a irradiação. D - Detalhe da fototerapia laser na face lingual do primeiro molar superior esquerdo.

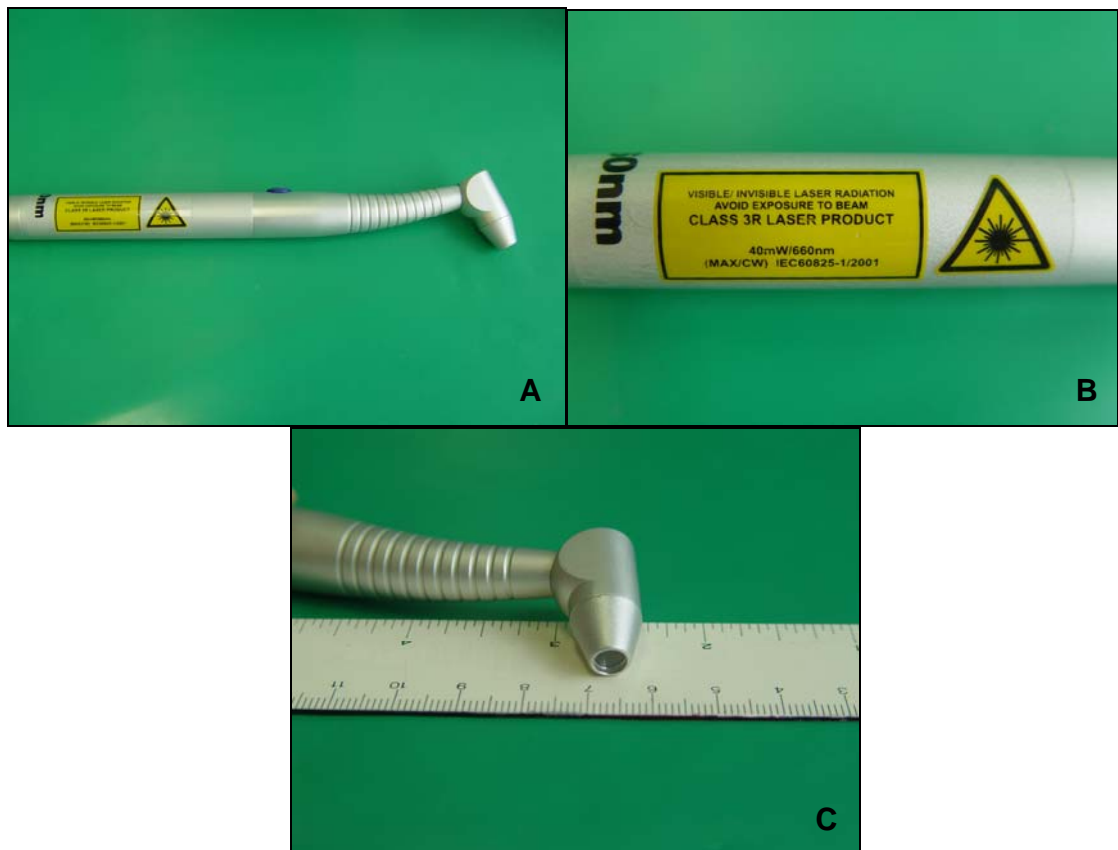


Figura 15: Equipamento de laser (Twin Flex Evolution®). A – Peça de mão. B – Especificações de segurança. C - Ponta ativa.

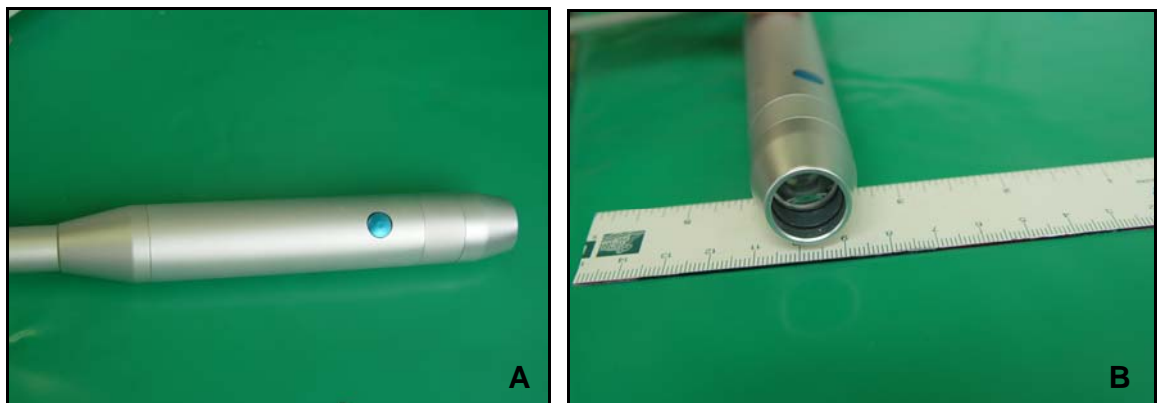


Figura 16: Equipamento de LED (Fisioled®). A – Peça de mão. B – Ponta ativa.

### 3.4 Evolução clínica

O nível de dor dos grupos G2, G3 e G4 foram anotados imediatamente após a separação, com subsequente aplicação da fototerapia (placebo, laser ou LED) e nova tomada do nível de dor. O nível de dor foi assinalado após 2, 24, 48, 72, 96 e

120 horas da fototerapia (Anexo E). O nível de dor do grupo G1 também foi assinalado como descrito acima, exceto após a fototerapia, que não foi realizada. Sobre a escala visual foi realizada a medida da sensibilidade dolorosa (régua milimetrada, Desetec®), assinalada por todos os voluntários, nos diferentes momentos experimentais (Figura 17). Estes valores foram submetidos à análise estatística.

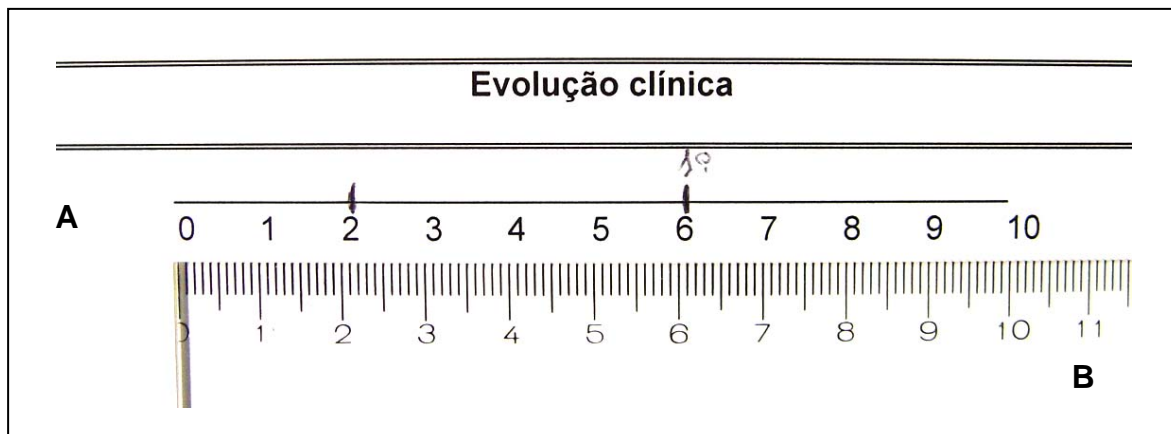


Figura 17: Níveis de dor obtidos a partir da EVA (A) empregando-se régua milimetrada (B). Nível de dor indicado pelo paciente (ex. voluntário do grupo LED) nos diferentes momentos experimentais, após o procedimento ortodôntico.

### 3.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram organizados em planilha Excel (Microsoft Office), e os valores foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão. Para a análise estatística empregou-se programa GraphPad Prism 2.0 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA – USA). Foi utilizado o teste monocaudal de Wilcoxon para as observações do comportamento dos grupos após a terapia. O nível de significância empregado foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS

A tabela 5 mostra o número de participantes dos grupos estudados, bem como o gênero e idade média.

Tabela 5: Grupos estudados na pesquisa.

GRUPOS ESTUDADOS	GÊNERO FEMININO	GÊNERO MASCULINO	IDADE MÉDIA
G1 (n=17)	10	7	27,6 ± 10,5
G2 (n=38)	29	9	23,4 ± 7,4
G3 (n=12)	9	3	25,4 ± 8,0
G4 (n= 23)	17	6	21,9 ± 7,3

G1 – Controle, G2 – Placebo, G3 – Laser, G4 – LED.

O delineamento experimental visava à existência de número mínimo de 10 indivíduos por grupo. Trabalhos prévios com laser estão apresentados na literatura, contudo com LED não, justificando um número maior de voluntários neste grupo. Todos os voluntários dos grupos 3 e 4 (lado contralateral placebo) foram incluídos no grupo 2 (exceto 3 desistências).

O valor médio da EVA para cada tempo avaliado, após a separação dentária, está descrito na tabela 6 e na figura 18, para os quatro grupos.

Tabela 6: Média de níveis de dor (EVA) nos diferentes grupos.

Grupos	Pós-separação	Pós-terapia						
		Horas						
		0	2	24	48	72	96	120
G1	2,2 ± 1,8	-	4,3 ± 3,2	4,6 ± 2,1	5,1 ± 1,9¥	4,1 ± 2,3	3,1 ± 2,0	2,4 ± 1,8
G2	1,8 ± 1,6	0,8 ± 1,1	1,7 ± 2,0♦	3,8 ± 2,3¥	3,7 ± 2,0	2,7 ± 1,7	1,8 ± 1,3	1,1 ± 1,0
G3	2,9 ± 2,1	1,5 ± 1,2	3,4 ± 2,5	4,8 ± 1,7¥	4,0 ± 1,9	3,6 ± 1,3	2,4 ± 1,0	2,2 ± 1,1
G4	1,8 ± 2,1	0,4 ± 0,6	0,9 ± 1,0*	2,2 ± 1,8*♦	2,5 ± 2,4¥*	2,0 ± 2,4*	1,2 ± 1,6*	0,5 ± 0,9*

G1 – Controle, G2 – Placebo, G3 – Laser, G4 – LED. Valores expressos em média ± desvio padrão.

¥ - Valores que correspondem ao pico de dor de cada grupo. \* p<0,05 – controle vs. LED, ♦ p<0,05 – placebo vs. fototerapia (laser ou LED).

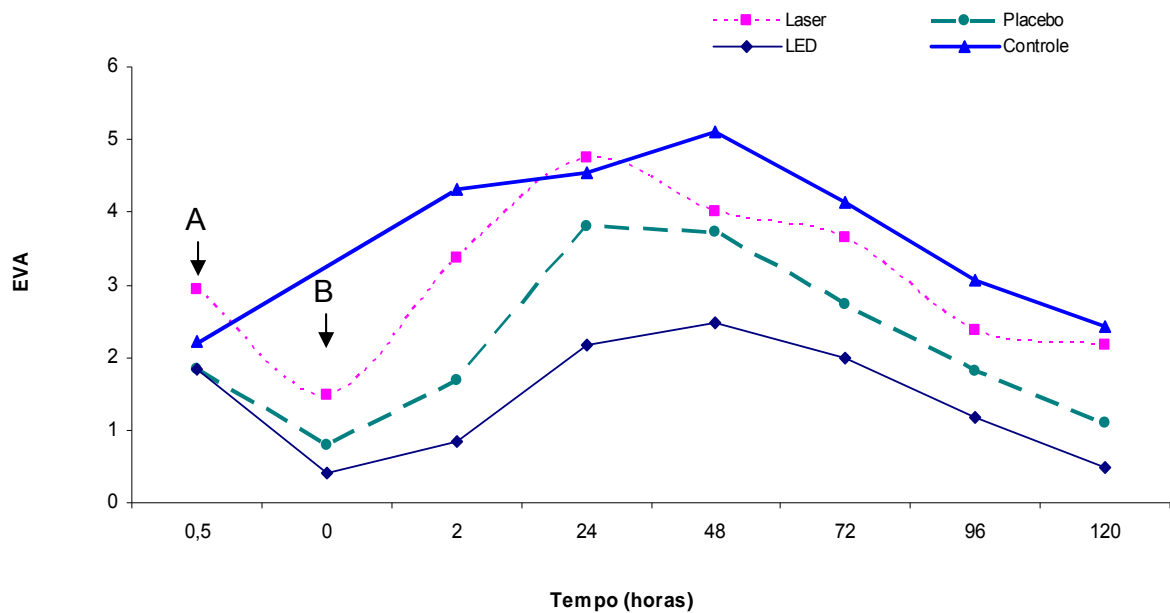


Figura 18: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle, placebo, laser e LED durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média.

