TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES

Avaliação da influência da fotobiomodulação com LED no grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores de pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com extrações

São Paulo

2019

TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES

Avaliação da influência da fotobiomodulação com LED no grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores de pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com extrações

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

Orientadora: Profa. Dra. Gladys Cristina Dominguez-Morea

São Paulo

2019

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-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Esteves, Taiana de Oliveira Baldo.

Avaliação da influência da fotobiomodulação com LED no grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores de pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com extrações / Taiana de Oliveira Baldo Esteves; orientador Gladys Cristina Dominguez-Morea -- São Paulo, 2019.

125 p. : fig., tab.; 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. Reabsorção da Raiz. 2. Fototerapia. 3 Ortodontia. I. Dominguez-Morea, Gladys Cristina. II. Título.

Baldo-Esteves TO. Avaliação da influência da fotobiomodulação no grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores de pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico com extrações. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: 08 / 11 /2019

Banca Examinadora

Prof. Dr. André Tortamano

Instituição: FOUSP Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Israel Chilvarquer

Instituição: FOUSP Julgamento: Aprovada

Profa. Dra. Daniella Prado Ferreira

Instituição: ACDBS Julgamento: Aprovada

Dedico este trabalho...

Aos meus pais, José Mario e Véra Marcia, ao meu irmão Vitor, ao meu marido Daniel e à minha filha Laís. Vocês são o meu alicerce, meu porto seguro, minha vida!

Agradeço especialmente...

A **DEUS** por me abençoar com uma família tão especial e sempre iluminar meus passos por caminhos seguros, me guiando em cada etapa de minha vida.

Aos meus queridos pais, **JOSÉ MARIO** e **VÉRA**, minhas fontes de inspiração e amor. Obrigada por todos os ensinamentos e incentivos, por sempre estarem presentes e por serem meu exemplo de vida. Amo vocês!!!

Ao meu marido, **DANIEL**. Obrigada por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, me apoiando em todas as decisões e tornando possíveis meus sonhos. Obrigada pelo nosso bem maior, nossa pequena, nossa filha. Obrigada por entender os momentos que precisei me dedicar aos estudos e nos privar de momentos de lazer. Te amo para sempre!!!

À minha filha, **LAÍS**. Obrigada por me mostrar o sentimento mais lindo que pode existir na vida: o amor de se tornar mãe!!! Você é meu presente de Deus, meu pedacinho do céu, meu amor incondicional!!! Te amo mais que tudo nesse mundo!!!

Ao meu irmão, **VITOR**. Irmão, amigo, companheiro...nossos laços de amor, carinho e amizade sempre serão eternos!!!! Te amo muito, maninho!!!

À minha cunhada, **VANESSA**. Pelo amor, carinho e apoio constantes! Você enriqueceu ainda mais nossa família com toda sua alegria e carisma! Te amo, cunhadinha linda!!!

Aos meus avós, **ADELINA ADELAIDE** e **ANTÔNIO** e **DORALICE** (in memoriam) e **MÁRIO** (in memoriam) por me permitirem lembranças tão boas e felizes!!! Amo muito vocês!!!

A toda minha **FAMÍLIA**. Os laços que nos unem vão muito além dos de sangue.... Amo imensamente cada um de vocês!!!

Agradecimento mais que especial...

À minha querida orientadora **PROFESSORA DRA. GALDYS CRISTINA
DOMINGUEZ-MOREA.**

Obrigada por todo conhecimento compartilhado, por todo ensinamento transmitido e por todo carinho sempre. A senhora permitiu que esse sonho se tornasse realidade. Obrigada por acreditar em mim e confiar em meu trabalho.

Obrigada por todo crescimento profissional e pessoal que a senhora me proporcionou. Deus sempre coloca as pessoas certas em nosso caminho. E ter a senhora como orientadora foi prova disso. Serei eternamente grata à senhora por tudo o que me proporcionou viver, aprender e querer buscar! Obrigada
mesmo...de coração.

Agradecimentos...

À querida amiga, colega de Doutorado e de equipe, **DANIELLA PRADO FERREIRA**. Obrigada por ter me introduzido à família FOUSP, me apresentando à Profa. Cristina, permitindo a realização deste trabalho como continuidade de sua própria tese. Muito obrigada pela sua amizade, carinho e apoio incondicional!

Ao **PROFESSOR DR. ANDRÉ TORTAMANO**, sempre disposto a transmitir seus conhecimentos científicos e clínicos com muito bom humor e paciência. Obrigada sempre pelo carinho e amizade.

Aos demais **PROFESSORES DR. DA DISCIPLINA DE ORTODONTIA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**: Prof. Dr. João Batista de Paiva, Prof. Dr. José Rino Neto, Prof. Dr. Jorge Abrão, Prof. Dra. Solange Mongelli de Fantini e Prof. Dra. Lylian Kazumi Kanashiro por todos ensinamentos transmitidos ao longo de todo o curso de Doutorado, os quais levarei sempre comigo. Obrigada pelo carinho com que sempre me receberam.

Ao querido **PROFESSOR DR. ISRAEL CHILVARQUER**. Obrigada por todo seu empenho e contribuição para a realização deste trabalho. O senhor realmente fez a diferença. É muito bom poder contar com pessoas como o senhor, que realmente valorizam a pesquisa e não medem esforços para “fazer acontecer”.

Ao **DR. MIKE BUENO** e sua equipe, que, por intermédio do Professor Dr. Israel Chilvarquer, gentilmente disponibilizaram o software e-Vol DX para a análise de todas as tomografias computadorizadas de feixe cônico para a realização do presente estudo.

Às minhas queridas amigas **PROFESSORA DRA. MARCIA MASI, PROFESSORA DRA. CARLA SCANAVINI e PROFESSORA DRA. DANIELLA PRADO FERREIRA** pelos anos de convivência, alegrias e conquistas. Juntas, formamos uma equipe forte, que se completa em todos os sentidos. Obrigada por fazerem parte da minha vida.

À amiga do curso de Doutorado **RENATA DE FARIA SANTOS** por não hesitar em nenhum momento em me ajudar sempre que precisei. Obrigada por tudo. Você é uma pessoa muito querida e especial. Obrigada pela amizade e apoio constante.

À amiga do curso de Doutorado, **SIMONE FRIEDRICHS DORF**. Obrigada sempre pelo apoio, carinho e amizade.

Às minhas amigas do Doutorado **DANI, RE e SI**. Nunca se atinge um objetivo sozinho. Vocês são parte dessa conquista.

À aluna de Pós-Doutorado **RAQUEL MEDEIROS**. Obrigada por sempre estar disposta a ajudar e contribuir muito com todo seu conhecimento científico e seu carinho.

À estagiária da clínica de pesquisa MBT **ANDREZZA MATTOS**. Obrigada pela convivência de alegria e respeito que sempre tivemos.

Aos meus colegas de turma do programa de pós-graduação, aos que já finalizaram o curso e aos que ainda estão cursando: **ANNELISE, ALMIR, BRUNO, CAROL DANTAS, CAROL VIVIAN, DANIELE, ELOISA, FABIO, FELIPPE, HELENA, JULIANA, LIANA, LILIAN, LUCAS, MURILO, MICHELLE, PATRICK, RAFAEL, RENATA, RICARDO, SIMONE, TADEU**. Obrigada pelo incentivo, apoio, companheirismo e amizade ao longo de todos esses anos.

Às queridas secretárias do Departamento de Ortodontia da FOUSP, **VIVI e EDININHA**. Obrigada por nunca hesitarem em me ajudar. Sem vocês por perto tudo teria sido muito mais difícil. Obrigada pelas boas risadas.

A todos os funcionários da FOUSP, em especial ao **EDILSON** e ao **RONALDO**, sempre prestativos em auxiliar nas atividades de clínica. Às **MOÇAS DA LIMPEZA**, que sempre me receberam com um belo sorriso no rosto. Obrigada por tornarem o dia mais alegre logo às 7h da manhã.

Ao aluno de Mestrado **RENAN BERBEL** e demais orientados do Professor Dr. Israel Chilvarquer, por todo ensinamento e auxílio no manuseio do software e-Vol DX.

Ao Centro Radiológico **INDOR** e seus funcionários, que sempre me receberam de forma cordial e atenciosa.

À bibliotecária **PROFESSORA DRA. GLAUCI ELAINE DAMASIO FIDELIS** pela revisão e adequação deste trabalho nas normas da FOUSP.

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

A **TODOS** aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Toda a teoria deve ser feita para poder ser posta em prática, e toda a prática deve obedecer a uma teoria. Só os espíritos superficiais desligam a teoria da prática.”

Fernando Pessoa

RESUMO

Baldo-Esteves TO. Avaliação da influência da fotobiomodulação com LED no grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores de pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com extrações [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019. Versão Corrigida.

O objetivo neste estudo clínico retrospectivo foi avaliar o efeito da fototerapia com LED no grau de Reabsorção Radicular Apical (RRA) de incisivos superiores e inferiores durante a mecânica de retração anterior e comparar a Morfologia do Ápice Radicular (MAR) no início do tratamento com a RRA no final do tratamento. Quarenta e cinco Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico (TCFC) de 15 adolescentes (11 homens, 4 mulheres; média de idade: 15,2 anos) foram avaliadas em três tempos: antes do tratamento ortodôntico (T0), no início da fase de retração anterior (T1) e no término do tratamento ortodôntico (T2) por meio do software e-Vol DX. Todos os pacientes receberam o mesmo protocolo de tratamento ortodôntico e foram aleatoriamente divididos em dois grupos: grupo LED (GLED), composto por 7 pacientes (5 homens, 2 mulheres) que realizaram autoaplicação diária de LED (850nm) durante a fase de retração anterior e grupo controle (GC), composto por 8 pacientes (6 homens, 2 mulheres) que não receberam fotobiomodulação durante a mesma fase. A quantidade de RRA foi avaliada nas TCFC por medidas lineares entre a borda incisal e o ápice radicular obtidas em T1 e T2 no corte sagital. Os valores foram comparados para verificar se houve diminuição no comprimento total dos dentes. A MAR foi classificada, segundo Levander e Malmgren, no corte coronal obtido na TCFC em T0. Os resultados indicaram que a RRA não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($P > 0,05$) e foi estatisticamente maior para os dentes com morfologia apical “em pipeta” no GLED. Dessa forma, concluiu-se que a RRA durante a mecânica de retração anterior ocorreu em ambos os grupos, não sendo influenciada pela fototerapia com LED. No entanto, dentes com morfologia apical “em pipeta” mostraram uma quantidade significativamente maior de reabsorção radicular no GLED.

