DANIELLA PRADO FERREIRA GÜNTHER

**Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento
dentário ortodôntico**

São Paulo

2016

DANIELLA PRADO FERREIRA GÜNTHER

**Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento
dentário ortodôntico**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas para obter o título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Ortodontia

Orientador: Profa. Dra. Gladys Cristina Dominguez-Morea

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Günther, Daniella Prado Ferreira.

Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico / Daniella Prado Ferreira Günther; orientador Gladys Cristina Dominguez-Morea -- São Paulo, 2016.

144p. fig., tab., graf. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Ortodontia. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Movimentos ortodônticos. 2. Fototerapia. 3. Tratamentos ortodônticos.
I. Dominguez-Morea, Gladys Cristina. II. Título.

Ferreira-Günther. Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: em: 27/01/2017

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). Gladys Cristina Dominguez-Morea ..

Instituição: FO-USP Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Jorge Abrão

Instituição: FO-USP Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). André Tortamano

Instituição: FO-USP Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Marcia Masi

Instituição: ACDBS Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Luis Antônio de Arruda Aidar

Instituição: UNISANTA Julgamento: Aprovada

A minha mãe Dulce Léa Prado Ferreira,

Pela sua eterna dedicação à minha pessoa.

Por ser o meu exemplo de mãe, mulher e profissional.

Mãe, amo você acima de tudo!

Ao meu marido José Rubens,

*Seu apoio, respeito, carinho e compreensão
permitiram que este sonho se tornasse uma realidade.*

Serei eternamente grata por sua ajuda ao longo do curso.

É maravilhoso poder compartilhar a vida ao seu lado.

Eu te amo !!!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*A **DEUS**, por sempre oferecer oportunidades abençoadas, por me proteger do desânimo e fortalecer-me em todos os momentos da minha vida.*

*Aos meus pais, **Fernando** (cuja saudade realimenta o amor que jamais será apagado de meu coração) e **Dulce** (meu exemplo de vida), por terem sido meus primeiros mestres e modelos. Ao meu segundo pai **João Carlos**, sempre dando grande incentivo nas horas difíceis e transmitindo conhecimentos preciosos, imprescindíveis para a minha formação pessoal e profissional. Obrigada por ter me escolhido como sua filha!*

*Ao meu irmão **Fernado**, sua amizade e seu apoio são fundamentais na minha vida. Obrigada pelos conselhos em momentos de desânimo. Amo muito vc !!!!*

*Em especial ao meu amigo e exemplo **Professor Dr. Diógenes Ferreira**, que é a pessoa mais importante na minha carreira como Ortodontista. Exemplo de profissional por excelência.*

Obrigada pela amizade, ensinamentos, incentivo e amor desprendidos a minha pessoa!

*Ao meu irmão de coração **Professor Dr. André Francisco**, idealizador desta pesquisa, exemplo brilhante de profissional e ser humano. Agradeço a Deus a oportunidade de conviver profissionalmente com o vocês !!!!*

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A estimada

Professora Dra. Galdys Cristina Dominguez-Morea,
por ser a orientadora desse trabalho, pela transmissão de
conhecimentos fundamentais para a minha formação e
amadurecimento na etapa do curso de doutorado. Sem sua
orientação esse trabalho não teria começado; sempre o
conduzindo com muita seriedade, ciência e profissionalismo.

Agradeço de coração, o carinho, a amizade e a
paciência com a minha pessoa durante o meu período de
aluna nessa instituição. Talvez ainda não saiba disso, mas
você foi a pessoa que permitiu a realização de um grande
sonho meu, estudar na Universidade de São Paulo. Obrigada
por acreditar em mim e me dar essa oportunidade!

A você, professora, minha eterna gratidão!

AGRADECIMENTOS

*Ao **Professor Dr. João de Paiva**, Professor Titular da Disciplina de Ortodontia da Universidade de São Paulo, pela oportunidade de cursar este conceituado programa de Doutorado e pelo convívio harmonioso.*

*Ao **Professor Dr. André Tortamano**, pela amizade e o carinho por mim demonstrados. Foram muito importantes seus ensinamentos clínicos e científicos durante o curso de doutorado.*

*Ao **Professor Dr. Camillo Morea**, seu profissionalismo, seriedade e incentivo à pesquisa é um exemplo para nós, obrigada por estar sempre disponível. Seu apoio profissional foi fundamental para a realização deste trabalho.*

*Ao **Professor Dr. Júlio Wilson Vigorito**, que durante meu estágio no Departamento e ao longo do curso de Doutorado me orientou e iniciou a respeito do verdadeiro sentido de estarmos aqui - Energia Vital !!!! O senhor é uma pessoa especial. Sou eternamente grata por seus ensinamentos.*

*Aos **Professores Doutores da disciplina de Ortodontia da Universidade de São Paulo**, Prof. Dr. João Batista de Paiva, Profa. Dra. Gladys Cristina Dominguez-Morea, Prof. Dr. André Tortamano, Prof. Dr. Jose Rino Neto, Prof. Dr. Jorge Abrão, Prof. Dra. Solange Mongelli de Fantini, e Prof. Dra. Lylian Kanashiro pelos exemplos e ensinamentos transmitidos durante a minha permanência no departamento de Ortodontia, transmitidos sempre com muita dedicação.*

*A **Professora Dra. Maria Gabriela Haye Biazevic**, exemplo de competência e serenidade, obrigada por me receber nos momentos de insegurança e por passar seus conhecimentos, paz e tranquilidade.*

*A **Professora Dra. Patricia Freitas**, sempre receptiva e gentil, obrigada por transmitir seus conhecimentos que agregaram importantes considerações em nosso trabalho científico.*

*Ao **Professor Dr. Deocleciano da Silva Carvalho**, “o eterno mestre”, por ser um grande amigo e professor com quem sempre temos o que aprender, principalmente através do exemplo de ética, dedicação e seriedade profissional. Jamais esquecerei que a base do meu conhecimento ortodôntico foi obtida através de sua equipe empenhada em transmitir todos os ensinamentos possíveis para uma prática segura e eficiente da Ortodontia.*

*Ao **Professor Marcos Maeda**, por ter realizado a brilhante análise estatística desse trabalho.*

*Aos **Participantes da Pesquisa**, minha mais profunda gratidão por depositarem confiança em meu trabalho clínico e pela oportunidade de poder realizar em vocês uma pesquisa científica tão importante.*

*À **empresa 3M/Unitek**, que forneceu os braquetes Smat Clip SL utilizados nesta pesquisa.*

*A **empresa Biolux**, que forneceu os aparelhos de LED utilizados nesta pesquisa.*

*Às grandes amigas: **Professora Dra. Marcia Masi**, **Professora Dra. Carla Scanavini** e **Professora Dra. Taiana Baldo Esteves**, pelo amor, carinho, paciência além da confiança e do respeito. Realmente, somos uma equipe que se completa. Amo muito conviver e trabalhar com vocês !!!!*

*Ao **Professor Dr. Luís Antônio de Arruda Aidar**, pela amizade e generosidade. Obrigada por sua carta de indicação para meu ingresso nesta Universidade. Sempre por perto, interessado em compartilhar as descobertas científicas e experiências da vida profissional e pessoal.*

*As amigas do curso de Doutorado e grandes colaboradoras da pesquisa **Simone Peixe Friedrichsdorf, Taiana Baldo Esteves e Renata Faria**, por me ajudarem com tanto amor e amizade. Tenho a certeza que se não fossem vocês, hoje eu não estaria concluindo essa etapa da minha vida. Vocês foram imprescindíveis durante esse período. Não mediram esforços para me ajudar a realizar as tarefas do doutorado. Levo vocês em meu coração.*

*Aos estagiários **Vitor Fukushima e Yoo Chang Choi** que estão sempre prontos e dispostos a nos ajudar na clínica.*

*Aos meus colegas de turma do programa de pós-graduação: **Anelise, Almir, Daniele, Fabio, Felipe, Helena, Liana, Lilian, Lucas, Michelle, Patrick, Reanata, Ricardo, Simone, Tadeu e Taiana**, pela convivência e a amizade durante o período de curso.*

*A amiga **Professora Dra. Mariana de Aguiar Bulhões Galvão** pela ajuda e conselhos. Sabemos que nada é conquistado na vida sem cumplicidade e companheirismo.*

*A minha amiga **Professora Dra. Tarcila Triviño**, amizade antiga desde o ensino fundamental, companheira no curso de mestrado, sempre disposta a ajudar !!!!! Muito obrigada por me indicar na clínica da Professora Cristina onde iniciei meu estágio na FO-USP.*

*A todos os funcionários desta Universidade, em especial, a **Viviane T. Passiano, Edina B. Souza, Edilson L. Rodrigues, Ronaldo Carvalho,***

pela constante assistência prestada. Sem vocês não conseguiríamos obter os tão almejados títulos e realizar as tão sonhadas pesquisas.

*Ao **Professor Dr. Oswaldo Yamaguto**, por ceder prontamente por tanto tempo seu paquímetro digital, fundamental para a obtenção dos dados e resultados desta pesquisa. Sua generosidade e contribuição foram preciosas. Serei eternamente grata!!!*

*A bibliotecária **Professora Dra. Glauci Elaine Damasio Fidelis** pela competente revisão e adequação deste trabalho nas normas da FO-USP.*

*Ao apoio sempre prestado com muita dedicação e carinho do **Sr. Marcos Alípio**, que realiza o cuidadoso trabalho de impressão dos nossos trabalhos, muito obrigada por estar sempre disposto a nos ajudar e tranquilizar a qualquer hora.*

*A minha assistente, **Carla Azevedo**, por estar ao meu lado sempre que precisei. Em todos os momentos que solicitei sua ajuda para com o consultório, sempre esteve a minha disposição. Muito Obrigada!*

Aos meus pacientes, que compreenderam todas as vezes que precisei me ausentar do atendimento clínico.

*Aos meus **alunos e alunas do curso de especialização**, com quem aprendo todos os dias a melhor maneira de transmitir os meus conhecimentos. Sabiam que vocês são fundamentais na vida de um professor.*

*À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela bolsa de estudo concedida.*

*“Amar a prática sem teoria é como
navegar sem leme e sem
bússola e não saber onde ancorar”.*

(da Vinci)

RESUMO

Ferreira-Günther. Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia: 2016. Versão Corrigida.

O objetivo neste estudo foi avaliar a velocidade de movimentação dentária no fechamento dos espaços durante a fase de retração em pacientes ortodônticos, submetidos a tratamento com extração dos primeiros pré-molares. Foram selecionados 18 pacientes sendo 9 homens e 9 mulheres, com idades entre 13 e 18 anos, alocados sequencialmente em dois grupos: LED (GLED) composto por dez pacientes (5 H, 5 M) que fizeram auto aplicação com aparelho de LED, durante 10 minutos diários, durante a fase de retração ortodôntica, por um período de 12 semanas e Controle (GC), composto por oito pacientes (4 H, 4 M) que não aplicaram o LED durante a mesma fase. O fechamento dos espaços das extrações foi obtido com mecânica de deslize com arcos de aço com calibre 0.019" x 0.025" e molas de níquel-titânio com 200g de força, ativadas a cada 4 semanas. A mecânica escolhida permitiu-nos analisar 36 quadrantes e não 18 pacientes e isto justifica o tamanho final da nossa amostra: GLED 20 quadrantes superiores e 16 quadrantes inferiores e GC 16 quadrantes superiores e 12 quadrantes inferiores. Na arcada superior a retração foi ancorada em mini-implantes ortodônticos, e na arcada inferior sem acessórios de ancoragem e por este motivo foram avaliadas separadamente. Para avaliar o fechamento dos espaços, após calibragem, um único operador realizou dois tipos de medições: clínicas e em modelos de estudo, com compasso de ponta seca e paquímetro digital modificado, considerando quatro variáveis consistentes em distância entre os dois dentes vizinhos ao espaço da extração. Os resultados mostraram que do início (T0) ao término do período de observação (T3) não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, exceto na medição dos modelos da arcada inferior, nas variáveis 1,3 e 4, com maior redução dos espaços no GLED: GLED > GC. Observou-se também diferença significativa entre os grupos apenas na variável 1 do GLED na medição dos modelos da arcada inferior, no sentido de maior velocidade entre T1 e T2. Não houve diferença estatística entre os tipos de medidas realizadas clinicamente e nos modelos de estudo. Independentemente da aplicação ou não do LED observou-se uma significativa redução dos espaços ao longo do tempo em ambos os grupos, tanto da arcada

superior, como na arcada inferior, que permitiu o sucesso do tratamento ortodôntico. Com base nos resultados pôde-se concluir que o protocolo de aplicação do LED utilizado na casuística estudada não caracterizou diferencialmente os grupos estudados. Porém, por ser um método novo na avaliação da influência sobre a movimentação dentária, sem dados na literatura para comparar os nossos, faz-se necessário a realização de estudos futuros que testem protocolos de mecânica ortodôntica e aplicação de LED.

Palavras-chave: Movimentação Ortodôntica. LED. Fototerapia.

ABSTRACT

Ferreira-Günther. Evaluation of the influence of photobiomodulation on the speed of orthodontic tooth movement [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia: 2016.Versão Corrigida.

The aim of this study was to evaluate the speed of tooth movement in space closure during the retraction stage, in orthodontic patients submitted to treatment with first premolar extractions. Eighteen (18) patients undergoing orthodontic treatment were selected, of whom 9 were men, and 9 women, age-range between 13 and 18 years, sequentially allocated to two groups. LED (GLED) composed of ten patients (5 M, 5 W) who performed self-application with a LED appliance, for 10 minutes daily, during the stage of orthodontic retraction, for a period of 12 weeks, and the Control Group (GC), composed of eight patients (4 M, 4 W) who did not apply LED during the same stage. Space closure of the extractions was obtained with sliding mechanics with steel archwires, caliber 0.019" x 0.025" and nickel-titanium springs with 200 g of force, activated every 4 weeks. The mechanics chosen allowed the authors to analyze 36 quadrants and not 18 patients, and this justified the final size of our sample: GLED 20 maxillary quadrants and 16 mandibular quadrants; and GC 16 maxillary quadrants and 12 mandibular quadrants. In the maxillary arch, retraction was anchored on orthodontic mini-implants and in the mandibular arch, no anchorage accessories were used; and for this reason, they were evaluated separately. To evaluate space closure, after calibration a single operator performed two types of measurements: clinical, and in study models, by using a dry tip compass and modified digital pachymeter, considering four variables of distances between the two neighboring teeth, compatible with the extraction space. The results showed that from the beginning (T0) up to conclusion of the observation period (T3) there was no statistically significant difference between the groups, except for the measurements of the mandibular arch models, in the variables 1,3 and 4, showing greater reduction of the spaces in GLED: $GLED > GC$. The authors also observed significant difference between the groups only in variable 1 of GLED, in the measurements of the mandibular arch models, showing greater velocity between T1 and T2. There was no statistical difference between the types of measurements performed clinically and those in the study models. Irrespective of the application, or no application of LED, a significant reduction was observed in the spaces over time in both groups, both in the

maxillary and mandibular arches, which allowed the orthodontic treatment to be successful. Based on the results, the authors could conclude that the LED application protocol used in the casuistic studied did not characterize the groups studied in a differential manner. However, since this was a new method for evaluating the influence on tooth movement, without data in the literature to compare with those of the authors, it is necessary to conduct future studies that test the orthodontic mechanics and LED application protocols.

Keywords: Orthodontic movement. LED. Phototherapy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Espectro eletromagnético. Comprimento de onda medido em nanômetros.....	27
Figura 2.1 - Luz branca decomposta em cores individuais com o auxílio do prisma A luz laser possui um só comprimento de onda e não se decompõe no prisma.....	32
Figura 2.2 - O laser tem comportamento de luz	32
Figura 2.3 - O laser é uma luz monocromática	33
Figura 2.4 - Comprimentos de onda coerente e incoerentes no tempo e no espaço	33
Figura 2.5 - O laser é uma luz passível de sofrer colimação, caminha de maneira paralela, diferente da luz comum que se perde no tempo e no espaço.	34
Figura 2.6 - Desenho ilustra a penetração do laser em função do seu comprimento de onda.....	35
Figura 2.7 - Ação fotoquímica do laser na membrana celular	38
Figura 2.8 - Aplicativo de mola instalada no molar até os incisivos centrais e os pontos de aplicação do LELI	43
Figura 2.9 - Mola instalada na mesial do primeiro molar.....	44
Figura 2.10 - Dispositivo helicoidal.....	47
Figura 2.11 - Mini-implante separado por 15mm	48
Figura 2.12 - Apresentação clínica do aparelho <i>Extra-oral OrthoPulse™</i> a-f ; um conjunto com quatro matrizes flexíveis com LED incorporado, apoiados em uma estrutura para apoio na face e ajustes como um óculos	56

Figura 2.13 - <i>OrthoPulse™</i> A- visão da parte interna do aparelho, B - malha de LED com o aparelho em funcionamento e C - aparelho em uso na arcada superior)	60
Figura 2.14 - Foto Intra e extrabucal do <i>Invisalign</i> associado ao <i>OrthoPulse™</i>	60
Figura 4.1 - LED <i>OrthoPulse™</i> . Dispositivo de silicone com LED em funcionamento	65
Figura 4.2 - LED <i>OrthoPulse™</i> . Dispositivo instalado para aplicação boca toda	66
Figura 4.3 - LED <i>OrthoPulse™</i> . Controle para adicionar protocolo de tratamento....	67
Figura 4.4a - Colagem indireta nos modelos.....	69
Figura 4.4b - Moldeira de transferência.....	69
Figura 4.4c - Moldeira de transferência pronta para colagem indireta	69
Figura 4.5 - Fase de retração ortodôntica. Foto intrabucal frente	72
Figura 4.6 - Fase de retração ortodôntica. Foto intrabucal lateral direita	73
Figura 4.7 - Fase de retração ortodôntica. Foto intrabucal lateral esquerda	73
Figura 4.8 - Paquímetro Digital Convencional.....	76
Figura 4.9 - Paquímetro Digital Modificado	76
Figura 4.10 - Compasso de ponta seca (<i>Dentaurum, Ispringer, Germany</i>)	76
Figura 4.11 - Compasso de ponta seca. Medição Clínica	77
Figura 4.12 - Transferência e tomada da medida em mm.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 -Diferenças entre Laser e LED.....	39
Tabela 4.1 -Prescrição MBT [®] dos braquetes utilizados	70
Tabela 5.1 -Resultados do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass	86
Tabela 5.2 -Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov	86
Tabela 5.3 -Resultados de GC para a arcada superior.....	87
Tabela 5.4 -Resultados de GC para a arcada inferior.....	88
Tabela 5.5 -Resultados de GLED para a arcada superior	89
Tabela 5.6 -Resultados de GLED para a arcada inferior.	90
Tabela 5.7 -Resultados de GC para a arcada superior.....	91
Tabela 5.8 -Resultados de GC para a arcada inferior.....	92
Tabela 5.9 -Resultados de GLED para a arcada superior.	93
Tabela 5.10 - Resultados de GLED para a arcada inferior.....	94
Tabela 5.11 - Resultados de Variáveis Clínicas para a arcada superior.	95
Tabela 5.12 - Resultados de Variáveis Clínicas para a arcada inferior.	96
Tabela 5.13 - Resultados de Variáveis Modelos para a arcada superior.	97
Tabela 5.14 - Resultados de Variáveis Modelos para a arcada inferior.	98

Tabela 5.15 - Resultados de Variáveis Clínicas para a arcada superior.	99
Tabela 5.16 - Resultados de Variáveis Clínicas para a arcada inferior.	100
Tabela 5.17 - Resultados de Variáveis Modelos para a arcada superior	101
Tabela 5.18 - Resultados de Variáveis Modelos para a arcada inferior	102

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 51. - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 1: ponta de cúspide dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3 103
- Gráfico 52. - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 2: ponta de cúspide dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3 104
- Gráfico 5.3. - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 3: ponta de cúspide dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3 105
- Gráfico 5.4. - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 4: ponta de cúspide dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3 106
- Gráfico 5.5. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: clínicas na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudadas 107
- Gráfico 5.6. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: clínicas na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudada 108
- Gráfico 5.7. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: modelos na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudadas 109
- Gráfico 5.8. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: modelos na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudadas 110
- Gráfico 5.9. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas:clínicas na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3 111

Gráfico 5.10. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas:clínicas na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3	112
Gráfico 5.11. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas:modelos na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3	113
Gráfico 5.12. - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas:modelos na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AsGaAl	Arseneto de Gálio e Alumínio
ATP	Adenosina Trifosfato
BMD	<i>Bone Mineral Density</i>
Ca ⁺⁺	Cálcio
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
H	Homens
He-Ne	Hélio- Neônio
ICC	Coeficiente de Correlação Intraclasse
IHQ	Imuno – Histoquímica
IHG	Interlandi <i>Headgear</i>
Laser	<i>light amplification by stimulated emission of radiation</i>
LBI	laser de baixa intensidade
LCD	<i>liquid cristal display</i>
LELI	<i>low-energy laser irradiation</i>
LED	<i>light emitting diode</i>
LLLT	<i>low-energy laser therapy</i>
LII	<i>índice de Little II</i>
M	<i>Mulheres</i>
Na ⁺ K ⁺	Sódio Potássio
NiTi	Níquel -Titânio
RANK	<i>receptor activator of NFkB</i>
RANKL	<i>receptor activator of NFkB ligand</i>
RFA	<i>ressonance frequency analysis</i>
RNA	Ácido Ribonucleico
VAS	Escala Analógica Virtual

LISTA DE SÍMBOLOS

cN	centiNewtons
cm ²	centímetro quadrado
g	gramas
gF	gramas de força
J	joules
J/cm ²	joules por centímetro quadrado
%	porcentagem
mm	milímetros
mW	microwatts
nm	nanômetros
®	<i>registered sign</i>
s	segundos
TM	<i>trade mark</i>
W	watts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	26
2	REVISÃO DE LITERATURA	30
2.1	DEFINIÇÃO E FUNDAMENTOS FÍSICOS DO LASER E DO LED	32
2.2	MECANISMO DE AÇÃO DO LASER E DO LED.....	37
2.3	TERAPIA COM LASER DE BAIXA INTENSIDADE E LED EM ORTODONTIA.....	39
2.3.1	Efeitos na movimentação dentária induzida ortodonticamente (estudos em animais).....	39
2.3.2	Efeitos na movimentação dentária induzida ortodonticamente (estudos clínicos)	50
3	PROPOSIÇÃO	61
4	MATERIAL E MÉTODOS	63
4.1	MATERIAL	64
4.1.1	Casuística	64
4.1.2	Descrição do aparelhode LED <i>OrthoPulse™</i>	65
4.2	MÉTODOS	67
4.2.1	Tratamento Ortodôntico	67
4.2.1.1	Montagem do aparelho ortodôntico e preparo de ancoragem.....	68
4.2.1.2	Fase de Alinhamento e Nivelamento.....	70
4.2.1.3	Fase de retração	71
4.2.1.4	Fase de Finalização e Intercuspidação	74
4.2.1.5	Fase de Remoção e Contenção	74
4.2.2	Documentações Ortodônticas.....	74
4.2.2.1	Modelos de estudo durante a fase de retração..	75
4.2.2.2	Medição Clínica e em Modelos de Estudo	75
4.2.2.3	Descrição do Paquímetro Digital	75
4.2.2.4	Descrição do Compasso de Ponta Seca	76
4.2.3	Uso do aparelho de LED	78
4.2.3.1	Protocolos de aplicação do sistema <i>IntraoralOrthoPulse™</i>	78

4.2.4	Protocolos de avaliação da velocidade de movimentação ortodôntica	78
4.2.4.1	Variáveis clínicas.....	80
4.2.4.1	Variáveis anatômicas em modelos de estudo..	82
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	84
4.3.1	Metodologia Estatística	84
5	RESULTADOS.....	85
6	DISCUSSÃO	115
7	CONCLUSÕES	120
	REFERÊNCIAS.....	122
	ANEXO.....	132

1 INTRODUÇÃO

A busca por recursos que diminuam o tempo do tratamento ortodôntico considerando que os pacientes queixam-se frequentemente da demora do mesmo, tem sido motivação para estudos e pesquisas que abordem esse tema atualmente. A fotobiomodulação tem como principal objetivo acelerar o processo de movimentação dentária por meio de ativação celular com o feixe de luz infravermelho que pode variar de 600 à 1000 nanômetros (nm). A redução do tempo de tratamento ortodôntico em 50% ou mais, pode resultar em diminuição da “ansiedade quanto ao final do tratamento” dos pacientes e, conseqüentemente, aumento da aceitação em particular para os tratamentos ortodônticos em adultos, além de diminuir o potencial de complicações (lesão de cárie, periodontites, gengivites, reabsorção radicular etc).