Pode-se observar similaridade no nível de dor entre todos os grupos imediatamente após o procedimento ortodôntico ( $p > 0,05$ ). Comparando-se G2 e G3, foi observada diferença significativa ( $p = 0,0488$ ) 2 horas após a fototerapia com superioridade do nível de dor para G3. Os dados obtidos para G4 apresentaram-se significativamente menores ( $p = 0,0432$ ) que para G2, 24 horas após a fototerapia. O nível de dor do grupo controle apresentou-se superior aos demais grupos estudados, nos diferentes tempos experimentais, exceto em 24h, quando G3 apresentou os maiores índices de dor. O pico de dor foi observado entre 24 e 48 horas nos diferentes grupos, sendo que nos grupos G2 e G3 ocorreu em 24 horas e nos grupos G1 e G4 em 48 horas. Todos os grupos apresentaram redução do quadro de dor após 48 horas. O menor nível de dor foi observado no G4, após 120 horas da terapia.

#### 4.1 Resultados obtidos no grupo controle vs. grupo placebo

A figura 19 compara o G1 e G2. Observou-se que após 2 horas da separação houve diferença muito significativa ( $p= 0,0020$ ) entre G1 e G2, com superioridade para o grupo controle. Em 96 horas observou-se expressivo aumento ( $p= 0,0554$ ) do nível de dor para G1 em relação ao G2. Após 120 horas houve diferença significativa entre os grupos, com nível de dor superior ( $p= 0,0413$ ) para o grupo controle. Nos demais tempos experimentais não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ). O pico de sensibilidade para G1 e G2 foi observado em 48 e 24 horas, respectivamente. O nível mínimo para G1 foi após a separação dentária e para G2 foi após o placebo da terapia. Observou-se que G2 teve uma menor sensibilidade em todos os momentos experimentais quando comparando ao G1.

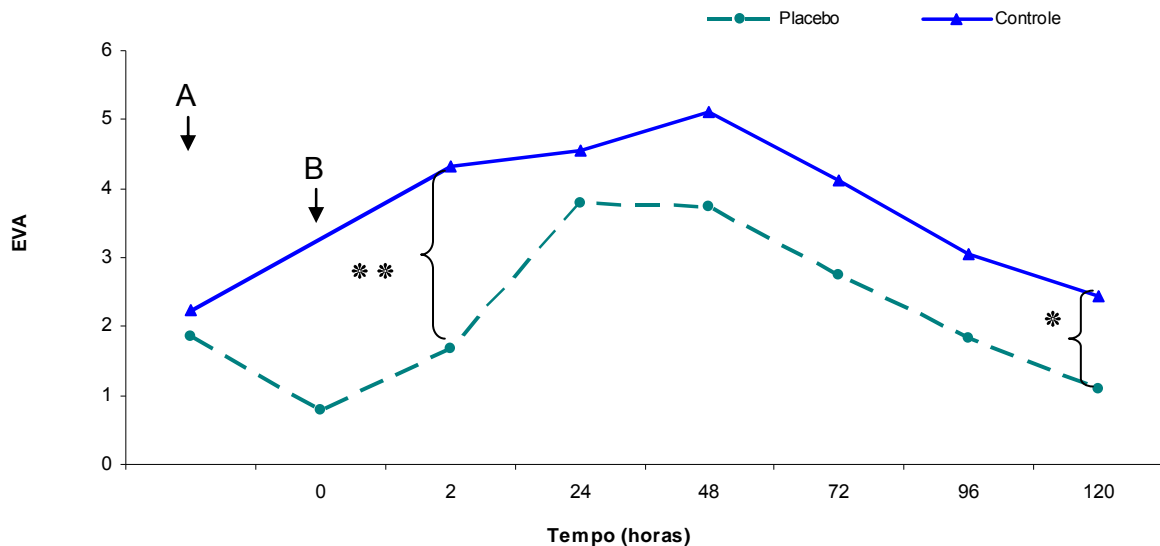


Figura 19: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle e placebo durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média.

## 4.2 Resultados obtidos no grupo controle vs. grupos tratados com luz coerente (laser) e não coerente (LED)

### 4.2.1 Controle vs. Laser

Podem ser observados, na figura 20, os dados obtidos de G1 e G3, demonstrando que não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) do momento pós-separação até 120 horas após a terapia. Pode-se verificar certo paralelismo entre os grupos (da separação até 120 horas), com exceção dos momentos imediatamente após a separação e 24 horas após a terapia, quando o G3 suplantou G1, contudo sem diferenças estatisticamente significantes. O pico de sensibilidade dolorosa para G1 foi com 48 horas enquanto que para G3 foi com 24 horas.

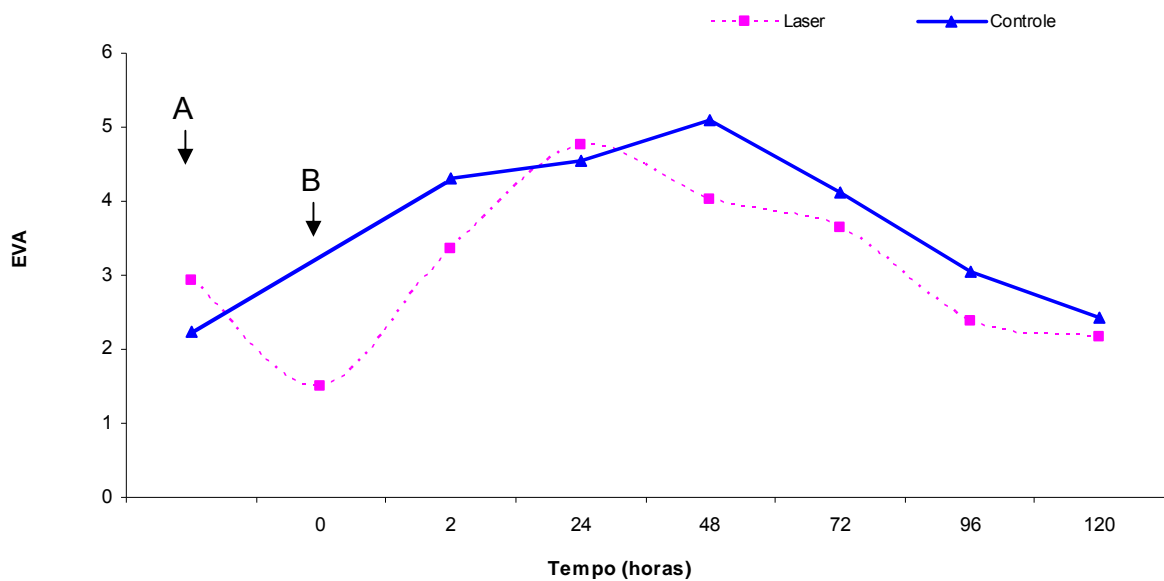


Figura 20: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle e laser durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média.



#### 4.2.2 Controle vs. LED

Na figura 21 estão representados o G1 e G4. Não foram observadas diferenças significativas previamente à terapia. Contudo, os voluntários de G4 apresentaram, após a LED terapia, nível de dor significativamente menor ( $p < 0,01$ ) em relação aos de G1 em todos os tempos experimentais estudados. Decorridas 48 horas da terapia esta diferença foi extremamente significativa ( $p < 0,001$ ). O pico de sensibilidade dos dois grupos ocorreu nesse mesmo tempo experimental (48 horas). O nível médio de dor em G1 foi praticamente o mesmo após 120 horas, diferente do observado para os voluntários de G4 que apresentaram nível de dor menor no momento inicial e em 120 horas.

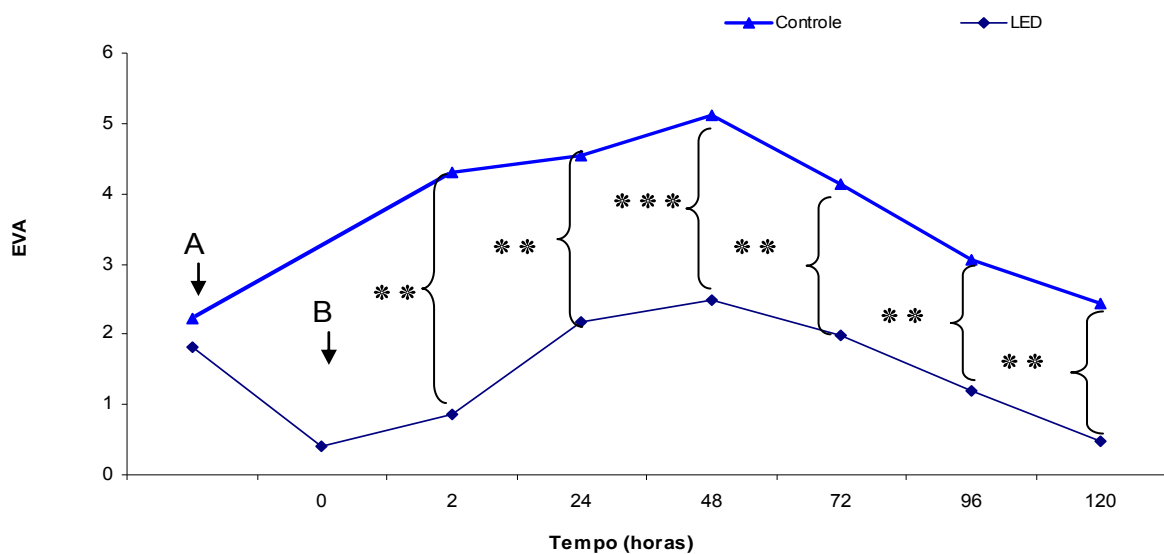


Figura 21: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos controle e LED durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média.

### 4.2.3 Laser vs. LED

Os valores médios do G3 e G4 são apresentados na figura 22, durante o tempo experimental. Observou-se uma diminuição muito significativa de sensibilidade após a LED terapia em 2, 24 e 120 horas, comparando-se com a laserterapia. Imediatamente após a separação, 48, 72 e 96 horas após terapia não foram observadas diferenças significativas entre os grupos ( $p>0,05$ ). Contudo, em 72 horas observou-se, em valores absolutos, expressiva superioridade ( $p=0,0645$ ) no nível de dor em G3 quando comparado a G4. O pico de sensibilidade para G3 foi de 24 horas e para G4 de 48 horas e o mínimo foi após a terapia nos dois grupos.

