

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Renata Lopes Lima

**EFEITOS DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA TAXA DE MOVIMENTAÇÃO
DENTÁRIA ORTODÔNTICA: um estudo clínico preliminar**

Belo Horizonte
2016

Renata Lopes Lima

**EFEITOS DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA TAXA DE MOVIMENTAÇÃO
DENTÁRIA ORTODÔNTICA: um estudo clínico preliminar**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de concentração: Ortodontia. Linha de pesquisa: Histofisiologia do movimento dentário.

Orientador: Prof. Dr. Ildeu Andrade Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo Alencar de Souza

Belo Horizonte

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

L735e Lima, Renata Lopes
Efeitos do laser de baixa intensidade na taxa de movimentação dentária ortodôntica: um estudo clínico preliminar / Renata Lopes Lima. Belo Horizonte, 2016.
65 f. : il.

Orientador: Ildeu Andrade Júnior
Coorientador: Paulo Eduardo Alencar de Souza
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Lasers em odontologia. 2. Terapia a laser de baixa intensidade. 3. Movimentação dentária. 4. Remodelação óssea. 5. Terapia a laser. I. Andrade Júnior, Ildeu. II. Souza, Paulo Eduardo Alencar de. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

CDU: 616.314-089.23

Renata Lopes Lima

**EFEITOS DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NA TAXA DE MOVIMENTAÇÃO
DENTÁRIA ORTODÔNTICA: um estudo clínico preliminar**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Ortodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Suzana Coulaud da Costa Cruz – Newton Paiva
- 2- Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Ildeu Andrade Júnior – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 09 de dezembro de 2016

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 31 de janeiro de 2017

Prof. Dr. Ildeu Andrade Júnior
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

**Aos meus pais Eduardo e Ruth,
por me incentivarem a lutar pelos meus sonhos e por vivê-los comigo.**

**A minha voinha Ivete (in memoriam),
por todo amor que levarei comigo, em meu coração, para sempre.**

AGRADECIMENTOS

A **Deus** por todas as oportunidades de aprendizado que me fizeram chegar até aqui; por toda força, luz e guia.

Aos meus pais, **Eduardo Guerra** e **Ruth Vasconcelos** por todo amor, carinho e amizade. Sou agradecida pelo incentivo incondicional que me deram quando decidi fazer o mestrado em Belo Horizonte; pelo apoio, mesmo à distância, em todos os momentos. Serei eternamente grata pelo investimento que viabilizou a realização do meu sonho.

A **Daniel Lopes** irmão, amigo, companheiro de todas as horas e para toda a vida.

A minha família, avós, tios e primos, por todo incentivo e amor.

Ao Professor Dr. **Edgard Norões**, pelo exemplo de professor, orientador e ortodontista. Obrigada por despertar em mim o amor pela ortodontia.

Agradeço aos professores do curso **Armando Lima, Bernardo Souki, Dauro Oliveira, Flávio Almeida, Hélio Brito, Heloísio Leite, Ildeu Andrade, José Eymard, José Maurício, Tarcísio Junqueira** e **Mariele Pantuzo** por todo conhecimento transmitido, pela paciência e dedicação. Agradeço em especial ao professor **José Eymard**, por ter me ajudado nas etapas clínicas da pesquisa, por me escutar e acalmar quando mais precisei. E ao professor **Bernardo** pela gentileza e pela disponibilidade.

Ao meu orientador **Ildeu Andrade**, por sua presença, atenção e confiança que sempre me transmitiu. Sou grata pelo seu empenho, competência e contribuição para elaboração desse trabalho; pela compreensão e paciência que teve comigo ao longo desse processo de orientação, ajudando-me a conviver com as “perdas” e “ganhos” que experimentei nesta fase de minha formação profissional. Levarei comigo seu exemplo não só de orientador, mas de educador e de ser humano.

Ao professor Dr. **Paulo Alencar** por toda disponibilidade e pelas orientações.

Aos professores **Rodrigo Soares** e **Martinho Campolina** pela colaboração para realização da pesquisa.

Aos amigos de turma **Ana Luisa Giovannini, Daniella Mascarenhas, Helena Pavan, Karine Sayure, Priscilla Naback** e **Vitor Francesconi**, pelo companheirismo, pelo apoio, pela ajuda em diversos momentos da pesquisa e por todos os ensinamentos. A **Mariana Mori, Juliana Mattos, Fernanda Campos** e **Valéria Ferreira** pelos sorrisos compartilhados. A vocês, muito obrigada por fazerem os dias em Belo Horizonte mais alegres, por toda motivação, incentivo e amizade.

A **Alessandra Raid** e **Moara Almeida**, colegas de trabalho, que me ajudaram e me ensinaram muito durante as etapas desta pesquisa.

A todos os funcionários da PUC-MG que me ajudaram, direta e indiretamente, nas fases clínicas da pesquisa. Vocês trouxeram alegrias para minhas tardes de atendimento.

Agradeço aos meus pacientes, por me permitirem aprender e crescer durante esses dois anos. Em especial, aos meus pacientes de pesquisa, por toda disponibilidade, compromisso e paciência.

A **Vinícius Brugger** pelo companheirismo, compreensão, carinho e apoio.

Aos amigos-irmãos que a vida me deu **Camila Pessoa, Ingrid Figueiredo, Lucas Padilha, Mayara Nobre, Mayra Albuquerque** e **Silane Oliveira** por estarem presentes, mesmo distantes. Amo vocês.

Obrigada a todos que, mesmo não estando citados aqui, torceram e contribuíram para a conclusão de mais uma etapa de minha vida!

RESUMO

O objetivo deste estudo clínico preliminar foi avaliar o efeito do laser de baixa intensidade (LBI) na taxa de movimentação dentária ortodôntica (MDO). Foram selecionados 11 pacientes com indicação de extração de pré-molares bilaterais maxilares e/ou mandibulares com finalidade ortodôntica. A retração dos caninos foi realizada com mecânica segmentada utilizando molas de níquel-titânio conectadas à mini-implantes como ancoragem. Empregou-se um modelo de boca-dividida, onde os quadrantes direito e esquerdo dos 16 arcos selecionados foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo experimental (GE) que foi submetido à terapia com laser diodo (GaAlAs, 100 mW, 4 J/ponto, 133,3 J/cm²); e grupo controle (GC) que consistiu no hemi-arco que não recebeu aplicação de LBI. O protocolo da laserterapia foi feito nos dias 0, 3 e passaram a ser semanais até 90 dias. Para avaliar quantitativamente a MDO foram feitas moldagens mensais e a distância da ponta de cúspide do canino a ponta de cúspide do primeiro molar foi medida com um paquímetro digital. O teste-t pareado foi utilizado para avaliar diferenças na quantidade de movimentação e na taxa de MDO entre os grupos. Os resultados demonstraram que embora a taxa de MDO tenha sido maior no GE, esta diferença não foi estatisticamente significativa quando comparada ao grupo não irradiado ($p > 0.05$). Novos estudos devem ser realizados para verificar se diferentes protocolos de aplicação de LBI podem acelerar a MDO.

Palavras-chave: Lasers. Terapia com luz de baixa intensidade. Terapia a laser. Movimentação dentária. Remodelação óssea.

ABSTRACT

The aim of this clinical preliminary study was to evaluate the effect of Low-Level Light Therapy (LLLT) on the rate of orthodontic tooth movement (OTM). Eleven patients, who required extraction of the first premolars as a part of the treatment plan, were selected. The retraction of the canines was performed through segmental mechanics using nickel-titanium springs and temporary anchorage devices. Using a split-mouth design, the right and left quadrants of 16 arches were randomly divided into two groups: the experimental group (EG) underwent laser therapy (GaAlAs, 100 mW, 4 J/point, 133,3 J/cm²); the hemi-arches without LLLT comprised the control group (CG). The laser regimen was done on days 0, 3 and became weekly up to 90 days. To evaluate the OTM cast models were made monthly. The distance from the tip of canine cusp to the tip of the mesial cusp of first molar was measured with a digital caliper. The paired t-test was used to evaluate the differences in the amount of movement and the rate of OTM between the groups. The results of this study showed that although a higher rate of OTM was observed in the EG, this difference was not statistically significant when compared to the CG ($p > 0.05$). Further studies should be performed to evaluate if different LLLT parameters and protocols may accelerate the OTM.