Palavras-chave: Reabsorção da Raiz. Fototerapia. Ortodontia.

ABSTRACT

Baldo-Esteves TO. Evaluation of the effect of LED photobiomodulation on the degree of apical root resorption of maxillary and mandibular incisors in patients submitted to orthodontic treatment with extraction [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019. Versão Corrigida.

The aim of this retrospective clinical study was to evaluate the effect of LED phototherapy on the degree of Apical Root Resorption (ARR) of maxillary and mandibular incisors occurring during anterior retraction mechanics and to compare the Root Apex Morphology (RAM) at the beginning of the treatment to the degree of ARR at the end of treatment. Forty-five cone beam computed tomographies (CBCT) from 15 teenagers (11 men, 4 women; mean age: 15.2 years) were evaluated at three timepoints: before orthodontic treatment (T0), at the beginning of anterior retraction phase (T1) and at the end of orthodontic treatment (T2) by e-Vol DX software. All patients received the same orthodontic mechanics and were randomly divided into two groups: LED group (LEDG), comprised 7 patients (5 men, 2 women) who daily self-applied LED (850nm) photobiomodulation during the anterior retraction phase, and control group (CG), comprised 8 patients (6 men, 2 women) who did not received photobiomodulation during the same phase. ARR amount was evaluated in CBCT images with linear measurements between the incisal edge and the radicular apex obtained at T1 and T2 on the sagittal cut. The values were compared to verify if there was a decrease in total tooth length. According to Levander and Malmgren, the RAM was classified on the coronal cut obtained at CBCT at T0. Results indicated that ARR showed no statistically significant difference between the groups ($P>0.05$) and it was statistically higher for the “pipette” morphology. Thus, it was concluded that ARR occurred in both groups, and LED phototherapy did not modify it. However, teeth showing apical “pipette” morphology showed a statistically significant higher amount of root resorption in the LEDG.

Keywords: Root Resorption. Phototherapy. Orthodontics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Espectro eletromagnético com comprimento de onda medido em nanômetros.....	37
Figura 2.2 - Representação do conceito de monocromaticidade da luz.....	38
Figura 2.3 - Representação do conceito de coerência da luz.....	38
Figura 2.4 - Representação do conceito de colimação ou direcionalidade da luz...	39
Figura 2.5 - Ilustração da penetração do laser em função do seu comprimento de onda.....	39
Figura 2.6 - Mecanismo de ação do laser de baixa intensidade e do LED.....	41
Figura 2.7 - Classificação das morfologias radiculares atípicas segundo Levander e Malmgren: A-curta, B-rombóide, C-ápice curvo, D-ápice “em pipeta”.....	47
Figura 2.8 - Classificação da morfologia radicular segundo Consolaro: A-triangular; B-romboidal; C-retangular. Quanto às formas especiais do ápice: D-com dilaceração; E-“em pipeta” ou garrafa.....	49
Figura 4.1 - Componentes do aparelho de LED IO OrthoPulse®: dispositivo de silicone intraoral conectado ao controle digital manual.....	65
Figura 4.2 - Dispositivo de silicone intraoral com matrizes de LED em funcionamento.....	65
Figura 4.3 - Mecânica de retração anterior: (A) foto intrabucal frontal, (B) foto intrabucal lateral direita, (C) foto intrabucal lateral esquerda.....	69
Figura 4.4 - Utilização do aparelho de LED IO OrthoPulse® na maxila e na mandíbula, respectivamente.....	71

Figura 4.5 - Tela do software e-Vol DX para obtenção da imagem no modo de reconstrução multiplanar.....	73
Figura 4.6 - Corte axial visualizado na tomografia computadorizada por meio do software e-Vol DX.....	74
Figura 4.7 - Corte coronal visualizado na tomografia computadorizada por meio do software e-Vol DX.....	74
Figura 4.8 - Corte sagital visualizado na tomografia computadorizada por meio do software e-Vol DX.....	75
Figura 4.9 - Pontos de referência para a obtenção da medida linear de comprimento do dente (A-B).....	76
Figura 4.10 - Morfologias radiculares atípicas segundo Levander e Malmgren: A-curta, B-rombóide, C-ápice curvo, D-ápice “em pipeta”.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1	- Resultado do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e da Fórmula de Dalhberg para cada tempo avaliado	81
Tabela 5.2	- Resultado do Teste de Kolmogorov-Smirnov.....	81
Tabela 5.3	- Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T2 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos.....	82
Tabela 5.4	- Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T2 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos, excluído paciente n.9.....	83
Tabela 5.5	- Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T1 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos.....	84
Tabela 5.6	- Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T1 e T2 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos.....	85
Tabela 5.7	- Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T1 para cada dente.....	86
Tabela 5.8	- Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) por arcada segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos em cada intervalo de tempo avaliado.....	87
Tabela 5.9	- Descrição da morfologia do ápice radicular de cada dente em T0.....	88

Tabela 5.10 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) segundo a morfologia do ápice radicular em cada grupo e no total e resultado das comparações.....89

Tabela 5.11 - Resultado das comparações das reabsorções radiculares apicais que apresentaram diferenças entre as morfologias do ápice radicular.....90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALARA	<i>As Low As Reasonably Achievable</i>
ATP	Adenosina Trifosfato
Ca ⁺⁺	Cálcio
CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasse
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
FOV	<i>field of view</i>
HeNe	Hélio-Neônio
Laser	<i>light amplification by stimulated emission of radiation</i>
LBI	Laser de Baixa Intensidade
LCD	<i>liquid crystal display</i>
LED	<i>light emitting diode</i>
MAR	Morfologia do Ápice Radicular
Na ⁺ K ⁺	Sódio Potássio
NiTi	Níquel-Titânio
RANK	<i>receptor activator of NFkB</i>
RANKL	<i>receptor activator of NFkB ligand</i>
RNA	Ácido Ribonucleico
RRA	Reabsorção Radicular Apical
RRIO	Reabsorção Radicular Inflamatória Induzida Ortodonticamente
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

LISTA DE SÍMBOLOS

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

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	31
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	35
2.1	FOTOBIMODULAÇÃO	37
2.1.1	Laser de Baixa Intensidade e LED	37
2.1.2	Mecanismo de Ação do Laser de Baixa Intensidade e do LED	40
2.1.3	Efeitos da fotobiomodulação na movimentação dentária induzida ortodonticamente.....	42
2.2	REABSORÇÃO RADICULAR.....	45
2.2.1	Fatores biológicos envolvidos	46
2.2.2	Influência da mecânica ortodôntica.....	50
2.2.3	Influência da fotobiomodulação nas reabsorções radiculares apicais.....	52
2.3	EXAMES DE IMAGEM	54
3	PROPOSIÇÃO	57
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	61
4.1	MATERIAL	63
4.1.1	Casuística.....	63
4.1.2	Características do aparelho de LED IO OrthoPulse®	64
4.2	MÉTODOS	66
4.2.1	Tratamento Ortodôntico.....	66
4.2.1.1	Fase de Montagem do Aparelho Ortodôntico.....	67
4.2.1.2	Fase de Alinhamento e Nivelamento	67
4.2.1.3	Fase de Retração Anterior	68
4.2.1.4	Fase de Finalização e Intercuspidação	69
4.2.1.5	Fase de Remoção e Contenção.....	70
4.2.2	Protocolo de utilização do aparelho de LED IO OrthoPulse®	70
4.2.3	Aquisição dos exames de imagem	71
4.2.4	Protocolo de avaliação do grau de reabsorção radicular apical.....	72

4.2.5	Protocolo de avaliação da Morfologia do Ápice Radicular (MAR)	
	antes do tratamento ortodôntico (T0)	76
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	77
4.3.1	Erro do método	77
4.3.2	Análise estatística entre grupos e variáveis	78
5	RESULTADOS	79
6	DISCUSSÃO	91
7	CONCLUSÕES	97
	REFERÊNCIAS	101
	ANEXOS	117

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

A Reabsorção Radicular Inflamatória Induzida Ortodonticamente (RRIIO) é frequentemente citada como uma iatrogenia decorrente do tratamento ortodôntico (1–3), sendo uma consequência comum, mas variável, da mecânica ortodôntica.

Caracterizada por processos inflamatórios assépticos, a RRIIO é considerada um fenômeno biomecânico da associação entre as forças ortodônticas aplicadas e fatores biológicos, como morfologia da raiz dentária, influência genética, idade do paciente, gênero, entre outros (4–6). Alguns aspectos das técnicas ortodônticas representam fatores predisponentes de uma maior frequência de reabsorções radiculares, como duração do tratamento (7), uso de elásticos intermaxilares, fechamento de espaço das extrações dentárias ortodonticamente indicadas (7,8), mecânicas intrusivas (9,10) e forças pesadas (11).

Na Odontologia, pesquisas estão constantemente em andamento na busca por opções que proporcionem sempre o melhor resultado para o paciente, o que, na Ortodontia, inclui-se evitar ao máximo os efeitos indesejados decorrentes da mecânica ortodôntica.

Nesse contexto, a fotobiomodulação vem sendo amplamente estudada para diversas finalidades, como aceleração do movimento dentário(12–17), redução da dor ortodôntica (18–21), capacidade de cicatrização dos tecidos e proliferação celular (22–24) e inibição dos processos de reabsorção radicular apical (25–28).

A maioria dos estudos utiliza o Laser de Baixa Intensidade (LBI), mas os resultados são ainda bastante controversos. Enquanto alguns autores demonstraram que o LBI é capaz de acelerar a movimentação dentária ortodôntica (12,13), diminuir a dor relatada pelo paciente (18,19) e provocar menor grau de reabsorção radicular apical (25,26), outros estudos não encontraram diferença significativa entre os grupos fotoirradiado e controle para todos os aspectos apresentados (29–32).

Recentemente, os LEDs (light emitting diode) têm sido utilizados como terapia alternativa para o laser. Como vantagem, os LEDs necessitam de menos energia, não emitem calor e possibilitam uma maior área de aplicação (33), tornando-os opções simples, práticas e de menor custo quando comparados aos lasers (34,35).