Existem várias abordagens biológicas para acelerar o tratamento ortodôntico como injeção local de prostaglandinas(1, 2), injeção local de $1,25 (\text{OH})_2\text{D}_3$ (3, 4) injeção local de Osteocalcina(5) e alterações no metabolismo do cálcio alveolar(6). Há também as técnicas cirúrgicas, como a corticotomia, para facilitar a movimentação ortodôntica(7) corticotomia piezoelétricas, baseada em cirurgia menos invasiva(8), aplicações da vibração cíclica usando *AcceleDent System*(9, 10) e a fotobiomodulação, resultante da terapia com luz de em baixa intensidade na faixa do espectro do infra e do vermelho (Figura 1.1) (11, 12).

Figura 1.1 - Espectro eletromagnético. Comprimento de onda medido em nanômetros

O LED (*light emitting diode*) é uma fonte de luz monocromática, não coerente e não colimada que tem sido utilizada recentemente como uma alternativa para os lasers, por possibilitarem uma maior área de aplicação, além de um menor custo quando comparado aos lasers.

Os lasers nas faixas de espectro de emissão no vermelho ou próximo do gama infra-vermelho (600 – 1000nm) assim como alguns LEDs (emissores de luz com matrizes de diodos) vem sendo relatados com efeitos biológicos benéficos em muitos tipos de lesões bucais. Com a fotobiomodulação tem-se observado o aumento do metabolismo mitocondrial e a facilidade na cicatrização de lesões além de promover a angiogênese na pele, ossos, nervos, músculos esqueléticos e em neurônios primários(13).

Vários estudos foram realizados sobre a fotobiomodulação na atividade metabólica óssea in vitro e os autores concluíram que houve aumento no número de osteócitos(14, 15) e na produção de colágeno(16), além do aumento da síntese de DNA(17, 18) e do número de nódulos minerais(19). Outros autores observaram ainda que a fotobiomodulação aumentou a diferenciação e proliferação dos osteoblastos humanos(20), além do aumento a atividade osteoblástica(21). Outros autores também observaram o aumento da proliferação de fibroblastos e formação de osteóide, promovendo uma ossificação mais rápida(22).

Atualmente, com o objetivo de acelerar a reparação do tecido ósseo em Odontologia, as pesquisas estão embasadas no tratamento com luz de baixa intensidade ou fotobiomodulação. Iniciaram-se pesquisas para observar a regeneração óssea na implantodontia, por meio da aplicação de LED, a qual utilizou os benefícios desse estímulo para acelerar o processo de ósteo integração e estabilidade do implante dentário(23, 24). Em Ortodontia, foram realizadas pesquisas com testes em animais(25, 26), além de estudos clínicos mais recentes com a utilização do LED para avaliar o efeito da fotobiomodulação na reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico e também a redução do tempo de tratamento. Os resultados desses estudos clínicos ainda são controversos principalmente no que diz respeito a redução do tempo de tratamento e aceleração da movimentação dentária(12, 27-31).

Alguns aspectos da movimentação dentária sob efeito da terapia com LED necessitam uma abordagem mais detalhada, assim sendo, o objetivo deste estudo é avaliar a velocidade de movimentação dentária durante o fechamento do espaço, na fase de retração, em pacientes em tratamento ortodôntico padrão, com a mecânica MBT® (com braquetes *Smart Clip*™) que tiveram indicação ortodôntica de realizar extração dos quatro primeiros pré-molares para correção da má oclusão apresentada e submetidos a fototerapia com LED.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Einstein em 1917 foi o primeiro autor que descreveu sobre a manipulação da luz com o conceito de laser (*light amplification by stimulated emission of radiation*), que significa, amplificação da luz através da emissão estimulada de radiação, processo pelo qual uma forma de energia se converte em energia luminosa. Desde então, tem-se observado a interação da luz com os tecidos através de várias maneiras, tais como absorção, reflexão, dispersão e transmissão de energia(32).

A fotobiomodulação refere-se ao fenômeno que evidencia as alterações celulares a partir do fornecimento de luz, em comprimentos de onda específicos. Os estudos concentram-se na avaliação de duas ferramentas de fotobioestimulação: o Laser de baixa potência (LLLT- *Low-Level Laser Therapy*) e o Diodo Emissor de Luz(LED –*Light Emitting Diode*)(29).

2.1 DEFINIÇÃO E FUNDAMENTOS FÍSICOS DO LASER E DO LED

O laser é formado por um feixe de luz coerente que se concentra numa área pequena e bem definida. Praticamente não existe dispersão neste feixe luminoso, ao contrário de uma lâmpada, cujos raios luminosos se espalham abrangendo grande área (Figura 2.1)(33).

Figura 2.1- Luz branca decomposta em cores individuais com o auxílio do prisma. A luz laser possui um só comprimento de onda e não se decompõe no prisma.

Fonte:www.nupen.com.br

O laser apresenta o comportamento de luz e pode ser refletido, absorvido ou transmitido, sofrendo ou não espalhamento no processo (Figura 2.2).

Figura 2.2 - O laser tem comportamento de luz.

Fonte:www.nupen.com.br

A radiação laser se diferencia da luz comum sob vários aspectos por ser uma luz com características especiais, tais como: monocromaticidade, coerência e unidirecionalidade(34).

- **Monocromaticidade:** a luz laser é composta de fótons, todos da mesma cor e com o mesmo comprimento de onda. É, portanto, uma luz pura (Figura 2.3).

Figura 2.3 – O laser é uma luz monocromática

Fonte: www.nupen.com.br

- **Coerência:** a luz laser é coerente, com fótons de mesmo comprimento de onda que se propagam na mesma direção (em fase, no tempo e espaço). Uma importante vantagem da luz laser ser coerente é a sua possibilidade de focalização em regiões diminutas (Figura 2.4).

Figura 2.4 - Comprimentos de onda coerentes e incoerentes no tempo e no espaço.

Fonte: www.nupen.com.br

- **Colimação ou direcionalidade:** a luz laser é unidirecional e, por ser paralela ao eixo do tubo que produz esse tipo de energia, o feixe laser possui divergência angular muito pequena, ou seja, o feixe de fótons é paralelo. A pequena divergência permite que por meio de um sistema de lentes se consiga concentrar toda a energia do laser de uma forma precisa em um ponto focal, obtendo-se maior concentração de energia ou brilho (Figura 2.5).

Figura 2.5- O laser é uma luz passível de sofrer colimação, caminha de maneira paralela, diferente da luz comum que se perde no tempo

Fonte: www.nupen.com.br

O laser é classificado na literatura de acordo com a potência de emissão de radiação, sendo dividido em: laser de alta intensidade ou alta potência (que apresentam potencial de corte, vaporização e hemostasia, utilizado em cirurgias), laser de média intensidade ou *mid-laser* (utilizado em fisioterapia) e o laser de baixa intensidade (LBI), também chamado de laser terapêutico, laser mole, laser frio ou *soft-laser* que permite radiações baixas, sem potencial de corte, comumente utilizado na Odontologia, pois possui ação analgésica, anti-inflamatória e de biomodulação tecidual(35, 36). A emissão de luz do laser, é estimulada por uma substância radioativa, como gases de hélio-neônio (He-Ne) e os de diodo: arseneto de gálio (AsGa) e arseneto de gálio e alumínio (AsGaAl)(34).

Uma das principais características na escolha do tipo de laser a ser utilizado, é o comprimento de onda (unidade de medida: nanômetros-nm), pois é através

dele e das características ópticas do tecido irradiado, que é definida a profundidade de penetração da luz no tecido alvo, o que determina o modo de interação laser-tecido (Figura 2.6). Assim, dependendo da estrutura celular que se deseja atingir, é utilizado o comprimento de onda mais apropriado. Os comprimentos de onda mais empregados para realizar a laserterapia de baixa intensidade estão na faixa do vermelho visível (de 630 a 700nm), indicado para terapia de tecidos mais superficiais como pele e mucosa, e infravermelho (de 700 a 904nm), que é uma faixa bem próxima ao vermelho visível, apresenta maior profundidade de penetração podendo interagir com estruturas mais profundas(37, 38).

Figura 2.6 - Desenho ilustra a penetração do laser em função do seu comprimento de onda.

Fonte: www.nupen.com.br

Os LEDs são emissores de luz com matrizes de diodos (*Light Emitter Diode*) e se diferenciam do laser de baixa potência nos seguintes aspectos: a coerência, a faixa de comprimento de onda e a divergência do feixe. O laser é coerente, monocromático e colimado, já o LED é uma fonte de luz monocromática, não coerente e não colimada podendo apresentar alta divergência(34). Outra diferença dos LEDs está na forma de gerar a luz que é produzida por um mecanismo de emissão espontânea de radiação(39).

Os LEDs tem sido recentemente utilizado como uma terapia alternativa para o laser, pois possibilitam uma maior área de aplicação com um baixo custo quando comparado com o laser (Tabela 2.1), e têm sido utilizado e investigado na área biológica(29).

Tabela 2.1: Diferenças entre Laser e LED

	<i>LASER</i>	<i>LED</i>
Custo	▲	▼
Segurança	▼	▲
Aquecimento	▲	▼
Foco	Pontual	difuso
Visitas Clínicas	▲	¼
Feixe	Coerente	Incoerente
Energia Utilizada	▲	▼
Aparelho	Grande	Pequeno

Para que seja possível entender, medir, escolher e controlar a irradiação dos tecidos a serem tratados, é necessário também que se conheça o conceito de algumas grandezas físicas(37).

- Potência (W): informa a capacidade de um equipamento de fornecer energia, provocando maior ou menor reação biológica.

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

- Densidade de energia, fluência ou dose (J/cm^2): é a quantidade de energia aplicada no tecido com relação à área sobre a qual esta energia é aplicada. A unidade de medida é joule por centímetro quadrado(J/cm^2).

- Energia (J): quantidade de luz depositada no tecido tratado, sendo expressa em joules(J).

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

2.2 MECANISMO DE AÇÃO DO LASER E DO LED

Karu(40), descreveu em seu estudo o mecanismo de ação dos lasers com a emissão de radiação de luz visível ao infravermelho. Observou que dependendo do comprimento de onda utilizado, a energia era transmitida diretamente para as mitocôndrias (vermelho visível: 630 a 700nm) ou para a membrana celular (infravermelho: 700 a 904nm). Com o comprimento de onda na faixa do infravermelho observou um aumento de íons de Cálcio (Ca^{++}) intracelular no citoplasma, com um aumento da permeabilidade da membrana celular devido às alterações do potencial da bomba de sódio-potássio (Na^+K^+). Isto promoveu também o aumento da síntese proteica, acelerando a duplicação de DNA, replicação de RNA e aceleração do metabolismo celular. A entrada de Ca^{++} para o meio intracelular também permitiu a ativação de diversos processos metabólicos dependendo da função específica de cada célula, por exemplo, em osteoblastos a presença de Ca^{++} intra celular, ocasionou um maior estímulo para a produção de osteocalcina e conseqüentemente uma maior formação de tecido ósseo. A mesma resposta final ocorreu com o comprimento de onda no vermelho visível, onde observou a ativação da cadeia respiratória mitocondrial, resultando no início de uma cascata que promoveu a sinalização celular e aumento da produção de ATP (adenosina trifosfato) no ponto irradiado. Concluiu em seu estudo que a ação fotoquímica do laser vermelho e infravermelho acelerou o metabolismo celular (Figura 2.7).

Figura 2.7 - Ação fotoquímica do laser na membrana celular

O laser de baixa potência atua em nível celular, provocando modificações bioquímicas, bioelétricas e bioenergéticas, aumentando o metabolismo, a proliferação e maturação celular, a quantidade de tecido de granulação e na diminuição dos mediadores da inflamação, propiciando o processo de cicatrização(35). Além disso, a terapia com laser de baixa potência promove a proliferação das células do ligamento periodontal, com o aumento de osteoclastos e melhora na microcirculação local e consequente estímulo na movimentação dentária(41-43).

Clinicamente a fototerapia pode ser usada no consultório odontológico com facilidade, por não ser invasiva e de não apresentar efeitos colaterais significantes(44, 45). As limitações clínicas para a aplicação da fototerapia consistem na irradiação direta sobre a glândula tireóide, células cancerígenas(46), processos sépticos e gestantes.

Os efeitos da terapia com laser de baixa potência são dose dependentes. A dose da irradiação ou densidade de energia é um dos parâmetros mais importantes deste tipo de terapia. Se a dose for muito baixa, os resultados podem não ser alcançados e se for muito alta, o efeito desejado pode ser inibido. A fototerapia pode ser estimulante ou inibitória dependendo da dose utilizada(44, 47).

Os estudos com fotobiomodulação apresentam resultados ainda bastante controversos no que se refere a quantidade de movimentação ortodôntica devido a grande diversidade de parâmetros avaliados e ausência de protocolos pré estabelecidos(42, 48, 49).

Os efeitos fotobiomoduladores do LED nos tecidos e suas alterações no metabolismo celular vem sendo pesquisado por alguns autores *in vivo* e *in vitro*(50-52). *In vitro* Vinck et al.(50), avaliaram a proliferação de fibroblastos comparando diferentes tipos de LED com laser e concluíram que ambos induzem efeitos benéficos as células. Efeitos similares nos fibroblastos também foram reportados por Huang et al.(52). *In vivo*, o LED tem sido utilizado em tratamento de dor e na reparação de tecidos com resultados satisfatórios(53, 54).

Chung relatou que a fotobioestimulação pode ser terapêuticamente aplicada por meio de lasers de baixa intensidade e por meio dos LEDs. Uma vez que, ambos utilizam um comprimento de onda infra-vermelho em média de 730-850nm, o mais apropriado para se obter o efeito fotobioestimulatório(29).

Recentemente, outro aspecto favorável da fototerapia com LED foi ressaltado nos estudos de Ekizer et al.(12), onde observaram um efeito positivo sobre a estabilidade de mini-implantes durante a mecânica de distalização de caninos.

2.3 TERAPIA COM LASER DE BAIXA INTENSIDADE E LED.EM ORTODONTIA

2.3.1 Efeitos na movimentação dentária induzida ortodonticamente (estudos em animais)

“O movimento ortodôntico é um processo inflamatório que leva à reabsorção óssea no lado de pressão e a neoformação no lado de tensão. A laserterapia poderia favorecer esse processo, por sua capacidade de acelerar a neoformação óssea”(55).

Além da dor pós-ativação ortodôntica, uma das grandes queixas dos pacientes que se submetem ao tratamento ortodôntico é o tempo prolongado de tratamento. Na literatura encontramos vários recursos que tentam promover uma movimentação dentária mais rápida e desta forma, minimizar o tempo de tratamento. Muitos trabalhos em animais demonstram os efeitos da terapia com laser de baixa intensidade e sua influência na aceleração da movimentação ortodôntica.

Um dos primeiros trabalhos publicados em 2000 foi o de Kawasaki e Shimizu(42). Os autores investigaram os efeitos do laser de baixa intensidade na velocidade e remodelação óssea durante a movimentação ortodôntica. Para isso, selecionaram 24 ratos divididos em dois grupos. Um grupo foi irradiado com laser e o outro não. Em ambos os grupos, foram instaladas molas de aço para movimentação mesial dos primeiros molares superiores esquerdos liberando uma força de 10 gramas (g). Ao redor do dente a ser movimentado, foi aplicado laser de diodo (AsGaAl), emitindo luz de potência 100mW, comprimento de onda 830nm por 3 minutos em cada ponto, num total de 3 pontos. Depois de 12 dias da aplicação, as distâncias da movimentação foram mensuradas utilizando modelos obtidos nos dias 0, 1, 2, 4 e 12. No grupo submetido ao laser, a quantidade de movimentação dentária foi significativamente maior do que o grupo sem irradiação. Para verificação da quantidade de osso depositado, injeções de calceína foram administradas nos dias 0, 4, 8 e 12. No décimo terceiro dia os ratos foram sacrificados para análise histológica do tecido ósseo. Os autores concluíram que o laser de baixa intensidade, promoveu a aceleração da remodelação óssea em ratos. Segundo os autores, o laser estimulou a proliferação celular e a diferenciação de osteoblastos, resultando no aumento da formação óssea, o que beneficiaria o tratamento ortodôntico.

Em 2006, Goulart et al.(56), estudaram o efeito da irradiação do laser (AsGaAl), sobre a velocidade da movimentação ortodôntica em primeiros molares e segundo pré-molares de cães. Para este estudo foi utilizado uma amostra com dezoito cães divididos em dois grupos. Um dispositivo ortodôntico, foi colocado entre o primeiro molar e o segundo pré-molar. O Grupo I foi irradiado com laser em uma densidade de energia de $5,25 \text{ J/cm}^2$ na área alveolar correspondente ao terço médio da raiz distal do segundo pré-molar, no lado direito, enquanto que o

lado esquerdo foi usado como grupo de controle. O Grupo II foi submetido ao mesmo procedimento, mas foi irradiado com uma dose de energia de $35,0 \text{ J/cm}^2$. Irradiações foram feitas em intervalos de 7 dias, para um total de nove irradiações. A distância entre os segundos pré-molares e primeiros molares foi medida a cada 21 dias. Pôde-se concluir que no primeiro período de observação (0 a 21 dias), houve aumento na velocidade de movimentação ortodôntica no lado que foi irradiado a $5,25 \text{ J/cm}^2$. Enquanto o lado irradiado com $35,0 \text{ J/cm}^2$ apresentou um retardo na movimentação, em ambos os períodos de observação, de 0 a 21 dias e de 0 a 42 dias. Concluiu-se nesse estudo, que o laser pode acelerar a movimentação ortodôntica dependendo da dose de energia aplicada. Contudo, dosagens altas, de 35 J/cm^2 , por exemplo, podem retardá-la.

No ano seguinte, Seifi et al.(48), num estudo em coelhos, comparou dois comprimentos de ondas diferentes (850 e 630nm) e as suas influências sobre a quantidade de movimentação ortodôntica. Neste estudo experimental selecionaram 18 coelhos albinos machos, divididos em três grupos: irradiados com laser de comprimento de onda a 850nm, grupo irradiado com laser de comprimento de onda a 630nm e o grupo controle sem irradiação a laser. Todos os grupos receberam molas fechadas de NiTi (Níquel – Titânio) na distal dos primeiros molares, liberando uma força de aproximadamente 100/120 gramas de força (g/F). O laser foi aplicado uma vez por dia, durante nove dias, em contato com a gengiva por palatino ao redor do primeiro molar superior. Os parâmetros utilizados no grupo laser de 850nm utilizou uma potência de 5mW, com um ponto de aplicação e duração de 3 minutos, totalizando 8,1J. O grupo laser 630nm utilizou uma potência de 10mW, com um ponto de aplicação e duração de 5 minutos, e um total de 27J de energia. Após 16 dias, a distância entre a distal do primeiro molar e mesial do segundo molar foi mensurada com um paquímetro digital nos 3 grupos. Os resultados da análise macroscópica demonstraram uma diminuição da movimentação ortodôntica nos grupos 850nm e 630nm comparados ao grupo controle, porém não houve uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos irradiados. Os autores concluíram que ainda não se pode afirmar que o laser de baixa intensidade reduzem a velocidade de movimentação ortodôntica, sendo que mais estudos nesta área seriam necessários.

Fujita et al.(57), para esse estudo de 2008, utilizaram 75 ratos Wistar, que tiveram o primeiro molar mesializado por meio de mola com 10 gramas de força, apoiada nos incisivos. Os ratos foram divididos em três grupos com 25 animais cada, sendo que um grupo teve aplicação de laser de diodo (AsGaAl), com comprimento de onda de 810nm, 100 mW de potência, aplicado em contato com as porções gengivais mesial, vestibular e lingual dos primeiros molares, 3 minutos por ponto do dia 0 ao dia 7, totalizando $54\text{J}/\text{cm}^2$; segundo grupo teve aplicação de luz emissora de diodo – LED (comprimento de onda de 850nm e 75mW de potência, sendo 4 minutos por ponto para promover os mesmos $54\text{J}/\text{cm}^2$ do grupo irradiado com laser); o terceiro grupo não foi irradiado. Foram feitas moldagens com silicone para avaliar a quantidade de movimentação dos molares nos dias 0, 1, 2, 3, 4 e 7. Cada grupo teve ainda os animais divididos em 5 subgrupos com 5 ratos em cada de acordo com o dia em que foram sacrificados (dias 1, 2, 3, 4 e 7). Os autores concluíram que a quantidade de movimentação foi significativamente maior no dia 3 do grupo irradiado com laser em relação aos outros grupos. E a quantidade de osteoclastos na superfície óssea do lado de pressão também foi superior neste grupo. Portanto, estes resultados sugeriram que o laser de baixa potência estimula a velocidade do movimento dentário e promove remodelação óssea através da diferenciação de osteoblastos e de osteoclastos.

Yoshida et al.(58), desenvolveram no ano seguinte um estudo para examinar os efeitos do *low-energy laser irradiation* (LELI) na remodelação óssea alveolar durante a movimentação dentária experimental, e para observar a densidade mineral óssea (BMD). A amostra constou de 60 ratos, divididos em dois grupos com 30 animais cada, sendo um grupo irradiado e outro sem aplicação de laser. Para induzir a movimentação dentária experimental em ratos, foi utilizada uma mola fechada de NiTi de 10g, nos primeiros molares superiores direito apoiadas aos incisivos superiores (Figura 2.8). Em seguida, o laser de diodo (AsGaAl) foi aplicado nas faces: mesial, distal, vestibular e palatina dos molares, com comprimento de onda de 810nm, 100mW de potência e $54\text{J}/\text{cm}^2$ de densidade de energia. A movimentação dentária foi medida por 21 dias, pela micro-tomografia computadorizada. A quantidade da movimentação dentária no grupo irradiado com laser foi significativamente maior do que no grupo não irradiado até o final do período experimental. Além disso, em comparação com o

grupo não irradiado, a queda do BMD foi menor no grupo do laser. Concluíram que a aplicação do LELI acelerou a movimentação dentária através da estimulação da remodelação óssea alveolar.

Figura 2.8 - Aplicativo de mola instalada no molar até os incisivos centrais e os pontos de aplicação do LELI

O movimento dentário está intimamente relacionado com o processo de remodelação óssea. O resultado biológico, com a aplicação de uma força aos dentes, é a absorção de osso do lado de pressão e neoformação do lado de tração do osso alveolar. A fotobiomodulação a laser é capaz de proporcionar um aumento no metabolismo celular, no fluxo sanguíneo e drenagem linfática. Gama et al.(59), investigaram em 2010 a influência do laser de baixa potência na movimentação dentária em ratos. Trinta ratos Wistar machos foram divididos em dois grupos: controle e experimental. Os animais receberam molas para liberar uma força de 40g, com o objetivo de movimentar o primeiro molar superior para mesial. Foi utilizado, laser de baixa intensidade, comprimento de onda de 790nm, com dose de 4,5 J/cm² por ponto mesial e distal, por palatino. Para o lado vestibular a dose foi de 11 J/cm², e este procedimento foi repetido a cada 48 h, totalizando nove aplicações. A movimentação dentária foi avaliada clinicamente, após 7, 13 e 19 dias. Os resultados não mostraram diferença estatisticamente significativa, entre o grupo laser e o grupo controle, na quantidade de movimentação. Pôde-se concluir que a fototerapia a laser, com os parâmetros do presente estudo, não aumentou significativamente a quantidade de deslocamento do dente durante o movimento ortodôntico induzido em ratos.

O laser de baixa potência é considerado fator acelerador da reparação óssea, uma vez que estimula a microcirculação e aumenta o metabolismo celular, sendo assim, Habib et al.(60), verificaram as alterações histológicas decorrentes do uso da fotobiomodulação a laser, durante a movimentação dentária. Para isso utilizaram trinta ratos que foram divididos em dois grupos, e subdivididos de acordo com a morte dos animais. Metade dos animais de cada grupo, receberam mola fechada com 10g de força na mesial dos molares até os incisivos centrais superiores, e foram tratados com fototerapia a laser durante o movimento ortodôntico (Figura 2.9). Os animais foram sacrificados após 7, 13 e 19 dias após ativação ortodôntica. As amostras foram seccionadas, processadas, coradas, e utilizadas para avaliação semi-quantitativa por meio da microscopia óptica. Os resultados mostraram que a fotobiomodulação a laser influenciou positivamente aspectos importantes para a movimentação dentária como redução da densidade vascular e da inflamação, aumento da quantidade de osteoclastos e de colágeno, e também modulou a reabsorção dentária, nos ratos irradiados com o laser. Concluíram que a fototerapia a laser pode criar condições mais favoráveis para a remodelação óssea no periodonto em situações de movimentação ortodôntica induzida.