Keywords: Lasers. Low-Level Light Therapy. Laser Therapy. Tooth Movement. Bone Remodeling.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Adenosina trifosfato
cAMP	Monofosfato cíclico de adenosina
CLL2	Quimiocina CC ligante 2
CLL5	Quimiocina CC ligante 5
CXCL8	Quimiocina CXC ligante 8
CXCL9	Quimiocina CXC ligante 9
CXCL10	Quimiocina CXC ligante 10
FGC	Fluído gengival crevicular
GC	Grupo controle
GE	Grupo experimental
ICC	<i>Intraclass correlation coeficiente</i> / Coeficiente de correlação intraclasse
Laser	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i> / Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação
LIB	Laser de baixa intensidade
LP	Ligamento periodontal
MDO	Movimentação dentária ortodôntica
MMP9	Metaloproteinase-9
OPG	Osteoprotegerina
PGE2	Prostaglandina
PUC-Minas	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
RANK	<i>Receptor activator of NFκB</i> / Receptor ativador do fator nuclear kappa B
RANKL	<i>Receptor activator of NFκB ligand</i> / Ligante do receptor ativador do fator nuclear kappa B

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustração da mecânica utilizada para retração dos caninos	31
Figura 2 - Aplicação do LBI	33
Figura 3 – Mensuração da MDO realizadas nos modelos de gesso	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características descritivas da amostra.....	30
Tabela 2 - Critérios para o índice de placa	30
Tabela 3 - Critérios para o índice gengival.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
2 OBJETIVOS	27
2.1 Objetivo geral.....	27
2.2 Objetivos específicos.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1 Características do estudo	29
3.2 Processo ético	29
3.3 Desenho amostral.....	29
3.4 Programa de higiene oral.....	30
3.5 Protocolo do tratamento ortodôntico.....	31
3.6 Protocolo clínico de aplicação do LBI	32
3.7 Mensuração da movimentação dentária ortodôntica.....	33
3.8 Análise estatística.....	34
4 ARTIGO CIENTÍFICO.....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS.....	39
ANEXO A – Aprovação do comitê de ética em pesquisa.....	55
ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido	59
ANEXO C – Termo de assentimento	63

1 INTRODUÇÃO

A ortodontia visa reestabelecer uma oclusão funcional e estética para os pacientes a partir da aplicação de forças mecânicas nos dentes. Essas forças alteram a homeostasia e a microcirculação do ligamento periodontal (LP) criando uma resposta inflamatória asséptica. As cascatas de eventos celulares e moleculares decorrentes da inflamação promovem a remodelação do osso alveolar, do LP e da gengiva e, conseqüentemente, a movimentação dentária ortodôntica (MDO) (KRISHNAN; DAVIDOVITCH, 2006; ANDRADE JÚNIOR; TADDEI; SOUZA, 2012).

A MDO está relacionada ao recrutamento, proliferação, diferenciação, ativação e sobrevivência dos osteoclastos e osteoblastos, células ósseas responsáveis pela remoção de tecido ósseo, nas áreas de pressão, e pela formação de novo tecido ósseo nos locais de tensão, respectivamente (KRISHNAN; DAVIDOVITCH, 2006; ANDRADE JÚNIOR; SOUZA; SILVA, 2014).

Os osteoclastos são células gigantes multinucleadas originadas de células tronco hematopoiéticas e são as únicas células capazes de remover de forma eficiente os minerais e a matriz orgânica do osso. Elas também são fundamentais nos mecanismos homeostáticos que mantêm a integridade do esqueleto e os níveis séricos de cálcio (LEE; LORENZO, 2006; ANDRADE JÚNIOR; SOUZA; SILVA, 2014). Essas células são recrutadas por fatores quimiotáticos e migram para os locais de reabsorção óssea, onde sofrem diferenciação e ativação. A diferenciação e ativação dos osteoclastos é também regulada pelos osteoblastos. Os precursores de osteoclastos expressam na membrana plasmática os receptores ativadores do fator nuclear kappa B (RANK). Já o ligante de RANK (RANKL) e a osteoprotegerina (OPG) são expressos pelos osteoblastos. Quando ocorre a ligação RANK/RANKL, os precursores de osteoclastos são rapidamente diferenciados em osteoclastos maduros (YAMAGUSHI, 2009; ANDRADE JÚNIOR; TADDEI; SOUZA, 2012). Os osteoclastos maduros aderem-se a superfície óssea através de uma zona de selagem, onde bombas de prótons e canais de cloreto são ativados para que haja acidificação extracelular e desmineralização óssea (SODEK; McKEE, 2000; KOBAYASHI; UDAGAWA; TAKAHASHI, 2009; ANDRADE JÚNIOR; SOUZA; SILVA, 2014). Por outro lado, OPG compete com RANK pela ligação ao RANKL e regula negativamente a ação dos osteoclastos, inibindo sua diferenciação e induzindo sua apoptose (LEE; LORENZO, 2006; YAMAGUSHI, 2009). Dessa forma, a remodelação óssea é controlada por um equilíbrio

entre RANK/RANKL e a produção de OPG, o que demonstra a importância dos osteoblastos sobre os osteoclastos (YAMAGUSHI, 2009).

As células osteoblásticas participam do processo de remodelação óssea, tanto controlando a formação e a atividade dos osteoclastos, como produzindo matriz óssea (SODEK; McKEE, 2000). Elas têm origem mesenquimal e o evento inicial na fase de aposição óssea consiste na quimiotaxia de osteoblastos para as áreas de tensão (KRISHNAN; DAVIDOVITCH, 2006). Quando ativadas, produzem e secretam matriz orgânica, constituída principalmente de colágeno tipo I, proteínas não colágenas e proteínas plasmáticas, em uma taxa inicial inferior a 1 µm por dia, até o defeito ser preenchido (SODEK; McKEE, 2000; KRISHNAN; DAVIDOVITCH, 2006). Durante esse processo, alguns osteoblastos ficam aprisionados no interior da matriz mineralizada, e passam a ser chamados de osteócitos. Essas células são sensíveis às cargas mecânicas como as forças ortodônticas e, por meio de suas projeções celulares, formam canalículos na matriz óssea que permitem a comunicação com osteócitos vizinhos e células da superfície da matriz (osteoblastos e *bone line cells*), controlando a atividade dos osteoclastos e osteoblastos (SODEK; McKEE, 2000).

A eficácia e eficiência do movimento dentário, bem como, o tempo do tratamento ortodôntico estão diretamente ligados quantitativa e qualitativamente ao recrutamento dos precursores de osteoclastos para os sítios de reabsorção, bem como sua maturação e ativação (TEITELBAUM, 2000).

Quando forças contínuas são aplicadas, estima-se que os dentes se movam entre 0,8 – 1,2 mm por mês (BUSCHANG; CAMPBELL; RUSO, 2012). Estudos anteriores evidenciam que o tratamento ortodôntico sem extrações requer uma média de 21-27 meses para ser concluído, enquanto que no tratamento com extrações o tempo se eleva para 25-35 meses (BUSCHANG; CAMPBELL; RUSO, 2012). Além de ser uma das principais queixas dos pacientes (SKIDMORE et al., 2006), o longo período de tratamento está associado a um aumento no risco de inflamação gengival (RISTIC et al., 2007), lesões de mancha branca em esmalte, cáries (GEIGER et al., 1992; BISHARA; OSTBY, 2008) e reabsorção radicular externa (SEGAL; SCHIFFMAN; TUNCAY, 2004). Dessa forma, acelerar o movimento ortodôntico é desejável, uma vez que pode significar reduzir o tempo, os custos e os riscos do tratamento, além de proporcionar maior satisfação para os pacientes (GENC et al., 2013).

Novos métodos para modular a MDO com objetivo de diminuir o tempo de tratamento têm sido pesquisados e relatados na literatura, como a realização de corticotomias (FISHER, 2007; BUSCHANG; CAMPBELL; RUSO, 2012), uso de vibradores (ultrassom pulsátil de baixa intensidade) (PRIETO; DAINESI; KAWAUCHILER, 2005) e injeção local de

biomoduladores como a prostaglandina (YAMASAKI et al., 1984) e a vitamina D3 ativa (COLLINS; SINCLAIR, 1988). Porém, efeitos colaterais indesejáveis, dor e desconforto durante os procedimentos tornam essas opções desfavoráveis à prática clínica (CRUZ et al., 2004; LIMPANICHKUL et al., 2005; DOSHI-MEHTA; BHAD-PATIL, 2012). Outro método empregado para a aceleração da MDO é o laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) de baixa intensidade (LBI), que tem simples aplicação e vêm sendo utilizado em diversas áreas da odontologia.

O laser é uma luz monocromática, coerente e unidirecional, ou seja, é composto de fótons, todos da mesma cor e com o mesmo comprimento de onda (COLLAN; RAPLEY; COBB, 1996). Acredita-se que tenha uma ação fotoquímica analgésica e de bioestimulação tecidual (NEVES et al., 2005), porém seu mecanismo de ação nas células não é bem conhecido. Especula-se que atue na membrana celular e provoque alterações na cadeia respiratória mitocondrial, o que gera um aumento nos níveis de adenosina trifosfato (ATP) e monofosfato cíclico de adenosina (cAMP) e, conseqüentemente, estimula o metabolismo e a proliferação celular (KARU, 1988; COLLAN; RAPLEY; COBB, 1996). Esses efeitos do laser são diretamente relacionados aos seus parâmetros, como comprimento de onda (nm), potência (W), energia (Joule = W x segundo), dose (quantidade de energia por área = J/cm²) e frequência de aplicação. O comprimento de onda adequado para bioestimulação seria entre 550 – 950 nm (ALTAN et al., 2010), mas quanto maior o comprimento de onda, maior potencial de penetração tecidual. Dessa forma, a radiação infravermelha (> 700 nm) tem baixo coeficiente de absorção na hemoglobina e água, e conseqüentemente, maior poder de penetração. Observou-se também que as repostas biológicas provocadas pelo LBI são dose-dependente (SAITO; SHIMIZU, 1997). E, além disso, parece que existe uma dose necessária para desencadear efeitos biológicos, que estaria dentro de uma ‘janela terapêutica’ (KIM, 2009).