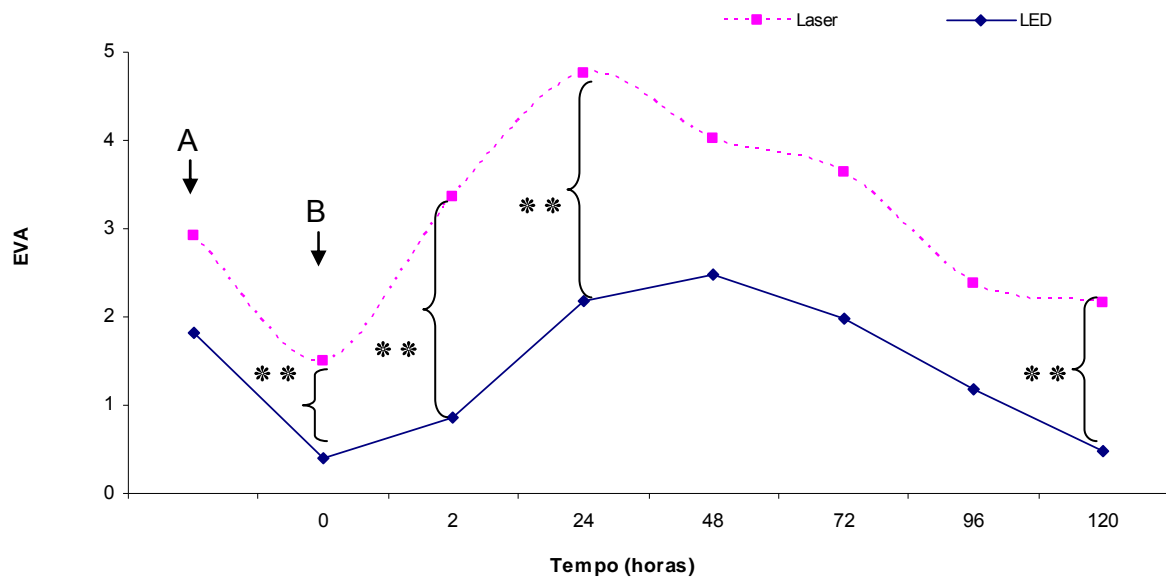


Figura 22: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos laser e LED durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média.

### 4.3 Efeito da fototerapia vs. placebo

Os grupos G2, G3 e G4 estão apresentados na figura 23. O comportamento dos voluntários de G2 e G3 foi semelhante a G4, no que se refere ao perfil do nível de dor. G2 e G4 tiveram um ponto em comum no momento pós-separação, o que não ocorreu em nenhum outro momento durante o estudo. O nível de dor mínima não foi coincidente nos três grupos, logo após a fototerapia (G3 e G4) e placebo (G2). O pico de sensibilidade foi coincidente para G2 e G3 (24 horas após a separação) enquanto para G4 foi após 48 horas. Pode-se observar que G2 teve uma menor sensibilidade após a separação dentária em relação a G3 durante todos os tempos experimentais estudados enquanto que o G4 teve menor sensibilidade que G2 e G3, também em todos os tempos experimentais após a terapia.

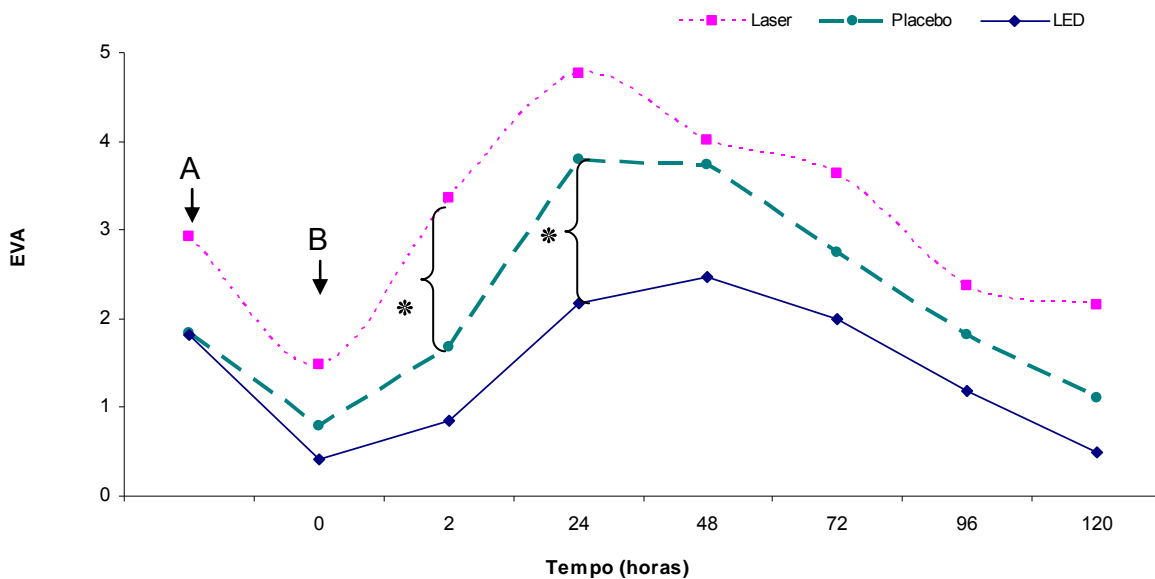


Figura 23: Comparação do nível de dor (EVA) entre os grupos laser e LED e placebo durante o tempo experimental. A – Nível de dor imediatamente após a separação. B – Nível de dor imediatamente após a terapia. Valores expressos em média.

#### 4.3.1 Placebo vs. laser

O grupo G3 apresentou nível de dor significativamente superior ( $p=0,0488$ ) ao observado para G2, após 2 horas da terapia. Não foram observadas diferenças significativas entre G2 e G3 nos demais tempos experimentais. Observou-se que 120 horas após a terapia G3 apresentou expressiva superioridade ( $p=0,0645$ ) em relação a G2.

#### 4.3.2 Placebo vs. LED

A análise comparativa dos grupos G2 e G4 demonstrou diferença significativa ( $p=0,432$ ) após 24 horas da separação. Nos outros pontos não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ).

Em suma os resultados demonstram que:

- O grupo placebo vs. o grupo controle apresentou resultados estatisticamente significantes na redução dos níveis de dor em 2 e 120 horas;
- O grupo laser vs. o grupo controle não apresentou resultados estatisticamente significantes na redução dos níveis de dor;
- O grupo LED vs. o grupo controle apresentou resultados estatisticamente significantes na redução dos níveis de dor de 2 a 120 horas;
- O grupo laser vs. o grupo LED apresentou resultados estatisticamente significantes na redução dos níveis de dor após a terapia com LED, em 2, 24 e 120 horas;
- O grupo laser vs. o grupo placebo não apresentou resultados estatisticamente significantes na redução dos níveis de dor e em 2 horas o placebo apresentou redução do nível de dor estatisticamente significativa.
- O grupo LED vs. o grupo placebo apresentou resultados estatisticamente significantes na redução dos níveis de dor em 24 horas.

## 5 DISCUSSÃO

O estudo da dor dentro da Odontologia e especificamente dentro do campo da Ortodontia é uma área que desperta muita curiosidade e preocupação entre os profissionais, pois está relacionado intrinsecamente com a prática clínica. Muitos estudos já foram feitos e muitos ainda deverão ser realizados para melhor entendimento e solução, evitando-se o uso de fármacos que tantos efeitos colaterais promovem à saúde geral do paciente (LIM; LEW; TAY, 1995; SIMUNOVIC, 1996, LAW et al., 2000; BERNHARDT et al., 2001; BONDEMARK; FREDRIKSSON; ILROS, 2004; POLAT; KARAMAN, 2005; POLAT; KARAMAN; DURMUS, 2005; TUHARNY et al., 2006; BIRD; WILLIAMS; KULA, 2007; KRISHNAN, 2007; POLAT, 2007; BERGIUS et al. 2008; FUJIYAMA et al., 2008; PINHEIRO et al., 2008; YOUSSEF et al., 2008; TORTAMANO et al., 2009). Entretanto, esta importante sintomatologia apresenta poucos trabalhos experimentais, justificando aprofundamento de pesquisas, visando novas condutas no manejo da dor relatada pelo paciente (KRISHNAN, 2007).

O presente estudo objetivou observar o efeito da TLBP e da LED terapia sobre o nível de dor em voluntários submetidos a procedimento ortodôntico experimental, que consistiu na colocação de separadores nos dentes posteriores para simulação de movimentação ortodôntica. Estes permaneceram em posição durante 120 horas, intervalo de tempo suficiente para avaliar o pico de dor pós-movimentação, que dura de 24 a 36 horas, bem como o seu declínio (NGAN; KESS; WILSON, 1989; 1994; JONES; CHAN, 1992; SCHEURER; FIRESTONE; BÜRGIN, 1996; FERNANDES; ØGAARD; SKOGLUND, 1998; LAW et al., 2000; BERNHARDT et al., 2001; BONDEMARK; FREDRIKSSON; ILROS, 2004; POLAT; KARAMAN, 2005). O tipo de separador utilizado nesta pesquisa é o que comumente se usa para a bandagem dos dentes posteriores seguindo o modelo de vários autores (LIM; LEW; TAY, 1995; BIRD; WILLIAMS; KULA, 2007; BERGIUS et al. 2008; FUJIYAMA et al., 2008; PINHEIRO et al. 2008). Estudo realizado por Bondemark, Fredriksson e Ilros (2004) comparando o separador elástico ao metálico, concluiu que o efeito dos dois separadores foi considerado clinicamente equivalente. Sugeriram que a bandagem ortodôntica deveria ser realizada após 5 dias da separação, quando cessa a sensibilidade dolorosa dos pacientes.

A EVA foi empregada como ferramenta de mensuração de dor, por ser a metodologia mais utilizada em trabalhos na área de estudos da dor (BERGIUS; KILIARIDIS; BERGGREN, 2000), tendo sido considerada como ferramenta confiável e de fácil uso (FERNANDES; ØGAARD; SKOGLUND, 1998; BERNHARDT et al., 2001; GALLAGHER; LIEBMAN; BIJUR, 2001; OTASEVIC et al., 2006). O método de análise do nível de dor (leve, moderada e intensa) empregando a EVA é capaz de discriminar pequenas mudanças na sua intensidade (SEYMOUR, 1982). No entanto, é difícil acessar a qualidade da dor do paciente com este método (BIRD; WILLIAMS; KULA, 2007). Neste sentido, o presente estudo pretendeu caracterizar cada nível de dor, buscando normalizar o modo de mensuração da dor pelos voluntários, através da caracterização dos níveis de sensibilidade dolorosa e seus parâmetros pre definidos (Anexo E). As medidas da EVA foram feitas por um único experimentador, utilizando uma régua milimetrada, com uma precisão de  $\pm 0,05$  cm, considerando que este erro não seria clinicamente significativo na representação do índice de dor de um determinado voluntário. Todos os participantes deste estudo foram voluntários e até por este motivo, a pesquisa pode ter excluído aquelas pessoas com menor limiar de dor e com diferentes atitudes frente ao tratamento dentário, como demonstraram Lim, Lew e Tay em 1995. Um único valor de dor era assinalado pelos voluntários relativo a maxila e a mandíbula, seguindo resultado obtido em estudo realizado por Tortamano et al., 2009, que descreveu não haver diferenças significativas no relato de dor para as arcadas dentárias, individualmente.

Visando evitar possíveis efeitos sistêmicos determinados pela fototerapia (ROCHKIND et al., 1989; TUNER; HODE, 2002; EDUARDO; GOUW-SOARES; HAYPEK, 2002) o primeiro procedimento ortodôntico foi realizado nos grupos controle (G1) e placebo (G2). Os mesmos voluntários que pertenciam a G2 submeteram-se, posteriormente, ao segundo procedimento ortodôntico seguido da fototerapia. O presente estudo diferiu do desenvolvido por Tuharni et al. (2006) e Youssef et al. (2008) onde os diferentes grupos experimentais foram analisados concomitantemente, podendo apresentar interferências sistêmicas da laserterapia. Esse efeito foi evidenciado em estudo realizado por Lim, Lew e Tay (1995), que observaram ausência de diferenças significantes entre o lado placebo e o da fototerapia. Ambos foram, também, abordados simultaneamente, o que teria invalidado os resultados do grupo placebo.