Figura 2.9 - Mola instalada na mesial do primeiro molar

Hubler et al.(61), avaliaram o efeito do *low-level laser therapy* (LLLT) sobre a composição química, e na estrutura cristalina óssea no local da distração osteogênica. Cinco coelhos foram submetidos à distração osteogênica e três

foram irradiados com laser AsGaAl, com comprimento de onda de 830nm, 40mW de potência e $10\text{J}/\text{cm}^2$ por ponto, aplicados diretamente na distração osteogênica durante a fase de consolidação em intervalos de 48 h. As amostras foram colhidas no final da fase de consolidação. Fluorescência de raio X (técnica não destrutiva que permite uma análise qualitativa e quantitativa dos elementos presentes em uma amostra), e difratômetro de raios X (permite a análise qualitativa e quantitativa da cristalinidade) foram utilizados para analisar a composição química, e a estrutura cristalina do osso no local da distração osteogênica. A análise da composição química e de cálcio (Ca^+) e fósforo (P) revelou taxas de mineralização maior no grupo laser. As análises demonstraram que a estrutura cristalina das amostras foram semelhantes aos de hidroxiapatita. Porcentagens de cristalinidade foram maiores em coelhos que receberam laser. Os resultados demonstraram que o laser de baixa intensidade teve efeito positivo sobre a biomodulação de osso recentemente formado.

Kim et al.(55), avaliaram os efeitos da irradiação a laser de baixa intensidade no *turnover* (regeneração) de fibronectina e colágeno tipo I em tecidos periodontais de ratos durante movimentação ortodôntica. Para isto, foi realizada análise imuno-histoquímica (IHQ), que consiste em um método de análise molecular dos tecidos, observado ao microscópio, para verificar a proliferação ou morte celular. Foram utilizados 30 ratos, sendo que 15 animais se submeteram à aplicação de LBI de AsGaAl, com comprimento de onda 808nm, 96mW de potência, irradiado por vestibular e lingual dos incisivos superiores, durante 10 segundos e densidade de energia de $0,83\text{J}/\text{cm}^2$; e 15 animais foram considerados como controle (sem aplicação do laser). A aplicação aconteceu uma vez ao dia durante sete dias. Os animais de ambos os grupos foram sacrificados nos dias 1, 3, 7, 14 e 21. Foi avaliada também a eficácia do laser em aumentar a velocidade da movimentação dentária. A análise imuno-histoquímica mostrou que a taxa de expressão de fibronectina se manteve maior e mais bem distribuída no grupo irradiado com laser, tanto no lado de pressão como no lado de tensão em relação ao grupo controle, assim como o colágeno tipo I, apresentou reorganização de suas fibras antecipadamente no grupo irradiado. Em relação à quantidade de movimentação dentária, os autores não observaram diferenças entre os grupos. Concluiu-se assim que a aplicação de LBI na dosimetria utilizada foi capaz de

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

O desenvolvimento de novas técnicas para acelerar o processo de reparação óssea tem proporcionado avanços significativos no tratamento de fraturas, Pires-Oliveira et al. (62), fizeram um estudo para determinar a ação de irradiação do laser AsGa na tíbia de ratas com osteopenia. Quarenta e oito ratas foram aleatoriamente divididas em grupo irradiado e não-irradiado. Os animais foram irradiados com laser a 904nm de comprimento de onda, densidade de energia a 50 J/cm^2 durante 2s. Metade dos animais foram sacrificados 7 dias após a consolidação, e a outra metade 21 dias após a cirurgia. A avaliação histológica demonstrou formação óssea nos animais do grupo irradiado a laser sacrificados em 7 dias. Uma menor porcentagem de formação óssea foi encontrada nas ratas sacrificadas após 21 dias. Contudo, todos os animais sacrificados após 21 dias apresentaram fechamento linear da lesão. Concluíram que o laser de baixa potência acelerou o processo de reparação das fraturas osteopenicas, especialmente na fase inicial de regeneração óssea.

Ainda em 2010, Marquezan et al.(63), apresentaram um estudo, para determinar os efeitos do laser de baixa potência sobre parâmetros macroscópicos e microscópicos da movimentação dentária. Para induzir a movimentação dentária experimental em ratos, 40cN (centinewtons) de força ortodôntica foram aplicados aos primeiros molares do lado esquerdo. Um laser de diodo AsGaAl com um comprimento de onda de 830nm e potência 100mW foi aplicado com densidade de energia de 6000 J/cm^2 na área em torno do dente a ser movimentado. Dois protocolos diferentes de aplicação foram utilizados nos grupos experimentais: um com irradiação diária e outro com irradiação durante as fases iniciais do movimento ortodôntico. Análises macroscópicas e microscópicas foram realizadas no 2º e 7º dia de movimentação dentária. Os resultados mostraram que não houve diferença na quantidade de movimentação dentária entre os grupos num mesmo tempo experimental. A análise qualitativa revelou maior atividade absorviva em tecido ósseo e cimento, nos grupos irradiados ao final de sete dias, especialmente quando as irradiações foram diárias. O protocolo composto de

aplicações diárias de laser de baixa potência fez aumentar o número de vasos sanguíneos e osteoclastos no ligamento periodontal ao final de sete dias, entretanto, inibiu a deposição de colágeno imaturo no lado de tração. Os achados deste estudo sugeriram que ambos os protocolos de irradiação testados não foram capazes de acelerar a movimentação dentária.

Altan et al.(64), em 2012, avaliaram os efeitos do laser de diodo na atividade de proliferação de osteoclastos e osteoblastos durante a movimentação dentária ortodôntica. Trinta e oito ratos foram utilizados para este experimento, e dividiram em 4 grupos. Um grupo controle e 3 grupos com movimentação dos incisivos superiores ortodonticamente por uma mola helicoidal fabricada com força de 20 g (Figura 2.10). O laser de diodo AsGaAl, com comprimento de onda de 820nm e 100mw, foi irradiado em 5 pontos (2 pontos na distovestibular, 2 na distopalatinae 1 na distal) do dente a ser movimentado, no primeiro, segundo e terceiro dia do experimento. O espaço do dente a ser movimentado foi medido através de um compasso digital. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para a quantidade de movimentação dentária entre o grupo de estudo e controle. Porém, o laser de baixa intensidade acelerou a remodelação óssea, estimulando a proliferação das células osteoclastos e osteoblastos durante a movimentação ortodôntica.

Figura 2.10 - Dispositivo helicoidal

No mesmo ano, Uysal et al.(25) avaliaram a estabilidade de mini-implantes submetidos a diferentes níveis de força, sob o efeito do efeito *light-emitting diode* (LED). A amostra constituiu-se de 60 mini-implantes ortodônticos instalados em cortical óssea. Foram selecionados 15 coelhos brancos machos, que receberam 2 mini-implantes em cada tíbia, cada mini-implante com comprimento de 8 mm e um diâmetro de 1,4 mm, separados por uma distância de 15mm (Figura 2.11). Molas de aço foram instaladas entre os dois mini-implantes sob diferentes níveis de força (0,150 e 300 cN) e os animais divididos aleatoriamente em grupos irradiados e controle. O LED foi irradiado aos mini-implantes, com 618 nm de comprimento de onda e 20mW/cm² de potência por 20 minutos diários durante 10 dias. Após 21 dias, a estabilidade dos mini-implantes foram avaliadas através de *resonance frequency analysis* (RFA). Os resultados mostraram, que houve um aumento significativo na estabilidade dos mini-implantes no grupo irradiado com LED quando comparado ao grupo controle, além da variação de acordo com o nível de força. Com isso, concluíram nesse trabalho que a terapia de fotobiomodulação com LED tem efeito favorável na fixação dos mini-implantes.

Figura 2.11 - Mini-implante separado por 15mm

Fonseca et al.(65), fizeram um estudo em 2013 sobre os efeitos da fototerapia utilizando aparelho de LED com comprimento de onda de 940nm, sobre a infiltração de células inflamatórias, e reabsorção radicular. Para isso,

foram analisados as movimentações ortodônticas em ratos. Vinte e cinco ratos foram divididos em quatro grupos experimentais: animais controle, controle com LED terapia, animais submetidos à força ortodôntica e submetidos à força ortodôntica com LED terapia. Nos dias 2, 3 e 4 após o tratamento ortodôntico, os grupos receberam irradiação com LED. Os autores observaram aumento de reabsorção radicular apenas no grupo submetido à força ortodôntica, com um aumento no número de osteoclastos e células inflamatórias. O grupo irradiado com LED e força ortodôntica aplicada, apresentou menor número de osteoclastos, células inflamatórias, presença de fibroblastos e vasos sanguíneos no ligamento periodontal quando comparado ao grupo controle sem irradiação. Os resultados sugeriram que a terapia com LED melhorou a reparação dos tecidos periodontais, com a diminuição da inflamação e da reabsorção radicular após a aplicação da força ortodôntica.

Ekizer et al.(26), a partir de um estudo de 2015, tiveram como objetivo avaliar a quantidade de movimentação ortodôntica, bem como a reabsorção radicular, sob o efeito do laser diodo terapêutico, LED. A investigação em questão avaliou doze ratos machos, que foram subdivididos em dois grupos: 1. Grupo tratado com aplicação de LED; 2. Grupo Controle. Ambos os grupos submetidos ao tratamento ortodôntico, e o mesmo utilizou uma mola nos dentes dos ratos, para movimentação, com força de 50cN. Os autores concluíram que a fotobiomodulação, com o laser diodo (LED), foi potencialmente eficaz na aceleração da movimentação ortodôntica, tendo a magnitude do movimentado aumentada em 1,55mm de taxa de movimentação no lado de exposição com a luz de LED, contra 1,06mm no grupo de controle e quanto a taxa de reabsorção, o grupo tratado pelo laser diodo (LED) apresentou taxa de reabsorção de 0,098%, contra o grupo controle 0,494%.

Shirazi et al.(66), apresentaram como objetivo do estudo, a verificação da eficácia do laser, na taxa de movimentação ortodôntica e o status histológico. Trinta ratos machos foram conduzidos ao estudo, o mesmo utilizou dois grupos de quinze animais. O grupo controle, não irradiado, recebeu um aparelho ortodôntico unilateral, já o grupo laser irradiado, recebeu um modelo *split-mouth*, com aparelho ortodôntico dos dois lados e a irradiação do laser apenas em um dos lados e considerou o outro lado contra lateral (grupo indiretamente irradiado). O aparelho ortodôntico utilizado foi uma mola de NiTi fechada de 5mm de comprimento e uma força de 60g,

conectando o molar ao incisivo. Os resultados sugeriram que o laser de baixa intensidade pode acelerar a velocidade de remodelação óssea, porém ressaltou a necessidade de pesquisas que encontrem a dosagem apropriada para ser aplicada em tecidos humanos.

Ge et al.(67), incluindo vários estudos baseados em modelos animais e seres humanos, investigou o efeito do laser de baixa intensidade na aceleração do movimento ortodôntico. Com o intuito de avaliar a aceleração do movimento dentário, no tratamento ortodôntico em seres humanos, foram utilizados alguns critérios de seleção e de exclusão, de uma lista de referência de artigos recuperados e atualizados. Esta revisão sistemática e meta-análise realizada em 2015, demonstrou que a laserterapia pode acelerar o movimento do dente em tratamento ortodôntico, sem comprovação estatística entre maxila e mandíbula, bem como a ausência de efeito colateral óbvio na terapia. Além da recomendação do uso de energia com densidade de energia relativamente baixa 2,5, 5 e 8 J/cm², pois a mesma foi considerada mais eficaz do que 20 J/cm² e 25 J /cm², apesar de ainda permanecer indeterminada a dosagem ideal.

2.3.2 Efeitos na movimentação dentária induzida ortodonticamente (estudos clínicos).

O primeiro trabalho clínico avaliando o laser de baixa intensidade durante a movimentação ortodôntica publicado na literatura foi em 2004 por Cruz et al.(41). A amostra foi constituída por onze pacientes tratados com extração de pré-molares para posterior retração dos caninos. Após a extração dos primeiros pré-molares, foi instalado aparelho ortodôntico fixo e iniciado o nivelamento e alinhamento até o fio retangular. A retração dos caninos foi realizada por meio de molas de níquel-titânio (NiTi) com força de 150g. O laser de diodo com comprimento de onda de 780nm, foi aplicado em apenas um dos lados escolhidos aleatoriamente com o seguinte protocolo de aplicação: potência de 20mW, densidade de energia 5J/cm², 10 pontos (5 vestibulares e 5 linguais) por um período de 10 segundos cada aplicação, resultando em energia por ponto de 0,2J.

As aplicações aconteceram no primeiro dia após ativação do aparelho e nos dias subsequentes: 3º, 7º e 14º de cada mês. Estas aplicações foram realizadas por 2 meses. Os autores observaram maior velocidade de movimentação nos caninos irradiados, em relação aos dentes placebos não irradiados, numa proporção de 34% a mais no período de tempo avaliado (60 dias). Os autores concluíram que o laser de baixa intensidade acelerou o movimento de dentes humanos e poderia, diminuir consideravelmente a duração do tratamento ortodôntico.

Posteriormente, Limpanchkul et al.(49), analisaram em 2006 doze pacientes adultos jovens tratados com extração dos primeiros pré-molares e retração dos caninos para o espaço da retração, ativados com molas NiTi à 150 g de força. Após as extrações, os dentes foram nivelados e alinhados até o fio 0,018" de aço e, a partir dessa fase, iniciou-se a retração dos caninos e as aplicações de laser, sendo um lado irradiado e o outro não. Os pacientes foram avaliados por 3 meses. O laser diodo (AsGaAl) com comprimento de onda de 860nm foi aplicado em 8 pontos ao redor de um dos caninos escolhidos aleatoriamente com o seguinte protocolo de aplicação: potência de 100mW, densidade de $25\text{J}/\text{cm}^2$, com uma dose de energia de 2,3J por ponto, durante três dias consecutivos. O mesmo procedimento foi repetido por mais 3 meses. Para verificar a movimentação dentária, foram feitas moldagens superiores nos 3 primeiros meses de tratamento, para medir e comparar o espaço da retração de ambos os lados, tendo como referência, as rugosidades palatinas. Para isso foi confeccionado um botão de acrílico em cima das rugosidades palatinas, e um arco passando até a mesial do canino. Esse dispositivo era colocado sob as moldagens de cada mês, e através do microscópio, avaliaram a quantidade de movimentação dentária. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa em relação à velocidade de movimentação ortodôntica entre o lado irradiado e o não irradiado.

Youssef et al.(43), utilizando os mesmos critérios de seleção da amostra de Cruz et al.(41), avaliaram em 2008 os efeitos do laser de diodo de baixa intensidade (AsGaAl) em retração inicial de caninos superiores e inferiores, tendo o contralateral como controle, durante o movimento ortodôntico e avaliaram também o nível de dor durante este tratamento. Foram selecionados 15 pacientes

adultos com idades entre 14 a 23 anos. O tratamento foi iniciado 14 dias após a extração de pré-molar e para a retração dos caninos foram instaladas molas bilaterais pré-fabricadas com fio *Elgiloy*, liberando 150g/força. O lado direito do maxilar superior e inferior, foram escolhidos para serem irradiados com o laser, nos dias 0, 3, 7, e 14 dias após ativação das molas, com o seguinte protocolo de aplicação: comprimento de onda de 809nm, potência de 100mW, dose de energia total de 8J ao redor da raiz do canino, 40 segundos em 3 pontos (cervical, médio e apical da raiz). Como foram irradiadas as faces vestibular e lingual, obteve-se um total de 6 pontos. A distância percorrida pelos caninos foi mensurada com um paquímetro digital em modelos de gesso que foram feitos a cada reativação das molas num intervalo de 21 dias. Os pontos de referência utilizados foram: ponta da cúspide mesial do primeiro molar e ponta da cúspide do canino do mesmo lado. Concluíram que a velocidade do movimento de retração dos caninos foi significativamente maior no grupo que recebeu aplicação do laser em comparação ao grupo não irradiado. Os resultados sugeriram que a terapia com laser de baixa intensidade pôde acelerar a movimentação dentária durante o tratamento ortodôntico.

Vieira(68), avaliou no ano seguinte, o efeito da terapia com laser de baixa potência na movimentação ortodôntica de caninos superiores, bem como seu efeito analgésico após as ativações. Sete pacientes foram selecionados para o estudo com indicação de exodontias dos primeirospré-molares superiores. Os dentes foram distalizados por meio de uma mola de NiTi fixada aos braquetes dos caninos até os mini-implantes, que exerceram uma ancoragem absoluta e temporária. O laser de diodo com comprimento de onda de 780nm (AsGaAl) foi aplicado 10 pontos ao longo das fibras periodontais do canino (5 vestibulares e 5 palatinos). O protocolo de irradiação foi de $5\text{J}/\text{cm}^2$ de densidade de energia, durante 10 segundos por ponto, totalizando 2J de irradiação. A aferição clínica do espaço percorrido pelos dentes, foi realizada por um paquímetro digital posicionado na margem gengival dos dentes (na distal do canino e na mesial do 2º pré-molar). A velocidade de retração dos caninos do lado irradiado com laser foi significativamente maior em 4 dos 7 pacientes. O resultado do trabalho sugeriu que o laser pode acelerar significativamente a movimentação dentária porém, futuras investigações devem ser realizadas a fim de proporcionar um efeito

positivo da laserterapia no aumento da velocidade de movimentação dentária.

A avaliação da influência do laser de baixa intensidade na movimentação ortodôntica durante todo o tratamento foi realizada por Camacho e Cujar(69). Para isso, em 2010 selecionaram 60 pacientes com má oclusão semelhante e dividiram em dois grupos: grupo laser e grupo controle. Foi aplicado laser infravermelho de comprimento de onda de 830nm, após cada ativação (troca de arcos), mensalmente com o seguinte protocolo: potência de 100mW, densidade de energia de 80J, por ponto 2,2J, dois pontos por dente (vestibular e lingual) durante 22 segundos ao longo de cada superfície, até o final do tratamento. Os autores concluíram que houve aceleração do movimento dentário e redução em média de 30% no tempo total de tratamento no grupo laser, quando comparado com o grupo controle.

No ano seguinte, Lage(70), avaliou a eficácia do laser de baixa intensidade (LBI) na aceleração da movimentação dentária e na diminuição da dor frente à aplicação de força ortodôntica. A amostra foi composta por 19 pacientes, todos com indicação para extrações de primeiros pré-molares. Destes, 66 caninos foram submetidos à retração inicial, sendo que 33 receberam aplicação de laser e 33 foram considerados controle. Utilizou-se o laser de baixa intensidade de arseneto de gálio e alumínio (AsGaAl), com comprimento de onda de 780nm, na dosimetria de 40mW de potência, $10\text{J}/\text{cm}^2$, 10s/ponto, aplicado apenas uma vez ao mês em dez pontos, sendo cinco por vestibular e cinco por lingual/palatino. Modelos de gesso foram confeccionados durante todos os meses de retração dos caninos, totalizando quatro meses, sendo, posteriormente, digitalizados para se mensurar a quantidade de movimentação de um lado em relação ao outro, utilizando-se como referência as papilas incisivas. Para a avaliação da dor experimentada pelos pacientes, os mesmos foram orientados a preencher uma escala analógica visual (VAS) que variava de “0” a “10”, em que zero significava nenhuma dor e dez significava dor insuportável, nos intervalos de 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação da força ortodôntica. Foi mensurado o apinhamento de todas as hemiarcadas dos pacientes na fase inicial, medindo-se a distância entre os pontos de contato de cada dente. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a quantidade de retração dos caninos irradiados comparados aos não irradiados, o mesmo acontecendo com a sensibilidade

dolorosa experimentada pelos pacientes. Concluiu-se assim que o LBI na dosimetria e forma como foi utilizado não foi eficiente na aceleração da movimentação dentária e na redução da dor experimentada pelos pacientes frente às forças ortodônticas.

Sousa et al.(71), investigaram em 2011 os efeitos do laser de baixa intensidade na velocidade da movimentação ortodôntica de caninos submetidos à retração inicial. A amostra constou de 26 caninos superiores e inferiores, submetidos à retração inicial realizada com mola NiTi, com força de 150g. Foram divididos em dois grupos: irradiados e não irradiados. Os caninos foram irradiados com laser de diodo, seguindo o critério de aplicação: comprimento de onda de 780nm, potência 20mW, com dose de energia de $5\text{J}/\text{cm}^2$, nos dias 0, 3 e 7 dias pós ativação. Finalizada a retração em um total de 3 meses, os autores observaram um aumento significativo na velocidade da movimentação dos caninos irradiados, comparados ao lado não irradiado, sugerindo um efeito benéfico do laser quando se pretende reduzir o tempo de tratamento ortodôntico.

Esper et al.(72), avaliaram no mesmo ano a efetividade do laser de baixa intensidade (LBI) comparada com a luz não coerente *light emitter diode* (LED) na inibição da dor em 55 pacientes após a inserção de separadores elásticos. Estes pacientes foram divididos em 4 grupos: controle (nenhuma terapia), placebo (simulação de aplicação de luz), protocolo laser e protocolo LED. O experimento foi iniciado pelos grupos controle e placebo e após a inserção dos elastômeros e simulação da aplicação da luz no grupo placebo, estes pacientes receberam uma escala visual analógica (0 a 10) para marcação da dor experimentada após 2, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. O laser utilizado foi o de diodo na faixa de comprimento de onda do vermelho visível (660nm), cujo protocolo de aplicação foi: $4\text{J}/\text{cm}^2$ de densidade de energia, 0,03W de potência, aplicado por 25 s em dois pontos (mesial e distal) por vestibular e por lingual. O LED utilizado foi de 640nm de comprimento de onda, $4\text{J}/\text{cm}^2$ de densidade de energia, 0,10W de potência por 70 segundos. Os autores concluíram que nos protocolos utilizados neste estudo, o grupo LED apresentou significativa redução da dor entre 2 e 120hs comparado com o grupo controle, enquanto o grupo laser não apresentou redução estatisticamente significativa da dor.

Em 2012 Tunér e Jenkins(73) avaliaram a metodologia do trabalho de Esper et al.(72), que utilizou o laser de baixa potência e o LED, e compararam com o trabalho de Youssef et al.(43) e relataram que ainda há controvérsias devido a quantidade de variáveis envolvidas como tempo de irradiação, densidade de energia e tecido irradiado. Concluíram que o estudo realizado por Esper et al.(72) foi válido no sentido de fornecer uma alternativa de tratamento para redução da dor com LED, porém, invalidaram a possibilidade do LED ser melhor que o laser como fototerapia.

Kau(74), relatou, também em 2012, após observação clínica que a fotobiomodulação alterou o processo celular de movimentação ortodôntica reduzindo o tempo de tratamento ortodôntico.

Doshi-Mehta e Bhad-Patil(75) promoveram no mesmo ano, um estudo clínico com o objetivo de avaliar a eficácia do laser de baixa potência, na redução do tempo de tratamento e na sintomatologia algica. Vinte pacientes foram submetidos à exodontia de primeiros pré-molares, sendo efetuado o tracionamento dos caninos por uma mola fechada de NiTi. O lado experimental da arcada recebeu irradiação de laser em um comprimento de onda de 810nm e o outro lado foi considerado controle não irradiado. A partir da análise dos resultados, que demonstraram uma média de aumento de 30% na velocidade do movimento dentário, os autores concluíram que a terapia com o laser de baixa intensidade foi uma boa opção para reduzir o tempo de tratamento e a sintomatologia dolorosa.

Em 2013, Kau et al.(76) e colaboradores, publicaram um estudo multicêntrico, com 73 pacientes no grupo teste e 17 no grupo controle, submetidos a tratamento ortodôntico e aplicação de LED com aparelho *OrthoPulse*TM no grupo teste (Figura 2.12), com comprimento de onda de 850nm, densidade de potência de 60mW/cm², durante 20 a 30 minutos ao dia. Concluíram que a fotobiomodulação promovida pelo dispositivo produziu mudanças clínicas significativas na velocidade de movimentação dentária, quando comparada ao grupo controle, durante a fase de alinhamento do tratamento ortodôntico.