Estudos em animais sugerem que o LBI pode acelerar o processo de remodelação óssea e, conseqüentemente, aumentar a taxa de MDO (SAITO; SHIMIZU, 1997; KAWASAKI; SHIMIZU, 2000; FUGITA et. al., 2008; KIM et. al. 2009; YAMAGUCHI et al., 2010; ALTAN et al., 2012), pois atuaria nos estágios de diferenciação dos precursores de osteoblastos (OZAWA et al., 1998), bem como aumentaria o número de osteoclastos (KAWASAKI; SHIMIZU, 2000). Foi relatado que o LBI influencia diretamente a expressão de metaloproteinase-9 (MMP-9), catepsina K, e subunidades $\alpha(v)\beta3$ de integrina, que são fatores envolvidos na osteoclastogênese (YAMAGUCHI et al., 2010), podendo estimular também a velocidade da MDO via indução de RANK/RANKL (FUGITA et. al., 2008).

Entretanto, não há um consenso na literatura e outros trabalhos apontam que o LBI não provoca alterações significativas na expressão das quimiocinas CLL2, CLL5, CXCL8, CXCL9 e CXCL10, que estão direta ou indiretamente envolvidas na quimiotaxia, diferenciação e atividade das células ósseas (CARNEIRO, 2015), ou mesmo regula negativamente a MDO, possivelmente pela inibição significativa da produção de prostaglandina (PGE₂), um importante mediador pró-inflamatório (SHIMIZU et. al., 1995).

Nos últimos anos, estudos em humanos que avaliaram os efeitos do LBI na estimulação da MDO também apresentaram resultados controversos. Enquanto alguns estudos sugerem que o laser acelera a velocidade de MDO (CRUZ et al., 2004; YOUSSEF et al., 2008; SOUZA et al., 2011; DOSHI-MEHTA; BHAD-PATIL, 2012; DOMÍNGUEZ; GÓMEZ; PALMA, 2015), outros não encontraram diferença significativa na aceleração da MDO quando comparada ao lado placebo (LIMPANICHKUL et al., 2005; DALEINE et. al., 2015). Essas divergências podem estar associadas a diferenças entre os parâmetros utilizados, uma vez que a ação do laser parece depender do comprimento de onda, tempo, frequência e dosagem da irradiação (KARU, 1989; SAITO; SHIMIZU, 1997).

Assim sendo, não há na literatura uma consonância de que o LBI realmente constitui uma alternativa para acelerar o movimento dentário e quais parâmetros devem ser utilizados para modular a MDO.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito do laser de baixa intensidade na taxa de movimentação dentária ortodôntica.

2.2 Objetivos específicos

- a) quantificar a taxa de distalização de caninos submetidos à força ortodôntica com e sem aplicação de laserterapia;
- b) comparar as taxas de movimentação dos caninos submetidos à força ortodôntica com e sem aplicação de laser maxila e na mandíbula.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Características do estudo

A pesquisa apresenta-se como um estudo clínico preliminar prospectivo, realizada em pacientes com indicação de tratamento ortodôntico na clínica de Ortodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC - Minas).

3.2 Processo ético

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC - Minas, Belo Horizonte, Brasil (CAAE: 29333414.9.0000.5137) (Anexo 1), e todos os participantes e responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o termo de assentimento (Anexo 2 e 3).

3.3 Desenho amostral

A amostra consistiu de 11 pacientes saudáveis (07 mulheres e 04 homens), cuja média de idade foi de $16,25 \pm 4$ (tabela 1) e que necessitavam de exodontia de primeiros pré-molares bilaterais maxilares e/ou mandibulares, com finalidade ortodôntica. O diagnóstico de cada paciente foi feito após exame clínico e avaliação da documentação ortodôntica completa, que incluiu fotografias intra e extraorais, modelos de gesso, radiografias panorâmica, telerradiografia e periapicais.

Foram incluídos no estudo pacientes que além da indicação ortodôntica de extração de primeiros pré-molares bilaterais, apresentavam: condição periodontal saudável representados pelos scores 0 ou 1 para o índice gengival, de acordo com Loe (1967), higiene bucal satisfatória, representados pelos scores 0 ou 1 para o índice de placa, de acordo com Loe (1967), dentição completa (exceto os 3º molares) e que não possuíam doenças sistêmicas ou síndromes. Pacientes que fazem uso de medicamentos que podem interferir no metabolismo ósseo, tais como anti-inflamatórios, antibióticos e suplementos hormonais, e aqueles com presença de mordida cruzada esquelética, caninos com dilaceração radicular, hábitos parafuncionais e/ou interferência oclusal foram excluídos do estudo. Os pacientes foram orientados em relação aos riscos e benefícios da pesquisa.

Tabela 1: Características descritivas da amostra

	N	%
Pacientes	11	
Feminino	7	63,63%
≤ 15 anos	1	9,09 %*
> 15 anos	6	54,54%*
Masculino	4	36,36 %
≤ 15 anos	2	18,18 %*
>15 anos	2	18,18 %*
Arcos	16	
Maxila	8	50%
Mandíbula	8	50%

*Os dados se referem à porcentagem da amostra total.

Fonte: Elaborada pela autora.

3.4 Programa de higiene oral

Antes de iniciar o estudo, foi avaliado o índice de placa e o índice gengival (LÖE, 1967) para se certificar que os participantes possuíam higiene oral satisfatória. O score 0, caracterizado por ausência de placa e gengiva normal é o ideal, e o score 1 aceitável (Tabela 1 e 2). Todos pacientes tinham scores 0 ou 1. Na primeira consulta, foram submetidos à profilaxia e receberam instruções sobre higiene bucal, onde foi ensinada a técnica de escovação dentária e de como usar o de fio dental com aparelhos fixos.

Tabela 2: Critérios para o índice de placa

Score	Descrição
0	Ausência de placa na área gengival
1	Visualização de placa somente após remoção com sonda periodontal
2	Placa clinicamente visível, com acúmulo moderado de placa
3	Placa abundante dentro da bolsa gengival e/ou sobre a gengiva marginal e superfície do dente

Fonte: LÖE, 1967.

Tabela 3: Critérios para o índice gengival

Score	Descrição
0	Gengiva normal
1	Inflamação leve - ligeira mudança na cor, leve edema e sem sangramento à sondagem
2	Inflamação moderada - vermelhidão, edema, e sangramento à sondagem
3	Inflamação grave - vermelhidão acentuada, edema, ulceração e tendência a sangramento espontâneo

Fonte: LÖE, 1967.

3.5 Protocolo do tratamento ortodôntico

Após as extrações dos primeiros pré-molares, anéis (American Orthodontics, Sheboygan, EUA) com tubos Edgewise (American Orthodontics, Sheboygan, USA) soldados foram cimentados nos primeiros molares. Foram colados bráquetes edgewise com slot 0.22" X 0.28" nos segundos pré-molares e caninos e Straight-wire com prescrição MBT nos incisivos (American Orthodontics, Sheboygan, USA).

Todos os pacientes foram submetidos ao alinhamento e nivelamento dos arcos com fios de níquel titânio (American Orthodontics, Sheboygan, EUA) e tiveram os arcos estabilizados por um mês com fios de aço inoxidável 0.018" x 0.025". A fase de retração dos caninos foi realizada com um arco segmentado 0.016" X 0.022" de aço inoxidável, como ilustrado na figura abaixo (Fig. 1).

Figura 1: Ilustração da mecânica utilizada para retração dos caninos

Fonte: Arquivo pessoal.

Entre os primeiros molares e os segundos pré-molares foram instalados mini-implantes (Dental Morelli Ltda., Sorocaba, SP, Brasil) para ancoragem da MDO. Molas de níquel-titânio (Dental Morelli Ltda., Sorocaba, SP, Brasil) foram colocadas do mini-implante ao canino, com a força de 1,66 N mensurada com um dinamômetro digital (Shimpo America Corporation, Illinois, EUA), para distalização dos caninos por até 3 meses. As molas foram reativadas uma vez por mês e a força mensurada novamente com o dinamômetro.