Segundo Rhudy e Meagher (2000) pacientes podem evitar o tratamento ortodôntico em função do medo ou da experiência prévia de dor, que poderia reduzir o limiar de dor desse paciente (OKESON, 1995; ANDREASEN; PETERSEN; LASKIN, 1997). Assim, considerando-se que no presente estudo os tratamentos com laser ou LED terapia foram realizados em voluntários que haviam sido submetidos ao procedimento ortodôntico inicial, a experiência prévia de dor existia e o efeito analgésico nesses grupos poderia ser mais dificilmente observado.

Alguns fatores como a dosimetria, o espectro da luz, a potência e a fase de irradiação, influenciam na biomodulação das respostas biológicas frente à fototerapia (CONLAN; RAPLEY; COBB, 1996; UEDA; SHIMIZU, 2001; TUNER; HODE, 2002; BRUGNERA JR. et al., 2006; BRUGNERA JR., 2009, ENWEMEKA, 2009). Fenômenos relacionados com a interação luz-tecido foram estudados extensivamente. Características físicas da radiação laser como a coerência, a colimação e a monocromaticidade foram examinadas em detalhes. Em particular, a coerência e colimação não foram consideradas fundamentais para os efeitos biológicos atribuídos ao laser, pois estas propriedades rapidamente se perdem devido ao espalhamento, transmissão, absorção no interior do tecido e reflexão. A luz não coerente pode gerar efeitos biológicos semelhantes à luz coerente (KARU, 2002; RUBINOV, 2010). Vários estudos foram desenvolvidos empregando laser (luz coerente) em Ortodontia (LIM; LEW; TAY, 1995; CRUZ et al., 2004; GOULART et al., 2006; TUHARNI et al., 2006; SEIFI et al., 2007; FUJITA et al., 2008; FUJIYAMA et al., 2008; PINHEIRO et al., 2008; YOUSSEF et al., 2008; TORTAMANO et al., 2009), contudo poucos estudos foram desenvolvidos com luz não coerente, e utilizaram animais experimentais (GOULART et al., 2006; FUJITA et al., 2008). Apesar dos resultados promissores obtidos pelos referidos autores, não foram identificados estudos clínicos envolvendo LED terapia em Ortodontia.

Desde 1989, Rochkind et al. mencionavam a importância de um possível efeito sistêmico determinado pela TLBP, não considerado em trabalhos anteriores que relataram a ineficácia dessa terapia (EDUARDO; GOUW-SOARES; HAYPEK, 2002; TUNER; HODE, 2002). Algumas pesquisas usaram doses muito baixas e o comprimento de onda inapropriado, aspectos estes que podem resultar em efeitos nulos ou negativos (DAVID et al., 1996; BRUGNERA JR. et al., 2006; GOULART et al., 2006; PINHEIRO; GERBI, 2006; SEIFI et al., 2007). A radiação eletromagnética na região do vermelho e infra-vermelho é reconhecida por sua ação analgésica e

anti-inflamatória sobre tecidos biológicos (CASALECHI et al., 2009, DALL AGNOL et al., 2009). No presente estudo a fototerapia foi realizada entre 640 e 660 nm. Estes comprimentos de onda localizam-se dentro da janela biológica da pele (300 a 1000nm), através da qual a penetração nos tecidos é mais efetiva do que comprimentos de onda na região do infravermelho médio e longo (KARU, 1988; CLOKIE; BENTLEY; HEAD, 1991; HARRIS, 1991; KATOH et al., 1997; YOUSSEF et al., 2008). Fótons com comprimento de onda na região do infravermelho próximo penetram mais profundamente na pele (KOLÁROVÁ; DITRICOVÁ; WAGNER, 1999). Em 1995, foi relatado por Basford que a luz laser de HeNe (632,8 nm) penetra de 0,5 a 1 mm antes de perder 37 % de sua intensidade. Considerando-se que a espessura da mucosa oral apresenta a mesma espessura, o emprego de luz na região do visível em meio bucal se faz justificável. Os lasers de HeNe não ultrapassam 15 mW, no presente estudo utilizou-se laser e LED com valores de potência de 32 e 100 mW, respectivamente. Considerando que a profundidade de penetração da luz no tecido é influenciada pela densidade de potência e comprimento de onda, todo o tecido de sustentação pode ser atingido, sobrepujando a barreira da mucosa oral. A fototerapia com doses entre 1 a 4 J/cm<sup>2</sup>, com potência estabelecida entre 10 mW a 90 mW tem sido indicada para aumento da microcirculação, redução do processo inflamatório e dor (BASFORD, 1995). Estudos relacionados à fototerapia em Ortodontia têm evidenciado a importância do emprego de doses baixas para efetividade do tratamento, pois doses acima de 20 J/cm<sup>2</sup> têm apresentado ações inibitórias (GOULART et al., 2006; SEIFI et al., 2007).

Foram utilizados 4 pontos de aplicação por dente, dois por vestibular e dois por lingual, com uma DE de 4 J/cm<sup>2</sup> por ponto, num total de 16 J/cm<sup>2</sup> por dente. A dose por ponto foi determinada seguindo indicações de Josep Colls (1984). A dose de 1 a 5 J/cm<sup>2</sup> é capaz de promover efeitos anti-inflamatórios e analgésicos. Bjordal et al., em 2006, demonstraram que uma dose adequada da TLBP produz efeitos anti-inflamatórios e alívio da dor comparado ao placebo. A TLBP pode ser vantajosa porque a sua janela terapêutica para ações anti-inflamatórias sobrepõe-se à sua habilidade de reparação tecidual (BASFORD, 1995). A habilidade da fototerapia de promover a reparação tecidual de maneira dose-dependente, com dose de 2 J/cm<sup>2</sup> no tecido alvo, tem sido estudada. Entretanto, para tratamento da dor aguda, são obtidos efeitos expressivos se a fototerapia é administrada em altas doses (>7,5 J/cm<sup>2</sup>) no tecido alvo, nas primeiras 72 horas (para reduzir o processo inflamatório),



seguida de baixas doses, 2 J/cm<sup>2</sup>, nos dias subsequentes (para promover a reparação tecidual) (GIGO-BENATO; GEUNA; ROCHKIND, 2005).

A analgesia produzida pela radiação eletromagnética é uma nova modalidade de tratamento que tem como vantagens não ser invasiva, de fácil aplicação e não promover reações teciduais adversas conhecidas (LIM; LEW; TAY, 1995; TORTAMANO et al., 2009). No entanto, Tortamano e colaboradores, em 2009, advertem que a única razão para não ser usada clinicamente é o longo tempo para aplicação da terapia, após a colocação dos primeiros arcos ortodônticos que variou de 32 minutos (sem a presença de pré-molares) a 37,5 minutos (com a presença de pré-molares) para as duas arcadas. Yamaguchi e Kasai, em 2005, sugerem que a fototerapia pode ser útil no controle da inflamação e da dor na movimentação ortodôntica, como também na diminuição do tempo de tratamento ortodôntico, sem efeitos colaterais. No presente estudo o tempo despendido para a fototerapia por sessão foi de 3,33 (laser) e 9,33 minutos (LED), tempo este expressivamente prolongado, pois foi realizada em apenas dois dentes. Um equipamento com lasers ou LEDs com conformação que atingisse as duas arcadas simultaneamente e todos os elementos dentais, reduziria o tempo necessário por sessão. Atualmente, encontram-se no mercado equipamentos de laser na região do vermelho e azul (clareamento dental) que atendem a esta necessidade.

Os estudos de alívio da dor com o uso da TLBP não estão restritos ao tratamento ortodôntico fixo. Outros estudos mostraram alívio da dor após cirurgias endodônticas (SCHOOP et al., 2004), em pacientes com dores na região temporomandibular (SIMUNOVIC, 1996; PINHEIRO et al. 1997; 1998; FIKÁCKOVÁ et al., 2007; SHINOZAKI et al., 2006; FRARE; NICOLAU, 2008; SHIRANI et al., 2009; CARVALHO et al., 2010), nevralgia do trigêmio, mialgia, aftas (BASSANI; BASTOS, 1992 apud NEVES et al., 2005; GENOVESE, 2007) e hipersensibilidade dentinária (BRUGNERA JR.; PINHEIRO et al., 1998; KULEKCIOGLU et al., 2003; MARSILIO; RODRIGUES; BORGES, 2003; PESEVSKA et al., 2009; WOLLMANN; NICOLAU, 2009).

Os resultados obtidos no presente estudo apontam para a efetividade da fototerapia na redução no nível de dor, após a separação ortodôntica. Contudo, os resultados obtidos com o emprego de LED foram superiores aos obtidos com laser. Observou-se similaridade do nível de dor entre grupos G1, G2, G3, G4 imediatamente após o procedimento ortodôntico, não havendo diferenças

estatisticamente significativas entre eles, na pré-terapia (placebo, laser ou LED). Isto mostra a homogeneidade da amostra obtida, permitindo maior legitimidade e confiabilidade nos resultados obtidos.

O pico de dor, entre 24 a 48 horas após o procedimento ortodôntico, foi similar em todos os grupos estudados, coincidindo com o estágio onde o processo inflamatório é mais acentuado. Estes dados demonstram que a metodologia empregada para a geração de dor experimental, por movimentação ortodôntica foi efetiva e segue padrões fisiopatológicos, conforme apresentados por diversos autores (NGAN; KESS; WILSON, 1989; ERDINÇ; DINÇER, 2004; TUHARNI et al., 2006; TORTAMANO et al. 2009). Foi nesta fase que os 11 voluntários desistentes removeram os separadores ortodônticos no grupo placebo e 3 no grupo da fototerapia (1 do G3 e 2 do G4). O pico de sensibilidade foi coincidente para G2 e G3 (24 horas após a separação) e para G4 foi após 48 horas, portanto em G4 foi postergado o máximo de sensibilidade dos voluntários e num patamar bem menor. Em relação a G1 e G4 o pico foi coincidente (48 horas) e a diferença entre eles foi extremamente significativa. A necessidade eminente do uso de separador na Ortodontia para a instalação de bandas e a dor inerente a este processo leva ao desconforto do paciente, podendo culminar na falta de colaboração (uso do aparelho ou higiene dental) (SERGL; KLAGES; ZENTNER, 2000; BOS; HOOGSTRATEN; PRAHL-ANDERSON, 2005), na desistência ou no atraso da conclusão do tratamento (PATEL, 1992; LEW, 1993). Lim, Lew e Tay (1995) verificaram a redução da intensidade da dor pós-ativação ortodôntica após fototerapia (830nm) em uma a duas sessões, sem, contudo promover alívio imediato da dor.

No trabalho de Tortamano et al. (2009) o pico de dor ocorreu em 24 horas nos diferentes grupos experimentais estudados (grupo controle, placebo e laser). Apenas este dia foi analisado e não encontraram diferença significativa entre os grupos controle e placebo. Entretanto, houve diferença estatística entre o grupo controle e laser. No presente estudo também se observou ausência de diferença estatística entre o grupo controle e placebo em 24 horas.

### **5.1 Efeito da fototerapia placebo em relação ao grupo controle**

Segundo autores o efeito placebo é considerado de curta duração (ROSS; BUCKALEW, 1985 apud TURNER et al., 1994), conforme pode ser observado em 2 horas nos voluntários de G2, contudo contraria o efeito placebo em 120 horas. Dados obtidos por Tortamano et al. (2009) corroboram este efeito tardio da terapia placebo. No presente estudo observou-se que vários voluntários do grupo placebo responderam à terapia, ou seja, apresentaram efeito placebo em 2 (81%) e 120 horas (82%). Segundo Levine et al. (1979) estudos da efetividade analgésica que empregam placebo serão significativamente influenciados pela natureza e severidade da dor a ser estudada. Entretanto, até os pacientes que relatam nível alto de dor inicial, têm somente 50% de chance de obter analgesia por placebo.