Figura 2.12 - Apresentação clínica do aparelho *Extra-oral OrthoPulse™* a-f ; um conjunto com quatro matrizes flexíveis com LED incorporado, apoiados em uma estrutura para apoio na face e ajustes como um óculos (76)

Sousa(77), investigou no mesmo ano os efeitos do laser de baixa intensidade na movimentação ortodôntica com a intenção de promover a ancoragem e na inibição da dor pós-ativação, bem como a verificação da preservação da integridade tecidual após o emprego do laser durante a movimentação ortodôntica. A amostra constou de 74 molares e pré-molares superiores e inferiores que serviram de ancoragem na fase de retração inicial dos caninos realizada com molas de NiTi, com força de 150g. Um dos molares/pré-molares escolhido aleatoriamente foi irradiado com laser de diodo, com o protocolo de aplicação: 780nm/70mW/105J/cm²; 4,2J por ponto, tanto para molares como para pré-molares, nos dias 0, 7 e 14 pós-ativação, sendo que o dente contralateral foi considerado placebo. A retração durou em média 3 meses, num total de 9 aplicações de laser. Utilizou-se modelos de gesso e tomografia de feixe cônico para verificação da perda de ancoragem de molares. Os modelos adquiridos a cada mês foram medidos com paquímetro digital. Concluiu-se que a laserterapia promoveu uma diminuição da movimentação dos molares que serviram de ancoragem na fase inicial de retração de caninos, principalmente no primeiro mês do início da retração. Observou-se também uma inibição da

sintomatologia dolorosa e aumento da crista óssea alveolar no grupo irradiado.

Nimeri et al.(28), relataram em 2014, que a fotobiomodulação promovida pelo dispositivo *Extra-oralOrthoPulse™* durante o tratamento ortodôntico não causou maior reabsorção radicular que os níveis comumente encontrados e aceitáveis na literatura em um tratamento ortodôntico convencional, sem o uso do dispositivo e aplicação do LED. Para este estudo, selecionaram vinte pacientes ortodônticos, com má oclusão de Classe I e índice de irregularidade de *Little* ($>0,2$ mm) em ambas arcadas. O aparelho de LED apresentava comprimento de onda de 850nm e densidade de energia de 60 mW/cm^2 . A reabsorção radicular foi medida, a partir da mudança de comprimento do dente em tomografia computadorizada de feixe cônico antes, após a fase de alinhamento dos dentes. Os resultados mostraram que a fotobiomodulação, utilizada para acelerar o tratamento ortodôntico, não causou reabsorção radicular maior do que o intervalo normal, comumente detectada nos tratamentos convencionais.

Heravi et al.(78), também em 2014 investigaram o efeito do laser, na velocidade da movimentação dentária e percepção de dor durante a retração de caninos em pacientes ortodônticos. A amostra incluiu 20 pacientes com extração dos primeiros pré-molares superiores de ambos os lados. Um dos lados foi irradiado com laser (GaAlAs) com 810nm de comprimento de onda, em 10 pontos distintos a uma densidade de potência de $21,4 \text{ J/cm}^2/\text{ponto}$. O lado oposto não irradiado foi considerado grupo placebo. Baseados nos resultados obtidos, os autores concluíram que a terapia com laser de baixa intensidade não afetou a velocidade de movimentação do canino e também não influenciou na percepção de dor relatada pelos pacientes.

Chung et al.(30), realizaram no ano seguinte um ensaio clínico controlado randomizado, para investigar a emissão de luz de LED, promovida pelo dispositivo *Extra-oral OrthoPulse™* no transcorrer de uma movimentação ortodôntica, verificando-se a influência do efeito da fototerapia na taxa de aceleração da movimentação ortodôntica. Este estudo foi realizado a partir da escolha de 17 arcadas dentárias de 11 pacientes em tratamento ortodôntico, com extração bilateral de pré-molares. A retração foi realizada por mecânica de deslize, com a movimentação inicial dos caninos. No local do fechamento destes espaços, em um

dos lados da arcada, aplicaram a fototerapia, e o lado oposto foi considerado como controle, sem aplicação do LED. O dispositivo *Extra-oral OrthoPulse™*, de acordo com o fabricante, fornecia um nível de energia intra alveolar de 0.92 - 6.92J/cm² com recomendação de uso durante 21 minutos por dia. As medidas do espaço foram realizadas antes, durante e depois do fechamento dos espaços. Observaram em seus resultados que não houve influência significativa da fototerapia na mudança na velocidade da movimentação dentária ortodôntica. Enfatizaram também a necessidade de novas investigações quanto à análise ou método a serem empregados.

O tratamento ortodôntico requer em média um tempo aproximado de dois anos de tratamento. Esta longa duração pode resultar em algumas consequências tais como reabsorção radicular, lesão de cárie e a falta de estímulo por parte do paciente. Assim, acelerar a movimentação ortodôntica a partir da terapia a laser de baixa intensidade, beneficiaria profissionais e pacientes. Como a técnica vem sendo muito requisitada para acelerar a remodelação óssea, Long et al.(79), através de uma triagem de artigos relacionados ao assunto, compreendidos entre janeiro de 1990 à junho de 2013, realizaram uma meta-análise onde foram incluídos cinco estudos, selecionados a partir de critérios de inclusão e exclusão, tais como: tipos de participantes, tipos de intervenções, tipos de estudos entre outros. Nestes ensaios clínicos determinaram a eficácia da terapia de laser de baixa intensidade na aceleração da movimentação dentária, no entanto, observaram que os resultados foram divergentes e controversos. Os estudos avaliados apresentavam diferenças na metodologia como por exemplo a irradiação aplicada em diferentes comprimentos de ondas, além de protocolos distintos. Assim sendo, devido à baixa qualidade das evidências e o potencial viés das publicações, as conclusões obtidas foram interpretadas com cautela.

Ekizer et al.(12), no ano seguinte de 2016, realizaram um ensaio clínico controlado randomizado com a finalidade de avaliar os efeitos da terapia com LED na taxa de aceleração do movimento ortodôntico, bem como verificar a influência da fototerapia na estabilidade de mini-implantes, nos níveis de interleucina B-1 gengival, e no fluido peri-implantar crevicular. A avaliação foi realizada em vinte pacientes, previamente submetidos à extração de primeiros pré-molares superiores, sendo estes treze meninas e sete meninos. Foram introduzidos mini-parafusos entre

os primeiros molares superiores e segundo pré-molares como recurso de ancoragem absoluta. O dispositivo de LED utilizado foi *Extra-oral OsseoPulse* com comprimento de onda de 618nm e densidade de energia de 20 mW/cm², aplicado durante o período de 21 dias consecutivos, 20 minutos ao dia, durante o movimento de retração ortodôntica dos caninos em um dos lados e o lado oposto foi o controle, sem irradiação. Com base nos resultados, os autores concluíram que a terapia de fotobiomodulação apresentou um aumento estatisticamente significativo da movimentação dentária ortodôntica além do efeito positivo sobre a estabilidade de mini-implantes durante a distalização dos caninos. Quanto ao nível de interleucina-1B e o fluido peri-implante crevicular, não foi observado efeito estatisticamente significativo.

Shaughnessy et al.(31), avaliaram no mesmo ano, o efeito da fotobiomodulação, durante o alinhamento de dentes, com a finalidade de reduzir o tempo de tratamento. Para tanto, dezenove pacientes com má oclusão de Classe I ou II, com índice de irregularidade de *Little* (LII) maior ou igual a três milímetros foram selecionados, totalizando vinte e oito arcadas, tratadas sem extrações dentárias. Um grupo teste, com dezoito arcadas e outro grupo de controle, com dez arcadas, o primeiro grupo recebeu tratamento com fotobiomodulação diariamente com um dispositivo intrabucal de LED *OrthoPulse*TM, enquanto o grupo controle não recebeu LED. A fototerapia com LED foi aplicada no lado vestibular, próximo à gengiva, com comprimento de onda de 850nm, gerando uma densidade de energia média diária de 9,5J/cm² (Figura 2.13). O índice de irregularidade de *Little* (L II) foi medido no início do tratamento, até a obtenção do alinhamento. O grupo de controle foi tratado com braquetes auto-ligados, já para o grupo teste, foram utilizados braquetes convencionais. Para ambos os grupos a sequência de fios progrediu da mesma forma até a obtenção do alinhamento dentário. O estudo teve como resultado uma média de velocidade de alinhamento significativamente maior para o grupo que recebeu aplicação de LED em relação ao grupo controle. O grupo teste, alcançou o alinhamento dentário em 48 dias, enquanto o grupo controle levou 104 dias em média. Em síntese os resultados sugeriram que a fotobiomodulação pode ser utilizada para diminuir o tempo de tratamento durante a fase de alinhamento anterior. No entanto, devido às limitações do estudo, pesquisas adicionais foram sugeridas na forma de um grande ensaio randomizado.

Figura 2.13 - *OrthoPulse™* A- visão da parte interna do aparelho intrabucal, B – malha de LED com o aparelho em funcionamento e C – aparelho em uso na arcada superior (31)

Kenji et al.(11), apresentou recentemente um dispositivo de LED, utilizado em uma paciente do sexo feminino, 40 anos de idade, com apinhamento anterior superior e inferior, mordida aberta anterior e incisivo central superior direito com mordida cruzada no início do tratamento. A mesma paciente fora submetida ao tratamento ortodôntico com *Invisalign* associado ao *OrthoPulse™* (Figura2.14), dispositivo intrabucal que utiliza fotobiomodulação com LEDs contínuos, com luz próxima ao infravermelho, e comprimento de onda de 850nm, aplicado na gengiva ao redor das raízes, com orientação de uso diário por um período de cinco minutos por arco, com o intuito de reduzir o tempo do tratamento, estimado em vinte e um meses consecutivos. O LED foi escolhido por ser mais seguro que o laser e financeiramente mais acessível. Em síntese os autores concluíram que a fotobiomodulação foi eficaz na redução do tempo de tratamento, além de permitir a troca dos alinhadores a cada três dias, diferente do protocolo utilizado pelo sistema *Invisalign* de troca de alinhadores a cada duas semanas.A correção final foi concluída em 157 dias (5,6 meses), com resultado final bem sucedido no término da terapia *Invisalign*.

Figura 2.14 - Foto Intra e extrabucal do *Invisalign* associado ao *OrthoPulse™*

3 PROPOSIÇÃO

3.1 PROPOSIÇÃO GERAL

O objetivo deste estudo é avaliar a influência da aplicação do LED na velocidade da movimentação dentária, em casos tratados com quatro extrações, visando diminuir o tempo de tratamento ortodôntico.

3.2 PROPOSIÇÕES ESPECÍFICAS

3.2.1 Comparar a diferença entre o grupo LED e o grupo Controle na velocidade do fechamento dos espaços das extrações, durante a fase de retração, considerando separadamente as arcadas dentárias superior e inferior:

- Do início (T0) ao término do período de observação (T3);
- Em cada intervalo de quatro semanas: T0 -T1, T1- T2, T2 -T3;

3.2.2 Verificar se existe diferença estatística entre os tipos de medidas: Clínica e em Modelos de Estudo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O Projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), número do parecer: 1.144.006 (Anexo A) e pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de São Paulo (CEP), protocolo registrado sob o número: 1.774.949 (Anexo B).

4.1.1 Casuística

A amostra para o presente estudo foi constituída de 18 pacientes, sendo 9 do sexo feminino e 9 do masculino, selecionados entre os indivíduos que se inscreverem na triagem da clínica de ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). A triagem de pacientes, seleção e escolha dos indivíduos para serem tratados na clínica de pesquisa, ocorreu a partir de um universo de aproximadamente 1000 pessoas que compareceram à triagem. Os participantes foram selecionados de forma consecutiva, obedecendo-se aos seguintes critérios: critérios de inclusão: (1) nacionalidade brasileira, (2) características étnicas de leucoderma ou pardo, (3) idade entre 13 e 18 anos, (4) portadores de má oclusão de classe I de Angle, (5) todos os dentes permanentes presentes e irrompidos, exceto terceiros molares, (6) indicação ortodôntica de extração de primeiros pré-molares, (7) ausência de histórico de tratamento ortodôntico prévio e (8) ausência de dentes mutilados, cáries ou restaurações extensas e boa saúde bucal. Critérios de exclusão: (1) presença de cáries e/ou doença periodontal e (2) mutilação ou ausência de um ou mais dentes e (3) presença de dentes decíduos e agenesias.

Todos os participantes de pesquisa receberam o mesmo protocolo de tratamento ortodôntico utilizando a mecânica MBT[®] (com braquetes *Smart Clip*[™]) e com extração dos quatro primeiros pré-molares.

Os participantes da amostra foram divididos aleatoriamente em dois grupos denominados:

GRUPO LED (GLED) – constituído por 10 participantes que receberam a aplicação de LED durante a fase de retração (fechamento dos espaços); e

GRUPO CONTROLE (GC) – constituído por 8 participantes que não receberam a aplicação de LED durante o tratamento ortodôntico.

4.1.2 Descrição do aparelhode LED *OrthoPulse™*

Durante a fase de retração ortodôntica, 10 aparelhos intrabuciais *OrthoPulse™* (doados pela empresa Biolux,Vancouver-Canadá) foram utilizados como fotobiomoduladores durante a retração ortodôntica, nos pacientes do GLED. O dispositivo *OrthoPulse™*, é composto de uma parte bucal e um controle manual. A parte bucal, apresentaum circuito flexível de matrizes de LED incorporados em silicone de grau médico,com 3 fileiras de 9 pontos de LEDs incorporados para cada lado do arco, totalizando uma moldeira com 42 pontos de luz. (Figura 4.1). A luz é transmitida através do tecido mole alveolar vestibular para os alvéolos. O aparelho produz luz infravermelho com comprimento de onda de 850nm. Os pacientes de GLED receberam 5 minutos de tratamento,em cada arco por dia, somente no lado do vestíbulo, utilizando uma densidade de potência média de 60mW/cm² para obter uma densidade de energia média de aproximadamente 10,8J/cm² na superfície da matriz de LED, pré determinada pelo fabricante. Oferece facilidade de uso além do conforto (Figura 4.2).

Figura 4.1- LED *OrthoPulse™*. Dispositivo de silicone com LED em funcionamento

Figura 4.2 -LED *OrthoPulse™*. Dispositivo instalado para aplicação boca toda

A parte bucal do aparelho *OrthoPulse™* se conecta a um controlador de computador de mão que utiliza um software programável, com uma tela LCD e controles para adicionar protocolos clínicos de acordo com o tempo indicado para cada paciente (Figura 4.3). O LED apresenta um design leve, simples de usar com as seguintes vantagens:

- Alta potência de densidade de luz intra-alveolar ($60\text{mW}/\text{cm}^2$).
- Fornece iluminação controlada e completa aos alvéolos maxilares e mandibulares, do segundo molar direito ao segundo molar esquerdo.
- Curta duração de uso (10 min. - 5 min. arcada sup. e 5 na inf.).
- O controlador é programado pelo profissional para o plano de tratamento individualizado.
- O software cumpre o protocolo de tratamento estipulado para cada paciente.
- O dispositivo registra cada sessão de tratamento completa concluída.
- Aparelho de simples fabricação e ajuste.

Figura 4.3 -LED *OrthoPulse™* Controle para adicionar protocolo de tratamento

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Tratamento Ortodôntico

A partir do exame clínico foram realizadas documentações ortodônticas. Estas documentações foram avaliadas e o planejamento do tratamento foi executado, baseado em minuciosa avaliação e estudo dos casos.

Os participantes foram submetidos a tratamento ortodôntico na disciplina de Pesquisa Clínica Ortodôntica Corretiva – Aparelho Pré-ajustado MBT[®] e tratados na clínica de pesquisa por alunos do Programa de Pós-graduação em Ortodontia da FOU SP, em nível de Mestrado e Doutorado, sob supervisão dos docentes responsáveis pela clínica de pesquisa.

Foram também utilizados neste estudo, modelos de gesso obtidos dos pacientes: antes do tratamento, após nivelamento e alinhamento, durante a retração anterior (em todos os tempos avaliados) e ao final do tratamento.

O protocolo de tratamento realizado foi o mesmo para os dois grupos (GLED e GC) seguindo as seguintes fases de tratamento:

- ***Montagem do aparelho ortodôntico e preparo de ancoragem;***
- ***Alinhamento e Nivelamento;***
- ***Retração;***
- ***Finalização e Intercuspidação;***
- ***Remoção e Contenção.***

4.2.1.1 Montagem do aparelho ortodôntico e preparo de ancoragem

O sistema de ancoragem adotado durante a fase de nivelamento e alinhamento, considerando a mecânica ortodôntica proposta, nos casos que foram necessários, foi utilizado um aparelho extrabucal para a arcada superior e um arco lingual na arcada inferior.

O aparelho extrabucal foi do tipo IHG (80) adaptado aos primeiros molares superiores com intensidade de aproximadamente 500 gF, com a direção de força paralela ao plano oclusal. O tempo de uso recomendado aos participantes foi de 12 horas diárias.

Na arcada inferior, quando necessário foi utilizado um arco lingual empregado foi soldado às superfícies linguais das bandas dos primeiros molares inferiores, confeccionado em fio de aço inoxidável 0,9mm, afastado aproximadamente 1mm da face lingual dos pré-molares, caninos e incisivos inferiores, de modo a não impedir uma livre movimentação vestibulo-lingual desses dentes.

Após a instalação do aparelho, foram solicitadas as extrações dos quatro primeiros pré-molares superiores e inferiores. Passado o período de cicatrização e remoção da sutura, foi realizada a colagem dos braquetes pelo método de colagem indireta, utilizando-se a técnica de Thomas(81), onde os braquetes são colados nos modelos de gesso com resina em suas bases e posteriormente transferidos (por meio de moldeiras de silicone) à boca do participante (Figura 4.4a, 4.4b, 4.4c).

Figura 4.4a - Colagem indireta nos modelos

Figura 4.4b - Moldeira de transferência

Figura 4.4c - Moldeira de transferência pronta para colagem indireta

O aparelho ortodôntico utilizado constituiu-se de braquetes e tubos com canaleta 0.022" x 0.028", autoligados e pré-ajustados *Smart Clip*™ (3M Unitek®, Monrovia, EUA), com prescrição MBT® (Tabela 4.1). O posicionamento dos acessórios obedeceu ao método de McLaughlin e Bennett(82).

Tabela 4.1- Prescrição MBT[®] dos braquetes utilizados

Arco dentário	Dente	Angulação	Inclinação
Superior	Segundo Molar	0	-14
	Primeiro Molar	0	-14
	Segundo Pré-molares	0	-7
	Canino	8	0
	Incisivo Lateral	8	10
	Incisivo Central	4	17
Inferior	Segundo Molar	0	-10
	Primeiro Molar	0	-20
	Segundo Pré-molar	2	-17
	Canino	3	-6
	Incisivos	0	-6

4.2.1.2 Fase de Alinhamento e Nivelamento

Para fase de alinhamento e nivelamento, segue a sequência de arcos de Níquel-Titânio(NiTi) e de arcos de Aço Inoxidável:

0.014" NiTi Super Elástico 3M Unitek[®]

0.018" NiTi Super Elástico 3M Unitek[®]

0.016"X0.022" NiTi 3M Unitek[®]

0.019"X0.025" Aço 3M Unitek[®]

Os arcos foram trocados a cada 4 semanas.

Os arcos de alinhamento e nivelamento dentário foram selecionados e diagramados de acordo com o método proposto por McLaughlin e Trevisi(83). Inicialmente, utilizando-se os diagramas de arcos ortodônticos *Ortho Form*[®] (3M Unitek[®], Monrovia, EUA), para cada indivíduo da amostra, a forma de arco mais adequada (triangular, quadrado ou ovóide), sobrepondo-se os diagramas sobre o

modelo inferior. Os fios redondos foram dobrados à distal do tubo do segundo molar (*bendback*) para prevenir a vestibularização dos incisivos.

Para a retração inicial de caninos, foram utilizados *lacebacks*, com fios para amarrilhos (0,20 mm) conjugados em forma de “oito” desde os ganchos dos tubos mais distais até os braquetes dos caninos. Os *lacebacks* foram ativados para proporcionar a retração inicial dos caninos, para obter-se espaço para alinhamento dos incisivos. Nestes casos os *lacebacks* foram reativados a cada quatro semanas.

A fase de alinhamento e nivelamento dentário foi considerada finalizada quando os arcos de nivelamento 0.019” x 0.025” de aço apresentaram uma adaptação passiva aos tubos e braquetes.

4.2.1.3 Fase de Retração

Foi realizada com um único arco retangular 0.019” x 0.025” de aço com ganchos soldados entre os incisivos laterais e caninos e o fechamento dos espaços, decorrentes das exodontias dos primeiros pré-molares, foi realizado por mecânica de deslize.

Para a retração dos dentes anteriores, foi removido o IHG e o arco lingual. O sistema de ancoragem foi reestabelecido pela instalação de mini-implantes ortodônticos Neodent (Curitiba, Paraná, Brasil), por um único operador em todos os pacientes. Os mini-implantes de 7mm de comprimento e 1,6mm de diâmetro foram posicionados nas arcadas dentárias superiores, respectivamente, entre os segundos pré-molares e primeiros molares, próximo a linha mucogengival, utilizando-se um guia cirúrgico confeccionado em resina acrílica(84). Após a inserção dos mini-implantes, foi prescrito um bochecho com digluconato de clorexidina a 0,12% (Periogard[®], Colgate-Palmolive[®], São Paulo, Brasil), três vezes ao dia, durante uma semana e, além disso, foi orientado aos pacientes cuidados para evitarem trauma da cabeça da escova de dente contra os mini-implantes no momento da higienização dentária.

Após quatro semanas, a ativação da retração dos dentes anteriores foi realizada com *tiebacks* constituídos por molas de NiTi (Níquel-Titânio) de 9mm (*American Orthodontics - EUA*), ativadas do gancho do arco de reatração ao mini-implante com o auxílio de um fio de amarrilho com uma intensidade aproximada de carga de 200 gF para cada lado. A ativação das molas foi realizada pelo mesmo operador em todos os pacientes. A reativação da retração foi realizada a cada trinta dias (Figuras 4.5, 4.6, 4.7).

A fase de retração foi considerada finalizada quando clinicamente detectou-se o fechamento dos espaços interproximais na área referente à extração dos pré-molares.

Figura 4.5 - Fase de retração ortodôntica. Foto intrabucal frente

Figura 4.6 - Fase de retração ortodôntica. Foto intrabucal lateral direita

Figura 4.7 - Fase de retração ortodôntica. Foto intrabucal lateral esquerda

4.2.1.4 Fase de Finalização e Intercuspidação

O refinamento e intercuspidação da oclusão foram individualizados, a partir da observação clínica e da análise da documentação ortodôntica pós-retração. Os critérios avaliados para esta fase foram: sobremordida, sobressaliência, coordenação transversal entre as arcadas dentárias, intercuspidação dentária, angulações e torques dos dentes anteriores e posteriores, controle das rotações, relação entre as cristas marginais adjacentes e entre os pontos de contato, nivelamento final da curva de Spee e os movimentos funcionais. A partir destas observações, foi traçado um plano de ação para a finalização do tratamento de cada paciente.

Durante todo o acabamento dos casos, para que se mantivesse fechado os espaços das extrações, foi recomendado o uso de amarrilhos metálicos (*lacebacks*) passivos para eliminar possíveis problemas de reabertura de espaços.

O arco utilizado para esta fase foi 0.019" x 0.025" *braided* 3M Unitek®, por ser este, um fio retangular maleável e trançado passível de receber dobras de finalização quando estas foram necessárias.

4.2.1.5 Fase de Remoção e Contenção

Nesta fase final, foi feita a remoção do aparelho ortodôntico superior e inferior seguida da instalação dos aparelhos de contenção. Para a arcada dentária superior foi utilizado a placa de Hawley e, na arcada inferior, a contenção lingual fixa 3x3.

4.2.2 Documentações Ortodônticas

Para diagnosticar, monitorar o desenvolvimento do tratamento ortodôntico e avaliar as mudanças, nas diferentes fases do tratamento, foram obtidas documentações ortodônticas padronizadas em todos os pacientes. Além disso, modelos de gesso foram realizados pelo pesquisador nos seguintes tempos de observação: T0- ao final do nivelamento e início da fase de retração, T1- quatro

semanas após a primeira ativação da retração, T2- quatro semanas após a segunda ativação da retração e T3- quatro semanas após a terceira ativação da retração.

4.2.2.1 Modelos de estudo durante a fase de retração

Moldagens foram obtidas com alginato da marca *Orthoprint (Zhermach- Itália-Ro)* com 500g em cada embalagem, manipulado de acordo com as normas do fabricante.

Para obtenção dos modelos de estudo foi utilizado gesso pedra especial tipo IV Durone (Dentsply, Petrópolis, RJ) da cor rosa contendo 1 Kg cada embalagem, manipulado de acordo com as normas do fabricante. Em seguida, foram recortados de acordo com a técnica preconizada por Vigorito(85) sem o acabamento final.