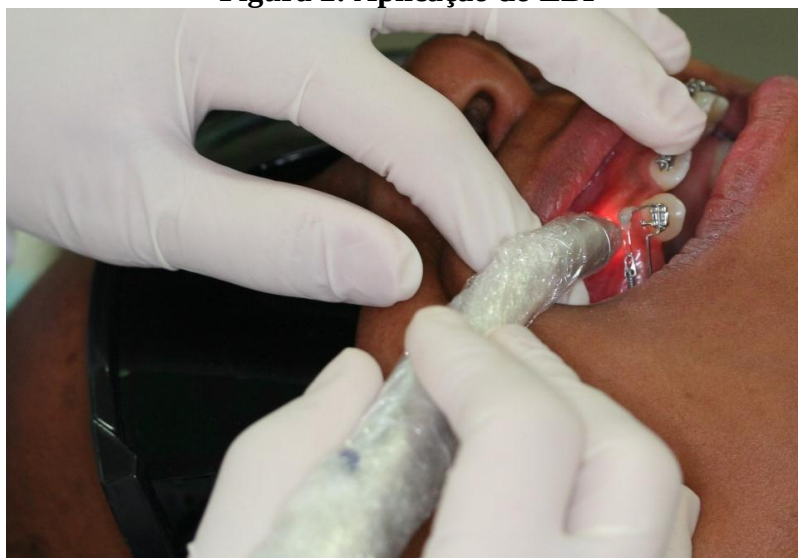
3.6 Protocolo clínico de aplicação do LBI

Este estudo utilizou um sistema de boca dividida com o objetivo de se prevenir variações biológicas individuais, de forma que em cada paciente, os hemi-arcos direito e esquerdo foram aleatoriamente separados em dois grupos. O grupo controle (GC) consistiu no hemi-arco que não recebeu a terapia LBI, e o grupo experimental (GE) foi submetido à laserterapia. Foram incluídos 16 arcos no estudo (8 arcos superiores e 8 arcos inferiores).

Foi utilizado o laser diodo (Arseneto de Gálio e Alumínio - GaAlAs), previamente calibrado, emitindo radiação infravermelha, com comprimento de onda de 808 nm, potência de saída de 100 mW, distribuída através de uma área de secção transversal de 0,03 cm² de diâmetro, sempre mantida em contato com a mucosa e com orientação perpendicular ao tecido durante a aplicação (Fig. 2). Tais parâmetros e orientações foram recomendados pelo fabricante (TF Premier, MM Optics Ltda., São Carlos, Brasil).

Duas aplicações de LBI foram feitas por vestibular e duas por lingual, sendo um ponto mais apical e o outro mais coronal, em cada canino do GE. Cada aplicação foi de 40 segundos por ponto. Esse protocolo foi estabelecido a partir da análise metodológica de um estudo prévio (CARNEIRO, 2015). A energia foi de 4 J/ponto e a densidade de energia foi de 133 J/cm². As aplicações do LBI foram feitas nos dias 0, 3 e em seguida passaram a ser semanais. Óculos de proteção foram usados tanto pelo operador quanto pelo paciente. As aplicações do LBI foram sempre efetuadas por um mesmo operador.

Figura 2: Aplicação do LBI



Fonte: Arquivo pessoal.

3.7 Mensuração da movimentação dentária ortodôntica

A avaliação quantitativa da taxa de MDO foi feita a partir de modelos de gesso. Antes de iniciar a mecânica de retração, foi feita uma moldagem inicial (T0), e novas moldagens foram feitas a cada 30 dias, por até 3 meses.

Neste estudo cego, os modelos foram identificados com códigos e a mensuração da MDO foi feita com um paquímetro digital (Digital Caliper, Mitutoyo, Illinois, EUA) e a referência utilizada foi a distância da ponta da cúspide mesial do primeiro molar até a ponta da cúspide do canino. Para padronizar, foram feitas marcações nos modelos para localizar a ponta de cúspide, a partir de uma bissetriz resultante das vertentes das cúspides (Fig. 3).

A concordância intra-examinador (reprodutibilidade) e a concordância inter-examinador (replicabilidade) foram avaliadas pelo Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC), por meio do software BioEstat 5.3 (Belém, Brasil). O valor do ICC intraexaminador foi de 0,98 (IC 95%: 0,97 a 0,99) e interexaminador foi 0,99 (IC 95%: 0,99 a 0,99), que indicam alta reprodutibilidade e replicabilidade dos dados, respectivamente.

Figura 3: Mensuração da MDO realizadas nos modelos de gesso



Fonte: Arquivo pessoal.

A taxa de MDO foi calculada dividindo a quantidade de movimentação (diferença da moldagem inicial e moldagem final) pelo período de retração.

$$TX \text{ MDO} = \frac{(T_{\text{inical}} - T_{\text{final}})}{\text{Tempo de retração}}$$

3.8 Análise estatística

Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, que demonstrou distribuição normal.

O teste t pareado foi utilizado para avaliar a existência de diferenças na quantidade da movimentação (T-inicial menos T-final) entre os grupos. O teste t pareado foi também utilizado para avaliar a existência de diferenças na taxa de movimentação (T-inicial menos T-final / meses de movimentação) entre os grupos e para comparar a taxa de MDO na maxila e na mandíbula. O nível de significância foi estabelecido em 5%. As análises foram realizadas por meio do software GraphPad Prism 6.05 (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA).

4 ARTIGO

Effects of Low-Level Laser Therapy on the Rate of Orthodontic Tooth Movement: a preliminary clinical study

Artigo a ser submetido ao American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (Qualis A1),² cujas normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <http://www.ajodo.org/content/authorinfo>

Effects of Low-Level Laser Therapy on the Rate of Orthodontic Tooth Movement: a preliminary clinical study

Renata Lopes Lima^a, Martinho Campolina Rebello Horta^b, José Maurício de Barros Vieira^b, Rodrigo Villamarim Soares^b, Tarcília Aparecida Silva ^c, Paulo Eduardo Alencar Souza^b, Ildeu Andrade Jr ^b.

^a Orthodontic Resident, Graduate Program in Orthodontics, Faculty of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

^b Associate Professor, Graduate Program in Dentistry, Faculty of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

^c Associate Professor, Department of Oral Pathology and Surgery, Faculty of Dentistry, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

Corresponding author: Prof. Ildeu Andrade Jr.

Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Av. Dom José Gaspar, 500. Prédio 46, sala 101. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, CEP: 30535- 901.

Phone: 55(31)3319-4414

Fax: 55(31)3319-4166

E-mail: ildeuandrade@pucminas.br

ABSTRACT

Introduction: The aim of this clinical preliminary study was to evaluate the effect of Low-Level Light Therapy (LLLT) on the rate of orthodontic tooth movement (OTM). **Methods:** Eleven patients who required extraction of the first premolars as a part of the treatment plan, were selected. The retraction of the canines was performed through segmental mechanics using nickel-titanium springs and temporary anchorage devices. Using a split-mouth design, the right and left quadrants of 16 arches were randomly divided into two groups: the experimental group (EG) underwent laser therapy (GaAlAs, 100 mW, 4 J/point, 133,3 J/cm²); the hemi-arches without LLLT comprised the control group (CG). The laser regimen was done on days 0, 3 and became weekly up to 90 days. Cast models were made monthly to evaluate the OTM. The paired t-test was used to evaluate the differences in the amount of movement and the rate of OTM between the groups. **Results:** Although a higher rate of OTM was observed in the EG, this difference was not statistically significant when compared to the CG ($p > 0.05$). **Conclusion:** The LLLT parameters and protocols used did not produce stimulatory effects on the rate OTM.

Keywords: Lasers. Low-Level Light Therapy. Laser Therapy. Tooth Movement. Bone Remodeling.

INTRODUCTION AND LITERATURE REVIEW

One of the most recurrent questions in the orthodontic clinic is the treatment time period. Usually an orthodontic treatment requires an average of 21-27 months for non-extractive therapies and 25-35 months for a treatment with extractions¹. Reducing orthodontic treatment time is desirable for both patients and orthodontists². As a result, several methods to stimulate bone remodeling and, consequently, increase the rate of orthodontic tooth movement (OTM) such as corticotomy^{1,3}, ultrasound (vibration)⁴, local injections of inflammatory mediators^{5,6} and the low-level laser therapy (LLLT)^{2,7,8} have been described in literature.

The LLLT is a monochromatic, collimated and coherent light and has been used in different areas of medicine and dentistry⁹ because it's believed to have analgesic action and tissue biostimulation, but the mechanism of action in cells is not well known. It is thought that the light stimulates cell metabolism and proliferation due to increased levels of adenosine triphosphate (ATP) and adenosine cyclic monophosphate (cAMP)¹⁰. These effects are directly related with laser's parameters, such as wavelength (nm), power (W), energy (Joule), dose (energy per area) and frequency of application⁷.

In Orthodontics, there is no consensus in the literature on the effects of LLLT on bone remodeling. Some studies have speculated that LLLT could accelerate the bone remodeling process and stimulate cell metabolism, since it would act in the differentiation stages of osteoblast precursors and would promote an increase in the number of osteoclasts^{7,11-15}. However, a previous human study have reported no significant changes in the expression of chemokines that are directly or indirectly involved in chemotaxis, differentiation and activity of bone cells¹⁶, while other have demonstrated that LLLT down-regulates the OTM, probably due to the significant inhibition of inflammatory mediators¹⁷.