### **5.2 Análise dos resultados obtidos no grupo controle vs. grupos tratados com luz coerente (laser) e não coerente (LED)**

Pode-se observar uma diminuição de sensibilidade dolorosa no grupo laser comparado ao grupo controle, no entanto, a diferença não foi estatisticamente significativa entre os grupos no período de 120 horas de estudo. Os resultados coincidem com os obtidos por Pinheiro et al. (2008), contudo empregando dose de 2 J/cm<sup>2</sup> e comprimento de onda de 790 nm. Tortamano et al. (2009) analisaram o dia mais sensível (24 horas) após a colocação dos primeiros arcos. Os autores observaram uma redução da dor no grupo laser significativamente superior ao grupo controle. Os autores utilizaram laser de 830 nm, com dose de 5 J/cm<sup>2</sup>. Os parâmetros empregados no presente estudo podem ter sido responsáveis pela ausência de efeito da laserterapia na redução de dor. A dose empregada foi eleita com base nos estudos de Colls (1984); Lim, Lew e Tay (1995); Tuharni et al. (2006); Youssef et al. (2008), nos quais doses entre 3,6 e 8 J/cm<sup>2</sup> obtiveram resultados positivos na redução de dor pós-separação ortodôntica, porém com potências mais elevadas. Este fato salienta a importância, não somente da DE e do comprimento de onda em dor aguda, mas também da intensidade da potência.

A comparação dos resultados obtidos no grupo LED com aqueles do grupo controle permitiu observar uma diferença estatística significativa após 2 a 120 horas depois do procedimento ortodôntico, sendo que após 48 horas a diferença foi extremamente significativa. A fototerapia com LED foi responsável por uma redução média de 56% em relação ao grupo controle (18% após a separação e 79% após 120 horas da separação).

Comparando-se os efeitos da terapia com luz coerente e não coerente observou-se uma diferença acentuada entre as duas, sendo que o LED promoveu redução de dor superior ao laser. Nos pontos onde houve diferença estatística muito significativa, após a terapia, 2, 24 e 120 horas, a porcentagem de redução da sensibilidade foi em média de 75%. A média da porcentagem de redução geral comparando-se G3 em relação a G4 foi de 56% no nível de dor. A dose empregada ( $4 \text{ J/cm}^2$ ) foi igual para ambas as terapias com luz (laser e LED), contudo a energia do grupo LED (7 J) foi superior a do grupo laser (0,735 J), em função da potência máxima e da área dos aparelhos, a fim de se obter a dose estabelecida. Este fato demonstra que todos os parâmetros são importantes para determinar a efetividade de uma terapia envolvendo luz. Não somente comprimento de onda, DE, DP, energia, potência de entrada e saída, área do feixe, tempo de irradiação, frequência do tratamento, e número de sessões (TUNER; HODE, 2002; SMITH, 2005; BRUGNERA JR., 2009; ENWEMEKA, 2009), mas todos os parâmetros em conjunto se fazem corresponsáveis pelos efeitos obtidos pela fototerapia.

### **5.3 Análise dos resultados obtidos no grupo placebo vs. grupos tratados com luz coerente (laser) e não coerente (LED)**

Em alguns estudos não foi utilizado o grupo controle e sim, apenas o grupo experimental e grupo placebo (LIM; LEW, TAY, 1995; TUHARNI et al. 2006; YOUSSEF et al., 2008), não sendo possível fazer uma comparação do grupo controle do presente estudo com os dados reportados anteriormente. Estudos realizados com TLBP atestam a não existência de efeito placebo (TORTAMANO et al., 2009). Neste sentido, a análise do comportamento placebo no presente estudo foi realizada.

O grupo placebo foi estatisticamente significativo em relação ao laser somente após 2 horas do procedimento ortodôntico, sendo que o primeiro apresentou menor sensibilidade com relação ao segundo. Este resultado difere do descrito por Tuharni et al. (2006) que reportaram uma diminuição significativa de sensibilidade após 6 e 30 horas da TLBP, com semiconductor contínuo de 670 nm, onde compararam o grupo laser e placebo após a colocação do primeiro arco ortodôntico. A DE e comprimento de onda foram os mesmos do presente trabalho. Youssef et al. (2008), estudaram o efeito do GaAlAs (809 nm) na velocidade de movimentação ortodôntica e no nível da dor relatada pelo paciente. Comparando dois grupos (placebo e laser), durante a retração dos caninos, mostraram que houve uma diferença estatisticamente significativa no grau da dor, sendo que a dor foi menor no primeiro, segundo e terceiro estágios no grupo laser (após a terapia, após 3 e 7 dias da TLBP).

O grupo placebo e o grupo LED apresentaram uma uniformidade no comportamento da dor, observou-se uma diferença significativa para o grupo placebo em relação ao grupo LED em 24 horas, com uma grande diminuição de sensibilidade para G4. O pico de sensibilidade entre os dois grupos foi diferente, 24 horas para G2 e 48 horas para G4, postergando assim, o máximo de sensibilidade sentida pelo voluntário.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que:

- A TLBP, com os parâmetros empregados, não promoveu diminuição significativa da dor referida pelo paciente com a movimentação dentária em relação aos demais grupos.

- A LED terapia, com a dosimetria empregada, promoveu acentuada diminuição da dor pós-movimentação ortodôntica quando comparada ao controle (todo o tempo experimental) e placebo (pico de dor).

- O grupo placebo apresentou uma menor sintomatologia dolorosa em todo o tempo experimental quando comparado ao grupo controle após a movimentação ortodôntica.

- O grupo LED apresentou-se superior ao grupo TLBP no que se refere à redução de dor pós-movimentação ortodôntica.

Novos estudos deverão ser realizados com o laser (região do vermelho e infravermelho próximo) e LED (região do infravermelho próximo) visando o estabelecimento de protocolos clínicos de prevenção e/ou controle da sensibilidade dolorosa em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTINI, R. et al. Effects of different protocol doses of low power gallium-aluminum-arsenate (Ga-Al-As) laser radiation (650 nm) on carrageenan induced rat paw oedema. **J Photochem Photobiol B**, v. 74, p. 101-107, 2004.
- ALHASHIMI, N. et al. Orthodontic movement and *de novo* synthesis of proinflammatory cytokines. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 119, n.3, p. 307-312, 2001.
- ANDREASEN, J. O.; PETERSEN, J. K.; LASKIN, D. M. **Textbook and Color Atlas of Tooth Impactions**. Copenhagen: Munksgaard, 1997. p. 369-437.
- BAILEY, L.; CEVIDANES, L.; PROFFIT, W. Stability and predictability of orthognathic surgery. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 126, n. 3, p. 273-277, 2004.
- BASFORD, J. R. Low intensity laser therapy: still not an established clinical tool. **Lasers Surg Med**, v. 16, n. 4, p. 331-342, 1995.
- BERGER, J.L.; BYLOFF, F. The clinical efficiency of self-ligated brackets. **J Clin Orthod**, v.35, n.5, p. 304-308, 2001.
- BERGER, J.L.; WARAM, T. Force levels of nickel titanium initial archwires. **J Clin Orthod**, v.41, n.5, p. 286-292, 2007.
- BERGIUS, M.; KILIARIDIS, S.; BERGGREN, U. Pain in Orthodontics. **J Orofac Orthop**, v. 61, p. 125-137, 2000.
- BERGIUS, M. et al. Prediction of prolonged pain experiences during orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 133, n. 3, p. 339.e1-339.e8, 2008.
- BERNHARDT, M. K. et al. The effect of preemptive and/or postoperative ibuprofen therapy for orthodontic pain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 120, n. 1, p. 20-27, 2001.
- BEVILACQUA, I. M. et al. The impact of photodynamic therapy on the viability of *Streptococcus mutans* in a planktonic culture. **Photomed Laser Surg**, v. 25, n.6, p. 513-518, 2006.
- BIRD, S. E.; WILLIAMS, K.; KULA, K. Preoperative acetaminophen vs ibuprofen for control of pain after orthodontic separator placement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 132, n. 4, p. 504-510, 2007.
- BJORDAL, J. M. et al. A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders. **Aust J Physiother**, v. 49, p. 107-116, 2003.
- BJORDAL, J. M. et al. Low-level laser therapy in acute pain: A systematic review of possible mechanisms of action and clinical effects in randomized placebo-controlled trials. **Photomed Laser Surg**, v. 24, p. 158-168, 2006.

BOLTON, P.; YOUNG, S.; DYSON, M. Macrophage responsiveness to light therapy with varying power and energy densities. **Laser Therapy**, v. 3, n. 3, p.105-111, 1991.

BONDEMARK, L.; FREDRIKSSON, K.; ILROS, S. Separation effect and perception of pain and discomfort from two types of orthodontics separators. **World J Orthod**, v. 5, p. 172-176, 2004.

BOS, A.; HOOGSTRATEN, J.; PRAHL-ANDERSON, B. Towards a comprehensive model for the study of compliance in orthodontics. **Eur J Orthod**, v. 27, n. 3, p. 296-301, 2005.

BOULTON, M.; MARSHALL, J. He-Ne laser simulation of human fibroblast proliferation and attachment in vitro. **Lasers Life Sci**, v.1, p.125-134, 1986.

BRITO JR., V. S.; URSI, W. J. S. O aparelho pré-ajustado: sua evolução e suas prescrições. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, v.11, n. 3, p. 104-156, 2006.

BROSSEAU, L. et al. Randomized controlled trial on low level laser therapy (LLLT) in the treatment of osteoarthritis (OA) of the hand. **Lasers Surg Med**, v. 36, n. 3, p. 210-219, 2005.

BROWN, D. F.; MOERENHOUT, R. G. The pain experience and psychological adjustments to orthodontic treatment of preadolescents, adolescents, and adults. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.100, n. 4, p. 349-356, 1991.

BRUGNERA JR., A. et al. **Atlas of laser therapy applied to clinical Dentistry**. Berlin: Quintessence, 2006.

BRUGNERA JR., A. Laser phototherapy in Dentistry. **Photom Laser Surg**, v. 27, n. 4, p. 533-534, 2009.

BRUGNERA JR., A.; PINHEIRO, A. L. B. **Lasers na Odontologia Moderna**. São Paulo, Pancast, 1998. 356p.

BURNSTONE, C. J. Application of bioengineering to clinical Orthodontics. In: GRABER, T. M.; VANARSDALL JR., R. L. **Orthodontics: current principles and techniques**. 2. ed. St. Louis: Mosby, 1994. p. 235-267.

BURNSTONE, C. J. Application of bioengineering to clinical Orthodontics. In: GRABER, T. M.; VANARSDALL JR., R. L. **Orthodontics: current principles and techniques**. 3. ed. St. Louis: Mosby, 2000. p. 259-292.

CACCIAFESTA, V. et al. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 124, n. 4, p. 395-402, 2003.

CALIFANO, A. R. et al. Electromyographic analysis of the masseter muscle and anterior bundle of the temporal muscle after muscular fatigue induction and LED irradiation (640 nm). **J Bras Laser**, v. 2, p. 30-38, 2009.