4.2.2.2 Medição Clínica e em Modelos de Estudo

Dois tipos de medições para controle do fechamento dos espaços durante a fase de retração foram realizadas: medições clínicas e em modelos de Estudo. Para realizar a medição, foram selecionadas variáveis clínicas e em modelos de estudo, medidas por um compasso de ponta seca (*Dentaurum – 1908 Alemanha*) e um paquímetro digital modificado da marca Mitutoyo, preconizado no estudo de Yamaguto e Vasconcelos(86).

4.2.2.3 Descrição do Paquímetro Digital

Paquímetro digital convencional (Mitutoyo, Suzano, São Paulo, Brasil), com capacidade de 150mm, resolução de 0,01mm, modelo/código 500-144B. Na ponta ativa deste paquímetro foi efetuada uma modificação da face de medição.

As pontas ativas foram substituídas por duas placas de aço de 3mm de largura e 2mm de espessura, com as extremidades biseladas e rebaixadas na parte da face de medição, para facilitar o operador nos procedimentos de medição e tornar mais preciso a tomada das medidas determinadas(86) (Figuras 4.8 e 4.9).

Figura 4.8 - Paquímetro Digital Convencional

Figura 4.9 - Paquímetro Digital Modificado

4.2.2.4 Descrição do Compasso de Ponta Seca

O compasso de ponta seca foi utilizado para a tomada das medidas clínicas e nos modelos de estudo. Permitiu facilidade de acesso aos pontos de referências intrabucais, precisão e segurança para o pesquisador (Figura 4.10).

Figura 4.10 - Compasso de ponta seca (*Dentaurum, Ispringen, Germany*)

A transferência do valor da medida tomada com o compasso de ponta seca foi verificada por meio do paquímetro digital modificado (Figuras 4.11 e 4.12).

Figura 4.11 - Compasso de ponta seca. Medição clínica

Figura 4.12 - Transferência e tomada da medida em mm

4.2.3 Uso do aparelho de LED

4.2.3.1 Protocolos de aplicação do sistema *IntraoralOrthoPulse™*

➤ GRUPO LED

Os pacientes do GLED receberam durante a fase de retração ortodôntica, por meio do aparelho *OrthoPulse™*, a aplicação de LED. Para maior comodidade e conforto, os participantes levaram o aparelho, com as devidas orientações de utilização, para que realizassem a auto aplicação em domicílio. O aparelho foi calibrado para transmitir uma densidade de potência de $60\text{mW}/\text{cm}^2$, com densidade de energia de $10.8\text{ J}/\text{cm}^2$ e comprimento de onda de 850nm.

- 10 participantes com aplicação da luz diariamente por um tempo total de dez minutos, cinco na arcada superior e cinco na arcada inferior, uma vez ao dia, durante a fase de retração.

➤ GRUPO CONTROLE

Os participantes do GC, receberam tratamento ortodôntico com os mesmos protocolos do GLED, porém não receberam a aplicação do LED durante a fase de retração ortodôntica.

- 8 participantes sem aplicação da luz.

4.2.4 Protocolos de avaliação da velocidade de movimentação ortodôntica

Os participantes dos grupos GLED e GC foram acompanhados por um período de quatro meses. As medições para avaliar a velocidade do fechamento dos espaços das extrações, foram realizadas em ambos os grupos, a partir do término do nivelamento e alinhamento, com compasso de ponta seca e paquímetro digital modificado, clinicamente e em modelos de estudos, de T0 `a T3, nos quadrantes

superiores e inferiores direitos e esquerdos, a cada quatro semanas. Para coleta de dados, os participantes foram numerados de tal forma que não fosse possível identificar os dados pessoais dos mesmos antes do fornecimento ou encaminhamento de dados dos pacientes pela equipe odontológica e para os fabricantes doadores de materiais, garantido desta forma a anonimização dos participantes.

A avaliação e análise dos dados foi realizada por quadrantes. A mecânica ortodôntica utilizada neste estudo permitiu-nos analisar 64 quadrantes e não 18 pacientes, resultando em um tamanho final da amostra de :

- ✓ **GLD** – 20 quadrantes superiores e 16 quadrantes inferiores
- ✓ **GC** – 16 quadrantes superiores e 12 quadrantes inferiores

Para a medição tipo clínica e em modelos de estudo, quatro variáveis (quatro pontos de referência) foram selecionados para proporcionar a avaliação da quantidade do fechamento dos espaços em milímetros durante os quatro momentos avaliados (T0, T1, T2 e T3).

4.2.4.1 Variáveis clínicas

- 1) Ponta de cúspide dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos

- 2) Maior curvatura da face mesial dos segundos pré-molares à maior curvatura da face distal dos caninos

- 3) Fossa mesial dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos

- 4) Fossa central dos primeiros molares à ponta de cúspide dos caninos

4.2.4.2 Variáveis anatômicas em modelos de estudo

- 1) Ponta de cúspide dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos

- 2) Maior curvatura da face mesial dos segundos pré-molares à maior curvatura da face distal dos caninos

3) Fossa mesial dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos

4) Fossa central dos primeiros molares à ponta de cúspide dos caninos

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.3.1 Metodologia Estatística

Para determinação da reprodutibilidade e repetibilidade das medições clínicas e em modelos de estudo, foi determinado o grau de concordância entre as medidas intra-avaliador. Para tal, 50% das medidas foram repetidas pela autora do trabalho com um intervalo mínimo de 30 dias entre as medições, antes do início da retração. Para tanto foi calculado o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC)(87).

Para determinar a natureza dos testes estatísticos aplicados foi realizado o teste de Normalidade(88).

Para os comparativos numéricos entre dois grupos utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney(88).

Para os comparativos numéricos entre três ou mais grupos utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis(88).

Em todos os testes foram adotados o nível de significância de 5% .

Os programas utilizados na análise estatística foram Excel 2007[®] (Microsoft Corp[®]) e SPSS for Windows versão 19.0.

5 RESULTADOS

5.1 Cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC) e Normalidade

Para avaliar a concordância intra-avaliador, foi aplicado o cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC) – para cada uma das variáveis obtidas (Tabela 5.1).

Tabela 5.1- Resultados do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC)

Variáveis	Coeficiente de correlação Intraclass	Intervalo de Confiança de 95%	
		Limite Inferior	Limite Superior
1	0,999	0,996	1,000
2	0,998	0,996	0,999
3	0,999	0,998	1,000
4	0,997	0,993	0,998

Quando o intervalo de confiança não inclui o valor zero dizemos que a concordância é significativa.

Na avaliação intra-avaliador, todos os momentos tiveram concordância significativa, com excelente concordância.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado, inicialmente para verificar a normalidade das variáveis medidas no estudo, com a finalidade de definir se os testes aplicados seriam paramétricos ou não paramétricos (Tabela 5.2).

Tabela 5.2- Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov

	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
V1	,043	512	0,026*
V2	,054	512	0,001*
V3	,039	512	0,036*
V4	,041	512	0,039*

Todos os testes foram significantes, ou seja, não aderiram a curva da normalidade, portanto foram aplicados testes não paramétricos neste estudo.

5.2 Comparativos entre os tipos de medidas clínicas e em modelos quanto às quatro variáveis

Para este tipo de avaliação, foi aplicado teste de Mann-Whitney (p).

5.2.1 Grupo Controle para a arcada superior.

Tabela 5.3 - Resultados de GC para a arcada superior

Variáveis	Tipo Medida		T0	T1	T2	T3
1	Clínica	Média	14,21	13,50	12,99	12,40
		Mediana	14,19	13,53	13,22	12,56
		Desvio-padrão	2,07	1,86	2,10	2,02
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	13,86	13,18	12,72	12,22
		Mediana	14,03	13,39	12,96	12,31
		Desvio-padrão	2,09	2,15	2,20	2,12
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,564	0,491	0,724	0,809
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
2	Clínica	Média	5,49	5,06	4,52	4,11
		Mediana	5,44	4,98	4,33	4,00
		Desvio-padrão	1,99	1,81	1,97	1,96
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	5,16	4,64	4,28	3,76
		Mediana	5,06	4,51	3,96	3,56
		Desvio-padrão	1,77	1,71	1,69	1,69
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,642	0,323	0,642	0,616
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
3	Clínica	Média	11,78	11,04	10,70	9,47
		Mediana	11,97	11,01	10,71	8,87
		Desvio-padrão	1,77	1,52	1,73	1,69
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	11,27	10,66	10,28	9,69
		Mediana	11,41	10,58	9,95	9,38
		Desvio-padrão	1,66	1,51	1,48	1,78
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,341	0,270	0,515	0,659
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
4	Clínica	Média	21,78	21,52	20,69	19,90
		Mediana	21,71	21,71	20,07	19,15
		Desvio-padrão	2,03	1,86	2,08	2,14
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	21,43	20,84	20,39	20,05
		Mediana	21,32	20,49	19,89	19,76
		Desvio-padrão	1,98	2,03	1,97	2,07
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,564	0,287	0,780	0,590
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo.

Não houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em todos os comparativos.

5.2.2 Grupo Controle para a arcada inferior.

Tabela 5.4 - Resultados de GC para a arcada inferior

Variáveis	Tipo Medida		T0	T1	T2	T3
1	Clínica	Média	11,86	11,14	10,38	9,65
		Mediana	11,44	10,61	10,15	9,25
		Desvio-padrão	1,95	1,87	1,99	2,25
		n	12	12	12	12
	Modelos	Média	11,57	10,99	10,33	9,82
		Mediana	11,20	10,74	9,88	9,37
		Desvio-padrão	1,90	1,83	1,89	2,11
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,590	0,799	0,977	0,755
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
2	Clínica	Média	3,96	3,40	2,68	2,14
		Mediana	3,88	3,37	2,67	1,90
		Desvio-padrão	1,56	1,63	1,61	1,72
		n	12	12	12	12
	Modelos	Média	3,64	3,20	2,63	2,06
		Mediana	3,35	2,92	2,42	1,82
		Desvio-padrão	1,53	1,50	1,54	1,60
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,551	0,713	0,932	0,932
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
3	Clínica	Média	8,44	8,15	7,46	6,74
		Mediana	8,10	8,06	7,18	6,44
		Desvio-padrão	1,81	1,90	1,75	1,73
		n	12	12	12	12
	Modelos	Média	8,59	8,18	7,70	7,11
		Mediana	8,32	7,91	7,27	6,89
		Desvio-padrão	1,51	1,47	1,63	1,60
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,843	0,977	0,755	0,551
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
4	Clínica	Média	20,62	20,08	19,25	18,83
		Mediana	19,94	19,77	19,09	18,75
		Desvio-padrão	2,11	2,10	1,94	2,04
		n	12	12	12	12
	Modelos	Média	20,48	19,85	19,26	18,81
		Mediana	20,22	19,57	19,13	18,94
		Desvio-padrão	2,02	2,03	1,77	1,83
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,755	0,713	0,977	0,932
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo.

Não houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em todos os comparativos.

5.2.3 Grupo LED para a arcada superior.

Tabela 5.5 - Resultados de GLED para a arcada superior

Variáveis	Tipo Medida		T0	T1	T2	T3
1	Clínica	Média	11,90	11,41	10,77	10,24
		Mediana	11,50	10,79	10,30	9,93
		Desvio-padrão	1,95	1,88	1,69	1,63
		n	20	20	20	20
	Modelos	Média	11,67	11,26	10,63	10,12
		Mediana	11,20	10,81	10,21	9,68
		Desvio-padrão	2,02	1,84	1,77	1,67
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,547	0,820	0,758	0,878
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
2	Clínica	Média	3,71	3,23	2,67	2,21
		Mediana	3,57	2,91	2,51	1,92
		Desvio-padrão	1,65	1,49	1,47	1,42
		n	20	20	20	20
	Modelos	Média	3,46	2,98	2,45	1,97
		Mediana	3,32	2,76	2,13	1,64
		Desvio-padrão	1,57	1,47	1,48	1,44
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,565	0,445	0,547	0,495
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
3	Clínica	Média	9,54	9,23	8,58	8,12
		Mediana	9,47	9,53	8,32	7,97
		Desvio-padrão	1,91	2,01	1,98	1,90
		n	20	20	20	20
	Modelos	Média	9,14	8,63	8,13	7,63
		Mediana	8,71	8,18	7,96	7,32
		Desvio-padrão	1,86	1,83	1,75	1,77
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,445	0,369	0,495	0,414
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
4	Clínica	Média	19,21	19,02	18,47	17,79
		Mediana	18,43	18,69	18,13	17,50
		Desvio-padrão	2,42	2,12	1,80	1,71
		n	20	20	20	20
	Modelos	Média	18,75	18,16	17,93	17,26
		Mediana	18,58	17,75	17,55	16,96
		Desvio-padrão	2,00	1,69	1,86	1,68
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,659	0,174	0,341	0,289
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo.

Não houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em todos os comparativos.

5.2.4 Grupo LED para a arcada inferior.

Tabela 5.6 - Resultados de GLED para a arcada inferior

Variáveis	Tipo Medida		T0	T1	T2	T3
1	Clínica	Média	10,99	10,24	9,38	8,59
		Mediana	10,96	10,80	9,52	8,43
		Desvio-padrão	1,97	1,89	1,71	1,62
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	10,75	10,08	9,04	8,33
		Mediana	10,81	10,26	9,08	7,95
		Desvio-padrão	2,04	1,85	1,64	1,59
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,669	0,,669	0,491	0,590
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
2	Clínica	Média	3,55	2,86	1,92	1,26
		Mediana	3,51	3,16	1,77	1,09
		Desvio-padrão	1,75	1,46	1,13	1,07
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	3,26	2,64	1,83	1,18
		Mediana	3,25	2,65	1,66	,94
		Desvio-padrão	1,73	1,50	1,22	1,11
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,539	0,590	0,752	0,809
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
3	Clínica	Média	8,13	7,35	6,50	6,24
		Mediana	8,19	7,26	6,48	6,24
		Desvio-padrão	1,84	1,67	1,39	1,42
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	8,24	7,23	6,46	5,83
		Mediana	8,02	7,15	6,16	5,16
		Desvio-padrão	1,87	1,60	1,42	1,53
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,956	0,867	0,724	0,468
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
4	Clínica	Média	19,06	18,84	17,89	16,97
		Mediana	19,22	18,98	17,83	16,83
		Desvio-padrão	2,64	1,99	1,42	1,84
		n	16	16	16	16
	Modelos	Média	18,97	17,98	17,28	16,45
		Mediana	18,88	18,03	16,97	16,37
		Desvio-padrão	2,10	2,11	1,56	1,68
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,838	0,210	0,224	0,402
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo.

Não houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em todos os comparativos.

5.3 Comparativos entre os tipos de medidas clínicas e em modelos quanto às quatro variáveis, avaliando a diferença entre os tempos.

Para este tipo de avaliação, foi aplicado teste de Mann-Whitney (p).

5.3.1 Grupo Controle para a arcada superior.

Tabela 5.7 - Resultados de GC para a arcada superior

Variáveis	Tipo Medida	n	dif_T0 - T1	dif_T1 - T2	dif_T2 - T3	dif_T0 - T3
1	Clínica	Media	0,72	0,51	0,59	1,81
		Mediana	0,77	0,51	0,57	1,80
		Desvio-padrão	0,69	0,60	0,49	0,84
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	0,69	0,46	0,50	1,65
		Mediana	0,62	0,44	0,52	1,50
		Desvio-padrão	0,56	0,42	0,37	0,81
		n	16	16	16	16
Teste de Mann-Whitney (p)		0,724	0,809	0,564	0,696	
Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	
2	Clínica	Media	0,43	0,54	0,40	1,37
		Mediana	0,32	0,37	0,24	1,33
		Desvio-padrão	0,61	0,53	0,49	0,71
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	0,52	0,35	0,53	1,40
		Mediana	0,42	0,30	0,47	1,32
		Desvio-padrão	0,47	0,27	0,35	0,73
		n	16	16	16	16
Teste de Mann-Whitney (p)		0,564	0,341	0,128	0,985	
Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	
3	Clínica	Media	0,74	0,34	1,24	2,31
		Mediana	0,77	0,31	1,01	1,86
		Desvio-padrão	1,00	0,47	0,86	1,17
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	0,61	0,38	0,59	1,58
		Mediana	0,72	0,42	0,54	1,21
		Desvio-padrão	0,50	0,38	0,43	0,76
		n	16	16	16	16
Teste de Mann-Whitney (p)		0,724	0,867	0,019*	0,067	
Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli > Mod	Cli = Mod	
4	Clínica	Media	0,25	0,84	0,79	1,88
		Mediana	0,20	0,79	0,87	1,84
		Desvio-padrão	0,67	0,86	0,55	0,86
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	0,59	0,45	0,34	1,38
		Mediana	0,58	0,57	0,56	1,45
		Desvio-padrão	0,65	0,47	0,49	0,75
		n	16	16	16	16
Teste de Mann-Whitney (p)		0,128	0,128	0,032*	0,160	
Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli > Mod	Cli = Mod	

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo. Houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em T2-T3 para as variáveis 3 e 4 no sentido de maiores valores para as medidas clínicas.

5.3.2 Grupo Controle para a arcada inferior.

Tabela 5.8 - Resultados de GC para a arcada inferior

Variáveis	Tipo Medida	n	dif_T0 - T1	dif_T1 - T2	dif_T2 - T3	dif_T0 - T3
1	Clínica	Media	0,72	0,76	0,73	2,21
		Mediana	0,62	0,68	0,74	2,45
		Desvio-padrão	0,49	0,49	0,67	0,76
		n	12	12	12	12
	Modelos	Media	0,59	0,66	0,51	1,75
		Mediana	0,43	0,73	0,46	1,93
		Desvio-padrão	0,33	0,36	0,52	0,48
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,443	0,799	0,410	0,101
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
2	Clínica	Media	0,56	0,72	0,53	1,81
		Mediana	0,55	0,73	0,58	1,98
		Desvio-padrão	0,41	0,40	0,35	0,48
		n	12	12	12	12
	Modelos	Media	0,44	0,57	0,58	1,59
		Mediana	0,40	0,54	0,56	1,74
		Desvio-padrão	0,32	0,30	0,21	0,44
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,319	0,514	0,977	0,128
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
3	Clínica	Media	0,29	0,68	0,73	1,70
		Mediana	0,54	0,65	1,02	1,65
		Desvio-padrão	0,95	0,54	0,78	0,73
		n	12	12	12	12
	Modelos	Media	0,41	0,48	0,60	1,48
		Mediana	0,36	0,48	0,68	1,43
		Desvio-padrão	0,38	0,46	0,31	0,61
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,755	0,443	0,198	0,551
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
4	Clínica	Media	0,54	0,83	0,42	1,79
		Mediana	0,39	0,67	0,38	2,08
		Desvio-padrão	0,89	0,48	0,87	0,67
		n	12	12	12	12
	Modelos	Media	0,63	0,59	0,45	1,67
		Mediana	0,79	0,52	0,52	1,70
		Desvio-padrão	0,46	0,77	0,44	0,59
		n	12	12	12	12
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,514	0,291	0,843	0,514
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo.

Não houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em todos os comparativos.

5.3.3 Grupo LED para a arcada superior.

Tabela 5.9 - Resultados de GLED para a arcada superior

Variáveis	Tipo Medida		dif_T0 - T1	dif_T1 - T2	dif_T2 - T3	dif_T0 - T3
1	Clínica	Media	0,48	0,65	0,53	1,66
		Mediana	0,51	0,64	0,49	1,70
		Desvio-padrão	0,55	0,61	0,37	0,74
		n	20	20	20	20
	Modelos	Media	0,41	0,63	0,51	1,55
		Mediana	0,47	0,52	0,50	1,55
		Desvio-padrão	0,37	0,40	0,37	0,83
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,327	0,738	0,640	0,640
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
2	Clínica	Media	0,49	0,55	0,46	1,50
		Mediana	0,43	0,55	0,56	1,40
		Desvio-padrão	0,46	0,35	0,37	0,73
		n	20	20	20	20
	Modelos	Media	0,48	0,53	0,47	1,48
		Mediana	0,43	0,62	0,36	1,63
		Desvio-padrão	0,30	0,38	0,36	0,62
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,925	0,968	0,904	0,883
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
3	Clínica	Media	0,31	0,65	0,47	1,43
		Mediana	0,57	0,72	0,42	1,34
		Desvio-padrão	0,97	0,45	0,56	1,03
		n	20	20	20	20
	Modelos	Media	0,51	0,50	0,50	1,51
		Mediana	0,51	0,45	0,49	1,40
		Desvio-padrão	0,34	0,37	0,33	0,60
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,925	0,183	0,698	0,883
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
4	Clínica	Media	0,20	0,55	0,68	1,43
		Mediana	0,37	0,77	0,81	1,26
		Desvio-padrão	1,21	0,63	0,46	1,32
		n	20	20	20	20
	Modelos	Media	0,59	0,23	0,68	1,50
		Mediana	0,54	0,25	0,46	1,62
		Desvio-padrão	0,62	0,52	0,59	0,82
		n	20	20	20	20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,398	0,081	0,758	0,968
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo.

Não houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em todos os comparativos.

5.3.4 Grupo LED para a arcada inferior.

Tabela 5.10 - Resultados de GLED para a arcada inferior

Variáveis	Tipo Medida	n	dif_T0 - T1	dif_T1 - T2	dif_T2 - T3	dif_T0 - T3
1	Clínica	Media	0,74	0,87	0,79	2,40
		Mediana	0,59	0,93	0,85	2,62
		Desvio-padrão	0,63	0,54	0,60	1,03
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	0,68	1,04	0,71	2,42
		Mediana	0,64	0,91	0,61	2,22
		Desvio-padrão	0,49	0,51	0,59	1,09
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,985	0,402	0,381	0,956
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
2	Clínica	Media	0,69	0,94	0,66	2,29
		Mediana	0,61	0,76	0,60	2,46
		Desvio-padrão	0,51	0,58	0,37	0,97
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	0,62	0,81	0,65	2,08
		Mediana	0,65	0,82	0,64	2,16
		Desvio-padrão	0,34	0,41	0,37	0,96
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,809	0,838	0,809	0,361
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
3	Clínica	Media	0,79	0,85	0,26	1,89
		Mediana	0,73	0,85	0,34	2,13
		Desvio-padrão	0,77	0,62	0,67	1,17
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	1,01	0,77	0,63	2,41
		Mediana	1,03	0,76	0,37	2,30
		Desvio-padrão	0,63	0,51	0,62	1,23
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,616	1,000	0,254	0,423
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod
4	Clínica	Media	0,22	0,95	0,92	2,09
		Mediana	0,19	1,05	0,73	2,26
		Desvio-padrão	1,60	0,89	1,06	1,83
		n	16	16	16	16
	Modelos	Media	0,99	0,70	0,83	2,53
		Mediana	1,24	0,84	0,67	2,68
		Desvio-padrão	0,91	0,68	0,64	1,36
		n	16	16	16	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,270	0,468	0,867	0,491
	Resultado		Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod	Cli = Mod

Os resultados entre os tipos de medidas estão apresentados em amarelo.

Não houve diferença significativa entre os tipos de medidas clínica e modelos em todos os comparativos.

5.4 Comparativos entre GC e GLED quanto às quatro variáveis e entre os tempos avaliados.

Comparativos entre GC e GLED quanto as 4 variáveis avaliadas clinicamente. Para tanto, foi aplicando testes de Mann-Whitney (p).

Para comparativos entre os tempos T0 x T1 x T2 x T3, foi aplicado testes de Kruskal-Wallis, com comparações múltiplas para verificar as diferenças entre os tempos.