Moreover, some studies in the literature have examined the effect of LLLT on the rate of OTM^{2,8, 18-23}, but there is no consensus on the LLLT parameters and protocol to be used. The aim of this preliminary study was to evaluate the effect of LLLT on the rate of OTM according to a defined protocol.

MATERIAL AND METHODS

Our sample consisted of 11 healthy patients (07 females, 04 males; mean age $16,25 \pm 4$), who required extraction of the maxillary and/or mandibular first premolars as part of the orthodontic treatment plan. All patients were treated at the Department of Orthodontics in the Pontifical Catholic University of Minas Gerais (Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil). The diagnosis of each patient was made after clinical examination and the evaluation of standard orthodontic documentation, which included intra and extraoral photographs, cast models, cephalometric, panoramic and periapical radiographs.

The inclusion criteria were: (1) patients whose treatment plans required bilateral extraction first premolars and retraction of the canines and incisors; (2) healthy patients with (3) good periodontal condition and (4) complete dentition (except the 3rd molars). Patients under treatment with medicaments that may interfere with bone metabolism, such as anti-inflammatories, antibiotics and hormone supplements; those with skeletal crossbite, parafunctional habits, and / or occlusal interference were excluded from the study.

This study was approved by the institutional ethics committee of this university and all participants and guardians (for children under 18 years old) signed an informed consent form. Before starting the study, plaque and gingival index²³ were evaluated to verify that participants had satisfactory oral hygiene. The score 0, characterized by no plaque and normal gingiva tissue is ideal, and score 1 is acceptable to. All patients had scores 0 or 1, and were submitted to prophylaxis. They were also verbally instructed about oral hygiene and shown the correct brushing technique, plus received a toothbrush as a way to motivate brushing.

After the first premolars were extracted, molar bands (American Orthodontics, Sheboygan, USA) with welded edgewise tubes (American Orthodontics, Sheboygan, USA) were cemented with glass ionomer cement (Vidrion C) in the first molars of all patients. Edgewise standard brackets with a 0.22" X 0.28 " slot (American Orthodontics, Sheboygan, USA) were bonded with Transbond resin (3M Unitek, California, USA) on the second premolars and canines, and straight wire brackets with MBT prescription on the incisors (American Orthodontics, Sheboygan, USA).

Alignment and leveling of the arches were performed with titanium nickel wires (American Orthodontics, Sheboygan, USA), and the arches were stabilized with 0.018" x 0.025" stainless steel arches for 1 month. The retraction of the canines began at least 3 months of post-extraction, in order to avoid interference of the surgical procedure in the study data, using a 0.016" x 0.022" segmented stainless steel arch in the canines. Mini-implants (Dental

Morelli Ltda., Sorocaba, SP, Brazil) were installed for anchorage means between the first molars and the second premolars (Figure 1). Nickel-titanium coil springs (Dental Morelli Ltda., Sorocaba, SP, Brazil) were placed from the mini-implants to the canines, and the orthodontic force 1,66N was determined with a digital dynamometer (Shimpo America Corporation, Illinois, USA). The experiment lasts 3 months and the springs were reactivated once a month and the force measured again with the dynamometer. The same orthodontic protocol was followed in both sides of the mouth for each person.

A split-mouth design was used in this study to prevent individual biological variations, and the right and left quadrants of 16 selected arches were randomly divided into two groups. The control group (CG) consisted of hemi-arches without LLLT therapy, and the experimental group (EG) the one submitted to laser therapy. Sixteen arches were included in the study (8 upper arches and 8 lower arches).

A diode laser (Gallium Arsenide and Aluminum - GaAlAs), emitting infrared radiation with wavelength of 808 nm, output power of 100 mW, operating in continuous wave mode with a cylindrical quartz tip of 3 mm² surface, always in contact with the mucosa and with perpendicular orientation to the tissue during application. These parameters and guidelines were recommended by the manufacturer (TF Premier, MM Optics Ltda., São Carlos, Brazil). Two applications were performed per vestibular side and two per lingual side in each canine of the EG. Each application was 40 seconds per point. It was used 4 J/point and energy density was 133 J/cm². LLLT applications were made on days 0, 3, and then became weekly. Safety glasses were used for both the operator and patient. The LLLT applications were made by the same operator to avoid interoperator variations (Fig. 2).

The quantitative evaluation of the OTM rate was performed in cast models that were identified by numbers. Before starting the retraction mechanics, an initial molding (T0) was obtained and new follow-up moldings were monthly made. The OTM was measured using a digital caliper (Mitutoyo, Illinois, EUA) and the reference used was the distance from the tip of the mesial cusp of the first molar to the tip of the canine cusp (Fig. 3). The examiners were blinded to the group status. The rate of the OTM was calculated by dividing the amount of movement (difference between the initial and final impressions) by the retraction period.

To calculate errors in measurements, they were repeated by another operator. Intra-examiner agreement (reproducibility) and inter-examiner agreement (replicability) were evaluated by the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) test, using BioEstat 5.3 software (Belém, Brazil). The result of ICC value of intra-examiner agreement was 0.98 (95% CI: 0.97

to 0.99) and the ICC value of the inter-examiner agreement was 0.99 (95% CI: 0.99 to 0.99), which indicated good reproducibility and replicability, respectively.

Statistical analysis

The data was analyzed using the Shapiro-Wilk test, which demonstrated a normal distribution. The paired t-test was used to evaluate the existence of differences in the extent of movement (T-initial minus T-final) between the groups. The paired t-test was also used to evaluate the existence of differences in movement rate (T-initial minus T-final / months of movement) between the groups and to compared the rate of OTM in the maxillary and mandibular arches. The level of significance was set at 5%. Analyses were performed using GraphPad Prism 6.05 software (GraphPad Software, San Diego, California, USA).

RESULTS

The means of the canine distalization for the 16 arches are shown in table I. There was no statistically significant difference in relation to the accumulated distances of canines in the experimental group and control group ($p > 0.05$).

Although we observed a higher rate of OTM in the EG, this difference was not statistically significant when compared to the non-irradiated group ($p > 0.05$) (Table II).

The mean tooth movement on the experimental side of the maxillary arch was 1.19 mm per month, with the control side reporting 1.05 mm. The mean canine retraction in the experimental side of the mandible was 1.09 mm, with 0.78 mm in the non-irradiated side. These differences between OTM in the maxilla and mandible were not statistically significant ($p > 0.05$) (Table III).

DISCUSSION

Decreasing the duration of orthodontic treatment would benefit patients and clinicians. The idea of using lasers to accelerate OTM emerged after the report of lasers being used to accelerate wound healing²⁶. Some studies that evaluated the effects of LLLT on tooth movement and cellular activity have been conducted in animals^{7,14,15}. But neither them, or the few clinical studies reported on the literature^{8,20,22,23} have come to a consensus about the real efficacy of LLLT on OTM, or even the ideal parameters and application regimen to be used

with this purpose. Therefore, the aim of this preliminary study was to evaluate if the LLLT accelerates the rate of tooth movement in a defined protocol. The results of this study did not show significant differences between the irradiated and the non-irradiated groups.

The effects of LLLT in biostimulation of bone remodeling depend on the wavelength (nm), power (W), energy (Joule), dose (energy per area) and frequency of application^{7,10}. Previous studies have used different parameters to induce cell culture growth¹⁰, wound healing²⁵ and accelerated orthodontics^{7,8}, but optimal values were not determined.

It is still not clear how is the molecular mechanism of action, but is speculated the laser light penetrates the tissues and stimulates the photoreceptors in the mitochondrial respiratory chains^{9,10}. This would generate an increase in ATP and cAMP levels, and an induction of transcription factors that, by its turn, promote protein synthesis, cell proliferation and migration, cytokine modulation and growth factor release^{9,10}. The depth of penetration of laser light depends on the light's wavelength, which in the GaAlAs laser ranges between 750 to 980 nm. The longer in the wavelength, the greater the penetration potential. It is believed that a wavelength between 550 - 950 nm is the most suitable for biostimulation¹⁴, and most studies in the literature reported a wavelength between 670 nm and 880 nm^{2,8,16,18-23}. The 808 nm of wavelength used in this study was not enough to stimulate the OTM. Further studies are necessary to test different dose/wavelength combinations.

Furthermore, it is believed that there is a reasonable energy density (J/cm^2) that it is required to trigger biological effects, which would be within a 'therapeutic window'¹⁵. If very low doses are applied, they would not produce any biological effect; while higher dosages could produce inhibitory effects¹⁵. In orthodontics, the dose required to cause effects on the rate of bone remodeling has not yet been established. It is speculated that LLLT has a dose-dependent action, the higher the dose, the greater the formation of bone tissue^{7,14}. What is found in the literature is a disparity between the dose usage, which ranged between 0.71 J/cm^2 and 6000 J/cm^2 , over different time range^{2,12,21}. This study used a dose of 133 J/cm^2 , which was established according to the manufacturer. However, the results of this study suggested that this dose was not enough to increase the rate of OTM. The wide dosage variation might explain why stimulatory and inhibitory effects are found in the literature.