- CARANO, A. et al. Clinical applications of the miniscrews anchorage system. **J Clin Orthod**, v. 39, n. 1, p. 9-42, 2005.
- CARRANZA, F. A. et al. **Periodontia clínica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. p. 59-61.
- CARVALHO, C. M. et al. Wavelength effect in temporomandibular joint pain: a clinical experience. **Lasers Med Sci**, v. 25, n. 2, p. 229-232, 2010.
- CASALECHI, H. L. et al. The effects of low-level light emitting diode on the repair process of Achilles tendon therapy in rats. **Lasers Med Sci**, v. 24, p. 659-665, 2009
- CHENG, K. et al. A prospective study of the risk factor associated with failure of mini-implants used for orthodontics anchorage. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 19, n. 1, p. 100-106, 2004.
- CHOW, R. T. et al. A pilot study of low laser therapy in the management of chronic neck pain. **J Musculoskelet Pain**, v. 12, n. 2, p. 71-81, 2004.
- CHUNG, K. R.; KIM, S. H.; KOOK, Y. A. The C-Orthodontic micro-implant. **J Clin Orthod**, v. 38, n. 9, p. 478-486, 2004.
- CLARK, C.; BRYDEN, A.; DAWE, R. Topical 5-aminolaevolinic acid photodynamic therapy for cutaneous lesions: outcome and comparasion of light sources. **Photodermatol Photoimmunol Photomed**, v. 19, p. 134-141, 2003.
- CLOKIE, C., BENTLEY K. C., HEAD T. W. The effects of the helium-neon laser on postsurgical discomfort. A pilot study. **J Can Dent Assoc**, v. 57, p. 584-586, 1991.
- COLLS, J. C. **La Terapia Láser, hoy**. Barcelona: Centro Documentación Láser de Meditec, S. A., 1984.
- CONLAN, M. J.; RAPLEY, J. W.; COBB, C. M. Biostimulation of wound healing by low-energy irradiation. **J Clinical Periodont**, v. 23, n. 5, p. 492-496, 1996.
- CONSOLARO, A. Tensão nas áreas de compressão do ligamento periodontal durante o movimento ortodôntico. E os binômios? **Rev Clín Ortodon Dental Press**, v.6, n.3, p.107-111, 2007.
- CONSOLARO, A.; CONSOLARO, M. F. M-O. Bifosfanatos e tratamento ortodôntico. **Rev Clín Ortodon Dental Press**, v. 7 n. 3, p. 107-111, 2008.
- COPE, J. B. Temporary anchorage devices in orthodontics: a paradigm shift. **Sem Orthod**, v. 11, n. 1, p. 3-9, 2005.
- CORAZZA, A. V. et al. Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wounds in rats using different light sources. **Photomed Laser Surg**, v. 25, n. 2, p. 102-106, 2007.

CRUZ, D. R. et al. 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.

DALL AGNOL, M. A. et al. Comparative analysis of coherent light action (laser) versus non-coherent light (light-emitting diode) for tissue repair in diabetic rats. **Lasers Med Sci**, v. 24, p. 909-916, 2009.

DAVID, R. et al. Effect of low-power He-Ne laser on fracture healing in rats. **Lasers Surg Med**, v.19, p. 458-464, 1996.

DE PASCALIS, V.; CHIARADIA, C.; CAROTENUTO, E. The contribution of suggestibility and expectation to placebo analgesia phenomenon in an experimental setting. **Pain**, v. 96, n. 3, p. 393-402, 2002.

EDUARDO, C. P.; GOUW-SOARES, S.; HAYPEK, P. Utilização clínica dos lasers In: CARDOSO, R. J. A.; GONÇALVES, E. A. N. **Dentística: Laser**. São Paulo: Artes Médicas, 2002. Cap. 23, p. 441-461.

ENWEMEKA, C. S. Attenuation and penetration of visible 632.8nm and invisible infra-red 904nm light in soft tissues. **Laser Therapy**, v. 13, p. 95-101, 2001.

ENWEMEKA, C. S. Light is light. **Photom Laser Surg**, v. 23, n. 2, p. 159-160, 2005.

ENWEMEKA, C. S. Intricacies of dose in laser phototherapy for tissue repair and pain relief. **Photom Laser Surg**, v. 27, n. 3, p. 387-393, 2009.

ERDINÇ, A. M. E.; DINÇER, B. Perception of pain during orthodontic treatment with fixed appliances. **Eur J Orthod**, v. 26, p. 79-85, 2004.

FERNANDES, L.M.; ØGAARD, B.; SKOGLUND, L. Pain and discomfort experienced after placement of a conventional or a superelastic NiTi aligning archwire. **J Orofac Orthop**, v. 59, p. 331-339, 1998.

FIKÁCKOVÁ, H. et al. Effectiveness of low-level laser therapy in temporomandibular joint disorders: A placebo-controlled study. **Photomed Laser Surg**, v. 25, n. 4, 2007.

FIRESTONE, A. R.; SCHEURER, P. A., BÜRGIN, W.B. Patients' 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.

FLEMING, P. S. et al. Pain experience during initial alignment with a self-ligating and a conventional fixed orthodontic appliance system. **Angle Orthod**, v. 79, n. 1, p. 46-50, 2009.

FORTINI, A.; LUPOLI, M.; CACCIAFFESTA, V. A new low-friction ligation system. **J Clin Orthod**, v. 39, p. 464-470, 2005.

- FRARE, J. C.; NICOLAU, R. A. Análise clínica do efeito da fotobiomodulação laser (GaAs – 904 nm) sobre a disfunção temporomandibular. **Rev Bras Fisioter**, v. 12, n. 1, p. 37-42, 2008.
- FRITZ, U.; EHMER, A.; DIEDRICH, P. Clinical suitability of titanium microscrews for orthodontic anchorage: preliminary experiences. **J Orofac Orthop**, v. 65, n. 5, p. 410-418, 2004.
- FUJITA, S. et al. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. **Orthod Craniofac Res**, v. 11, p. 143-155, 2008.
- FUJIYAMA, K. et al. Clinical effect of CO<sub>2</sub> laser in reducing pain in Orthodontics. **Angle Orthodontist**, v. 78, n. 2, p. 299-303, 2008.
- GALLAGHER, E. J.; LIEBMAN, M.; BIJUR, P. E. Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. **Ann Emerg Med**, v. 38, n. 6, p. 633-638, 2001.
- GARG, B. et al. Orthognathic surgery: an art or a science!! Evaluation of soft tissue changes using Burnstone analysis. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 36, n. 11, p. 1020-1020, 2007.
- GENOVESE, W. J. **Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia**. São Paulo: Santos, 2007. 130p.
- GIGO-BENATO, D.; GEUNA, S.; ROCHKIND, S. Phototherapy for enhancing peripheral nerve repair: a review of the literature. **Muscle Nerve**, v. 31, p. 694-701, 2005.
- GLICKMAN, I. et al. **Periodontia Clínica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. 754p.
- GOULART, C. S. et al. Photoradiation and orthodontic movement: Experimental study with canines. **Photomed Laser Surg**, v. 24, n. 2, p. 192-196, 2006.
- GREENE, C. S. et al. Topical review: placebo responses and therapeutic responses. How are they related? **J Orofacial Pain**, v. 23, n. 2, p. 93-107, 2009.
- GÜR, A. et al. Effects of low power laser and low dose amitriptyline therapy on clinical symptoms and quality of life in fibromyalgia: a single-blind, placebo-controlled trial. **Rheumatol Int**, v. 22, n. 5, p. 188-193, 2002.
- HAKEBERG, M.; BERGGREN, U.; GRÖNDAHL, H. G. A radiographic study of dental health in adult patients with dental anxiety. **Community Dent Oral Epidemiol**, v. 21, n. 1, p. 27-30, 1993.
- HAKGÜDER, A. et al. Efficacy of low laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation. **Lasers Surg Med**, v. 33, p. 339-343, 2003.

HARAZAKI, M.; ISSHIKI, Y. Soft Laser irradiation effects on pain reduction in orthodontic treatment. **Bull Tokyo Dent Coll**, v. 38, n. 4, p. 291-295, 1997.

HARFIN, J. **Tratamento ortodôntico no adulto**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 345 p.

HARRIS, D. M. Biomolecular mechanisms of laser biostimulation. **J Clin Laser Med Surg**, v. 8, p. 277-280, 1991.

HASTIE, B. A. et al. Cluster analyses of multiple experimental pain modalities. **Pain**, v. 116, p. 227-237, 2005.

HAWKINS, D.; ABRAHAMSE, H. Effect of multiple exposures of low-level laser therapy on the cellular responses of wounded human skin fibroblasts. **Photomed Laser Surg**, v. 24, n. 6, p. 705-714, 2006.

HOFFMAN, G. A.; HARRINGTON, A.; FIELDS, H. L. Pain and the placebo. What we have learned. **Perspect Biol Med**, v. 48, p. 248-265, 2005.

HONMURA, A. et al. Therapeutic effect of Ga-Al-As diode laser irradiation on experimentally induced inflammation in rats. **Lasers Surg Med**, v. 12, n. 4, p. 441-449, 1992.

IRVINE, S. E.; DECHANT, A.; ELEZZABI, A. Y. Generation of 0.4-keV femtosecond electron pulses using impulsively excited surface plasmons. **Phys Rev Lett**, v. 93, n. 18, p. 184801, 2004.

JONES, M. L.; RICHMOND, S. Initial tooth movement: force application and pain-a relationship? **Am J Orthod**, v. 88, n. 2, p. 111-116, 1985.

JONES, M.; CHAN, C. The pain and discomfort experienced during orthodontic treatment: A randomized controlled trial of two aligning arch wires. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 102, n. 4, p. 373-381, 1992.

KAHN, F. **Low intensity laser therapy-in clinical practice**. Toronto: Meditech Intern, 2006. p. 53-54.

KANNUS, P. et al. Basic science and clinical studies coincide: active treatment approach is needed after a sports injury. **Scand J Med Sci Sports**, v. 13, p. 150-154, 2003.

KARU, T. Photobiological fundamentals of low-power laser therapy. **IEEE J Quant Electron**, v. 23, p. 1703-1717, 2001.

KARU, T. I. Cellular mechanisms of low-power laser therapy. *Advanced Energy Medicine*. 2002. Disponível em: <<http://www.tinnitus.us/tiinakarupresentation.html>>. Acesso em: 26 jul. 2008.

KARU, T. I. Molecular mechanism of the therapeutic effect of low-intensity laser radiation. **Laser Life Sci**, v. 2, n. 1, p. 53-74, 1988.

- KATOH, H. et al. Effect of far infrared rays radiation on pain reaction associated with orthodontic tooth movement. **J Japan Orthod Soc**, v. 56, p. 17-25, 1997.
- 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.
- KLUEMPER, G. T. et al. Efficacy of a wax containing benzocaine in the relief of oral mucosal pain caused by orthodontic appliances. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 122, p. 359-365, 2002.
- KOLÁROVÁ, H.; DITRICHOVÁ, D.; WAGNER, J. Penetration of the laser light into the skin *in vitro*. **Lasers Surg Med**, v. 24, p. 231-235, 1999.
- KOSHI, E. B.; SHORT, C. A. Placebo theory and its implications for research and clinical practice: A review of the recent literature. **Pain Pract**, v. 7, p. 4-20, 2007.
- KRISHNAN, V. Orthodontic pain: from causes to management - a review. **Eur J Orthod**, v. 29, p. 170-179, 2007.
- KULEKCIOGLU, S. et al. Effectiveness of low-level laser therapy in temporomandibular disorder. **Scand J Rheumatol**, v. 32, p. 114-118, 2003.
- KUROL, J.; OWMAN-MOLL, P. Hyalinization and root resorption during early orthodontic tooth movement in adolescents. **Angle Orthod**, v. 68, p. 161-165, 1998.
- LAAKSO, L.; RICHARDSON, C.; CRAMOND, T. Factors affecting low level laser therapy. **Aust J Physiother**, v. 39, p. 95-99, 1993.
- LANZAFAME, R. J. et al. Temperature-controlled 830-nm low-level laser therapy of experimental pressure ulcers. **Photomed Laser Surg**, v. 22, n. 6, p. 483-488, 2004.
- LAW, S. L. S. et al. An evaluation of postoperative ibuprofen treatment of pain associated with orthodontic separator placement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 118, p. 629-635, 2000.
- LEE, J.; REED, J. Technical advances and practical issues in Orthognathic Surgery: 10-year surgical fellowship experience. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 63, n. 8, p. 113, 2005.
- LEVINE, J. D. et al. Role of pain in placebo analgesia. **Proc Natl Acad Sci USA**, v. 76, n. 7, p. 3528-3531, 1979.
- LEW, K. K. K. Attitudes and perception of adults towards orthodontic treatment in an Asian community. **Community Dent Oral Epidemiol**, v. 21, n. 1, p. 31-35, 1993.
- LIM, H.M.; LEW, K.K.; TAY, D.K. A clinical investigation of the low level laser therapy in reducing orthodontic postadjustment pain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.108, p. 614-622, 1995.