5.4.1 Variáveis Clínicas para a arcada superior.

Tabela 5.11 - Resultados das Variáveis clínicas para a arcada superior

Variáveis	Grupo	Estatísticas	T0	T1	T2	T3	Teste de Kruskal Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado
1	Controle	Média	14,21	13,50	12,99	12,40	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,005*	T0 > T1 > T2 = T3 T0 > T3
		Mediana	14,19	13,53	13,22	12,56		T1 x T2 (p)=0,024*	
		Desvio-padrão	2,07	1,86	2,10	2,02		T2 x T3 (p)=0,221	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	11,90	11,41	10,77	10,24	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,006*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	11,50	10,79	10,30	9,93		T1 x T2 (p)=0,001*	
		Desvio-padrão	1,95	1,88	1,69	1,63		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,004*	0,005*	0,004*	0,002*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			
2	Controle	Média	5,49	5,06	4,52	4,11	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,032*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	5,44	4,98	4,33	4,00		T1 x T2 (p)=0,005*	
		Desvio-padrão	1,99	1,81	1,97	1,96		T2 x T3 (p)=0,028*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	3,71	3,23	2,67	2,21	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	3,57	2,91	2,51	1,92		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,65	1,49	1,47	1,42		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,012*	0,003*	0,003*	0,002*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			
3	Controle	Média	11,78	11,04	10,70	9,47	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,059	T0 = T1 = T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	11,97	11,01	10,71	8,87		T1 x T2 (p)=0,061	
		Desvio-padrão	1,77	1,52	1,73	1,69		T2 x T3 (p)=0,582	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	9,54	9,23	8,58	8,12	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,671	T0 = T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	9,47	9,53	8,32	7,97		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,91	2,01	1,98	1,90		T2 x T3 (p)=0,009*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,001*	0,009*	0,005*	0,020*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			
4	Controle	Média	21,78	21,52	20,69	19,90	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,617	T0 = T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	21,71	21,71	20,07	19,15		T1 x T2 (p)=0,008*	
		Desvio-padrão	2,03	1,86	2,08	2,14		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	19,21	19,02	18,47	17,79	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,978	T0 = T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	18,43	18,69	18,13	17,50		T1 x T2 (p)=0,006*	
		Desvio-padrão	2,42	2,12	1,80	1,71		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)=0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,004*	0,001*	0,007*	0,009*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			

Os resultados entre os grupos estão apresentados em amarelo e os resultados entre os tempos estão apresentados em azul. Observou-se diferenças significantes entre GC e GLED, no sentido de menores valores no grupo LED. Já entre os tempos, há em ambos os grupos uma redução significativa ao longo do tempo.

5.4.2 Variáveis Clínicas para a arcada inferior.

Tabela 5.12 - Resultados das Variáveis clínicas para a arcada inferior

Variáveis	Grupo	Estatísticas	T0	T1	T2	T3	Teste de Kruskal-Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado
1	Controle	Média	11,86	11,14	10,38	9,65	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,002*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	11,44	10,61	10,15	9,25		T1 x T2 (p)=0,001*	
		Desvio-padrão	1,95	1,87	1,99	2,25		T2 x T3 (p)=0,019*	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	10,99	10,24	9,38	8,59	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,002*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	10,96	10,80	9,52	8,43		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,97	1,89	1,71	1,62		T2 x T3 (p)=0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,347	0,302	0,260	0,223			
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED	GC = LED			
2	Controle	Média	3,96	3,40	2,68	2,14	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,004*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	3,88	3,37	2,67	1,90		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,56	1,63	1,61	1,72		T2 x T3 (p)=0,002*	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	3,55	2,86	1,92	1,26	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	3,51	3,16	1,77	1,09		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,75	1,46	1,13	1,07		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,631	0,397	0,223	0,205			
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED	GC = LED			
3	Controle	Média	8,44	8,15	7,46	6,74	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,888	T0 = T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	8,10	8,06	7,18	6,44		T1 x T2 (p)=0,006*	
		Desvio-padrão	1,81	1,90	1,75	1,73		T2 x T3 (p)=0,049*	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	8,13	7,35	6,50	6,24	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,006*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	8,19	7,26	6,48	6,24		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,84	1,67	1,39	1,42		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,837	0,241	0,159	0,478			
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED	GC = LED			
4	Controle	Média	20,62	20,08	19,25	18,83	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,309	T0 = T1 > T2 = T3 T0 > T3
		Mediana	19,94	19,77	19,09	18,75		T1 x T2 (p)=0,001*	
		Desvio-padrão	2,11	2,10	1,94	2,04		T2 x T3 (p)=0,541	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	19,06	18,84	17,89	16,97	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,995	T0 = T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	19,22	18,98	17,83	16,83		T1 x T2 (p)=0,004*	
		Desvio-padrão	2,64	1,99	1,42	1,84		T2 x T3 (p)=0,020*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)=0,002*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,205	0,159	0,074	0,042*			
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED	GC > LED			

Os resultados entre os grupos estão apresentados em amarelo e os resultados entre os tempos estão apresentados em azul.

Em geral observou-se que não houve diferenças significantes entre GC e GLED. Já entre os tempos há em ambos os grupos uma redução significativa ao longo do tempo.

5.4.3 Variáveis Modelos para a arcada superior

Tabela 5.13 - Resultados das Variáveis modelos para a arcada superior

Variáveis	Grupo	Estatísticas	T0	T1	T2	T3	Teste de Kruskal_Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado
1	Controle	Média	13,86	13,18	12,72	12,22	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,001*	T0 > T1 > T2 = T3 T0 > T3
		Mediana	14,03	13,39	12,96	12,31		T1 x T2 (p)=0,003*	
		Desvio-padrão	2,09	2,15	2,20	2,12		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	11,67	11,26	10,63	10,12	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	11,20	10,81	10,21	9,68		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	2,02	1,84	1,77	1,67		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,003*	0,008*	0,007*	0,002*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			
2	Controle	Média	5,16	4,64	4,28	3,76	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,003*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	5,06	4,51	3,96	3,56		T1 x T2 (p)=0,001*	
		Desvio-padrão	1,77	1,71	1,69	1,69		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	3,46	2,98	2,45	1,97	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	3,32	2,76	2,13	1,64		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,57	1,47	1,48	1,44		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,005*	0,003*	0,002*	0,002*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			
3	Controle	Média	11,27	10,66	10,28	9,69	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	11,41	10,58	9,95	9,38		T1 x T2 (p)=0,006*	
		Desvio-padrão	1,66	1,51	1,48	1,78		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	9,14	8,63	8,13	7,63	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	8,71	8,18	7,96	7,32		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,86	1,83	1,75	1,77		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,002*	0,002*	0,002*	0,002*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			
4	Controle	Média	21,43	20,84	20,39	20,05	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,014*	T0 > T1 > T2 = T3 T0 > T3
		Mediana	21,32	20,49	19,89	19,76		T1 x T2 (p)=0,011*	
		Desvio-padrão	1,98	2,03	1,97	2,07		T2 x T3 (p)=0,079	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	18,75	18,16	17,93	17,26	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,002*	T0 > T1 = T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	18,58	17,75	17,55	16,96		T1 x T2 (p)=0,311	
		Desvio-padrão	2,00	1,69	1,86	1,68		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	20	20	20	20		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,001*	0,001*	0,001*	<0,001*			
	Resultado		GC > LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			

Os resultados entre os grupos estão apresentados em amarelo e os resultados entre os tempos estão apresentados em azul.

Observou-se diferenças significantes entre GC e GLED, no sentido de menores valores no GLED. Já entre os tempos há em ambos os grupos uma redução significativa ao longo do tempo.

5.4.4 Variáveis Modelos para a arcada inferior.

Tabela 5.14 - Resultados das Variáveis modelos para a arcada inferior

Variáveis	Grupo	Estatísticas	T0	T1	T2	T3	Teste de Kruskal_Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado
1	Controle	Média	11,57	10,99	10,33	9,82	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 = T3 T0 > T3
		Mediana	11,20	10,74	9,88	9,37		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,90	1,83	1,89	2,11		T2 x T3 (p)=0,036*	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	10,75	10,08	9,04	8,33	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	10,81	10,26	9,08	7,95		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	2,04	1,85	1,64	1,59		T2 x T3 (p)=0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,397	0,280	0,121	0,859			
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED	GC = LED			
2	Controle	Média	3,64	3,20	2,63	2,06	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,004*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	3,35	2,92	2,42	1,82		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,53	1,50	1,54	1,60		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	3,26	2,64	1,83	1,18	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	3,25	2,65	1,66	,94		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,73	1,50	1,22	1,11		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,599	0,371	0,174	0,174			
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED	GC = LED			
3	Controle	Média	8,59	8,18	7,70	7,11	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,017*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	8,32	7,91	7,27	6,89		T1 x T2 (p)=0,027*	
		Desvio-padrão	1,51	1,47	1,63	1,60		T2 x T3 (p)<0,001*	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	8,24	7,23	6,46	5,83	<0,001*	T0 x T1 (p)<0,001*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	8,02	7,15	6,16	5,16		T1 x T2 (p)<0,001*	
		Desvio-padrão	1,87	1,60	1,42	1,53		T2 x T3 (p)=0,006*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,568	0,133	0,033*	0,042*			
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC > LED	GC > LED			
4	Controle	Média	20,48	19,85	19,26	18,81	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,004*	T0 > T1 = T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	20,22	19,57	19,13	18,94		T1 x T2 (p)=0,123	
		Desvio-padrão	2,02	2,03	1,77	1,83		T2 x T3 (p)=0,026*	
		n	12	12	12	12		T0 x T3 (p)<0,001*	
	LED	Média	18,97	17,98	17,28	16,45	<0,001*	T0 x T1 (p)=0,003*	T0 > T1 > T2 > T3 T0 > T3
		Mediana	18,88	18,03	16,97	16,37		T1 x T2 (p)=0,005*	
		Desvio-padrão	2,10	2,11	1,56	1,68		T2 x T3 (p)=0,001*	
		n	16	16	16	16		T0 x T3 (p)<0,001*	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,121	0,047*	0,003*	0,003*			
	Resultado		GC = LED	GC > LED	GC > LED	GC > LED			

Os resultados entre os grupos estão apresentados em amarelo e os resultados entre os tempos estão apresentados em azul.

Nas medidas 3 e 4 observou-se diferenças significantes entre GC e GLED, no sentido de menores valores no GLED. Já entre os tempos há em ambos os grupos uma redução significativa dos valores ao longo do tempo.

5.5 Comparativos entre GC e GLED quanto às diferenças e entre os tempos analisados nas quatro variáveis.

Para avaliar a velocidade dos fechamentos dos espaços, foram calculadas as diferenças entre (T0 e T1), (T1 e T2), (T2 e T3) e (T0 e T3). Fizemos os comparativos entre GC e GLED quanto a essas diferenças e entre as diferenças de tempo dentro de cada grupo.

Comparativos entre GC e GLED quanto às diferenças entre os tempos nas 4 variáveis. Para tanto foi aplicado testes de Mann-Whitney (p). Comparativos entre as diferenças de tempos, dentro de cada grupo, foram aplicados testes de Kruskal-Wallis, com comparações múltiplas para verificar as diferenças entre os tempos.

5.5.1 Variáveis Clínicas para a arcada superior.

Tabela 5.15 - Resultados das Variáveis clínicas para a arcada superior

Variáveis	Grupo	Diferença			Teste de Kruskal-Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado	Diferença
		T0 - T1	T1 - T2	T2 - T3				
1	Controle	Média	0,72	0,51	0,59	0,939	(T0-T1) = (T1-T2)	1,81
		Mediana	0,77	0,51	0,57		(T0-T1) = (T2-T3)	1,80
		desvio-padrão	0,69	0,60	0,49		(T1-T2) = (T2-T3)	0,84
		n	16	16	16			16
	LED	Média	0,48	0,65	0,53	0,705	(T0-T1) = (T1-T2)	1,66
		Mediana	0,51	0,64	0,49		(T0-T1) = (T2-T3)	1,70
		desvio-padrão	0,55	0,61	0,37		(T1-T2) = (T2-T3)	0,74
		n	20	20	20			20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,236	0,671	0,582			0,648
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED			GC = LED
2	Controle	Média	0,43	0,54	0,40	0,444	(T0-T1) = (T1-T2)	1,37
		Mediana	0,32	0,37	0,24		(T0-T1) = (T2-T3)	1,33
		desvio-padrão	0,61	0,53	0,49		(T1-T2) = (T2-T3)	0,71
		n	16	16	16			16
	LED	Média	0,49	0,55	0,46	0,819	(T0-T1) = (T1-T2)	1,50
		Mediana	0,43	0,55	0,56		(T0-T1) = (T2-T3)	1,40
		desvio-padrão	0,46	0,35	0,37		(T1-T2) = (T2-T3)	0,73
		n	20	20	20			20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,582	0,648	0,290			0,539
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED			GC = LED
3	Controle	Média	0,74	0,34	1,24	0,083	(T0-T1) = (T1-T2)	2,31
		Mediana	0,77	0,31	1,01		(T0-T1) = (T2-T3)	1,86
		desvio-padrão	1,00	0,47	0,86		(T1-T2) = (T2-T3)	1,17
		n	16	16	16			16
	LED	Média	0,31	0,65	0,47	0,157	(T0-T1) = (T1-T2)	1,43
		Mediana	0,57	0,72	0,42		(T0-T1) = (T2-T3)	1,34
		desvio-padrão	0,97	0,45	0,56		(T1-T2) = (T2-T3)	1,03
		n	20	20	20			20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,290	0,036*	0,004*			0,053
	Resultado		GC = LED	GC < LED	GC > LED			GC = LED
4	Controle	Média	0,25	0,84	0,79	0,144	(T0-T1) = (T1-T2)	1,88
		Mediana	0,20	0,79	0,87		(T0-T1) = (T2-T3)	1,84
		desvio-padrão	0,67	0,86	0,55		(T1-T2) = (T2-T3)	0,86
		n	16	16	16			16
	LED	Média	0,20	0,55	0,68	0,486	(T0-T1) = (T1-T2)	1,43
		Mediana	0,37	0,77	0,81		(T0-T1) = (T2-T3)	1,26
		desvio-padrão	1,21	0,63	0,46		(T1-T2) = (T2-T3)	1,32
		n	20	20	20			20
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,912	0,386	0,648			0,305
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED			GC = LED

Não houve diferenças significantes entre os grupos e entre as diferenças de tempo.

5.5.2 Variáveis Clínicas para a arcada inferior.

Tabela 5.16 - Resultados das Variáveis clínicas para a arcada inferior

			Diferença			Teste de Kruskal_Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado	Diferença
Variáveis	Grupo		T0 - T1	T1 - T2	T2 - T3				T0 - T3
1	Controle	Média	0,72	0,76	0,73	0,779		(T0-T1) = (T1-T2)	2,21
		Mediana	0,62	0,68	0,74			(T0-T1) = (T2-T3)	2,45
		desvio-padrão	0,49	0,49	0,67			(T1-T2) = (T2-T3)	0,76
		n	12	12	12				12
	LED	Média	0,74	0,87	0,79	0,829		(T0-T1) = (T1-T2)	2,40
		Mediana	0,59	0,93	0,85			(T0-T1) = (T2-T3)	2,62
		desvio-padrão	0,63	0,54	0,60			(T1-T2) = (T2-T3)	1,03
		n	16	16	16				16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,837	0,599	0,631				0,450
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED
2	Controle	Média	0,56	0,72	0,53	0,517		(T0-T1) = (T1-T2)	1,81
		Mediana	0,55	0,73	0,58			(T0-T1) = (T2-T3)	1,98
		desvio-padrão	0,41	0,40	0,35			(T1-T2) = (T2-T3)	0,48
		n	12	12	12				12
	LED	Média	0,69	0,94	0,66	0,189		(T0-T1) = (T1-T2)	2,29
		Mediana	0,61	0,76	0,60			(T0-T1) = (T2-T3)	2,46
		desvio-padrão	0,51	0,58	0,37			(T1-T2) = (T2-T3)	0,97
		n	16	16	16				16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,802	0,397	0,664				0,100
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED
3	Controle	Média	0,29	0,68	0,73	0,558		(T0-T1) = (T1-T2)	1,70
		Mediana	0,54	0,65	1,02			(T0-T1) = (T2-T3)	1,65
		desvio-padrão	0,95	0,54	0,78			(T1-T2) = (T2-T3)	0,73
		n	12	12	12				12
	LED	Média	0,79	0,85	0,26	0,174		(T0-T1) = (T1-T2)	1,89
		Mediana	0,73	0,85	0,34			(T0-T1) = (T2-T3)	2,13
		desvio-padrão	0,77	0,62	0,67			(T1-T2) = (T2-T3)	1,17
		n	16	16	16				16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,223	0,599	0,074				0,631
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED
4	Controle	Média	0,54	0,83	0,42	0,368		(T0-T1) = (T1-T2)	1,79
		Mediana	0,39	0,67	0,38			(T0-T1) = (T2-T3)	2,08
		desvio-padrão	0,89	0,48	0,87			(T1-T2) = (T2-T3)	0,67
		n	12	12	12				12
	LED	Média	0,22	0,95	0,92	0,305		(T0-T1) = (T1-T2)	2,09
		Mediana	0,19	1,05	0,73			(T0-T1) = (T2-T3)	2,26
		desvio-padrão	1,60	0,89	1,06			(T1-T2) = (T2-T3)	1,83
		n	16	16	16				16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,568	0,599	0,280				0,507
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED

Não houve diferenças significantes entre os grupos e entre as diferenças de tempo.

5.5.3 Variáveis Modelos para a arcada superior.

Tabela 5.17 - Resultados das Variáveis modelos para a arcada superior

		Diferença			Teste de Kruskal_Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado	Diferença	
Variáveis	Grupo	T0 - T1	T1 - T2	T2 - T3				T0 - T3	
1	Controle	Média	0,69	0,46	0,50	0,472	(T0-T1) = (T1-T2)	1,65	
		Mediana	0,62	0,44	0,52		(T0-T1) = (T2-T3)	1,50	
		desvio-padrão	0,56	0,42	0,37		(T1-T2) = (T2-T3)	0,81	
		n	16	16	16			16	
	LED	Média	0,41	0,63	0,51	0,064	(T0-T1) = (T1-T2)	1,55	
		Mediana	0,47	0,52	0,50		(T0-T1) = (T2-T3)	1,55	
		desvio-padrão	0,37	0,40	0,37		(T1-T2) = (T2-T3)	0,83	
		n	20	20	20			20	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,132	0,262	0,962				0,912
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED
2	Controle	Média	0,52	0,35	0,53	0,368	(T0-T1) = (T1-T2)	1,40	
		Mediana	0,42	0,30	0,47		(T0-T1) = (T2-T3)	1,32	
		desvio-padrão	0,47	0,27	0,35		(T1-T2) = (T2-T3)	0,73	
		n	16	16	16			16	
	LED	Média	0,48	0,53	0,47	0,915	(T0-T1) = (T1-T2)	1,48	
		Mediana	0,43	0,62	0,36		(T0-T1) = (T2-T3)	1,63	
		desvio-padrão	0,30	0,38	0,36		(T1-T2) = (T2-T3)	0,62	
		n	20	20	20			20	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,863	0,116	0,498				0,539
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED
3	Controle	Média	0,61	0,38	0,59	0,505	(T0-T1) = (T1-T2)	1,58	
		Mediana	0,72	0,42	0,54		(T0-T1) = (T2-T3)	1,21	
		desvio-padrão	0,50	0,38	0,43		(T1-T2) = (T2-T3)	0,76	
		n	16	16	16			16	
	LED	Média	0,51	0,50	0,50	0,819	(T0-T1) = (T1-T2)	1,51	
		Mediana	0,51	0,45	0,49		(T0-T1) = (T2-T3)	1,40	
		desvio-padrão	0,34	0,37	0,33		(T1-T2) = (T2-T3)	0,60	
		n	20	20	20			20	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,626	0,440	0,604				0,987
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED
4	Controle	Média	0,59	0,45	0,34	0,570	(T0-T1) = (T1-T2)	1,38	
		Mediana	0,58	0,57	0,56		(T0-T1) = (T2-T3)	1,45	
		desvio-padrão	0,65	0,47	0,49		(T1-T2) = (T2-T3)	0,75	
		n	16	16	16			16	
	LED	Média	0,59	0,23	0,68	0,101	(T0-T1) = (T1-T2)	1,50	
		Mediana	0,54	0,25	0,46		(T0-T1) = (T2-T3)	1,62	
		desvio-padrão	0,62	0,52	0,59		(T1-T2) = (T2-T3)	0,82	
		n	20	20	20			20	
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,962	0,290	0,369				0,626
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED				GC = LED

Não houve diferenças significantes entre os grupos e entre as diferenças de tempo.

5.5.4 Variáveis Modelos para a arcada inferior.

Tabela 5.18 - Resultados das Variáveis modelos para a arcada inferior

Variáveis	Grupo	Diferença			Teste de Kruskal-Wallis (p)	Comparações múltiplas	Resultado	Diferença
		T0 - T1	T1 - T2	T2 - T3				T0 - T3
1	Controle	Média	0,59	0,66	0,51	0,472	(T0-T1) = (T1-T2)	1,75
		Mediana	0,43	0,73	0,46		(T0-T1) = (T2-T3)	1,93
		desvio-padrão	0,33	0,36	0,52		(T1-T2) = (T2-T3)	0,48
		n	12	12	12			12
	LED	Média	0,68	1,04	0,71	0,047*	(T0-T1) x (T1-T2) (p)=0,029*	2,42
		Mediana	0,64	0,91	0,61		(T0-T1) x (T2-T3) (p)=0,843	2,22
		desvio-padrão	0,49	0,51	0,59		(T1-T2) x (T2-T3) (p)=0,092	1,09
		n	16	16	16		+ rápido meio	16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,873	0,059	0,478			0,042*
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED			GC < LED
2	Controle	Média	0,44	0,57	0,58	0,667	(T0-T1) = (T1-T2)	1,59
		Mediana	0,40	0,54	0,56		(T0-T1) = (T2-T3)	1,74
		desvio-padrão	0,32	0,30	0,21		(T1-T2) = (T2-T3)	0,44
		n	12	12	12			12
	LED	Média	0,62	0,81	0,65	0,282	(T0-T1) = (T1-T2)	2,08
		Mediana	0,65	0,82	0,64		(T0-T1) = (T2-T3)	2,16
		desvio-padrão	0,34	0,41	0,37		(T1-T2) = (T2-T3)	0,96
		n	16	16	16			16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,189	0,090	0,598			0,090
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED			GC = LED
3	Controle	Média	0,41	0,48	0,60	0,205	(T0-T1) = (T1-T2)	1,48
		Mediana	0,36	0,48	0,68		(T0-T1) = (T2-T3)	1,43
		desvio-padrão	0,38	0,46	0,31		(T1-T2) = (T2-T3)	0,61
		n	12	12	12			12
	LED	Média	1,01	0,77	0,63	0,174	(T0-T1) = (T1-T2)	2,41
		Mediana	1,03	0,76	0,37		(T0-T1) = (T2-T3)	2,30
		desvio-padrão	0,63	0,51	0,62		(T1-T2) = (T2-T3)	1,23
		n	16	16	16			16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,005*	0,146	0,767			0,020*
	Resultado		GC < LED	GC = LED	GC = LED			GC < LED
4	Controle	Média	0,63	0,59	0,45	0,368	(T0-T1) = (T1-T2)	1,67
		Mediana	0,79	0,52	0,52		(T0-T1) = (T2-T3)	1,70
		desvio-padrão	0,46	0,77	0,44		(T1-T2) = (T2-T3)	0,59
		n	12	12	12			12
	LED	Média	0,99	0,70	0,83	0,837	(T0-T1) = (T1-T2)	2,53
		Mediana	1,24	0,84	0,67		(T0-T1) = (T2-T3)	2,68
		desvio-padrão	0,91	0,68	0,64		(T1-T2) = (T2-T3)	1,36
		n	16	16	16			16
	Teste de Mann-Whitney (p)		0,223	0,397	0,223			0,023*
	Resultado		GC = LED	GC = LED	GC = LED			GC < LED

Nas variáveis 1,3 e 4 houve diferença significativa entre os grupos quanto à redução, no sentido de maior redução no GLED.

Na variável 1 GLED houve diferença significativa, no sentido de maior velocidade entre T1 e T2.

5.6 Gráficos Descritivos de Médias das Variáveis utilizadas por Grupo, tipo de medida e localização.

Para melhor entendimento e visualização, segue a representação gráfica para cada uma das variáveis utilizadas dos comparativos entre GC e GLED, nos tipos de medidas: Clínicas e em Modelos e respectiva localização: Arcada superior e Arcada inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3.

5.6.1 Gráfico Variável 1.

Gráfico 5.1 - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 1: ponta de cúspide dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3

5.6.2 Gráfico Variável 2.

Gráfico 5.2 - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 2: maior curvatura da face mesial dos segundos pré-molares à maior curvatura da face distal dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3

5.6.3 Gráfico Variável 3.

Gráfico 5.3 - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 3: fossa mesial dos segundos pré-molares à ponta de cúspide dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3

5.6.4 Gráfico Variável 4.

Gráfico 5.4 - Comparativos entre GC e GLED, da Variável 4: fossa central dos primeiros molares à ponta de cúspide dos caninos, nas medidas: clínicas e em modelos nas arcadas superior e inferior, analisados ao longo dos tempos: T0,T1, T2 e T3

5.7 Gráficos Descritivos dos Comparativos entre GC e GLED quanto `as diferenças e entre os tempos analisados nas quatro variáveis.

Para melhor entendimento e visualização, segue a representação gráfica dos comparativos entre GC e GLED quanto `as diferenças entre os tempos de observação analisados nas quatro variáveis nos tipos de medidas: Clínicas e em Modelos e respectiva localização: Arcada superior e Arcada inferior.