Moreover, there is no consensus about the application regime. Still there is no answer about how often should we apply LLLT, or how long the effects would last. In this study, the LLLT applications were performed on days 0, 3, and then became weekly. Our data showed

that this regimen might not be enough. Future researches should be performed to evaluate different scenarios, but whatever will be the application regimen, it seems to be unfeasible in the clinical practice.

This study has also compared the rate of OTM in the EG and CG in maxilla and in the mandibula. Our results showed differences between the groups in maxillary and mandibular arches but this difference was not statistically significant and might be explained by the differences in bone mineral densities.

With this background, the optimization of laser treatment parameters through further research is needed to introduce this device in an orthodontic clinic. In addition, in order to successfully achieve this goal, these studies should test different irradiation parameters and protocols, and should be accompanied by a sample standardization. Further studies are still required to explain the mechanisms of LLLT and more clinical trials are necessary to optimize treatment parameters.

Considering the wide range of biologic responses and environmental factors involved in the OTM, the number of subjects participating in this study may be a limiting factor and the results should be interpreted with caution. However, the results of this study might be used as references to define a laser protocol and for planning further biological and clinical studies that target to evaluate the cellular and molecular mechanisms behind LLLT in OTM, since no previous research regarding these issues is available in the literature.

CONCLUSIONS

Based on the results of this study, a dose of 133 J/cm^2 with an 808 nm of wavelength and an application regime on days 0, 3 and every other week, is not effective to enhance the rate of tooth movement.

ACKNOWLEDGMENTS

We are grateful to the Fundo de Incentivo à Pesquisa (FIP) – Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Fundação de Amparo a Pesquisas do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) and the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) for financial support.

REFERENCES

1. Buschang PH, Campbell PM, Ruso S. Accelerating Tooth Movement With Corticotomies: Is It Possible and Desirable? *Semin Orthod* 2012;18:286-294.
2. Genc C. et al. Effect of Low-Level Laser Therapy (LLLT) on Orthodontic Tooth Movement *Lasers Med Sci* 2013; 28:41–47.
3. Fisher TJ. Orthodontic Treatment Acceleration with Corticotomy-assisted Exposure of Palatally Impacted Canines: a preliminary study. *Angle Orthod* 2007;77:417-420.
4. Prieto MGL, Dainesi EA, Kawauchi MY. O uso do ultra-som na movimentação dentária induzida. *R Dental Press Ortodon e Ortop Facial* 2005; 10:83-98.
5. Yamasaki K, Shibata Y, Imai S, Tani Y, Shibasaki Y, Fukuhara T. Clinical application of prostaglandin E1 (PGE1) upon orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1984;85:508-518.
6. Collins MK, Sinclair PM. The local use- of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod and Dentofacial Orthop* 1988; 94:278-284.
7. Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:525-532.
8. Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med* 2004; 35:117-120.
9. Conlan MJ, Rapley JW, Cobb CM. Biostimulation of wound healing by low-energy laser irradiation A review. *Journal of Clinical Periodontology* 1996; 23:492-496.
10. Karu, T. Photobiology of low-power laser effects. *Health Physcs* 1989; 56:691-704.
11. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res* 2008;11:143-155.
12. Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. *Lasers Surg Med* 2000; 26:282-291.
13. Yamaguchi M. et al. Low-laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expression of matrix metalloproteinase-9, cathepsin k, and alpha (v) beta (3) integrin in rats. *Eur J Orthod* 2010; 32:131-139.
14. Altan BA, Sokucu O, Ozkut MM, Inan S. Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci* 2012;27:131-140
15. Kim SJ. et al. Effects of Low-Level Laser Therapy After Corticision on Tooth Movement and Paradental Remodeling. *Lasers Surg Med* 2009; 41:524–533.

16. Carneiro, AR. Efeitos do laser de baixa intensidade na expressão de quimiocinas no ligamento periodontal submetido à força ortodôntica. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
17. Shimizu N. et. al. Inhibition of Prostaglandin E2 and Interleukin 1- β Production by Low-power Laser Irradiation in Stretched Human Periodontal Ligament Cells. *J Dent Res* 1995; 7: 1382-1388.
18. Sousa MV, Scanavini MA, Sannomiya EK, Velasco LG, Angelieri F. Influence of lowlevel laser on the speed of orthodontic movement. *Photomed Laser Surg* 2011; 29:191-196.
19. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of lowlevel laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med Sci* 2008; 23:27-33.
20. Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012; 141:289-297.
21. Domínguez A, Gómez C, Palma JC. Effects of low-level laser therapy on orthodontics: rate of tooth movement, pain, and release of RANKL and OPG in GCF. *Lasers Med Sci* 2015; 30:915-923.
22. Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res* 2006; 9:38-43.
23. Dalaie K. et. al. Effect of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement: a clinical investigation. *J Dent Tehran University of Med Sci* 2015; 12:249-256.
24. Löe H. The Gingival Index, the Plaque Index, and the Retention Index. *J Periodon* 1967; 38:610-616.
25. Khadra M. et al. Enhancement of bone formation in rat calvarial bone defects using low-level laser therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2004; 97:693-700.

FIGURES**Figure 1. Canine retraction mechanics.**

Source: Copyright.

Figure 2. Laser irradiation.

Source: Copyright.

Figure 3. Measurement of tooth movement in cast models using digital capiter.



Source: Copyright.

TABLES

Table I. Mean and standard deviation of the amount (mm) of canine distalization in both groups control and laser.

Control		Laser		Mean Difference	p^1 Value
Mean	SD	Mean	SD		
2,41	1,42	3,00	1,07	0,59	ns

P^1 value obtained by t-test paired (Control versus Laser);

SD standard deviation;

ns, not significant ($p > 0.05$).

Table II. Mean and standard deviation of the OTM rate in both groups control and laser.

Control		Laser		Mean difference	p^1 Value
Meand	SD	Mean	SD		
0,91	0,61	1,14	0,40	0,23	ns

P^1 value obtained by t-test paired (Control versus Laser);

SD standard deviation;

ns, not significant ($p > 0.05$).

Table III. Comparison of the maxillary and mandibular OTM rate between Control and Laser groups.

	<u>Mean</u>	<u>SD</u>	<u>Mean</u> <u>difference</u>	<u>P¹ value</u>
<u>MAXILA</u>				
Control	1,05	0,49	0,37	ns
Laser	1,19	0,43		
<u>MANDIBULA</u>				
Control	0,78	0,71	0,30	ns
Laser	1,09	0,38		

¹P value obtained by t-test paired (Control versus Laser);

SD standard deviation;

ns, not significant (p> 0.05).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho é parte de um projeto que objetiva investigar a influência do LBI na taxa da MDO. Existem poucos estudos na literatura e estes não apresentam um consenso sobre se o LBI pode provocar efeitos estimulatórios ou inibitórios na MDO. Também não encontramos estudos que avaliem um protocolo com os parâmetros ideais de utilização (dose, comprimento de onda, regime de aplicação). Assim sendo, decidimos realizar este estudo preliminar para verificarmos se os parâmetros recomendados pelo fabricante poderiam afetar a velocidade de movimentação.

Além da avaliação da taxa de MDO, coletamos o fluido gengival crevicular (FGC) com o objetivo de avaliar se estas possíveis alterações na MDO ocorrem em função de mudanças na concentração de citocinas e quimiocinas que estão diretamente relacionadas à remodelação óssea. Assim, para a coleta do FGC utilizamos filtros de papel absorvente (Periopaper®, Oral Flow, Amityville-NY, USA) nos sítios distovestibulares e distolinguais dos caninos dos grupos experimental e controle. Os dentes foram previamente isolados com roletes de algodão, limpos e secos com seringa de ar. Em seguida, o Periopaper® foi inserido no sulco gengival até encontrar resistência do tecido e mantido por 30 segundos (GENC et al., 2013). O volume das amostras do FGC absorvidas pelos periopapers foi mensurado pelo Periotron® 8000 (Oraflow Inc., Plainview, NY, USA), e em seguida foram armazenadas em tubos de plástico de 1,5 ml e estão mantidas congeladas a -80°C até serem analisadas. Essas coletas do FGC foram realizadas em 4 tempos, inicial (T0) e após 24 horas após aplicação do LBI, ou seja, nos dias 1, 4 e 8.

Entre as dificuldades encontradas na realização deste trabalho, a seleção da amostra foi um dos grandes obstáculos. Apesar de haver inúmeros pacientes esperando vaga para tratamento ortodôntico, quando se aplica os critérios de inclusão e exclusão a fim de se obter uma amostra específica e homogênea, o número se reduz drasticamente. Este trabalho se iniciou com 22 pacientes e 8 não permaneceram na pesquisa (que representariam 16 arcos). A adesão voluntária e, ao mesmo tempo, a exigência de estar presente semanalmente na clínica de ortodontia da PUC, bem como a falta de colaboração tanto em relação à higiene oral quanto aos cuidados com os acessórios ortodônticos, impediram um número maior dessa amostra.