Assim como acontece com o laser, também não há consenso na literatura entre os estudos utilizando o LED, mesmo estes sendo em bem menor quantidade. Talvez, devido à falta de padronização metodológica entre os estudos, esse consenso não tenha sido estabelecido, nem para a terapia com laser nem para a com LED.

Dessa forma, diante da necessidade de os efeitos da fototerapia com LED serem melhor abordados e elucidados, o presente estudo tem como objeto avaliar a influência da fotobiomodulação com LED no grau de Reabsorção Radicular Apical (RRA) de pacientes submetidos à mecânica ortodôntica de retração anterior.

2 Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FOTOBIMODULAÇÃO

2.1.1 Laser de Baixa Intensidade e LED

A fotobiomodulação vem sendo amplamente estudada no intuito de acelerar o processo de movimentação dentária por meio de ativação celular com o feixe de luz no vermelho para próximo do gama infravermelho (600–1000nm) (Figura 2.1), gerado pela utilização de LBI ou de LED. A fotobiomodulação refere-se ao fenômeno que evidencia as alterações celulares, promovendo efeitos benéficos e desejados nos tecidos, a partir do fornecimento de luz, em comprimentos de onda específicos (35).

Figura 2.1 - Espectro eletromagnético com comprimento de onda medido em nanômetros

Fonte: Nupen (36)

Diversos trabalhos são encontrados na literatura acerca do uso do LBI nas diferentes áreas da odontologia. Entretanto, os LEDs têm sido recentemente utilizados como uma terapia alternativa para o laser.

Para entendermos melhor a diferença entre laser e LED, três conceitos principais são necessários:

- **Monocromaticidade:** a luz laser é composta de fótons com o mesmo comprimento de onda, sendo, portanto, de uma única cor, uma luz monocromática, que não se decompõe no prisma; assim como o LED (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Representação do conceito de monocromaticidade da luz

Fonte: Nupen (36)

- **Coerência:** é a forma como os fótons se propagam no tempo e no espaço. A luz laser é coerente, com fótons que se propagam na mesma direção. Diferente do LED, que é uma fonte de luz não coerente (Figura 2.3).

Figura 2.3 - Representação do conceito de coerência da luz

Fonte: Nupen (36)

- **Colimação ou direcionalidade:** faz referência à distribuição dos raios e acontece quando todos os fótons caminham de forma paralela na mesma direção. Tal característica 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. A luz laser é unidirecional, ou seja, colimada. Diferente do LED, que é uma fonte de luz não colimada (Figura 2.4).

Figura 2.4 - Representação do conceito de colimação ou direcionalidade da luz

Fonte: Nupen (36)

O comprimento de onda (definido em nanômetros-nm) é uma das principais características a ser avaliada na escolha do tipo de laser a ser utilizado, uma vez que, de acordo com as características ópticas do tecido irradiado, o comprimento de onda irá determinar a profundidade de penetração da luz (Figura 2.5). A penetração tecidual dos raios laser, usados nas terapias de baixa intensidade, tem sido definida em humanos e sabe-se que a coerência é diretamente proporcional à distribuição da luz nos tecidos: maior comprimento de onda, maior penetração (37). Assim, dependendo da estrutura celular que se deseja atingir, é utilizado o comprimento de onda mais apropriado. Em laserterapia de baixa intensidade, os comprimentos de onda mais empregados estão na faixa do vermelho visível (de 630 a 700 nm) para terapia de tecidos mais superficiais, como pele e mucosa, e na faixa do infravermelho (de 700 a 904 nm), apresentando maior profundidade de penetração e podendo interagir com estruturas mais profundas (38,39).

Figura 2.5 - Ilustração da penetração do laser em função do seu comprimento de onda

Fonte: Nupen (36)

Os LEDs são emissores de luz com matrizes de diodo e se diferenciam do LBI 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 (40). Outra diferença dos LEDs está na forma de gerar a luz: nos LBI, a luz é estimulada por uma substância radioativa, como gases de hélio-neônio (HeNe), arsenato de gálio ou arsenato de gálio-alumínio (GaAlAs) dentre outros, enquanto que nos LEDs a luz é produzida por um mecanismo de emissão espontânea de radiação (37).

Além disso, os LEDs têm sido recentemente utilizados como uma terapia alternativa para o laser porque também diferem na quantidade de energia necessária para a geração da luz, necessitando de menos energia quando comparados aos LBI (33). Os LEDs ainda possibilitam uma maior área de aplicação, além de serem fontes de luz que não emitem calor, tornando-os opções simples, práticas e de menor custo quando comparados aos lasers (34,35).

2.1.2 Mecanismo de Ação do Laser de Baixa Intensidade e do LED

O mecanismo de ação dos LBI com espectro de radiação de luz vermelho visível ao infravermelho foi descrito por Karu, em 1989 (22). O autor observou que a energia da fonte luminosa era transmitida diretamente para as mitocôndrias quando se utilizava o comprimento de onda do vermelho visível (630 a 700nm) ou transmitida para a membrana celular quando se utilizava o comprimento de onda do infravermelho (700 a 904nm). Com o comprimento de onda na faixa do infravermelho observou um aumento de íons de Cálcio (Ca^{++}) intracelular no citoplasma, gerando um aumento da permeabilidade da membrana celular devido às alterações do potencial da bomba de sódio-potássio (Na^+K^+). Isto promoveu o aumento da síntese proteica, acelerando a duplicação de DNA e replicação de RNA e, dessa forma, acelerando o 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^{++} intracelular, 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-se 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. Dessa forma, o autor concluiu que a ação fotoquímica do laser vermelho e infravermelho acelerou o metabolismo celular.

Outros autores também atribuem o mecanismo da fotobiomodulação com luz vermelha e próximo do infravermelho a nível celular à ativação de componentes da cadeia respiratória mitocondrial resultando no início de uma cascata de sinalização que promove proliferação celular e citoproteção (22–24). De forma crescente, as evidências sugerem que o complexo proteico citocromo c oxidase, localizado na membrana interna da mitocôndria, é um fotorreceptor da luz na faixa espectral de vermelho para próximo do infravermelho que, quando fotobioestimulado, favorece a síntese de ATP (22,24) (Figura 2.6).

Figura 2.6 - Mecanismo de ação do laser de baixa intensidade e do LED

Fonte: Guia de apresentação do OsseoPulse™ Bone Regeneration System, Biolux - “How Biolux Technology Works: Mitochondrial Mechanism of Action” (41)

A mesma propriedade da radiação de luz na faixa do vermelho visível ao infravermelho em influenciar a atividade celular mitocondrial foi avaliada por Eells et al. (42). Os autores se propuseram a avaliar a transdução de sinal mitocondrial na cicatrização acelerada de feridas e da retina com a utilização do LED. Para o estudo, utilizaram LED com comprimento de onda de 670nm e demonstraram que a fotoirradiação com LED aumentou a produção de citocromo c oxidase em neurônios primários cultivados e reverteu a redução da atividade desse citocromo c oxidase causada por inibidores metabólicos. Também demonstraram que o tratamento com LED preveniu o desenvolvimento de mucosite oral em pacientes pediátricos transplantados de medula óssea. A fotobiomodulação melhorou a cicatrização de feridas em camundongos diabéticos, aumentando os genes importantes na promoção da cicatrização de feridas. Além disso, os autores forneceram evidências do benefício terapêutico do tratamento com LED na recuperação funcional da retina e do nervo óptico *in vivo* após lesão aguda. De acordo com os autores, esses achados fornecem uma ligação entre a ação da luz vermelha e próximo do infravermelho sobre o metabolismo mitocondrial *in vitro* e lesão celular *in vivo*.

2.1.3 Efeitos da fotobiomodulação na movimentação dentária induzida ortodonticamente

Frequentemente, os pacientes queixam-se da demora do tratamento ortodôntico. Diante disso, a busca por recursos que diminuam o tempo final do tratamento tem sido motivo para estudos e pesquisas nessa área.

Nesse sentido, muitos estudos clínicos vêm sendo conduzidos por diferentes autores para verificar se de fato há uma aceleração do movimento ortodôntico quando associado à fotobiomodulação.

Diversos autores encontraram uma correlação positiva nos casos em que houve a aplicação de LBI (12,13) ou LED (14-16) durante a movimentação ortodôntica, concluindo que a fotobiomodulação age acelerando a movimentação dentária e, dessa forma, diminuindo o tempo de tratamento.

Kau et al. (14), Shaughnessy et al. (15) e Nahas et al. (16) avaliaram a ação do LED com comprimento de onda de 850 nm durante a fase de alinhamento e

nivelamento utilizando o aparelho OrthoPulse® (Biolux, Vancouver, Canadá). Todos os estudos concluíram que a utilização de fotobiomodulação diária por meio do LED parece acelerar a movimentação dentária, diminuindo o tempo de tratamento quando comparado ao grupo controle.

Da mesma forma, Ekizer et al. (17), avaliaram a velocidade de movimento dos dentes e a estabilidade de mini-implantes em pacientes ortodônticos tratados com extração dos primeiros pré-molares e submetidos à fotobiomodulação com o aparelho OsseoPulse® LED (Biolux, Vancouver, Canadá) com comprimento de onda de 618 nm, utilizado 20min/dia por 21 dias. As análises foram feitas no momento de instalação do mini-implante (imediatamente pré-retração ortodôntica), 1 mês, 2 meses e 3 meses após, sendo sempre um lado do arco utilizado como grupo experimental e o outro como controle. Os resultados mostraram que o lado que recebeu a fotobiomodulação com LED apresentou taxa de movimentação dentária significativamente maior em todos os momentos avaliados e também maior estabilidade estatisticamente significativa dos mini-implantes no segundo e terceiro meses.

No entanto, tais resultados não foram encontrados por outros autores que também avaliaram o LBI ou o LED. Chung et al. (43) investigaram a ação da fotobiomodulação com LED na taxa de movimentação dentária ortodôntica em pacientes tratados com extração dos primeiros pré-molares, em que um dos lados do arco foi utilizado como grupo experimental e o outro como controle. Para o estudo, utilizaram o aparelho da Biolux (Vancouver, Canadá) que forneceu energia intra-alveolar de 0.92–6.92J/cm², com aplicação diária de 21 min por 10 semanas. Os resultados mostraram que não houve diferença significativa na taxa de movimentação dentária ortodôntica com a utilização da fototerapia com LED no fechamento dos espaços das extrações. Resultado semelhante ao encontrado por Ferreira-Günther (44). Este estudo avaliou a influência da fototerapia com LED na velocidade de movimentação dentária ortodôntica, utilizando o aparelho OrthoPulse® (Biolux, Vancouver, Canadá) com comprimento de onda de 850 nm durante a fase de retração anterior em pacientes submetidos à extração dos quatro primeiros pré-molares, com uso de 10 minutos diários. Os resultados foram comparados com um grupo controle, que recebeu a mesma mecânica ortodôntica, porém sem fotoirradiação. O estudo concluiu que o uso do LED não caracterizou diferencialmente a velocidade do fechamento dos espaços das extrações nos pacientes avaliados.