LINDHE, J.; KARRING, T.; LANG, N. P. **Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. 1013p.

MARCHAND, S. et al. Analgesic and placebo effects of thalamic stimulation. **Pain**, v. 105, n. 3, p. 481-488, 2003.

MARIE, S. S.; POWERS, M.; SHERIDAN, J. J. Vibratory stimulation as a method of reducing pain after orthodontic appliance adjustment. **J Clin Orthod**, v. 37, p. 205-208, 2003.

MAROVINO, T. Cold Lasers in Pain Management. **Practical Pain Management**, v. 8, p. 1-5, 2004.

MARSILIO, A. L.; RODRIGUES, J. R.; BORGES, A. B. Effect of the clinical application of the GaAIs laser in the treatment of dentine hypersensitivity. **J Clin Laser Med Surg**, v. 21, n. 5, p. 291-296, 2003.

MATERA, J. M.; TATARUNAS, A. C.; OLIVEIRA, S. M. Uso do laser de Arseneto de Gálio (904 nm) após excisão artroplástica da cabeça do fêmur em cães. **Acta Cir Bras**, v. 18, n. 2, p. 102-106, 2003.

MCQUAY, H. J.; MOORE, R. A. Placebo. **Postgrad Med J**, v. 81, p.155-160, 2005.

MELSEN, B. Mini-implants: Where are we? **J Clin Orthod**, v. 39, n. 9, p. 539-547, 2005.

MIYAWAKI, S. et al. Factors associated with the stability of titanium screw placed in the posterior region for orthodontic anchorage. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 124, n. 4, p. 373-378, 2003.

MOERTEL, C. G. et al. Who responds to sugar pills? **Mayo Clin Proc**, v. 51, n. 2, p. 96-100, 1976.

MONTICONE, M. et al. Symptomatic efficacy of stabilizing treatment versus laser therapy for sub-acute low back pain with positive tests for sacroiliac dysfunction: A randomised clinical controlled trial with one year follow-up. **Eur Med Phys**, v. 40, p. 263-268, 2004.

MOTTIN, L.; BOLOGNESE, A. M.; RUELLAS, A. C. O. A influência do módulo de elasticidade dos fios ortodônticos na resposta biológica. **Rev Clín Ortodon Dental Press**, v. 6, n. 4, p. 73-78, 2007.

MUÑOZ, I. S. S. et al. Influência do LED (640 ± 20 nm) sobre a atividade, força e tempo de fadiga do feixe anterior do músculo temporal In: XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 2008, Salvador. **Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica**, p.1-4, 2008.

NEVES, L. S. et al. A utilização do laser em Ortodontia. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, v. 10, n. 5, p. 73-78, 2005.

NGAN, P. et al. The effect of ibuprofen on the level of discomfort in patients undergoing orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** v. 106, p. 88-95, 1994.

NGAN, P.; KESS, B.; WILSON, S. Perception of discomfort by patients undergoing orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** v. 96, p. 47-53, 1989.

NODA, K. et al. The assessment of optimal orthodontic force in various tooth movements: comparisons of tooth movement, root resorption, and degenerating tissue in tipping tooth movement, **Orthod Waves**, v. 59, p. 329-341, 2000.

OKESON, J. P. **Bell's Orofacial Pain**. 5. ed. Carol Stream, Ill: Quintessence, 1995. p. 79-84.

OTASEVIC, M. et al. 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 Dentofacial Orthop**, v. 130, p. e9-e15, 2006.

ÖZDEMİR, F; BIRTANE, M.; KOKINO, S. The clinical efficacy of low-power laser therapy on pain and function in cervical osteoarthritis. **Clin Reumatol**, v. 20, n. 3, p. 181-184, 2001.

PAIVA, J. S. et al. **Periodontia**. São Paulo: Artes Médicas, 2005. v. 1, p. 7-9.

PATEL, V. Non-completion of active orthodontic treatment. **British J Orthod**, v. 19, p. 47-54, 1992.

PESEVSKA, S. et al. Dentinal hypersensitivity following scaling and root planing: comparison of low-level laser and topical fluoride treatment. **Lasers Med Sci** publicado *online* em 1 junho 2009.

PINHEIRO, A. L. B. et al. Low-level laser therapy in management of disorders of the maxillofacial region. **J Clin Laser Med Surg**, v.15, n. 4, p. 181-183, 1997.

PINHEIRO, A. L. B. et al. Low-level laser therapy is an important tool to treat disorders of the maxillofacial region. **J Clin Laser Med Surg**, v. 16, n. 4, p. 223-223, 1998.

PINHEIRO, A. L. B. et al. Avaliação clínica da ação antiálgica do laser de baixa potência após instalação de separadores ortodônticos. **Rev APCD**, v. 62, n. 2, p. 98-104, 2008.

PINHEIRO, A. L. B.; GERBI, M. E. Photoengineering of bone repair processes. **Photomed Laser Surg**, v. 24, n. 2, p. 169-178, 2006.

PIZZONI, L.; RAVNHOLT, G.; MELSEN, B. Frictional forces related to self-ligating brackets. **Eur J Orthod**, v. 20, n. 3, p. 283-291, 1998.

POLAT, O. Pain and discomfort after orthodontic appointments. **Semin Orthod**, v. 13, n. 4, p. 292-300, 2007.

POLAT, O.; KARAMAN, A. I. Pain control during fixed orthodontic appliance therapy. **Angle Orthod**, v. 75, n. 2, p. 210-215, 2005.

POLAT, O.; KARAMAN, A. I.; DURMUS, E. Effects of preoperative ibuprofen and naproxen sodium on orthodontic pain. **Angle Orthod**, v. 75, n. 5, p. 791-796, 2005.

POLLO, A. et al. Response expectancies in placebo analgesia and their clinical relevance. **Pain**, v. 93, p. 77-84, 2001.

PÖNTINEN, P. **Laseracupuncture**. In: Simunovic Z (ed.) *Lasers in Medicine and Dentistry*. Part one: Basic science, and up-to-date clinical application of low energy-laser laser therapy. 1. ed. Rijeka: Vitgraf, 2000. p. 455-475.

PRICE, D. D. et al. An analysis of factors that contribute to the magnitude of placebo analgesia in an experimental paradigm. **Pain**, v. 83, n. 2, p. 147-156, 1999.

PROFFIT, W. R. **Contemporary orthodontics**, 3. ed. St Louis: Mosby, 2000.

PROFFIT, W. R.; TURVEY, T. A.; PHILLIPS, C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. **Head Face Med**, v. 3, n. 21, p. 1-11, 2007.

REITAN, K.; RYGH, P. Biomechanical principles and reactions. In: GRABER, T. M.; VANARSDALL, R. L. **Orthodontics: current principles and techniques**. 2. ed. St. Louis: Mosby, 1994. p. 96-192.

RHUDY, J. L.; MEAGHER, M. W. Fear and anxiety: divergent effects on human pain thresholds. **Pain**, v. 84, p. 65-75, 2000.

ROCHKIND, S. et al. Systemic effects of low-power laser irradiation on the peripheral and central nervous system, cutaneous wounds and burns. **Lasers Surg Med**, v. 9, p. 174-182, 1989.

ROSE, L. R. et al. **Periodontia**. São Paulo: Santos, 2007. p. 4-5.

ROSS, G.; ROSS, A. Low level lasers in dentistry. **Gen Dent**, v. 56, n. 7, p. 629-634, 2008.

RUBINOV, A. V. **Physical mechanisms of biological effect of coherent and noncoherent light**. Disponível em: <[http://www.laser.nu/llt/llt\\_editorial13.htm](http://www.laser.nu/llt/llt_editorial13.htm)>. Acesso em: 7 abr. 2010.

SCHEURER, P.; FIRESTONE, A.; BÜRGIN, W. Perception of pain as a result of orthodontic treatment with fixed appliances. **Eur J Orthod**, v. 18, p. 349-357, 1996.

SCHOOP, U. et al. Bactericidal effect of different laser systems in the deep layers of dentin. **Lasers Surg Med**, v. 35, n. 2, p. 111-116, 2004.



SEIFI, M. et al. 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, p. 261-264, 2007.

SERGL, H. G.; KLAGES, U.; ZENTNER, A. Pain and discomfort during orthodontic treatment: causative factors and effects on compliance. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.114, p. 684-691, 1998.

SERGL, H. G.; KLAGES, U.; ZENTNER, A. Functional and social discomfort during orthodontic treatment: effects on compliance and prediction of patients' adaptation by personality variables. **Eur J Orthod**, v. 22, p. 307-315, 2000.

SEYMOUR, R. The use of pain scales in assessing the efficacy of analgesics in post-operative dental pain. **Eur J Clin Pharmacol**, v. 23, p. 441-444, 1982.

SHAPIRO, A. K. et al. Correlates of placebo reaction in an outpatient population. **Psychol Med**, v. 5, p. 389-396, 1975.

SHER, L. The placebo effect on mood and behavior: the role of the endogenous opioid system. **Med Hypotheses**, v. 48, n. 4, p. 347-349, 1997.

SHINOZAKI, E. B. et al. Avaliação eletromiográfica de pacientes com DTM após a laserterapia. **RGO**, v. 54, n. 4, p. 334-339, 2006.

SHIRANI, A. M. et al. Low-level laser therapy and myofacial pain dysfunction syndrome: a randomized controlled clinical trial. **Lasers Med Sci**, v. 24, n. 5, p. 715-720, 2009.

SIMUNOVIC, M. D. Low level laser therapy with trigger points technique: A clinical study on 243 patients. **J Clin Laser Med Surg**, v. 14, n. 4, p. 163-167, 1996.

SKARET, E. Dental anxiety and dental avoidance among 12 to 18 year olds in Norway. **Eur J Oral Sci**, v. 107, n. 6, p. 422-428, 1999.

SMITH, K. C. Laser (and LED) Therapy Is Phototherapy. **Photom Laser Surg**, v. 23, n. 1, p. 78-80, 2005.

SOLEAR, A. M.; ANGELL-PETERSEN, E.; WARLOE, T. Photodynamic therapy of superficial basal cell carcinoma with 5-aminolevulinic acid with dimethylsulfoxide and ethylenediaminetetraacetic acid: a comparison of two light sources. **Photochem Photobiol**, v.71, p.724-729, 2000.

STOLIK et al. Measurement of the penetration depths of red and near infrared light in human ex vivo tissues. **Journal of Photochemistry and Photobiology – B: biology**, v. 57, p. 90-93, 2000.

TAM, G. Low Power Laser Therapy and Analgesic Action. **J Clin Laser Med Surg**, v. 17, n. 1, p. 29-33, 1999.

TEIXEIRA, M. J. Fisiopatologia da nocicepção e da supressão da dor. **J Bras Ocl ATM Dor Orofac**, v. 1, n. 4, 2001.