Dessa forma, considerando as respostas biológicas e os fatores ambientais envolvidos na MDO, o número de participantes neste estudo pode ser um fator limitante e os resultados devem ser interpretados com cautela. Por fim, novos estudos devem ser realizados a fim de

avaliar se diferentes parâmetros do LBI podem influenciar na MDO, e entender os mecanismos pelos quais o laser influencia as respostas celulares e moleculares que envolvem a remodelação óssea. A partir desses conhecimentos, doses inibitórias e estimulatórias poderiam ser definidas e, assim, estabelecer parâmetros para que os ortodontistas possam utilizar essa tecnologia a favor de seus tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ALTAN, B.A. et al. Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. **Lasers in Medical Science**, v.27, n.1, p. 131-140, Jan. 2012.
- ANDRADE JÚNIOR, I.; SOUZA, A.B.S.; SILVA, G.C. novas modalidades terapêuticas para modular o movimento dentário ortodôntico. **Dental press Journal of Orthodontics**, v.19, n.5, p. 136-149, Sept./Oct. 2014.
- ANDRADE JÚNIOR, I.; TADDEI, S.A.; SOUZA, P.E. Inflammation and tooth movement: the role of cytokines, chemokines and growth factors. **Seminars in Orthodontics**, v.18, n.4, p. 257-269, Dec. 2012.
- BISHARA, S.E.; OSTBY, A.W. White Spot Lesions: Formation, Prevention, and Treatment. **Seminars in Orthodontics**, v.14, n.3, p. 174-182, Sept. 2008.
- BUSCHANG, P.H.; CAMPBELL, P.M., RUSO, S. Accelerating Tooth Movement With Corticotomies: Is It Possible and Desirable? **Seminars in Orthodontics**, v.18, n.4, p. 286-294, Dec. 2012.
- CARNEIRO, A.R.. **Efeitos do laser de baixa intensidade na expressão de quimiocinas no ligamento periodontal submetido à força ortodôntica**. 2015. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- COLLAN, M.J.; PAPLEY, J.W.; COBB, C.M. Bioestimulation of wound healing by low-energy laser irradiation. **Journal of Clinical Periodontology**, v. 23, p. 492-296, 1996.
- COLLINS, M.K.; SINCLAIR, P.M. The local use- of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.94, n.4, p. 278-284, Oct. 1988.
- CRUZ, D.R. et al. Effects of low intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. **Lasers in Surgery and Medicine**, v.35, n.2, p. 117-120, 2004.
- DALAIE, K. et. al. Effect of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement: a clinical investigation. **Journal of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences**. v. 12, n. 4, p. 249-256, Apr. 2015.
- DOMÍNGUEZ, A.; GÓMEZ, C.; PALMA, J.C. Effects of low-level laser therapy on orthodontics: rate of tooth movement, pain, and release of RANKL and OPG in GCF. **Lasers in Medical Science**, v.30, p. 915-923, 2015.
- DOSHI-MEHTA, G.; BHAD-PATIL, W.A. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.141, n.3, p. 289-297, Mar. 2012.

FISHER, T.J. Orthodontic Treatment Acceleration with Corticotomy-assisted Exposure of Palatally Impacted Canines. **Angle Orthodontist**, v.77, n.3, p. 417-420, 2007.

FUJITA, S. et al. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. **Orthodontics Craniofacial Research**, v.11, p. 143-155, 2008.

GEIGER, A.M. et al. Reducing white spot lesions in orthodontic populations with fluoride rinsing. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.101, n.5, p. 403-407, May. 1992.

GENC, G. et al. Effect of low-level laser therapy (LLLT) on orthodontic tooth movement. **Lasers in Medical Science**, v.28, n.1, p. 41-47, Jan. 2013.

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

KAWASAKI, K.; SHIMIZU, N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. **Lasers in Surgery and Medicine**, v.26, n.3, p. 282-291, 2000.

KIM, S.J. et al. Effects of Low-Level Laser Therapy After Corticision on Tooth Movement and Paradental Remodeling. **Lasers in Surgery and Medicine**, v. 41, p. 524-533, 2009.

KOBAYASHI, Y.; UDAGAWA, N.; TAKAHASHI, N. Action of RANKL and OPG for osteoclastogenesis. **Critical Reviews in Eukaryotic Gene Expression**, v.19, n.1, p. 61-72, 2009.

KRISHNAN, V.; DAVIDOVITCH, Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.129, n.4, p. 469e1- 469e32, Apr. 2006.

LEE, S.K.; LORENZO, J. Cytokines regulating osteoclast formation and function. **Current Opinion in Rheumatology**, v.18, n.4, p. 411-418, July 2006.

LIMPANICHKUL, W. et al. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. **Orthodontics and Craniofacial Research**, v.9, n.1, p.38-43, 2006.

LÖE, H. The Gingival Index, the Plaque Index, and the Retention Index. **Journal of Periodontology**, v.38, p. 610-616, 1967.

NEVES, L.S. et.al. A utilização do laser em Ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.10, n.5, p. 149-156, 2005.

OZAWA, Y. et al. low-laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. **Bone**, v.22, n.4, p. 347-354, Apr. 1998.

PRIETO, M.G.L.; DAINESI, E.A.; KAWAUCHI, M.Y. O uso do ultra-som na movimentação dentária induzida. **Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.10, n.5, p. 83-98, Sept./Oct. 2005.

RISTIC, M. et al. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances on periodontal tissues in adolescents. **Orthodontics and Craniofacial Research**, v.10, p. 187–195, 2007.

SAITO, S.; SHIMIZU, N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.111, n.5, p. 525-532, May 1997.

SEGAL, G.R.; SCHIFFMAN, P.H.; TUNCAY, O.C. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. **Orthodontics and Craniofacial Research**, v.7, p. 71-78, 2004.

SHIMIZU, N. et. al. Inhibition of Prostaglandin E2 and Interleukin 1- β Production by Low-power Laser Irradiation in Stretched Human Periodontal Ligament Cells. **Journal of Dental Research**, v. 74, n.7, p. 1382-1388, 1995.

SKIDMORE, K.J. et al. Factors influencing treatment time in orthodontic patients. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.129, n.2, p. 230- 238, Feb. 2006.

SODEK, J.; McKEE, M.D. Molecular and cellular biology of alveolar bone. **Periodontology** 2000, v. 24, p.99-126, 2000.

SOUSA, M.V. et al. Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. **Photomedicine and Laser Surgery**, v.29, n.3, p. 191-196, 2011.

TEITELBAUM, S,L. Bone resorption by osteoclasts. **Science**. v.289, p. 1504-1508, Sept. 2000.

YAMAGUCHI, M. RANK/ RANKL /OPG during orthodontic tooth movement. **Orthodontics and Craniofacial Research**. v.12, p. 113-119, 2009.

YAMAGUCHI, M. et al. Low-laser irradiation facilitates the velocity of tooth movement and the expression of matrix metalloproteinase-9, cathepsin k, and alpha (v) beta (3) integrin in rats. **European Journal of Orthodontics**, v.32. p. 131-139, Feb. 2010.

YAMASAKI, K. Clinical application of prostaglandin E1 (PGE₁) upon orthodontic tooth movement. **American Journal of Orthodontics**, v.85, n.6, p. 508–518, June. 1984.

YOUSSEF, M. et al. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. **Lasers in Medical Science**, v.23, n.1, p. 27-33, 2008.

ANEXO A – Aprovação do comitê de ética em pesquisa

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Efeitos do laser de baixa intensidade na remodelação óssea induzida por força ortodôntica

Pesquisador: ALESSANDRA RAID CARNEIRO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 29333414.9.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 731.586

Data da Relatoria: 12/08/2014

Apresentação do Projeto:

A ortodontia é uma especialidade da odontologia cuja prática tem se tornado cada vez mais presente na vida de grande parte da população, não só pelo seu apelo funcional como também estético. Porém, existe uma constante necessidade por parte dos pacientes e ortodontistas em ter um tratamento eficaz e eficiente, com maior conforto ao paciente e menor tempo possível. Diversos mecanismos têm sido estudados buscando alcançar estes objetivos e um dos mais notórios é o uso do Laser terapêutico de baixa intensidade (LBI). Sua função, entre outras, está em acelerar a movimentação ortodôntica dentária (MDO) e, portanto, reduzir o tempo do tratamento ortodôntico. Devido à carência de estudos em humanos nessa área, pouco ainda se sabe sobre seus efeitos nos mecanismos celulares e moleculares envolvidos na remodelação óssea induzida por força ortodôntica. O estudo destes mecanismos é de fundamental importância para a compreensão dos efeitos do LBI na MDO, o que permitirá no futuro otimizar sua utilização clínica para acelerar a movimentação ortodôntica, reduzindo tempo, custos e desconforto para os pacientes, além de possíveis efeitos deletérios nos tecidos dentários e de suporte. Consistirá de 30 pacientes saudáveis (Grupo I e Grupo II, de ambos os sexos, que necessitam de exodontia de pelo menos 2 pré-molares bilaterais maxilares e/ou mandibulares, como parte do tratamento

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228

Bairro: Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517

Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.propg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer: 731.586

ortodôntico). Serão excluídos pacientes em uso de medicamentos que possam interferir no metabolismo ósseo, tais como anti-inflamatórios, antibióticos e suplementos hormonais, aqueles com presença de mordida cruzada esquelética, hábitos parafuncionais e/ou interferência oclusal. Caninos impactados com dilaceração de raiz também serão critérios de exclusão, pois dificultam o movimento dentário e aumentam as chances de reabsorção de raiz.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar os efeitos do laser de baixa intensidade (LBI) na remodelação óssea e MDO.