Ainda, em estudo mais recente, Friedrichsdorf et al. (45) também avaliaram a influência da fototerapia na velocidade de movimentação dentária. Para o estudo, compararam os efeitos do LED (850nm) e do LBI (808nm). Os autores concluíram que houve uma diminuição da quantidade de movimento dentário nos grupos fotoirradiados, tanto com LED quanto com LBI, em comparação com o grupo controle, sendo a diferença estatisticamente significativa.

Alguns estudos referem-se à capacidade de analgesia dos fotobiomoduladores.

Em 2009, Tortamano et al. (18) avaliaram clinicamente o efeito do LBI, com comprimento de onda de 830 nm, como um método de reduzir a dor após a colocação do primeiro arco ortodôntico. A fotobiomodulação foi realizada imediatamente após a instalação do primeiro arco e os pacientes levaram um questionário, para preencher em casa, durante os 7 dias seguintes. Os autores concluíram que a terapia com LBI foi capaz de controlar eficientemente a dor causada nos estágios iniciais do tratamento ortodôntico.

Esper et al. (20) avaliaram a efetividade do LBI e do LED na inibição da dor em 55 pacientes após a inserção de separadores elásticos. Para isso, dividiu os pacientes em 4 grupos: controle (nenhuma terapia), placebo (simulação de aplicação de luz), protocolo laser (660 nm) e protocolo LED (640 nm). Os pacientes receberam uma escala visual analógica (0 a 10) para marcação da dor experimentada após a colocação do separador, após a terapia (laser, LED ou placebo) e após 2, 24, 48, 72, 96 e 120 horas. Os autores concluíram que o grupo LED apresentou significativa redução da dor entre 2 e 120hs comparado com o grupo controle, e diminuição acentuada da dor quando comparado ao grupo laser.

Diante dos resultados expostos por Esper et al. (20), Turner et al. (46) decidiram avaliar a metodologia utilizada neste estudo e comparar com o protocolo descrito por Youssef et al. (12), que concluíram que a terapia com LBI pode acelerar significativamente a movimentação dentária ortodôntica e reduzir efetivamente o nível de dor. Para Turner et al. (46), a quantidade de variáveis envolvidas nos estudos, como tempo de irradiação, densidade de energia e tecido irradiado, torna os resultados ainda controversos. Para os autores, o estudo desenvolvido por Esper et al. mostrou que o LED pode ser uma alternativa de tratamento para redução da dor, porém, não deve ser considerado superior ao laser.

Outros dois estudos clínicos são encontrados na literatura acerca da eficácia do LED na redução da dor ortodôntica. Kim et al. (19) e Figueira et al. (21) avaliaram a percepção de dor dos pacientes após a instalação de separadores elásticos. No estudo de Kim et al. (19), os pacientes foram divididos em 3 grupos: grupo irradiado com laser (635 nm), grupo irradiado com LED (635 nm) e grupo controle. Os pacientes eram irradiados por 30 segundos a cada 12 horas por 1 semana. No estudo de Figueira et al. (21), 2 grupos participaram da pesquisa: grupo controle e grupo LED (850 nm) irradiado imediatamente, 48h, 72h e 7 dias após a colocação do elástico separador. Os autores encontraram resultados diferentes para seus estudos. Kim et al. concluíram que o laser foi capaz de reduzir significativamente a dor dos pacientes quando comparado aos outros dois grupos. Já para Figueira et al. o LED foi efetivo em reduzir significativamente o nível de dor dos pacientes.

Provavelmente devido à falta de padronização metodológica das características da fonte geradora de luz utilizada, da mecânica ortodôntica aplicada e da duração da fotirradiação, os resultados são ainda controversos.

2.2 REABSORÇÃO RADICULAR

Um objetivo comum entre os ortodontistas tem sido a determinação da magnitude de “força ideal”, que resulte na maior taxa de movimentação dentária com o mínimo de efeitos colaterais (47,48); assim como a busca por terapêuticas que diminuam tais efeitos.

A RRA é frequentemente citada como uma iatrogenia decorrente do tratamento ortodôntico (49–51), sendo uma consequência comum, mas variável, da mecânica ortodôntica. O processo da reabsorção apical é típico dos traumatismos e das movimentações ortodônticas, devido à concentração de forças no ápice dentário, implicando em maior destruição dos cementoblastos pela compressão dessas células e dos vasos sanguíneos (52).

A RRA normalmente ocorre de 96,21% (53) a 100% (54,55) dos pacientes que se submetem ao tratamento ortodôntico, muitas vezes sendo chamada de arredondamento apical. Outros estudos mostram que entre adolescentes tratados, a incidência de RRIIO ocorre em aproximadamente 93% dos casos (56,57). Quando

se excluem as pessoas submetidas a tratamento ortodôntico, a frequência da reabsorção dentária varia de 7 a 10% (58), tornando a movimentação dentária induzida a causa principal e mais frequente das RRA, pelo menos na população ocidental (6). Apesar da severidade dessa RRA ser clinicamente insignificante na maioria dos casos ($<0,9\text{mm}$), a literatura mostra que 1 a 5% dos dentes tratados ortodonticamente apresentam reabsorção apical severa, excedendo 4mm ou um terço do comprimento radicular original (59). Essa RRA severa pode gerar implicações clínicas importantes para o periodonto de suporte, uma vez que uma diminuição de 3mm do comprimento radicular equivale à perda de 1mm de crista óssea alveolar (60).

A RRIIO, caracterizada por processos inflamatórios assépticos, é tida como um fenômeno biomecânico, uma consequência da associação entre as forças ortodônticas aplicadas e fatores biológicos, os quais não são passíveis de modificação, como morfologia da raiz dentária, influência genética, entre outros (4–6).

2.2.1 Fatores biológicos envolvidos

Algumas características, intrínsecas a cada paciente, podem ser fatores predisponentes para uma maior incidência de RRA durante um tratamento ortodôntico, sendo alvo de estudo por diversos autores, dentre elas: morfologia da raiz dentária, dentes com rizogênese incompleta ou com traumatismo prévio, fatores hereditários, gravidade da má-oclusão, entre outros. Destas, destacam-se os fatores como morfologia da raiz dentária e os fatores hereditários, que são sempre alvo de indagações, como veremos a seguir.

Parece ser consenso na literatura que a morfologia da raiz dentária representa o principal fator na previsibilidade da ocorrência das RRA decorrentes dos movimentos ortodônticos (6,57,61).

A forma geométrica da raiz é um quesito bastante importante na distribuição das forças no osso alveolar e na própria estrutura dentária (6).

Duas classificações quanto à Morfologia do Ápice Radicular (MAR) são mais comumente encontradas nos estudos avaliados: a classificação proposta por Levander e Malmgren (57) e a proposta por Consolaro (62).

A fim de investigar o risco de RRA severa após o tratamento ortodôntico e a sua relação com a MAR, Levander e Malmgren (57) analisaram radiografias periapicais de 610 incisivos superiores nos períodos pré e pós-tratamento de 153 pacientes (75 homens e 78 mulheres) submetidos a tratamento ortodôntico com a técnica Edgewise, durante um período de 11 a 29 meses. Os autores classificaram as morfologias radiculares em normal (387 raízes) e morfologias atípicas, as quais consistiam em raízes curtas (56 raízes), raízes rombóides (74 raízes), raízes com ápice curvo (79 raízes) e raízes com ápice “em pipeta” (14 raízes) (Figura 2.7). Os resultados mostraram que o grau de RRA em dentes com raízes rombóides ou com ápice “em pipeta” foi maior quando comparados com os dentes que apresentavam MAR normal. Explicaram que a MAR “em pipeta” significa que a sua parte apical é mais fina e que mesmo uma RRA pequena pode ter um grande efeito sobre o seu comprimento. A frequência de reabsorções severas em raízes curtas não foi maior quando comparadas com as raízes normais. Em relação à MAR, os autores concluíram que raízes com ápice “em pipeta” possuíam alto risco a RRA severas e raízes rombóides, risco moderado.

Figura 2.7 - Classificação das morfologias radiculares atípicas segundo Levander e Malmgren: A - curta, B - rombóide, C – ápice curvo, D – ápice “em pipeta”

Fonte: Levander e Malmgren (57)

A classificação proposta por Consolaro (62) é bastante semelhante à proposta por Levander e Malmgren, em 1988. Do ponto de vista geométrico, Consolaro classifica a morfologia da raiz dentária em: triangular, romboidal e retangular; além de destacar dois tipos especiais de morfologia do terço apical: “em pipeta” ou garrafa e com dilaceração (Figura 2.8). Segundo o autor, a morfologia romboidal tem uma frequência predominante sobre as morfologias triangular e retangular. O autor explica que, analisando a morfologia radicular, de um modo geral, pode-se entender que as forças aplicadas na coroa, como alavanca, tenderão a se concentrar no ápice. Em movimentos de inclinação com forças de mesma intensidade, a concentração das forças recairia na porção mais delicada do ápice dentário, na menor área possível, aumentando a possibilidade de lesão na camada cementoblástica e consequentemente, a RRA. Diante do mesmo tipo de força e de movimento dentário, as raízes com morfologia triangular tendem a concentrar mais forças em menor área apical possível do que as de morfologia romboidal e retangular. Em raízes rombóides e retangulares, a distribuição se faria de forma menos concentrada na região apical, reduzindo a possibilidade de reabsorção. O autor conclui que dentes com MAR triangular têm maior probabilidade de sofrer RRA durante o movimento do que dentes com MAR romboidal e retangular, e ainda ressalta que uma força intensa, mas bem distribuída, pode proporcionar menos danos aos tecidos do que uma força menor, mas concentrada em pequenas áreas. O autor ainda explana em relação às morfologias especiais do terço apical. Algumas morfologias de término apical concentram mais força em determinada região da raiz ou do alvéolo, como ocorrem nos ápices “em pipeta” com delicado afunilamento terminal da raiz. Nos casos de ápice com dilaceração, quando o dente for movimentado contra o ângulo formado pela dilaceração, tende-se a concentrar forças na região do seu vértice, ocasionando a RRA. Quanto maior a coroa em relação à raiz, maior a alavanca a ser acionada e, dessa forma, haverá a tendência de a força se concentrar mais em determinados pontos focais. Portanto, raízes curtas tendem a sofrer mais RRA durante o tratamento ortodôntico. Sendo assim é recomendado que em dentes com raízes congenitamente curtas ou encurtadas por traumatismos durante a rizogênese ou por RRA de origem variada, as forças aplicadas ortodonticamente devem ser dimensionadas para diminuí-las, e assim obter movimentos com o mínimo de RRA adicional.