5.7.1 Clínico Arcada superior.

Gráfico 5.5 - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: clínicas na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudadas

5.7.2 Clínico Arcada inferior.

Gráfico 5.6 - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: clínicas na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudadas

5.7.3 Modelos Arcada superior.

Gráfico 5.7 - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: modelos na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudadas

5.7.4 Modelos Arcada inferior.

Gráfico 5.8 - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: modelos na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T1, T1 - T2 e T2 - T3, nas quatro variáveis estudadas

5.8 Gráficos Descritivos dos Comparativos entre GC e GLED quanto `a diferença e entre os tempos T0 – T3 nas quatro variáveis.

Para melhor entendimento e visualização, segue a representação gráfica dos comparativos entre GC e GLED quanto `as diferenças entre os tempos de observação analisados nas quatro variáveis nas medidas: Clínicas e em Modelos e respectiva localização: Arcada superior e Arcada inferior.

5.8.1 Clínico Arcada superior.

Gráfico 5.9 - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: clínicas na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3

5.8.2 Clínico Arcada inferior.

Gráfico 5.10 - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: clínicas na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3

5.8.3 Modelos Arcada superior.

Gráfico 5.11 - Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: modelos na arcada superior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3

5.8.4 Modelos Arcada inferior.

Gráfico 5.12- Comparativos entre GC e GLED, nas medidas: modelos na arcada inferior, analisados na diferença entre os tempos: T0 - T3

6 DISCUSSÃO

Desde 1989, foi descrito por Karu o mecanismo de ação dos lasers, no qual observou a ativação da cadeia respiratória mitocondrial que resultou no início de uma cascata que promoveu a sinalização celular e aumento da produção de ATP (trifosfato de adenosina) no ponto irradiado. Concluiu que a ação fotoquímica do laser vermelho e infravermelho acelerou o metabolismo celular(40). Nos anos seguintes, vários autores realizaram estudos laboratoriais(42, 48, 56, 63, 64, 66) e clínicos(41, 43, 49, 68-71, 77) e encontraram resultados controversos no que diz respeito ao aumento da velocidade de movimentação dentária.

Considerando que o LED é também uma fonte de luz de baixa intensidade, a partir de 2011 autores motivaram-se a estudar o efeito do LED na movimentação ortodôntica(28, 30, 72, 76, 89). Na literatura existem alguns estudos que descrevem de forma pontual determinados movimentos, como a movimentação isolada dos caninos durante a fase de retração ortodôntica. Estes estudos apresentam em comum a retração apenas dos caninos e não dos dentes anteriores como realizado em nossa pesquisa e em sua maioria com diferentes doses de energia irradiada, o que dificulta a comparação entre essas investigações. A utilização de parâmetros distintos deve-se à busca por uma dosagem ideal, para consequente alcance do efeito positivo da luz aplicada nos tecidos que envolvem a movimentação ortodôntica. Outras pesquisas avaliam somente movimentação dentária durante a fase de nivelamento(28, 29, 31, 76, 89). A avaliação durante esta fase é subjetiva, uma vez que observa-se uma série de variáveis inerentes à fase de nivelamento, que comprometem a análise fiel dos resultados obtidos. Recentemente uma publicação, de um único caso clínico, relata o efeito do uso do LED em tratamento ortodôntico com uso do sistema *Invisalign*(11).O que observa-se em comum na maioria destes estudos descritos é que o desenho da metodologia é crítico pela carência de grupos controles, com resultados controversos a respeito da fototerapia com LED.

Por esta razão, a proposta neste estudo foi poder mensurar o movimento dentário de forma mais objetiva. Para tanto, decidiu-se avaliar somente a fase de retração anterior, em casos com quatro extrações,após ter concluído a fase de

nivelamento para poder assim, estabelecer as mesmas condições de aplicação da mecânica ortodôntica de forma homogênia para todos os pacientes.

Desenhrou-se um estudo prospectivo e os pacientes foram selecionados respeitando-se rigorosamente os critérios de inclusão e exclusão já descritos no capítulo de material e método. Em todos os pacientes foi realizada a montagem dos aparelhos ortodônticos e a fase de nivelamento, seguindo o mesmo protocolo. Antes de iniciar a fase de retração, o grupo foi dividido em dois subgrupos, controle (GC) e LED (GLED).

Neste estudo, cuidados foram tomados para que todos os pacientes estivessem com uma condição clínica pré determinada para posterior medições clínicas e remedições em modelos de estudo, para comparação com os dados obtidos clinicamente. Para isso, detalhes da metodologia foram rigorosamente seguidos:

- ✓ Estudo prospectivo
- ✓ Mesmas condições clínicas antes de começar a mecânica
- ✓ A mesma mecânica de retração
- ✓ Os mesmos intervalos dos tempos de observação e reativação
- ✓ Medições realizadas clinicamente e em modelos de estudo

A experiência que tivemos na realização deste trabalho, nos mostrou a complexidade, dificuldades e limitações que implica um estudo clínico. Gostaríamos de ter incluído neste estudo 30 pacientes em cada grupo, porém não foi possível atingir esse número, embora tenhamos triado aproximadamente 1000 indivíduos, conseguindo incluir apenas 18 pacientes.

A mecânica escolhida permitiu-nos analisar 64 quadrantes e não 18 pacientes e isto justifica o tamanho final da nossa amostra.

Não houve comparação entre as arcadas superiores e inferiores, uma vez que, as mecânicas de ancoragem utilizadas foram diferentes. No arco superior a retração foi ancorada em mini-implantes ortodônticos, considerada ancoragem absoluta, enquanto que para o arco inferior não foram utilizados acessórios de ancoragem e por este motivo foram avaliadas separadamente.

Quando avaliado a distribuição da amostra para verificar a normalidade das

variáveis medidas no estudo, com a finalidade de definir se os testes aplicados seriam paramétricos ou não, todos os resultados foram significantes, ou seja, não aderiram a curva de normalidade e foi concluído portanto que os testes aplicados deveriam ser não paramétricos.

Na avaliação estatística dos tipos de medições realizadas clinicamente e em modelos de estudo, considerando as quatro variáveis estudadas verificou-se que não houve diferença significativa entre os tipos de medidas, o que demonstra que o protocolo de medição foi consistente.

Na avaliação da velocidade do fechamento dos espaços, foram calculadas as diferenças de cada intervalo de quatro semanas de T0 e T1, T1 e T2, T2 e T3 e também do total das doze semanas do início (T0) ao término do período de observação (T3). Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e entre as diferenças de tempo nas variáveis clínicas para a arcada superior (Tabela 5.15, Gráfico 5.9), nas variáveis clínicas para a arcada inferior (Tabela 5.16, Gráfico 5.10) e nas variáveis dos modelos para a arcada superior (Tabela 5.17, Gráfico 5.11) concordando com os achados de Chung(30). Apenas verificaram-se diferenças significantes nas variáveis 1,3 e 4 dos modelos para arcada inferior, entre os grupos quanto a redução dos espaços das extrações, no sentido de maior redução para o GLED. Na variável 1 no GLED houve diferença significativa no sentido de maior velocidade de movimentação encontrada entre T1 e T2 (Tabela 5.18, Gráfico 5.12) apenas na medição dos modelos para arcada inferior.

Embora tenhamos observado que a maioria dos valores das diferenças entre os tempos sejam numericamente maiores no GLED em relação ao GC, estes não foram estatisticamente significantes. Pelo que não pôde-se afirmar que o LED influenciou a velocidade da movimentação no grupo de pacientes estudados, por outro lado é importante destacar que os resultados mostraram para ambos os grupos (GC e GLED) redução significativa dos espaços da retração ao longo do tempo de observação, o que garantiu o sucesso do tratamento ortodôntico, independente da aplicação ou não da fototerapia (Tabelas 5.15, 5.16, 5.17 e 5.18). É importante salientar que na avaliação do fechamento dos espaços ao longo do tempo, observaram-se valores numéricos maiores para as variáveis medidas na arcada inferior quando comparadas às variáveis medidas na arcada superior. Esse resultado deve-se ao diferente tipo de ancoragem utilizada durante

a fase retração dos dentes anteriores superiores e inferiores. Para ambas as arcadas foi utilizada a mecânica de deslize durante a fase de retração ortodôntica, porém, na arcada superior foi realizada com ancoragem absoluta e para a arcada inferior a fixação da mola de retração foi nos primeiros molares inferiores. Desta maneira, o fechamento superior anterior ocorreu sem perda de ancoragem, conferindo assim um valor numérico menor avaliado ao longo dos tempos observados, em contrapartida, na arcada inferior os valores maiores estão relacionados à perda de ancoragem por fechamento recíproco dos espaços.

Os nossos resultados mostraram que o uso do LED não caracterizou diferencialmente a velocidade do fechamento dos espaços das extrações nos pacientes avaliados.

Somos cientes que uma limitação deste trabalho é o tamanho da amostra que pode ter influenciado nos resultados. O LED ainda é pouco investigado como fonte de energia luminosa para verificar sua real influência durante o movimento ortodôntico. Sabe-se que o LED assim como o Laser, pode depositar energia sobre os tecidos tendo como vantagem uma maior área de aplicação e custo reduzido(65), porém, não está descrito na literatura quanto a penetração e absorção dos LEDs nos tecidos que demonstrem os efeitos de fotobiomodulação e esse pode ser também um fator crítico. Cabem pesquisas para elucidar esse importante aspecto. Por isso, seria um equívoco invalidar os efeitos do LED, portanto a nossa proposta em futuros projetos é conseguir realizar um estudo, com a mesma metodologia em uma casuística mais representativa.

Lamentavelmente não existem na literatura estudos com a mesma metodologia para fazermos uma comparação direta com nossos resultados, o que nos insentiva a continuar pesquisando para conseguirmos achar as respostas dos efeitos clínicos reais da fototerapia com LED.

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

- a) Na comparação das diferenças entre o grupo LED e o grupo controle na velocidade de fechamento dos espaços das extrações, considerando separadamente as arcadas dentarias superior e inferior:
 - ✓ Do início (T0) ao término do período de observação (T3) não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, exceto na medição dos modelos da arcada inferior, nas variáveis 1,3 e 4, com maior redução dos espaços para grupo LED.
 - ✓ Observou-se diferença entre os grupos apenas na variável 1 do GLED na medição dos modelos da arcada inferior, no sentido de maior velocidade entre T1 e T2.
- b) Não houve diferença estatística entre os tipos de medidas realizadas clinicamente e nos modelos de estudo.

Independentemente da aplicação ou não do LED observou-se uma significativa redução dos espaços ao longo do tempo em ambos os grupos, tanto da arcada superior, como na arcada inferior, que permitiu o sucesso do tratamento ortodôntico.

REFERÊNCIAS

1. Yamasaki K, Miura F, Suda T. Prostaglandin as a mediator of bone resorption induced by experimental tooth movement in rats. *J Dent Res*. 1980;59(10):1635-42.
2. 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(6):508-18.
3. Yamamoto T, Moerschell RP, Wakem LP, Komar-Panicucci S, Sherman F. Strand-specificity in the transformation of yeast with synthetic oligonucleotides. *Genetics*. 1992;131(4):811-9.
4. Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988;94(4):278-84.
5. Hashimoto F, Kobayashi Y, Matak S, Kobayashi K, Kato Y, Sakai H. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. *Eur J Orthod*. 2001;23(5):535-45.
6. Verna C, Dalstra M, Melsen B. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J Orthod*. 2000;22(4):343-52.
7. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2001;21(1):9-19.
8. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent*. 2009;30(6):342-4, 6, 8-50.
9. Pavlin D, Raj V, et al. Cyclic loading (vibration) accelerates tooth movement in orthodontic patients: A double-blind, randomized controlled trial. *Seminars in Orthodontics*. 2015;21(3):187-94.
10. Kau CH, Nguyen JT, English JD. The clinical evaluation of a novel cyclical force generating device in orthodontics. *Orthodontic Practice.US*; 2010. p. 10-5.

11. Ojima K, Dan C, Kumagai Y, Schupp W. Invisalign Treatment Accelerated by Photobiomodulation. *J Clin Orthod*. 2016;50(5):309-17; quiz 19-20.
12. Ekizer A, Turker G, Uysal T, Guray E, Tasdemir Z. Light emitting diode mediated photobiomodulation therapy improves orthodontic tooth movement and miniscrew stability: A randomized controlled clinical trial. *Lasers Surg Med*. 2016:1-8.
13. Zhang R, Mio Y, Pratt PF, Lohr N, Warltier DC, Whelan HT, et al. Near infrared light protects cardiomyocytes from hypoxia and reoxygenation injury by a nitric oxide dependent mechanism. *J Mol Cell Cardiol*. 2009;46(1):4-14.
14. Kreisler M, Christoffers AB, Al-Haj H, Willershausen B, d'Hoedt B. Low level 809-nm diode laser-induced in vitro stimulation of the proliferation of human gingival fibroblasts. *Lasers Surg Med*. 2002;30(5):365-9.
15. Ueda Y, Shimizu N. Effects of pulse frequency of low-level laser therapy (LLLT) on bone nodule formation in rat calvarial cells. *J Clin Laser Med Surg*. 2003;21(5):271-7.
16. Wataha JC, Lewis JB, Lockwood PE, Hsu S, Messer RL, Rueggeberg FA, et al. Blue Light Differentially Modulates Cell Survival and Growth. 2004;83(2):104-8.
17. Mognato M, Squizzato F, Facchin F, Zaghetto L, Corti L. Cell growth modulation of human cells irradiated in vitro with low-level laser therapy. *Photomed Laser Surg*. 2004;22(6):523-6.
18. Yamada K. Biological effects of low power laser irradiation on clonal osteoblastic cells (MC3T3-E1). *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi*. 1991;65(9):787-99.
19. Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G, Abiko Y. Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone*. 1998;22(4):347-54.
20. Stein A, Benayahu D, Maltz L, Oron U. Low-level laser irradiation promotes proliferation and differentiation of human osteoblasts in vitro. *Photomed Laser Surg*. 2005;23(2):161-6.
21. Yaakobi T, Maltz L, Oron U. Promotion of bone repair in the cortical bone of the tibia in rats by low energy laser (He-Ne) irradiation. *Calcif Tissue Int*. 1996;59(4):297-300.

22. Takeda Y. Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone after tooth extraction. Experimental study in rats. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1988;17(6):388-91.
23. Bouquot J, Brawm P. Combined New Technologies to Improve Dental Implant Success -- Quantitative Ultrasound Evaluation of NIR-LED Photobiomodulation. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and endodontology.* St. Louis, MO: Mosby; 2008. p. e6-e.
24. Brawn P, Kwong-Hing A, Boeriu S, Clokie C. Accelerated implant stability after LED photobiomodulation. *J Dent Res.* 2008;87:2021.
25. Uysal T, Ekizer A, Akcay H, Etoz O, Guray E. Resonance frequency analysis of orthodontic miniscrews subjected to light-emitting diode photobiomodulation therapy. *Eur J Orthod.* 2012;34:44-51.
26. Ekizer A, Ekizer A. Effect of LED-mediated-photobiomodulation therapy on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Lasers Med Sci.* 2015; 30:779-85.
27. Kau CH, Kantarci A, Shaughnessy T, Vachiramon A, Santiwong P, Fuente Adl, et al. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment. *Progress Orthod.* 2013;14(1):30.
28. Nimeri G, Kau CH, Corona R, Shelly J. The effect of photobiomodulation on root resorption during orthodontic treatment. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2014;6:1-8.
29. Chung S, Melissa M, Siew-Ging G. Photobiostimulation as a modality to accelerate orthodontic tooth movement. *Seminars Orthodo.* 2015;21(3):195-202.
30. Chung SE, Tompson B, Gong SG. The effect of light emitting diode phototherapy on rate of orthodontic tooth movement: a split mouth, controlled clinical trial. *J Orthod.* 2015;42(4):274-83.
31. Shaughnessy T, Kantarci A, Kau CH, Skrenes D, Skrenes S, Ma D. Intraoral photobiomodulation-induced orthodontic tooth alignment: a preliminary study. *BMC Oral Health.* 2016;16:3.
32. Cernavin I, Pugatschew A, de Boer N, Tyas MJ. Laser applications in dentistry: a review of the literature. *Aust Dent J.* 1994;39(1):28-32.

33. Genovese W. Laser de Baixa Intensidade. Aplicações terapêuticas em Odontologia. Editora: São Paulo;2007.
34. Neves LS, Silva CMdS, Henriques JFC, Cançado RH, Henriques RP, Janson G. Lasers in Orthodontics. Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial. 2005;10(5):149-56.
35. Silva EM, Gomes S, Ulbrich L, Giovanini A. Avaliação histológica da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização de tecidos epitelial, conjuntivo e ósseo: estudo experimental em ratos. RSBO. 2007;4(2):29-35.
36. Barros FCd, Antunes SA, Figueredo CMdS, Fischer RG. Laser de baixa intensidade na cicatrização periodontal. Rev Cienc Med e Biol. 2008;7(1):85-9.
37. Lizarelli R. Protocolo clínicos odontológicos: uso do laser de baixa intensidade. 3ªed. Editora: São Carlos;2007.
38. Filho C. Avaliação Biomecânica da Ação da radiação laser em baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes de titânio inseridos em tibia de coelhos. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2003.
39. Millis DL, Francis D, Adamson C. Emerging modalities in veterinary rehabilitation. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 2005;35(6):1335-55.
40. Karu T. Photobiology of low-power laser effects. Health Phys. 1989;56(5):691-704.
41. 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(2):117-20.
42. Kawasaki K, Shimizu N. Effects of low-energy laser irradiation on bone remodeling during experimental tooth movement in rats. Lasers Surg Med. 2000;26(3):282-91.
43. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mir M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. Lasers Med Sci. 2008;23(1):27-33.

44. Tuner J, Hode L. Laser therapy: clinical practice and scientific background: a guide for research scientists, doctors, dentists, veterinarians and other interested parties within the medical field: Prima Books AB; 2002.
45. Ross G, Ross A. Low level lasers in dentistry. *Gen Dent*. 2008;56(7):629-34.
46. Simunovic Z. Low level laser therapy with trigger points technique: a clinical study on 243 patients. *J Clin Laser Med Surg*. 1996;14(4):163-7.
47. Pinheiro AL, Gerbi ME. Photoengineering of bone repair processes. *Photomed Laser Surg*. 2006;24(2):169-78.
48. Seifi M, Shafeei HA, Daneshdoost S, Mir M. Effects of two types of low-level laser wave lengths (850 and 630 nm) on the orthodontic tooth movements in rabbits. *Lasers Med Sci*. 2007;22(4):261-4.
49. 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(1):38-43.
50. Vinck EM, Cagnie BJ, Cornelissen MJ, Declercq HA, Cambier DC. Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode and low power laser irradiation. *Lasers Med Sci*. 2003;18(2):95-9.
51. Corazza AV, Jorge J, Kurachi C, Bagnato VS. Photobiomodulation on the angiogenesis of skin wounds in rats using different light sources. *Photomed Laser Surg*. 2007;25(2):102-6.
52. Huang PJ, Huang YC, Su MF, Yang TY, Huang JR, Jiang CP. In vitro observations on the influence of copper peptide aids for the LED photoirradiation of fibroblast collagen synthesis. *Photomed Laser Surg*. 2007;25(3):183-90.
53. Whelan HT, Smits RL, Jr., Buchman EV, Whelan NT, Turner SG, Margolis DA, et al. Effect of NASA light-emitting diode irradiation on wound healing. *J Clin Laser Med Surg*. 2001;19(6):305-14.
54. Casalechi HL, Nicolau RA, Casalechi VL, Silveira L, Jr., De Paula AM, Pacheco MT. The effects of low-level light emitting diode on the repair process of Achilles tendon therapy in rats. *Lasers Med Sci*. 2009;24(4):659-65.

55. Kim YD, Kim SS, Kim SJ, Kwon DW, Jeon ES, Son WS. Low-level laser irradiation facilitates fibronectin and collagen type I turnover during tooth movement in rats. *Lasers Med Sci.* 2010;25(1):25-31.
56. Goulart CS, Nouer PR, Mouramartins L, Garbin IU, de Fatima Zanirato Lizarelli R. Photoradiation and orthodontic movement: experimental study with canines. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(2):192-6.
57. 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(3):143-55.
58. Yoshida T, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Kato M, Arai Y, Kaneda T, et al. Low-energy laser irradiation accelerates the velocity of tooth movement via stimulation of the alveolar bone remodeling. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12(4):289-98.
59. Gama SK, Habib FA, Monteiro JS, Paraguassu GM, Araujo TM, Cangussu MC, et al. Tooth movement after infrared laser phototherapy: clinical study in rodents. *Photomed Laser Surg.* 2010;28 Suppl 2:S79-83.
60. Habib FA, Gama SK, Ramalho LM, Cangussu MC, Santos Neto FP, Lacerda JA, et al. Laser-induced alveolar bone changes during orthodontic movement: a histological study on rodents. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(6):823-30.
61. Hubler R, Blando E, Gaiao L, Kreisner PE, Post LK, Xavier CB, et al. Effects of low-level laser therapy on bone formed after distraction osteogenesis. *Lasers Med Sci.* 2010;25(2):213-9.
62. Pires-Oliveira DA, Oliveira RF, Amadei SU, Pacheco-Soares C, Rocha RF. Laser 904 nm action on bone repair in rats with osteoporosis. *Osteoporos Int.* 2010;21(12):2109-14.
63. Marquezan M, Bolognese AM, Araujo MT. Effects of two low-intensity laser therapy protocols on experimental tooth movement. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(6):757-62.
64. 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(1):131-40.

65. Fonseca PD, de Lima FM, Higashi DT, Koyama DF, Toginho Filho Dde O, Dias IF, et al. Effects of light emitting diode (LED) therapy at 940 nm on inflammatory root resorption in rats. *Lasers Med Sci.* 2013;28(1):49-55.

66. Shirazi M, Ahmad Akhoundi MS, Javadi E, Kamali A, Motahhari P, Rashidpour M, et al. The effects of diode laser (660 nm) on the rate of tooth movements: an animal study. *Lasers Med Sci.* 2015;30(2):713-8.

67. Ge MK, He WL, Chen J, Wen C, Yin X, Hu ZA, et al. Efficacy of low-level laser therapy for accelerating tooth movement during orthodontic treatment: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2015;30(5):1609-18.

68. Vieira M. Efeito da terapia laser de baixa potência no aumento da velocidade da movimentação ortodôntica. Bauru: Universidade de São Paulo; 2009.

69. Camacho A, Cujar S. Acceleration effect of orthodontic movement by application of low-intensity laser. *J Oral Laser Applications.* 2010;10:99-105.

70. Lage L. A utilização do laser de baixa intensidade na movimentação dentária e nasensibilidade dolorosa após aplicação de força ortodôntica. São Bernardodo Campo:Universidade Metodista de São Paulo; 2011.

71. Sousa MV, Scanavini MA, Sannomiya EK, Velasco LG, Angelieri F. Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. *Photomed Laser Surg.* 2011;29(3):191-6.

72. Esper M, Nicolau R, Arisawa E. The effect of two phototherapy protocols on pain control in orthodontic procedure--a preliminary clinical study. *Lasers Med Sci.* 2011;26:657-63.

73. Tuner J, Jenkins P. Complications in comparing lasers and LED. Comment on Esper MA, Nicolau RA, Arisawa EA (2011) The effect of two phototherapy protocols on pain control in orthodontic procedure--a preliminary clinical study. *Lasers Med Sci* 26:657-663. *Lasers Med Sci.* 2012;27(6):1257-8.

74. Kau CH. Biotechnology in Orthodontics Photo Biomodulation. *Dentistry.* 2012;2(5):1-2.

75. 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(3):289-97.
76. Kau CH, Kantarci A, Shaughnessy T, Vachiramon A, Santiwong P, de la Fuente A, et al. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment. *Prog Orthod.* 2013;14:30.
77. Sousa M. Avaliação da influência do laser de baixa intensidade como recurso de ancoragem ortodôntica e na supressão da dor. Bauru: Universidade de São Paulo; 2013.
78. Heravi F, Moradi A, Ahrari F. The effect of low level laser therapy on the rate of tooth movement and pain perception during canine retraction. *Oral Health Dent Manag.* 2014;13(2):183-8.
79. Long H, Zhou Y, Xue J, Liao L, Ye N, Jian F, et al. The effectiveness of low-level laser therapy in accelerating orthodontic tooth movement: a meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2015;30(3):1161-70.
80. Interlandi S. Ortodontia: mecânica do arco de canto; introdução `a técnica. São Paulo: Sarvier; 1986 1986. 19-23, 43-65. p.
81. Thomas RG. Indirect bonding: simplicity in action. *J Clin Orthod.* 1979;13(2):93-106.
82. McLaughlin RP, Bennett JC. Bracket placement with the preadjusted appliance. *J Clin Orthod.* 1995;29(5):302-11.
83. McLaughlin RP BJ, Trevisi H. Mecânica sistematizada de tratamento ortodôntico. São Paulo: Artes Médicas; 2002. 324 p.
84. Morea C, Dominguez GC, Wuol Ado V, Tortamano A. Surgical guide for optimal positioning of mini-implants. *J Clin Orthod.* 2005;39(5):317-21.
85. Vigorito J. Documentação em clínica ortodôntica. In: Interlandi S. Ortodontia: bases para iniciação. São Paulo: Artes Médicas; 1977. 323-25 p.