Objetivos Secundários:

a) Avaliar os efeitos do LBI na expressão dos mediadores inflamatórios TNF- α , CCL2, CCL3, CCL5 e IL-10 por células do ligamento periodontal de dentes submetidos ou não à força ortodôntica.

b) Avaliar a influência do LBI na reabsorção radicular induzida por força ortodôntica. c) Avaliar o efeito do LBI na taxa de MDO.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: para o pesquisador não há riscos previsíveis. Entretanto, mesmo o tratamento convencional implica em algum nível de risco e/ou desconforto.

Benefícios:

Tratamento ortodôntico com tempo de execução reduzida.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

ndn.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Pela aprovação do projeto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228

Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517

E-mail: cep.proppg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



Continuação do Parecer: 731.586

Considerações Finais a critério do CEP:

BELO HORIZONTE, 29 de Julho de 2014

Assinado por:
CRISTIANA LEITE CARVALHO
(Coordenador)

ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

N.º Registro no CEP: CAAE - 29333414.9.0000.5137

Título do Projeto: Efeitos do laser de baixa intensidade na remodelação óssea induzida por força ortodôntica.

Prezado (a) Senhor (a),

Este Termo de Consentimento pode conter palavras que você não entenda. Peça ao pesquisador que explique as palavras ou informações não compreendidas completamente.

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que estudará o efeito do Laser na aceleração da movimentação dos dentes durante o tratamento ortodôntico. O planejamento do seu tratamento ortodôntico inclui a extração de dentes pré-molares e utilização de aparelho para movimentar os dentes a ser removido e posteriormente os caninos. O Laser de baixa intensidade é utilizado para tratamento de vários problemas na boca, como inflamação, e não causa lesões na boca. Alguns pesquisadores já observaram que a aplicação do Laser acelera a movimentação dos dentes durante a utilização de aparelhos, o que pode facilitar o tratamento ortodôntico. Para participar desta pesquisa, solicito sua autorização para que os pesquisadores realizem a aplicação do Laser antes e durante a extração dos dentes pré-molares, os quais tem indicação de extração conforme planejamento do seu tratamento. Solicito também autorização para coletar material raspado das raízes dos dentes extraídos e realizar coleta do líquido que sai do sulco da gengiva dos dentes caninos antes e durante a movimentação do dente pelo aparelho ortodôntico.

A aplicação do Laser não causa nenhum risco e/ou desconforto ao paciente e consiste em um feixe de luz. A extração dos dentes pré-molares será realizada conforme é feito para todos os dentes, sob anestesia local. A coleta do fluido do sulco da gengiva dos dentes caninos será realizada colocando uma fina fita de papel dentro do sulco da gengiva, o que não causa nenhum desconforto ao paciente. Todos esses procedimentos são indolores e serão realizados por um pesquisador com experiência. A participação nesta pesquisa não trará riscos adicionais a você. Espera-se que, como resultado deste estudo, você possa contribuir para o melhor conhecimento sobre como o Laser atua nas células, acelerando o tratamento, o que auxiliará os ortodontistas a executarem tratamentos mais eficientes e em menor tempo.

Você não terá nenhum gasto com a sua participação no estudo, apenas custo de deslocamento e não receberá pagamento pelo mesmo. Não haverá ressarcimento de custos. Sua participação neste estudo é voluntária. Você tem o direito de não querer participar ou de sair deste estudo a qualquer momento.

A sua identidade será mantida em sigilo. Os resultados do estudo serão sempre apresentados como o retrato de um grupo e não de uma pessoa. Dessa forma, você não será identificado (a) seja para propósitos de publicação científica ou educativa.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, coordenado pela Prof.^a Cristiana Leite Carvalho, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone 3319-4517 ou email cep.proppg@pucminas.br.

Os pesquisadores responsáveis pelo estudo poderão fornecer qualquer esclarecimento sobre o estudo, assim como tirar dúvidas, bastando contato no seguinte endereço e/ou telefone:

Nome dos pesquisadores: **Alessandra Raid Carneiro** (aluna do Mestrado em Ortodontia da PUC Minas). E-mail: aleraid@hotmail.com e **Ildeu Andrade Junior** (Professor do Departamento de Odontologia da PUC Minas). E-mail: ildeu_andrade@yahoo.com.br. Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500, prédio 46, clínica 2, Coração Eucarístico, Belo Horizonte, MG, CEP 30310-060. Telefone: 31 3319-4412.

Declaração de Consentimento

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Autorizo a aplicação do Laser, coleta de material do meu dente após extração e coleta do líquido do sulco gengival, além da utilização dos mesmos para a realização dos experimentos científicos. Permito também a utilização dos resultados para propósitos de publicação científica ou educativa, respeitando sempre meu direito de não ser identificado (a). Confirmo também que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade. Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo.

Nome do participante (em letra de forma):

Assinatura do participante ou representante legal

Data

Nome (em letra de forma) e assinatura do pesquisador

Data

ANEXO C – Termo de assentimento

TERMO DE ASSENTIMENTO

(Elaborado de acordo com a Resolução 466/2012-CNS/CONEP)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Efeitos do laser de baixa intensidade na remodelação óssea induzida por força ortodôntica” realizada pela aluna do mestrado em Ortodontia Alessandra Raid Carneiro e orientada pelo Professor Dr. Ildeu Andrade Jr. cujo objetivo é avaliar o efeito do Laser na aceleração da movimentação dos dentes durante o tratamento ortodôntico.

Para realização deste trabalho usaremos aparelhos fixos e molas, que vão ajudar a movimentar os dentes e o Laser. Para que se consiga colocar todos os dentes na posição correta, é necessário que sejam removidos 04 dentes (primeiros pré-molares) que será feito logo antes de colocar o aparelho fixo.

Seu nome assim como todos os seus dados serão mantidos sob sigilo absoluto, antes, durante e após o término da pesquisa. Quanto aos riscos e desconfortos, este estudo não apresenta riscos e/ou desconfortos em relação ao uso do Laser. Os resultados desta pesquisa irão ajudar ao dentista a usar um mecanismo que acelera a movimentação dos dentes, diminuindo assim o tempo de tratamento e beneficiando tanto o profissional quanto o paciente.

Durante o desenvolvimento da pesquisa você tem os seguintes direitos: a) garantia de esclarecimento e resposta a qualquer pergunta; b) liberdade de abandonar a pesquisa a qualquer momento, mesmo que seu pai ou responsável tenha consentido sua participação, sem prejuízo para você ou para seu tratamento.

Você não terá nenhuma despesa ao participar desta pesquisa, exceto de deslocamento. Nos casos de dúvidas você deverá falar com seu pai, mãe ou responsável, para que ele procure o pesquisador responsável, a fim de resolver seu problema. Os dados do pesquisador encontram-se ao final deste documento.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, coordenado pela Prof.^a Cristiana Leite Carvalho, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone 3319-4517 ou email cep.proppg@pucminas.br

Assentimento Livre e Esclarecido

Eu (_____) confirmo que recebi todos os esclarecimentos necessários, e concordo em participar desta pesquisa. Desta forma, assino este termo, juntamente com o pesquisador responsável, em duas vias, ficando uma via sob meu poder e outra em poder do pesquisador.

Assinatura do menor

Data ____/____/____

Nome:

Endereço:

Fone: ()

Alessandra Raid Carneiro

Data ____/____/____

. Pesquisadora responsável: Alessandra Raid Carneiro - Av. Dom José Gaspar, 1183 - Coração Eucarístico - CEP 30535 610 - Belo Horizonte/MG. Fone: (31) 3319-4412 - e-mail: aleraid@hotmail.com

. Professor orientador: Ildeu Andrade Jr. - Av. Dom José Gaspar, 500 – Prédio 46 - Clínica 2- Coração Eucarístico CEP 30535 901 - Belo Horizonte/MG. Fone: (31) 3319-4456 - e-mail: ildeu_andrade@yahoo.com.br

CEP PUC Minas: Av. Dom José Gaspar, 500 – Prédio 3 - 2º andar – sala: 228. Coração Eucarístico - CEP 30535 901 - Belo Horizonte/MG. Telefone: (31) 3319-4517 – email: cep.proppg@pucminas.br