Figura 2.8 - Classificação da morfologia radicular segundo Consolaro: A -triangular; B -romboidal; C - retangular. Quanto às formas especiais do ápice: D - com dilaceração; E – “em pipeta” ou garrafa

Fonte: Consolaro (6)

Como dissemos anteriormente, muitos fatores epigenéticos ou ambientais estão envolvidos na etiopatogenia das reabsorções dentárias durante a movimentação ortodôntica (6).

Alguns poucos estudos procuraram abordar a relação entre genética, hereditariedade e RRA em movimentação ortodôntica. No entanto, os próprios autores reconhecem as grandes limitações de sua amostra e metodologia utilizada (63–65).

Para existir a possibilidade de a RRA em tratamentos ortodônticos ter uma origem hereditária, seria necessário eliminar todas as variáveis epigenéticas intimamente relacionadas com suas causas e os fatores comportamentais. Não há estudos com grupo controle ou metodologia adequada que permita, por menor que seja, a suspeita de uma possibilidade genética para os casos de reabsorção dentária e, mais especificamente ainda, às induzidas pelo movimento ortodôntico (6).

Adicionalmente, ainda é possível encontrarmos na literatura estudos demonstrando uma correlação positiva entre gravidade da má-oclusão e RRA, em consequência dos recursos mecânicos exigidos e da amplitude e tipo de movimento realizados, como abordaremos a seguir.

2.2.2 Influência da mecânica ortodôntica

Alguns aspectos das técnicas ortodônticas também representam fatores predisponentes de uma maior frequência de RRA, como o uso de elásticos intermaxilares, o fechamento de espaço das extrações dentárias ortodonticamente indicadas, as mecânicas intrusivas e forças pesadas (11).

A comparação da extensão da RRA entre pacientes tratados pelas mecânicas Edgewise e Straight-Wire foi assunto abordado por diversos autores: Mavragani et al. (66) avaliaram pacientes Classe II divisão 1 tratados com extrações de pré-molares e verificaram que os incisivos centrais do grupo Edgewise apresentaram RRA significativamente maior (média de 13,5% para o incisivo central direito e 14% para o esquerdo) que os do grupo Straight-Wire (média de 6,9% para o incisivo central direito e 7,1% para o esquerdo), não havendo diferença significativa para os incisivos laterais, nos quais o resultado encontrado foi, na técnica Edgewise, média de 12,8% de reabsorção para o incisivo lateral direito e 11% para o esquerdo e, na técnica Straight-Wire, média de reabsorção de 8,8% para o incisivo lateral direito e 9,3% para o esquerdo. No entanto, esse resultado difere de outras pesquisas. Silva Filho et al. (55) observaram que, para ambas as técnicas, todos os dentes avaliados sofreram um encurtamento radicular, não existindo diferença estatisticamente significativa entre as técnicas. Resultado semelhante ao encontrado por Janson et al. (67) que, por meio de radiografias periapicais pós-tratamento ortodôntico, realizaram uma análise qualitativa utilizando a escala de Levander e Malmgren (57) e encontraram quantidade semelhante de RRA entre as duas técnicas. Assim como o estudo de Mohandesan et al. (68) que, por meio de radiografias periapicais, mediram o comprimento radicular dos incisivos superiores e inferiores ao início e ao término do tratamento ortodôntico e verificaram que os dentes submetidos à técnica Straight-Wire apresentaram numericamente maior RRA (incisivos centrais 10% e incisivos laterais 12,2% de média de reabsorção) que os dentes tratados pela técnica Edgewise (incisivos centrais 9,8% e incisivos laterais 11,2% de média de reabsorção), no entanto tal diferença não foi estatisticamente significativa. Além disso, Zahed Zahedani et al. (69) encontraram ainda outro resultado quando compararam a taxa de RRA promovida pelo tratamento ortodôntico com a utilização do sistema Edgewise e do sistema Straight-Wire/MBT. Eles verificaram que o grupo tratado com o sistema

Straight-Wire/MBT apresentou RRA significativamente maior (média: 18,26%) que o grupo tratado com o sistema Edgewise (média: 14,82%). Para esse estudo, os autores utilizaram radiografias periapicais pré e pós-tratamento, nas quais mediram o comprimento do dente do ponto médio da borda incisal até o ápice radicular. Segundo os autores, tal resultado pode ser atribuído ao fato de haver maior movimentação radicular na mecânica MBT devido às características dos bráquetes empregados nessa técnica.

Outros autores ainda verificaram, por meio da análise de radiografias periapicais, que a RRIIO não é afetada pela sequência de arcos utilizada (70) nem pelo tipo de ligação do arco aos bráquetes (autoligado ou convencional) (71).

Outro ponto a ser considerado é o fato de que, em um sistema de forças interrompidas, sem ativações contínuas, como acontece quando o paciente é tratado com períodos de pausa, pode-se esperar menor estresse tissular e possivelmente um movimento dentário mais linear e com menor RRA, conforme apresentado no estudo de Levander et al. (72) por meio da avaliação de radiografias periapicais.

Diversos trabalhos descrevem ainda o fato de tratamentos conduzidos com extrações dentárias apresentarem maior grau de RRA nos incisivos quando comparados aos tratamentos realizados sem extrações, pois ocorre um maior deslocamento dos incisivos durante a mecânica de retração anterior (8,73–75). Além disso, quanto mais extensa a retração anterior, maior o grau de RRA nos incisivos (75–77). Entretanto, há autores que não encontraram tal correlação (78,79).

Atualmente, em casos de retração de dentes anteriores em que não é permitida a perda de ancoragem e não há colaboração do paciente para o uso do aparelho extraoral, por exemplo, a indicação mais citada na literatura para a retração anterior é o uso dos mini-implantes ortodônticos (80–82).

As situações mais frequentes nas quais os mini-implantes possibilitariam ou simplificariam o tratamento são biprotrusões severas ou Classe II de Angle completas a serem tratadas com extração de pré-molares, diastemas anteriores generalizados a serem fechados por retração dos incisivos e caninos, ou ainda quando se deseja retrain e não há unidades de ancoragem suficientes (83).

Um estudo realizado por Barros et al. (84) buscou comparar o grau de RRA nos incisivos centrais superiores retraídos com e sem ancoragem esquelética. Para isso, 37 pacientes ortodônticos submetidos à extração dos primeiros pré-molares superiores foram selecionados e divididos em 2 grupos: G1, composto por 22

pacientes em que a retração anterior foi realizada sem ancoragem esquelética e G2, composto por 15 pacientes em que a fase de fechamento de espaços foi conduzida com a utilização de mini-implantes. Por meio da avaliação de radiografias periapicais pré e pós-tratamento e utilizando a análise qualitativa de Levander e Malmgren (57), os autores verificaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre G1 (média do score de 1,81) e G2 (média do score de 2,33). No entanto, G2 apresentou maior quantidade de pacientes com reabsorção severa ou extrema quando comparado ao G1.

2.2.3 Influência da fotobiomodulação nas reabsorções radiculares apicais

Como visto anteriormente, vários autores afirmam que a fototerapia pode ser utilizada como opção para acelerar o movimento dentário. No entanto, quando o dente move-se mais rapidamente durante o tratamento ortodôntico, uma tendência natural é a preocupação com alterações na morfologia da raiz, ou seja, as reabsorções radiculares indesejadas.

Relatos de diminuição do potencial de RRA nos estudos associados à fotobiomodulação são encontrados na literatura. Fonseca et al. (27) e Ekizer et al. (28) associaram o uso do LED durante o movimento dentário ortodôntico em estudos com ratos. Os resultados de ambos os trabalhos sugeriram que a fototerapia com o LED melhorou o reparo do tecido periodontal e inibiu os efeitos da atividade de RRIIO. Resultados semelhantes ao encontrado por Seifi et al. (26), que observaram o efeito do LBI no movimento dentário ortodôntico, por meio da avaliação em coelhos, e concluíram que a fototerapia pode diminuir significativamente o grau de RRA. Em 2016, Suzuki et al. (85) também avaliaram o efeito biológico do LBI em modelos de ratos e concluíam que a aplicação da luz foi capaz de inibir a RRA durante o movimento dentário.

Clinicamente, Ng et al. (25) avaliaram o efeito do LBI nas RRIIO. Para isso, selecionaram 20 pacientes com necessidade de extração dos primeiros pré-molares superiores (1PMS), nos quais foi aplicada uma força ortodôntica de inclinação vestibular por 28 dias, a fim de se induzir uma RRA. Uma hemi-arcada dos pacientes consistiu no grupo experimental em que, simultaneamente à força ortodôntica,

realizou-se a fototerapia com LBI (808 nm) por um período de 0, 1, 2, 3, 7, 14 e 21 dias, e o lado oposto consistiu no grupo controle, que recebeu laser-placebo. Após os 28 dias, os 1PMS foram extraídos e avaliados por meio de microtomografias. Os autores concluíam que os dentes fotoirradiados tiveram significativamente menor RRA total quando comparados aos do grupo controle.

No entanto, outros resultados também são encontrados na literatura. Nimeri et al. (86) relataram, em 2014, que a fotobiomodulação promovida pelo aparelho de LED *Extra-oral OrthoPulse™* durante o tratamento ortodôntico para acelerar a movimentação dentária não causou maior RRA que os níveis comumente encontrados e aceitáveis na literatura em um tratamento ortodôntico convencional, sem fotobiomodulação. Em 2018, Ang Khaw et al. (32) avaliaram clinicamente a capacidade do LBI em reparar RRIIO, utilizando metodologia e mecânica ortodôntica semelhantes às do estudo de Ng et al. (25), com a diferença da fotoirradiação (660 nm) ser iniciada 6 semanas após a remoção da força ortodôntica, sendo aplicada semanalmente por um período de 6 semanas. Os autores concluíram que não houve diferença entre os grupos no reparo das reabsorções radiculares.