86. Yamaguto O, Vasconcelos M. Determinação das medidas dentárias méso-distais em indivíduos brasileiros leucodermas com oclusão normal Determination of mesiodistal dental measures in white brazilian individuals with normal occlusion. Rev Dent Press Ortodont Ortoped Facial. 2005;10:99-107.
87. Conover WJ. Practical Nonparametric Statistics. 3rd Edition ed. USA1999.
88. Siegel S. Estatística não paramétrica (Para as ciências doComportamento). Bookman Companhia Ed.; 2006.
89. Kau CH. Orthodontics in the 21st century: a view from across the pond. <http://dxdoiorg/101179/1465312512Z000000000020>. 2014.

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ANEXO A- Parecer do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CONEP
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico.

Pesquisador: Daniella Prado Ferreira-Günther

Área Temática: Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;

Versão: 4

CAAE: 33281414.1.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.144.006

Data da Relatoria: 29/06/2015

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Listas de Inadequações".

Recomendações:

Conforme descrito no Parecer Consubstanciado CONEP, o projeto foi aprovado com recomendação, cabe ao CEP verificar o cumprimento das pendências. Portanto não é necessário o encaminhamento do protocolo à CONEP.

Situação do Parecer:

Aprovado com Recomendação

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Considerações Finais a critério da CONEP:

Diante do exposto, a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto, devendo o CEP verificar o cumprimento das questões.

Situação: Protocolo aprovado com recomendação.

BRASILIA, 14 de Julho de 2015

Assinado por: Jorge Alves de Almeida Venancio
(Coordenador)

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ANEXO B- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico.

Pesquisador: Daniella Prado FerreiraGünther

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 33281414.1.0000.0075

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.774.949

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Princial: Biolux Research Ltd e 3M do Brasil Ltda.

Apresentação do Projeto:

O presente projeto busca, através de um ensaio clínico do tipo caso-controle, avaliar o impacto sobre o tempo de tratamento ortodôntico associando o LED com bioestimulador celular.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste estudo é avaliar a influência utilização do LED durante a fase de retração ortodôntica, a fim de melhorar a qualidade da movimentação dentária visando diminuir o tempo de tratamento ortodôntico dos pacientes

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O risco apontado pelo autor é mínimo decorrente do procedimento normal de um tratamento ortodôntico convencional, tais como quebra de arco, descolagem de bráquetes e fios pontiagudos que possam lesionar tecidos moles. Para tanto, caso ocorra qualquer uma dessas emergências o atendimento será realizado pelo responsável da pesquisa na clínica da USP. Todos os procedimentos realizados seguirão as normas de higiene e proteção sem nenhum dano biológico.

Os Benefícios descritos no projeto apontam que os pacientes b(participantes da pesquisa) receberão tratamento ortodôntico para correção da má oclusão existente e restabelecimento de uma oclusão normal com adequados padrões funcionais e estéticos

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa pode contribuir com evidências inéditas sobre o uso de leds nos tratamentos ortodônticos, esta pesquisa já foi aprovada com recomendações pela CONEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados: Folha de rosto, cronograma, termo de assentimento e TCLE , projeto de pesquisa.

Recomendações:

Recomendações emitidas pela CONEP. Estas adequações devem ser apontadas no relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado com recomendações pela CONEP e que não foram contempladas na íntegra pelos pesquisadores.

Considerações Finais a critério do CEP:

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SÃO PAULO, 14 de Outubro de 2016.

Maria Gabriela HBiazevic

(Coordenador)

ANEXO C – Termos Assentimento Grupo Controle

Por este meio, convidamos, a participar do trabalho de pesquisa: “Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico”, que será realizado na clínica do curso de Pós-Graduação em Ortodontia - São Paulo (USP), pela C.D. **Daniella Prado Ferreira-Günther**, orientada pela **Prof^a. Dra. Gladys Cristina Dominguez** (FOUSP). A pesquisa tem como objetivo avaliar a velocidade de movimentação dos dentes durante o tratamento ortodôntico com a influência da utilização de luz LED (laser de baixa potência), durante uma parte da terapia (fase de fechamento dos espaços).

Se aceitar a participação neste estudo, será necessária a realização do diagnóstico, planejamento e acompanhamento da evolução do tratamento através da obtenção de documentações ortodônticas em três momentos. As documentações constam de: modelos de gesso, fotografias dos dentes e da face além de radiografias do tipo tomografia que serão realizadas dentro da FO-USP de odontologia, sem custos para o participante da pesquisa. A obtenção de todos os exames seguirá as normas de higiene e proteção radiográficas sem nenhum dano biológico. O participante da pesquisa receberá tratamento ortodôntico que será realizado com aparelho fixo, extrações de 4 dentes (pré-molares) necessárias para a correção dentária, instalação de 2 mini-implantes ortodônticos e a aplicação de luz LED apenas para o grupo 1 (G1), em um período aproximado de 4 meses. Nesta pesquisa existe também os participantes da pesquisa do grupo controle (G2), o qual você participará, receberá tratamento ortodôntico com os mesmos protocolos do G1, porém não receberá a aplicação do LED durante o tratamento. O pesquisador responsável explicará todo o processo antes e durante a coleta das informações. Caso haja qualquer dúvida, poderá ser esclarecida com o pesquisador em qualquer momento da pesquisa.

Sua participação é voluntária e a pesquisa não tem interesse financeiro. O perigo (risco) por participar do estudo é mínimo e incluem a possibilidade de leve desconforto, em caso de atendimento emergencial (quebra de arco, descolagem de braquetes, fios pontiagudos que possam gerar outros desconfortos), o participante da pesquisa poderá contatar o pesquisador responsável pela pesquisa, Daniella Prado Ferreira-Günther (fone: 13-997849719), e receberá atendimento na clínica de Ortodontia da faculdade de odontologia da USP sem qualquer custo. Não há qualquer tipo de penalização aos participantes da pesquisa caso venha a negar seu assentimento, tendo o direito de desistir ou solicitar sua exclusão do estudo a qualquer momento.

O participante da pesquisa autoriza que o material coletado seja utilizado pelos pesquisadores com a finalidade de ensino e divulgação em publicações em jornais e/ou revistas científicas do país e do exterior dentro das normas vigentes:

() SIM () NÃO

Para opção SIM: Serão tomadas as medidas necessárias para manter confidenciais as informações fornecidas, e sua identidade não será revelada. Nas suas fotos, tarjas pretas serão colocadas nos olhos para dificultar a identificação e não haverá nenhum tipo de identificação pessoal quando da divulgação dos resultados e/ou em qualquer outra etapa do estudo.

Rubricas: _____
Participante da pesquisa

Pesquisador responsável

É assegurado aos participantes da pesquisa a garantia de sigilo, de acordo com as normas brasileiras, em que os seus dados serão anonimizados antes de serem encaminhados pelos pesquisadores responsáveis para qualquer outra instância, sejam outros pesquisadores ou o patrocinador. Para tanto, os participantes da pesquisa serão numerados e desta maneira não será possível identificar os dados pessoais dos mesmos, havendo assim a garantia de sigilo, confidencialidade e segurança no tratamento dos dados.

Será garantido ao participante da pesquisa, o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte e alimentação nos dias em que for necessária a presença para consultas ou exames. O participante da pesquisa terá direitos a assistência integral e também indenização em caso de danos decorrentes da pesquisa.

Se houver dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa (Seres Humanos) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo Av. Prof. Lineu Prestes, 2227– 05508-000– São Paulo– SP. Fone:(11)3091.7960 – E-mail: cepfo@usp.br Horário de Funcionamento: segunda a sexta-feira das 8 às 17h (exceto feriados e recesso universitário). O Comitê é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. (Resolução CNS nº 466 de 2012).

Este Termo de Assentimento é elaborado em duas vias, sendo uma do pesquisador responsável e outra do participante da pesquisa.

Após ter sido informado e ter as dúvidas suficientemente esclarecidas pelo pesquisador responsável, **concordo e autorizo** a participação de forma voluntária nesta pesquisa.

São Paulo, de de 2016.

Assinatura do Participante da pesquisa

Assinatura do Pesquisador Orientador: Dra. Gladys Cristina Dominguez Morea

Assinatura do Pesquisador Responsável: Daniella Prado Ferreira-Günther

Pesquisadora: Daniella Prado Ferreira-Günther . Av: Ana Costa 221,cj 34. Santos. SP. 11060-001. Fone: (13) 997849719.

ANEXO D – Termos Assentimento Grupo LED

Por este meio, convidamos, a participar do trabalho de pesquisa: “Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico”, que será realizado na clínica do curso de Pós-Graduação em Ortodontia - São Paulo (USP), pela C.D. **Daniella Prado Ferreira-Günther**, orientada pela **Prof^a. Dra. Gladys Cristina Dominguez** (FOUSP). A pesquisa tem como objetivo avaliar a velocidade de movimentação dos dentes durante o tratamento ortodôntico com a influência da utilização de luz LED (laser de baixa potência), durante uma parte da terapia (fase de fechamento dos espaços). Se aceitar a participação neste estudo, será necessária a realização do diagnóstico, planejamento e acompanhamento da evolução do tratamento através da obtenção de documentações ortodônticas em três momentos. As documentações constam de: modelos de gesso, fotografias dos dentes e da face além de radiografias do tipo tomografia que serão realizadas dentro da FO-USP de odontologia, sem custos para o participante da pesquisa. A obtenção de todos os exames seguirá as normas de higiene e proteção radiográficas sem nenhum dano biológico. O participante da pesquisa receberá tratamento ortodôntico que será realizado com aparelho fixo, extrações de 4 dentes (pré-molares) necessárias para a correção dentária, instalação de 2 mini-implantes ortodônticos e a aplicação de luz LED, em um período aproximado de 4 meses para o grupo 1 (G1) ao qual você participará. Nesta pesquisa existe também os participantes da pesquisa do grupo controle (G2) que receberão tratamento ortodôntico com os mesmos protocolos do G1, porém não receberão a aplicação do LED durante o tratamento. A emissão de luz LED será feita por meio de um dispositivo específico chamado OrthoPulseTM, doado pela empresa Biolux, portanto sem qualquer custo. Para maior comodidade e conforto, o participante da pesquisa levará o aparelho para casa, com as devidas orientações de utilização, para que seja realizada a auto aplicação da luz, durante 10 minutos diariamente. O pesquisador responsável explicará todo o processo antes e durante a coleta das informações. Caso haja qualquer dúvida, poderá ser esclarecida com o pesquisador em qualquer momento da pesquisa. Sua participação é voluntária e a pesquisa não tem interesse financeiro. O perigo (risco) por participar do estudo é mínimo e incluem a possibilidade de leve desconforto, em caso de atendimento emergencial (quebra de arco, descolagem de braquetes, fios pontiagudos que possam gerar outros desconfortos), o participante da pesquisa poderá contatar o pesquisador responsável pela pesquisa, Daniella Prado Ferreira-Günther (fone: 13-997849719), e receberá atendimento na clínica de Ortodontia da faculdade de odontologia da USP sem qualquer custo. Não há qualquer tipo de penalização aos participantes da pesquisa caso venha a negar seu assentimento, tendo o direito de desistir ou solicitar sua exclusão do estudo a qualquer momento. O participante da pesquisa autoriza que o material coletado seja utilizado pelos pesquisadores com a finalidade de ensino e divulgação em publicações em jornais e/ou revistas científicas do país e do exterior dentro das normas vigentes:

() SIM () NÃO

Para opção SIM: Serão tomadas as medidas necessárias para manter confidenciais as informações fornecidas, e sua identidade não será revelada. Nas suas fotos, tarjas pretas serão colocadas nos olhos para dificultar a identificação e não haverá nenhum tipo de identificação pessoal quando da divulgação dos resultados e/ou em qualquer outra etapa do estudo.

Rubricas: _____
Participante da pesquisa

Pesquisador responsável

É assegurado aos participantes da pesquisa a garantia de sigilo, de acordo com as normas brasileiras, em que os seus dados serão anonimizados antes de serem encaminhados pelos pesquisadores responsáveis para qualquer outra instância, sejam outros pesquisadores ou o patrocinador. Para tanto, os participantes da pesquisa serão numerados e desta maneira não será possível identificar os dados pessoais dos mesmos, havendo assim a garantia de sigilo, confidencialidade e segurança no tratamento dos dados.

Será garantido ao participante da pesquisa, o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte e alimentação nos dias em que for necessária a presença para consultas ou exames. O participante da pesquisa terá direitos a assistência integral e também indenização em caso de danos decorrentes da pesquisa.

Se houver dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa (Seres Humanos) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo Av. Prof. Lineu Prestes, 2227– 05508-000– São Paulo– SP. Fone:(11)3091.7960– E-mail: cepfo@usp.br Horário de Funcionamento: segunda a sexta-feira das 8 às 17h (exceto feriados e recesso universitário). O Comitê é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. (Resolução CNS nº 466 de 2012).

Este Termo de Assentimento é elaborado em duas vias, sendo uma do pesquisador responsável e outra do participante da pesquisa.

Após ter sido informado e ter as dúvidas suficientemente esclarecidas pelo pesquisador responsável, **concordo e autorizo** a participação de forma voluntária nesta pesquisa.

São Paulo, de de 2016.

Assinatura do Participante da pesquisa

Assinatura do Pesquisador Orientador: Dra. Gladys Cristina Dominguez Morea

Assinatura do Pesquisador Responsável: Daniella Prado Ferreira-Günther

Pesquisadora: Daniella Prado Ferreira-Günther . Av: Ana Costa 221,cj 34. Santos. SP. 11060-001. Fone: (13) 997849719.

ANEXO E – Termos Consentimento Livre e Esclarecido Grupo Controle

Por este meio, convidamos seu filho(a).....a participar do trabalho de pesquisa: “Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico”, que será realizado na clínica do curso de Pós-Graduação em Ortodontia - São Paulo (USP), pela C.D. **Daniella Prado Ferreira-Günther**, orientada pela **Prof^a. Dra. Gladys Cristina Dominguez** (FOUSP). A pesquisa tem como objetivo avaliar a velocidade de movimentação dos dentes durante o tratamento ortodôntico com a influência da utilização de luz LED (laser de baixa potência), durante uma parte da terapia (fase de fechamento dos espaços).

Se aceitar a participação de seu filho(a) neste estudo, será necessária a realização do diagnóstico, planejamento e acompanhamento da evolução do tratamento através da obtenção de documentações ortodônticas em três momentos. As documentações constam de: modelos de gesso, fotografias dos dentes e da face além de radiografias do tipo tomografia que serão realizadas dentro da FO-USP de odontologia, sem custos para o participante da pesquisa. A obtenção de todos os exames seguirá as normas de higiene e proteção radiográficas sem nenhum dano biológico. O participante da pesquisa receberá tratamento ortodôntico que será realizado com aparelho fixo, extrações de 4 dentes (pré-molares) necessárias para a correção dentária, instalação de 2 mini-implantes ortodônticos e a aplicação de luz LED apenas para o grupo 1 (G1), em um período aproximado de 4 meses. Nesta pesquisa existem também os participantes da pesquisa do grupo controle (G2), o qual seu filho(a) participará, receberá tratamento ortodôntico com os mesmos protocolos do G1, porém não receberá a aplicação do LED durante o tratamento. O pesquisador responsável explicará todo o processo antes e durante a coleta das informações. Caso haja qualquer dúvida, poderá ser esclarecida com o pesquisador em qualquer momento da pesquisa. A participação de seu filho(a) é voluntária e a pesquisa não tem interesse financeiro. O perigo (risco) por participar do estudo é mínimo e incluem a possibilidade de leve desconforto, em caso de atendimento emergencial (quebra de arco, descolagem de braquetes, fios pontiagudos que possam gerar outros desconfortos), o participante da pesquisa poderá contatar o pesquisador responsável pela pesquisa, Daniella Prado Ferreira-Günther (fone: 13-997849719), e receberá atendimento na clínica de Ortodontia da faculdade de odontologia da USP sem qualquer custo. Não há qualquer tipo de penalização aos participantes da pesquisa caso o(a) senhor(a) venha a negar seu consentimento, tendo o direito de desistir ou solicitar sua exclusão do estudo a qualquer momento.

O responsável pelo participante da pesquisa autoriza que o material coletado seja utilizado pelos pesquisadores com a finalidade de ensino e divulgação em publicações em jornais e/ou revistas científicas do país e do exterior dentro das normas vigentes:

() SIM () NÃO

Para opção SIM: Serão tomadas as medidas necessárias para manter confidenciais as informações fornecidas, e a identidade de seu filho(a) não será revelada. Nas fotos de seu filho(a), tarjas pretas serão colocadas nos olhos para dificultar a identificação e não haverá nenhum tipo de identificação pessoal quando da divulgação dos resultados e/ou em qualquer outra etapa do estudo.

Rubricas: _____
Responsável

Pesquisador responsável

É assegurado aos participantes da pesquisa a garantia de sigilo, de acordo com as normas brasileiras, em que os seus dados serão anonimizados antes de serem encaminhados pelos pesquisadores responsáveis para qualquer outra instância, sejam outros pesquisadores ou o patrocinador. Para tanto, os participantes da pesquisa serão numerados e desta maneira não será possível identificar os dados pessoais dos mesmos, havendo assim a garantia de sigilo, confidencialidade e segurança no tratamento dos dados.

Será garantido ao senhor(a), como responsável, e a seu filho(a), como participante da pesquisa, o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte e alimentação nos dias em que for necessária a presença para consultas ou exames. O participante da pesquisa terá direitos a assistência integral e também indenização em caso de danos decorrentes da pesquisa.

Se houver dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa (Seres Humanos) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo Av. Prof. Lineu Prestes, 2227– 05508-000– São Paulo– SP. Fone:(11)3091.7960 – E-mail: cepfo@usp.br Horário de Funcionamento: segunda a sexta-feira das 8 às 17h (exceto feriados e recesso universitário). O Comitê é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. (Resolução CNS nº 466 de 2012).

Este Termo de consentimento livre e esclarecido é elaborado em duas vias, sendo uma do pesquisador responsável e outra do responsável pelo participante da pesquisa.

Após ter sido informado e ter as dúvidas suficientemente esclarecidas pelo pesquisador responsável, **concordo e autorizo** a participação de forma voluntária de meu filho(a) nesta pesquisa.

São Paulo, de de 2016.

Assinatura do Responsável

Assinatura do Pesquisador Orientador: Dra. Gladys Cristina Dominguez Morea

Assinatura do Pesquisador Responsável: Daniella Prado Ferreira-Günther

Pesquisadora: Daniella Prado Ferreira-Günther . Av: Ana Costa 221,cj 34. Santos. SP. 11060-001. Fone: (13) 997849719.

ANEXO F – Termos Consentimento Livre e Esclarecido Grupo LED

Por este meio, convidamos seu filho(a).....aparticipar do trabalho de pesquisa: “Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico”, que será realizado na clínica do curso de Pós-Graduação em Ortodontia - São Paulo (USP), pela C.D. **Daniella Prado Ferreira-Günther**, orientada pela **Prof^a. Dra. Gladys Cristina Dominguez** (FOUSP). A pesquisa tem como objetivo avaliar a velocidade de movimentação dos dentes durante o tratamento ortodôntico com a influência da utilização de luz LED (laser de baixa potência), durante uma parte da terapia (fase de fechamento dos espaços). Se aceitar a participação de seu filho(a) neste estudo, será necessária a realização do diagnóstico, planejamento e acompanhamento da evolução do tratamento através da obtenção de documentações ortodônticas em três momentos. As documentações constam de: modelos de gesso, fotografias dos dentes e da face além de radiografias do tipo tomografia que serão realizadas dentro da FO-USP de odontologia, sem custos para o participante da pesquisa. A obtenção de todos os exames seguirá as normas de higiene e proteção radiográficas sem nenhum dano biológico. O participante da pesquisa receberá tratamento ortodôntico que será realizado com aparelho fixo, extrações de 4 dentes (pré-molares) necessárias para a correção dentária, instalação de 2 mini-implantes ortodônticos e a aplicação de luz LED, em um período aproximado de 4 meses para o grupo 1 (G1) ao qual seu filho(a) participará. Nesta pesquisa existe também os participantes da pesquisa do grupo controle (G2) que receberão tratamento ortodôntico com os mesmos protocolos do G1, porém não receberão a aplicação do LED durante o tratamento. A emissão de luz LED será feita por meio de um dispositivo específico chamado OrthoPulseTM, doado pela empresa Biolux, portanto sem qualquer custo. Para maior comodidade e conforto, o participante da pesquisa levará o aparelho para casa, com as devidas orientações de utilização, para que seja realizada a auto aplicação da luz, durante 10 minutos diariamente. O pesquisador responsável explicará todo o processo antes e durante a coleta das informações. Caso haja qualquer dúvida, poderá ser esclarecida com o pesquisador em qualquer momento da pesquisa. A participação de seu filho(a) é voluntária e a pesquisa não tem interesse financeiro. O perigo (risco) por participar do estudo é mínimo e incluem a possibilidade de leve desconforto, em caso de atendimento emergencial (quebra de arco, descolagem de braquetes, fios pontiagudos que possam gerar outros desconfortos), o participante da pesquisa poderá contatar o pesquisador responsável pela pesquisa, Daniella Prado Ferreira-Günther (fone: 13-997849719), e receberá atendimento na clínica de Ortodontia da faculdade de odontologia da USP sem qualquer custo. Não há qualquer tipo de penalização aos participantes da pesquisa caso o(a) senhor(a) venha a negar seu consentimento, tendo o direito de desistir ou solicitar sua exclusão do estudo a qualquer momento.

() SIM () NÃO

Para opção SIM: Serão tomadas as medidas necessárias para manter confidenciais as informações fornecidas, e a identidade de seu filho(a) não será revelada. Nas fotos de seu filho(a), tarjas pretas serão colocadas nos olhos para dificultar a identificação e não haverá nenhum tipo de identificação pessoal quando da divulgação dos resultados e/ou em qualquer outra etapa do estudo.

Rubricas: _____
Responsável

Pesquisador responsável

É assegurado aos participantes da pesquisa a garantia de sigilo, de acordo com as normas brasileiras, em que os seus dados serão anonimizados antes de serem encaminhados pelos pesquisadores responsáveis para qualquer outra instância, sejam outros pesquisadores ou o patrocinador. Para tanto, os participantes da pesquisa serão numerados e desta maneira não será possível identificar os dados pessoais dos mesmos, havendo assim a garantia de sigilo, confidencialidade e segurança no tratamento dos dados.

Será garantido ao senhor(a), como responsável, e a seu filho(a), como participante da pesquisa, o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte e alimentação nos dias em que for necessária a presença para consultas ou exames. O participante da pesquisa terá direitos a assistência integral e também indenização em caso de danos decorrentes da pesquisa.

Se houver dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa (Seres Humanos) Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo Av. Prof. Lineu Prestes, 2227– 05508-000– São Paulo– SP. Fone:(11)3091.7960– E-mail: cepfo@usp.br Horário de Funcionamento: segunda a sexta-feira das 8 às 17h (exceto feriados e recesso universitário). O Comitê é um colegiado interdisciplinar e independente, de relevância pública, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. (Resolução CNS nº 466 de 2012).

Este Termo de consentimento livre e esclarecido é elaborado em duas vias, sendo uma do pesquisador responsável e outra do responsável pelo participante da pesquisa.

Após ter sido informado e ter as dúvidas suficientemente esclarecidas pelo pesquisador responsável, **concordo e autorizo** a participação de forma voluntária de meu filho(a) nesta pesquisa.

São Paulo, de de 2016.

Assinatura do Responsável

Assinatura do Pesquisador Orientador: Dra. Gladys Cristina Dominguez Morea

Assinatura do Pesquisador Responsável: Daniella Prado Ferreira-Günther

Pesquisadora: Daniella Prado Ferreira-Günther . Av: Ana Costa 221,cj 34. Santos. SP. 11060-001. Fone: (13) 997849719.