TEIXEIRA, M. J.; FIGUEIRÓ, J. A. B. **Epidemiologia e Evolução Histórica da Dor**. Fascículo I. São Paulo: Moreira Júnior, 2001.

TORTAMANO, A. et al. Low-level laser for pain caused by placement of the first orthodontic archwire: A randomized clinical trial. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.136, n. 5, p. 662-667, 2009.

TURHANI, D. et al. Pain relief by single low-level laser irradiation in orthodontic patients undergoing fixed appliance therapy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.130 p. 371-377, 2006.

TUNER, J.; HODE, L. **Laser therapy-Clinical practice and scientific background**. Grängesberg: Prima Books, 2002.

TURNER, J.A. et al. The importance of placebo effects in pain treatment and research. **JAMA**, v. 271, p. 1609-1614, 1994.

UEDA, Y.; SHIMIZU, N. Pulse irradiation of low-power laser stimulates bone nodule formation. **J Oral Sci**, v. 43, n. 1, p. 55-60, 2001.

VAN BREUGEL, H.; BAR, P. R. Power density and exposure time of hene laser irradiation are more important than total energy dose in photo-biomodulation of human fibroblasts in vitro. **Lasers Surg Med**, v.12, p. 528, 1992.

VANDESKA-RADUNOVIC, V. et al. Changes in blood circulation in teeth supporting tissues incident to experimental tooth movement. **Eur J Orthod**, v.16, p. 361-369, 1994.

VASE, L. et al. The contributions of suggestion, desire, and expectation to placebo effects in irritable bowel syndrome patients: An empirical investigation. **Pain**, v. 105, n. 1-2, p. 17-25, 2003.

VILAS L. A. et al. Enfoque psicológico y fisiológico del dolor agudo/Psychological and physiological approach of acute pain. **Rev Cuba Med Mil**, v. 32, n.3, jul/sept 2003.

VINCK, et al. Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode and low power laser irradiation. **Laser in Medical Science**, v.18, n. 2, p. 95-99, 2003.

WAGER, D.; SCOTT, D. J.; ZUBIETA, J. Placebo effects on human  $\mu$ -opioid activity during pain. **PNAS**, v. 104, n. 26, p. 11056-11061, 2007.

WHELAN, H. T. et al. NASA light-emitting diodes for the prevention of oral mucositis in pediatric bone marrow transplant patients. **J Clin Laser Med Surg**, v. 20, n. 6, p. 319-324, 2002.

WILLIAMS, O.; BISHARA, S. Patient discomfort levels at the time of debonding: A pilot study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.101, n. 4, p. 313-317, 1992.

WILSON, S.; NGAN, P.; KESS, B. Time course of the discomfort in young patients undergoing orthodontic treatment. **Ped Dentistry**, v. 11, p. 107-110, 1989.

WILSON, T. G.; KORNMAN, K. S. **Fundamentos da Periodontia**. São Paulo: Quintessence, 2001. p. 22-25.

WOLF, H. F.; RATEITSCHAK-PLUSS, E. M.; RATEITSCHAK, K. H. **Periodontia**. Porto Alegre: Artmed ed., 2006. p. 18-19.

WOLFGANG, K.; RANA, M. Minimal invasive osteotomy of mandible in orthognathic surgery. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 36, n. 11, p. 1018-1019, 2007.

WOLLMANN, D. E.; NICOLAU, R. A. Tratamento de hipersensibilidade dentinária com terapia com LED - Estudo Clínico. **Conscientiae Saúde**, v. 8, n. 4, p. 575-580, 2009.

YAMAGUCHI, M.; KASAI, K. Inflammation in periodontal tissues in response to mechanical forces. **Arch Immunol Ther Exp**, v. 53, n. 5, p. 388-398, 2005.

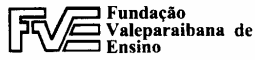
YOUSSEF, M. et al. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. **Lasers Med Sci**, v. 23, p. 27-33, 2008.

ZHOU, Y. H. et al. Patient satisfaction following orthognathic surgical correction of skeletal Class III malocclusion. **Intern J Adult Orthod Orthog Surg**, v. 16 n. 2 p. 99-107, 2001.

[http://www.hospitalgeral.com.br/1\\_com/2\\_img/molar.jpg](http://www.hospitalgeral.com.br/1_com/2_img/molar.jpg)

[www.cedda.com.br/imgs/interna/ordontia1.jpg](http://www.cedda.com.br/imgs/interna/ordontia1.jpg)

## ANEXO A – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



### COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA UNIVAP

#### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo n.º **H009CEP/2009**, sobre “*Análise Comparativa do efeito da terapia com laser ou led de baixa potência durante o movimento ortodôntico-Estudo Clínico*”, sob a responsabilidade da *Profª Drª. Renata Amadei Nicolau*, está de acordo com os Princípios Éticos segundo as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, conforme Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sendo considerado **aprovado** por esta Comissão de Ética em Pesquisa.

Informamos que o pesquisador responsável por este Protocolo de Pesquisa deverá apresentar a este Comitê de Ética um relatório das pendências no período de 30 dias a contar da data de seu parecer.

São José dos Campos, 11 de maio de 2009

**PROFA. DRA. CRISTINA PACHECO SOARES**

Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa  
Universidade do Vale do Paraíba – Univap

## ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(de acordo com a resolução 196/96 do CNS)

#### **I. Dados de Identificação do Voluntário:**

1. Nome: \_\_\_\_\_
2. Sexo ( )M ( )F
3. Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_
4. Endereço: \_\_\_\_\_
5. Bairro: \_\_\_\_\_
6. Telefone: \_\_\_\_\_

#### **II. Dados sobre a Pesquisa:**

1. Título: Análise comparativa do efeito da Terapia com Laser ou LED de baixa potência durante o movimento ortodôntico – Estudo Clínico.
2. Pesquisadora: Maria Ângela Lacerda Rangel Esper
3. Responsáveis: Renata Amadei Nicolau e Emília Ângela Lo Schiavo Arisawa
4. Avaliação do risco da pesquisa: sem risco
5. Duração da pesquisa: 2 meses

#### **III. Registro de Explicações do Pesquisador ao Voluntário:**

Estas informações estão sendo fornecidas para a sua participação voluntária no estudo que visa verificar o possível efeito do Laser ou LED de baixa potência no nível de dor durante a movimentação ortodôntica.

#### **IV. Esclarecimentos dados pelo pesquisador sobre as garantias dos voluntários da pesquisa:**

1. Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para esclarecimentos de eventuais dúvidas.
2. É garantida a liberdade de retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem qualquer aviso prévio.
3. Não haverá despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não haverá compensações financeiras relacionadas à sua participação.
4. Todos os dados pessoais serão mantidos em sigilo, sua privacidade será assegurada.

#### **V. Informação dos responsáveis pela pesquisa:**

Maria Ângela Lacerda Rangel Esper, Tel.: 9731-1591 ou 3941-4840

R. Gomide Santos, 35- Monte Castelo - São José dos Campos

e-mail: angela\_esper@hotmail.com

Renata Amadei Nicolau Tel.: 3947-1014, e-mail: rani@univap.br

Emília Ângela Lo Schiavo Arisawa, Tel.: 39471015, e-mail: mirela @ univap.br

#### **VI. Consentimento Pós-Esclarecido:**

Declaro que após ter lido e compreendido o termo de consentimento e entendido a explicação dada pelo pesquisador, concordo em participar da pesquisa.

São José dos Campos, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário da pesquisa

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_  
Testemunha

## ANEXO C – AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE EXAME CLÍNICO

Eu \_\_\_\_\_ RG \_\_\_\_\_  
 CPF \_\_\_\_\_ abaixo assinado, dou pleno consentimento ao Curso de Odontologia da UNIVAP, por intermédio de seus Professores, Assistentes e Alunos (Equipe Odontológica) devidamente autorizados, para realizar anamnese e exame clínico e participação como voluntário na Pesquisa: Análise comparativa do efeito da Terapia com Laser ou LED de baixa potência durante o movimento ortodôntico – Estudo Clínico.

Declaro que fui informado, em linguagem acessível sobre o meu estado de saúde bucal.

Declaro, ainda que recebi todos os esclarecimentos sobre a participação como voluntário na pesquisa e quais são os critérios de convocação para a realização da mesma.

Tenho pleno conhecimento que o questionário de saúde preenchido tem a finalidade de auxiliar a Equipe Odontológica conhecer minhas condições de saúde bucal e meu estado geral que podem influir na pesquisa, bem como os esclarecimentos que se seguem, referentes ao meu estado de saúde geral e bucodental, são verdadeiros e nenhum fato importante será omitido. Essas informações são confidenciais e resguardadas pelo segredo profissional (Art. 3º, II e 4º, IV do Código de Ética Odontológico).

Estou ciente que serei atendido em uma Instituição de Ensino e que me submeterei a exames laboratoriais e radiológicos, quando necessários, com a finalidade de diagnóstico, que têm como principal objetivo o aprendizado para estudantes e profissionais de Odontologia.

Concordo, também, com a utilização de radiografias, fichas clínicas, fotografias, modelos de gesso, desenhos, questionários de saúde, resultados de exames clínicos e de laboratórios, bem como as demais informações que compõem o meu prontuário odontológico, como material didático e pesquisa, desde que resguarde a minha privacidade e não devendo expor as minhas condições bucais desnecessariamente. Estes documentos, cujos originais pertencem à faculdade, poderão ser solicitados por mim a qualquer tempo, onde arcarei com os custos das cópias.

SJC, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_, de 20\_\_\_\_.

---

Assinatura do Paciente

## ANEXO D – ANAMNESE E EXAME INTRA-ORAL

<b>Anamnese e Exame Intra-oral (inspeção e palpação)</b>
Dentes:
Periodonto:
Má oclusão:
Aspecto mucoso geral: (analisar os aspectos de normalidade: contorno anatômico, coloração, textura superficial, flexibilidade, lubrificação, etc.)
Espaço interproximal: ausência ou presença de diastemas
Mucosa labial:
Mucosa jugal:
Língua (dorso, ventre):
Assoalho bucal:
Palato duro/mole:
Orofaringe:
Está fazendo uso de medicamento?
Tem alguma doença sistêmica?
Já fez tratamento ortodôntico?
Está com sensibilidade em algum dente?
Apresenta sinais e sintomas de DTM?
<b>Quadro Destaque</b> (detalhar as alterações encontradas quanto à localização, lesão fundamental, dimensões, forma, cor, consistência, sensibilidade à palpação, infiltração, bordas, relação com as estruturas anexas, etc.)

## ANEXO E – ESCALA VISUAL ANALÓGICA

### Escala visual analógica - medida da sensibilidade dolorosa

Sensibilidade Dolorosa	Significado
0	Ausência de sintomatologia dolorosa
1	Sintomatologia dolorosa muito leve
2	Sintomatologia dolorosa leve
3	Sintomatologia dolorosa moderada eventual
4	Sintomatologia dolorosa moderada constante
5	Sintomatologia dolorosa forte eventual
6	Sintomatologia dolorosa forte constante
7	Sintomatologia dolorosa muito forte eventual
8	Sintomatologia dolorosa muito forte constante
9	Sintomatologia dolorosa insuportável eventual
10	Sintomatologia dolorosa insuportável constante

Data	Evolução clínica
Após separação e fototerapia	<hr style="width: 100%;"/> 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10
Após 2 horas	<hr style="width: 100%;"/> 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10
Após 24 h da separação	<hr style="width: 100%;"/> 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10
Após 48h (2 dias)	<hr style="width: 100%;"/> 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10
Após 72h (3 dias)	<hr style="width: 100%;"/> 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10
Após 96h (4 dias)	<hr style="width: 100%;"/> 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10
Após 120h (5 dias)	<hr style="width: 100%;"/> 0   1   2   3   4   5   6   7   8   9   10