Há, contudo, autores que demonstraram ainda diferentes resultados. Marquezan et al. (87) encontraram maior atividade de reabsorção radicular em ratos que utilizaram terapia diária de LBI (principalmente a partir do 7º dia) associada à força ortodôntica, quando comparados ao grupo controle que não recebeu fotobiomodulação. Ainda em 2013, em estudo histomorfométrico, Ekizer et al. (88), encontraram número significativamente maior de células clásticas em ratos que foram fotoirradiados com LED em comparação com o grupo controle. Resultado semelhante ao encontrado por Friedrichsdorf (89) em ratos, que verificou que a fototerapia com LED reduziu a hialinização a partir do 7º dia de fotoirradiação, porém, provocou aumento da quantidade de células clásticas em todos os tempos de observação (4, 7, 14, e 21 dias) e também provocou maior RRA. Assim como Pigatto Mitihiro et al. (90), que avaliaram o efeito da terapia com LED em dentes reimplantados de ratos. A reimplantação aconteceu 15 minutos após a extração do dente: 6 ratos consistiram o grupo controle e 6 ratos o grupo em que a terapia do LED foi aplicada por 3 dias consecutivos. Todos os dentes reimplantados sofreram necrose pulpar, no entanto, necrose do ligamento periodontal e necrose óssea foram estatisticamente mais frequentes no grupo LED que no grupo controle. Os autores concluíram que a aplicação da terapia do LED em até 48 horas para dentes reimplantados pode atrasar

o reparo do ligamento periodontal. Em estudo recente, Friedrichsdorf et al. (45) avaliaram ratos e concluíram que o grupo fotoirradiado com LBI apresentou significativamente maior quantidade de RRA em comparação aos grupos LED e controle, não havendo diferença significativa entre esses dois últimos grupos.

Estudos quanto à época de aplicação da fonte emissora de luz também são relatados. Em 2015, Altan et al. (91) compararam a ação do LBI frente à aplicação de força ortodôntica em 30 ratos, de acordo com a época de exposição à luz. A amostra foi dividida em grupo controle, em que houve apenas aplicação de força ortodôntica sem aplicação do laser; grupo de uso do laser simultaneamente à mecânica ortodôntica e grupo de uso do laser iniciado após remoção da força ortodôntica. Os autores não encontraram diferença significativa da quantidade de RRA entre os grupos controle e o que recebeu aplicação do laser simultaneamente com a mecânica ortodôntica, e ainda verificaram que no grupo em que o laser foi iniciado após o término da força ortodôntica houve uma aceleração do processo de cicatrização da RRIIO. Outro estudo é o de Higashi et al. (92) que, em 2017, buscaram avaliar o tempo mínimo de ação do LED para efeito no movimento dentário ortodôntico e na RRA em ratos. Cada grupo recebeu um protocolo de fototerapia: aplicação de LED apenas no primeiro dia, aplicação de LED no primeiro e segundo dias e aplicação de LED no primeiro, segundo e terceiro dias de força ortodôntica. Os resultados demonstraram que o grupo com 3 dias de irradiação da luz apresentou significativamente menor taxa de RRA, concluindo que são necessários ao menos 3 dias de terapia com o LED para promover a inibição da RRA após a aplicação de uma força ortodôntica.

Em estudo mais recente, Michelogiannakis et al. (93) realizaram uma revisão sistemática acerca dos efeitos da fototerapia com LBI na RRIIO. Após adotados os critérios de inclusão, 7 estudos experimentais e 2 estudos clínicos foram selecionados. A avaliação desses estudos permitiu aos autores concluir que a influência da terapia com LBI nas RRIIO permanece um assunto a ser discutido, sem um consenso na literatura.

2.3 EXAMES DE IMAGEM

O diagnóstico clínico da RRA é predominantemente baseado nos procedimentos radiográficos de rotina, como radiografias periapicais e panorâmicas

(75,94). No entanto, essas técnicas radiográficas podem gerar distorções de análise devido a erro de angulação e dobra do filme. Além disso, são métodos limitados por produzirem imagens bidimensionais de estruturas tridimensionais, proporcionando imagens sobrepostas e tornando mais difícil a identificação de alguns pontos anatômicos (95).

Ao comparar duas técnicas radiográficas, panorâmica e periapical, com o intuito de avaliar o formato radicular e quantificar a RRA, Sameshima et al. (75) concluíram que a classificação da forma radicular foi significativamente diferente entre as duas técnicas: dilacerações radiculares e outras formas anormais de raiz, facilmente detectadas nas radiografias periapicais, frequentemente apareceram como normais nas radiografias panorâmicas. Além disso, o estudo apontou que a utilização de radiografias panorâmicas para avaliar quantidade de RRA pré e pós tratamento pode superestimar o resultado em até 20% ou mais.

Sherrard et al. (96) e Ren et al. (97) compararam a acurácia dos resultados obtidos na mensuração do comprimento de dentes com radiografias periapicais e Tomografias Computadorizadas de Feixe Cônico (TCFC). Ambos os estudos concluíram que as medidas obtidas com as radiografias periapicais são menos precisas quando comparadas às obtidas com as TCFC, tanto para comprimento dentário quanto para comprimento radicular. Ren et al. ainda afirmaram que as radiografias periapicais podem subestimar as reabsorções radiculares externas e Sherrard et al. ainda demonstraram que o erro do método, ao avaliar o comprimento radicular, foi duas vezes maior para radiografias periapicais que para tomografias computadorizadas.

Ainda sobre o estudo de Sherrard et al. (96), os autores avaliaram o comprimento dentário e o comprimento radicular de 52 dentes de 7 cabeças frescas de porcos através de imagens de TCFC e compararam essas medidas com as medidas reais obtidas com compasso digital após a remoção cuidadosa de todo osso circunvizinho aos dentes. De acordo com os autores, o comprimento dentário e o comprimento radicular obtidos nas imagens tomográficas não tiveram diferença significativa das medidas reais. Resultado semelhante ao apresentado por Lund et al. (98), que concluíram que a imagem gerada pela técnica de TCFC produz um alto nível de reprodutibilidade.

A tomografia computadorizada proporciona imagens em cortes da raiz dentária que elimina sobreposições de estruturas e revela diferentes níveis de reabsorção nas

faces das raízes, demonstrando ser uma ferramenta precisa no diagnóstico de reabsorções radiculares (97,99,100). Dessa forma, as imagens obtidas por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico podem ser consideradas mais confiáveis.

Lermen et al. (101) avaliaram a acurácia dos cortes coronal e sagital na tomografia computadorizada para a verificação de reabsorção radicular externa e concluíram que o corte sagital proporciona a melhor visualização e reprodutibilidade de resultados.

Como vimos, a TCFC é uma valiosa ferramenta para um diagnóstico preciso e um planejamento terapêutico efetivo. Com o aumento constante da realização desse procedimento, preocupações com a saúde do paciente têm surgido.

A dose de radiação efetiva da TCFC varia de acordo com a marca comercial do aparelho e com as especificações selecionadas durante a técnica (campo de visão, tempo de exposição, miliamperagem e quilovoltagem) (102). Porém, de modo geral, ela mostra-se significativamente reduzida em comparação à tomografia computadorizada médica (103). Quando comparada às radiografias médicas, a dose de radiação da TCFC apresenta-se similar à do exame periapical de boca toda (104) ou equivalente a aproximadamente 4 a 15 vezes a dose de uma radiografia panorâmica (105). Por outro lado, o exame de tomografia computadorizada tem como vantagem prover informações complementares muito superiores às obtidas com radiografias bidimensionais (periapical, panorâmica, etc.).

A exposição à radiação é um fator de preocupação quando da utilização de tomografias computadorizadas. O risco mais estudado é o desenvolvimento de câncer induzido por radiação (106). No entanto, ao se avaliar os pacientes isoladamente, as estimativas individuais de risco são consideradas pequenas (107).

Apesar de todos os benefícios que as imagens de tomografia computadorizada são capazes de fornecer ao ortodontista, sua requisição sempre deve ser realizada com cautela diante das reais necessidades de cada paciente.

Diante disso, o objetivo neste estudo foi avaliar a influência do LED no grau de reabsorção radicular apical em pacientes submetidos à mecânica ortodôntica de retração anterior.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

3.1 PROPOSIÇÃO GERAL

Neste trabalho a proposta foi avaliar a influência da aplicação do LED no grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores de pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, com extração dos quatro primeiros pré-molares.

3.2 PROPOSIÇÕES ESPECÍFICAS

- Comparar a diferença entre o grupo LED e o grupo Controle do grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores durante o fechamento dos espaços das extrações utilizando mecânica de deslize durante a retração anterior;
- Avaliar a associação entre a morfologia do ápice radicular dos incisivos ao início do tratamento e o grau de reabsorção radicular apical ao final do tratamento.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

O Projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de São Paulo (CEP), protocolo registrado sob o número: 2.006.167 (Anexo A). A obtenção das TCFC, as quais foram utilizadas no presente estudo, já havia sido previamente aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de São Paulo (CEP) sob o protocolo de número: 1.774.949 (Anexo B).

4.1.1 Casuística

A amostra para o presente estudo foi obtida do acervo do Departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP) e consistiu de 45 TCFC de 15 sujeitos de pesquisa (11 homens e 4 mulheres com idade média de 14 anos e 6 meses) que realizaram tratamento ortodôntico na clínica de Ortodontia da FOUSP. Dessa forma, foi conduzido um estudo clínico retrospectivo a partir de uma amostra colhida prospectivamente. Na época da realização do tratamento ortodôntico, os participantes foram selecionados obedecendo-se aos seguintes critérios de inclusão: (1) nacionalidade brasileira, (2) etnia leucoderma ou pardo, (3) idade entre 13 e 18 anos, (4) pacientes portadores de má oclusão de Classe I de Angle, (5) todos os dentes permanentes presentes e irrompidos, exceto os terceiros molares, (6) ter indicação de tratamento ortodôntico com extração dos quatro primeiros pré-molares, (7) ausência de histórico de tratamento ortodôntico prévio, (8) ausência de dentes com cáries ou restaurações extensas e boa saúde bucal e (9) ausência de trauma prévio.

Todos os participantes de pesquisa receberam o mesmo protocolo de tratamento ortodôntico utilizando a mecânica de deslize durante a retração anterior

(com bráquetes MBT® - 3M Smart Clip™) e com extração dos quatro primeiros pré-molares.

Na época da realização do tratamento ortodôntico, os participantes foram divididos aleatoriamente, de forma sequencial, em dois grupos:

- Grupo LED (GLED) – constituído por 7 participantes (5 homens, 2 mulheres) que realizaram a autoaplicação de LED durante a fase de retração anterior em massa dos seis dentes anteriores superiores e inferiores (fase de fechamento dos espaços das extrações);
- Grupo Controle (GC) – constituído por 8 participantes (6 homens, 2 mulheres) que não realizaram a auto-aplicação de LED durante a fase de retração anterior.

4.1.2 Características do aparelho de LED IO OrthoPulse®

Durante a fase de retração anterior em massa dos 6 dentes superiores e inferiores, aparelhos de LED IO OrthoPulse® (IntraOral OrthoPulse®, doados pela empresa Biolux, Vancouver, Canadá) foram utilizados como fotobiomoduladores nos pacientes do GLED. O aparelho de LED consistia em um dispositivo intraoral conectado a um controle digital manual (Figura 4.1), o qual utilizava um software programável com uma tela LCD e o paciente acionava o protocolo de fotoirradiação previamente programado pelo profissional e ao qual não tinha acesso a modificações. A parte bucal era confeccionada de um circuito flexível de matrizes de LED com 42 pontos de luz embebidos em silicone de grau médio, de modo que a luz de espectro infravermelho de baixa intensidade era aplicada através do tecido mole alveolar vestibular para os alvéolos dentários (Figura 4.2). O aparelho de LED era de uso individual, sendo descartado após a conclusão do tratamento.

Figura 4.1 - Componentes do aparelho de LED IO OrthoPulse®: dispositivo de silicone intraoral conectado ao controle digital manual

Fonte: Ferreira-Günther (p.67) (44)

Figura 4.2 - Dispositivo de silicone intraoral com matrizes de LED em funcionamento

Fonte: Ferreira-Günther (p.65) (44)

O aparelho de LED fornecia luz com comprimento de onda de 850 nm, alta densidade de potência de $60\text{mW}/\text{cm}^2$ e densidade de energia de $10,8\text{J}/\text{cm}^2$, características pré-programadas pelo fabricante.

Adicionalmente apresentava as seguintes características:

- Fornecimento de iluminação controlada e completa aos alvéolos maxilares e mandibulares desde o segundo molar direito até o segundo molar esquerdo;
- Curta duração de aplicação: 10 minutos diários – 5 minutos no arco superior e 5 minutos no arco inferior;

- Controle manual programado pelo profissional para o plano de tratamento individualizado;
- Cumprimento, pelo software, do protocolo de tratamento estipulado para o paciente;
- Registro, pelo dispositivo, de cada sessão de 10 minutos de tratamento completa concluída;
- Simplicidade de utilização e ajuste do aparelho;
- Nenhum riscos à saúde do paciente, além do pequeno desconforto que poderia causar o seu uso.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Tratamento Ortodôntico

Os participantes foram tratados por alunos do Programa de Pós-graduação em Ortodontia da FOUSP, sob supervisão dos docentes responsáveis pela clínica de pesquisa.

Os dois grupos, GC e GLED, receberam o mesmo protocolo de tratamento, cumprindo as seguintes fases:

- Montagem do aparelho ortodôntico;
- Alinhamento e Nivelamento;
- Retração Anterior;
- Finalização e Intercuspidação;
- Remoção e Contenção.

4.2.1.1 Fase de Montagem do Aparelho Ortodôntico

O planejamento foi feito de forma individualizada e utilizou-se sistema de ancoragem de acordo com as necessidades de cada paciente: aparelho extrabucal para a arcada superior e arco lingual para a arcada inferior.

Com os sistemas de ancoragem instalados, foram solicitadas as extrações dos quatro primeiros pré-molares superiores e inferiores. Passado o período de cicatrização, foi realizada a colagem indireta dos bráquetes.

O aparelho ortodôntico utilizado consistiu de bráquetes e tubos com canaleta 0,022" x 0,028", autoligados e pré-ajustados Smart Clip™ (3M Unitek®, Monrovia, EUA), com prescrição MBT®. O posicionamento dos acessórios obedeceu ao método de McLaughlin e Bennett (108).

4.2.1.2 Fase de Alinhamento e Nivelamento

Utilizou-se a seguinte sequência de arcos:

- 0,014" NiTi Super Elástico 3M Unitek®
- 0,018" NiTi Super Elástico 3M Unitek®
- 0,016" X 0,022" NiTi 3M Unitek®
- 0,019" X 0,025" NiTi 3M Unitek®
- 0,019" X 0,025" Aço 3M Unitek®

Os arcos de alinhamento e nivelamento dentário foram selecionados e diagramados de acordo com o método proposto por McLaughlin et al. (109) e as trocas foram realizadas a cada 4 semanas.

Quando o último arco apresentou uma adaptação passiva, a fase de alinhamento e nivelamento dentário foi considerada finalizada.

4.2.1.3 Fase de Retração Anterior

Antes de iniciar essa fase, mini-implantes de 7 mm de comprimento e 1,6 mm de diâmetro (Neodent®, Curitiba / PR - Brasil) foram instalados entre as raízes dos primeiros molares e segundos pré-molares de ambos os lados da maxila, próximo a linha mucogengival, utilizando-se um guia cirúrgico confeccionado em resina acrílica (110). Enquanto que, na mandíbula, a retração foi realizada sem acessórios de ancoragem. Para o fechamento do espaço da extração dos primeiros pré-molares superiores e inferiores, foram utilizados arcos de aço inoxidável de 0,019"x0,025" com ganchos soldados entre os incisivos laterais e caninos e realizou-se a mecânica de deslize (109). A retração em massa dos seis dentes anteriores foi obtida usando molas fechadas de níquel-titânio de 9mm (American Orthodontics®, Sheboygan, Wisconsin, EUA), estendidas desde os ganchos soldados no arco superior até os mini-implantes e, desde os ganchos soldados no arco inferior até os tubos dos primeiros molares inferiores (Figura 4.3 a, b, c). As molas de níquel-titânio foram instaladas com auxílio de amarrilhos metálicos e ativadas para produzir uma força inicial de 200 g. A reativação da retração anterior foi realizada a cada 4 semanas pelo mesmo operador, sendo a força de fechamento verificada em cada consulta com um dinamômetro ortodôntico de precisão (Zeusan®, Campinas/SP, Brasil).

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 4.3 - Mecânica de retração anterior: (A) foto intrabucal frontal, (B) foto intrabucal lateral direita, (C) foto intrabucal lateral esquerda

Fonte: Ferreira-Günther (p.72 e 73) (44)

4.2.1.4 Fase de Finalização e Intercuspidação

Alguns critérios foram avaliados de forma individualizada: sobremordida, sobressaliência, coordenação transversal entre os arcos dentários, 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, de forma a obter uma oclusão funcional ideal ao término do tratamento.

Durante toda a fase de finalização, amarrilhos metálicos (*lacebacks*) passivos foram mantidos do segundo molar do lado direito ao segundo molar do lado esquerdo, 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 um fio retangular maleável e trançado passível de dobras de finalização.

4.2.1.5 Fase de Remoção e Contenção

Realizou-se a remoção do aparelho ortodôntico superior e inferior seguida da instalação dos aparelhos de contenção. Na arcada superior, utilizou-se uma placa de Hawley e, na arcada inferior, a contenção lingual fixa (3x3).

4.2.2 Protocolo de utilização do aparelho de LED IO OrthoPulse®

- Grupo LED

A irradiação com LED foi realizada uma vez ao dia, por 10 minutos diários, conforme preconizado pela empresa Biolux, sendo 5 minutos de uso na maxila e 5 minutos na mandíbula, durante todo o período da mecânica ortodôntica de retração anterior. Para comodidade e conforto, os 7 participantes do GLED receberam orientações apropriadas de uso e levaram o dispositivo de LED para casa para realizar a auto-aplicação (Figura 4.4). No grupo experimental, a colaboração do paciente quanto à utilização do aparelho de LED pôde ser monitorada, uma vez que o controle manual era capaz de gravar cada sessão concluída, conforme já descrito.

Figura 4.4- Utilização do aparelho de LED IO OrthoPulse® na maxila e na mandíbula, respectivamente

Fonte: Ferreira-Günther (p.66) (44)

- Grupo Controle

Conforme descrito previamente, os 8 pacientes do GC receberam o mesmo protocolo de tratamento ortodôntico, com a única diferença de não terem sido submetidos à fotobiomodulação com o aparelho de LED durante a fase de retração anterior.

4.2.3 Aquisição dos exames de imagem

Para diagnosticar, monitorar o desenvolvimento do tratamento ortodôntico e avaliar as mudanças nas diferentes fases do tratamento, todos os pacientes realizaram tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) de face total nas seguintes fases:

- T0 – antes do tratamento ortodôntico;
- T1 – início da fase de retração anterior;
- T2 – término do tratamento ortodôntico.

As imagens foram obtidas utilizando o tomógrafo i-CAT™ (Imaging Sciences, Hatfield, PA, EUA), com o paciente posicionado no equipamento com o plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal e com o plano de Frankfurt paralelo ao

plano horizontal. Para a aquisição da imagem, utilizou-se um campo de visão de 20cm de altura, 16 cm de comprimento e 16 cm de largura com um voxel de reconstrução de 0,4 mm. Os fatores de exposição das imagens realizadas foram: 120 kVp, 36,90mAs e um tempo de exposição de 40 segundos.

As imagens tomográficas obtidas em T0 foram utilizadas para fins de diagnóstico de cada caso. Dessa forma, a avaliação da existência de reabsorção radicular apical entre as fases T0 e T1 foi realizada para verificar as reais condições iniciais do paciente, se realmente não houve trauma prévio ou condição pré-existente que possa ter resultado em reabsorção da porção apical das raízes na fase pré-retração ortodôntica. Além disso, as imagens obtidas em T0 também foram utilizadas para a classificação da MAR antes de iniciar a mecânica ortodôntica.

As imagens tomográficas obtidas em T1 e T2 foram utilizadas para obtenção dos dados relacionados aos objetivos primários do presente estudo.

A quantidade de RRA ocorrida em um dado intervalo de tempo foi obtida subtraindo-se os valores encontrados em dois tempos: T0-T2; T0-T1 e T1-T2.

4.2.4 Protocolo de avaliação do grau de reabsorção radicular apical

As imagens tomográficas foram transferidas para o software e-Vol DX, versão 4.0.1.19 (CDT Software – Bauru/São Paulo, Brasil), no qual essas imagens foram analisadas no modo de reconstrução multiplanar (Figura 4.5) por uma pesquisadora (TOBE) devidamente treinada.

A fim de evitar qualquer eventual interferência nos resultados, os pacientes foram numerados de 1 a 15 (assim como suas tomografias) por um colaborador externo à pesquisa, para que o paciente não fosse identificado no momento da análise. Isto permitiu à pesquisadora realizar uma avaliação cega das tomografias computadorizadas.

Figura 4.5 - Tela do software e-Vol DX para obtenção da imagem no modo de reconstrução multiplanar

Fonte: O autor

A obtenção da imagem pelo modo de reconstrução multiplanar, na qual se utilizam os cortes axial, coronal e sagital, permite o posicionamento ideal do longo eixo dos incisivos centrais e laterais superiores e inferiores com as linhas de orientação. Desta forma, foi possível visualizar o conduto radicular nitidamente radiolúcido em toda sua extensão, desde a câmara pulpar até o ápice radicular.

Apesar de a imagem ter sido obtida pelo modo de reconstrução multiplanar a partir do centro mesiodistal da raiz de cada incisivo, a avaliação do grau de reabsorção radicular foi feita apenas sobre a imagem obtida no corte sagital.

Para aquisição da imagem sagital final adotaram-se os seguintes passos:

Inicialmente, posicionou-se o corte axial para que fosse possível a visualização do conduto radicular do dente a ser avaliado. Para isto, manipularam-se as linhas de referência vertical e horizontal da tela do corte axial de modo que a intersecção dessas linhas coincidissem com o centro do conduto radicular do dente avaliado (Figura 4.6).

Figura 4.6 - Corte axial visualizado na tomografia computadorizada por meio do software e-Vol DX

Fonte: O autor

Em seguida, o corte analisado foi o coronal. Neste corte, faz-se coincidir a linha vertical da tela com o longo eixo (conduto radicular) do dente a ser avaliado. Para isso, movimentou-se a imagem tomográfica para que ocorresse a coincidência das estruturas (Figura 4.7).

Figura 4.7 - Corte coronal visualizado na tomografia computadorizada por meio do software e-Vol DX

Fonte: O autor

Por último, foi analisado o corte sagital, no qual foram obtidos os pontos de referência para a medição do comprimento do dente. Nesse corte, também foi necessário obter a coincidência da linha vertical da tela com o longo eixo do dente. Para haver essa coincidência, a imagem tomográfica foi movimentada de modo que o longo eixo do dente avaliado se encaixasse perfeitamente sobre a linha vertical da tela (Figura 4.8).

Figura 4.8 - Corte sagital visualizado na tomografia computadorizada por meio do software e-Vol DX

Fonte: O autor

À medida que se manipulava a posição dessas linhas de referência nos 3 cortes, era importante observar, principalmente, o corte sagital. O conduto radicular deveria apresentar-se completamente radiolúcido e nítido em toda sua extensão, desde a câmara pulpar até a extremidade apical.

Para analisar a quantidade de RRA, a medida linear entre os pontos de referência borda incisal (ponto A) e o ponto mais apical do ápice radicular (ponto B) (Figura 4.9) dos incisivos central e lateral superiores e inferiores de cada paciente foi obtida, pela mesma examinadora, devidamente treinada, em ambos os grupos (GLED e GC), utilizando o corte sagital no programa DiagX (programa do software e-Vol DX). As medidas lineares foram obtidas nas tomografias T0, T1 e T2 e os dados foram registrados em planilhas do Microsoft Excel™ 2007.

Figura 4.9 - Pontos de referência para a obtenção da medida linear de comprimento do dente (A-B)

Fonte: O autor

Para avaliar se a fotobiomodulação influenciou o grau de RRA durante a mecânica de retração anterior, as medidas lineares obtidas em T1 e T2 foram comparadas para verificar se houve diminuição no comprimento total do dente com a terapêutica utilizada, subtraindo-se os valores encontrados em cada tempo ($T1 - T2$).

As imagens foram analisadas em ambiente de penumbra para facilitar a identificação dos pontos de referência.

4.2.5 Protocolo de avaliação da Morfologia do Ápice Radicular (MAR) antes do tratamento ortodôntico (T0)

A avaliação da MAR foi realizada por meio das imagens obtidas pelo corte coronal visualizado na tomografia computadorizada obtida em T0 com o software e-Vol DX. A MAR foi classificada em normal e morfologias atípicas, sendo estas divididas em: curta, rombóide, curva e “em pipeta” (Figura 4.10), segundo Levander e Malmgren (1988) (57).

Figura 4.10 - Morfologias radiculares atípicas segundo Levander e Malmgren: A - curta, B - rombóide, C - ápice curvo, D - ápice “em pipeta”

Fonte: Levander e Malmgren (57)

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.3.1 Erro do método

Foram descritas as medidas iniciais, pré-retração e final, segundo cada avaliação, e avaliado o erro do método com uso do coeficiente de correlação intraclass (CCI) com os respectivos intervalos com 95% de confiança (111) e estimado o erro entre as avaliações com uso da fórmula de Dalhberg. Para a avaliação do erro intraexaminador, optou-se por tomar novas medidas de todos os incisivos centrais e laterais superiores e inferiores dos 3 tempos avaliados (T0, T1 e T2) de todos os pacientes, devido ao tamanho da amostra do presente estudo. A segunda medição foi realizada 1 mês após a finalização da primeira medição.

4.3.2 Análise estatística entre grupos e variáveis

O teste de *Kolmogorov-Smirnov* foi utilizado para verificar a presença de uma distribuição normal dos resultados.

Foram descritas as reabsorções em cada dente e arcada segundo os grupos com uso de medidas resumo (média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo), e comparados os grupos com uso do Teste t-Student não pareado (112).

As reabsorções foram descritas segundo o formato radicular separado por grupo e no total e comparadas as reabsorções entre os formatos com uso de análises de variâncias (ANOVA) seguidas de comparações múltiplas de Bonferroni, quando significativas (113).

Para realização das análises foi utilizado o *software* IBM-SPSS *for Windows* versão 20.0 e para tabulação dos dados foi utilizado o *software* Microsoft Excel 2003. Os testes foram realizados com nível de significância de 5%.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC) e aplicação da Fórmula de Dalhberg

Tabela 5.1 - Resultado do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI) e da Fórmula de Dalhberg para cada tempo avaliado

Momento da avaliação	1a avaliação	2a avaliação	N	CCI	IC (95%)		Fórmula de Dahlberg
	Média ± DP (mm)	Média ± DP (mm)			Inferior	Superior	
T0	23,8 ± 2,3	23,7 ± 2,3	120	0,998	0,996	0,999	0,10
T1	23,1 ± 2,4	23,1 ± 2,4	120	0,999	0,998	0,999	0,09
T2	22,1 ± 2,3	22,1 ± 2,3	102	0,998	0,998	0,999	0,09

CCI: Coeficiente de correlação intraclass; IC: Intervalo de confiança

Fonte: O autor

A tabela 5.1 descreve que em todos os momentos avaliados as medidas apresentaram bastante reprodutibilidade, pois os CCI foram muito próximos de 1. O maior erro estimado entre as avaliações foi no momento T0 de 0,10 entre as avaliações.

Tabela 5.2 - Resultado do Teste de Kolmogorov-Smirnov

Momento da avaliação	Estatística (K-S)	p
T0	0,037	0,200
T1	0,036	0,200
T2	0,057	0,200

Fonte: O autor

A tabela 5.2 revela que as variáveis apresentaram distribuição normal em todos os momentos.

5.2 Comparativos da quantidade de reabsorção radicular apical para cada dente entre os tempos avaliados e comparação entre grupos

Tabela 5.3 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T2 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos

Dente	Grupo		p
	LED (N = 7)	Controle (N = 8)	
Incisivo central superior direito			0,749
Média ± DP	2,14 ± 1,15	2,4 ± 1,78	
Mediana (mín.; máx.)	1,7 (0,9; 4,2)	1,55 (1; 6,1)	
Incisivo lateral superior direito			0,934
Média ± DP	2,06 ± 1,26	2,11 ± 1,27	
Mediana (mín.; máx.)	1,8 (0,8; 4,7)	2,15 (0,7; 4,6)	
Incisivo central superior esquerdo			0,581
Média ± DP	2,07 ± 1,06	1,79 ± 0,88	
Mediana (mín.; máx.)	1,9 (1; 4,2)	1,6 (0,9; 3,7)	
Incisivo lateral superior esquerdo			0,986
Média ± DP	2,07 ± 0,96	2,06 ± 1,01	
Mediana (mín.; máx.)	2,1 (0,8; 3,7)	1,85 (0,7; 3,3)	
Incisivo central inferior esquerdo			0,535
Média ± DP	0,99 ± 0,54	1,23 ± 0,85	
Mediana (mín.; máx.)	0,8 (0,3; 1,9)	0,95 (0,7; 3,3)	
Incisivo lateral inferior esquerdo			0,260
Média ± DP	0,91 ± 0,37	1,33 ± 0,85	
Mediana (mín.; máx.)	1 (0,4; 1,4)	1 (0,6; 3,3)	
Incisivo central inferior direito			0,345
Média ± DP	0,97 ± 0,38	1,35 ± 0,95	
Mediana (mín.; máx.)	0,8 (0,5; 1,6)	1,1 (0,5; 3,6)	
Incisivo lateral inferior direito			0,049
Média ± DP	0,96 ± 0,58	1,58 ± 0,52	
Mediana (mín.; máx.)	0,8 (0,5; 2,2)	1,4 (1,1; 2,6)	

Teste t-Student não pareado

Fonte: O autor

A tabela 5.3 descreve que a RRA em T0 – T2 no incisivo lateral inferior direito foi em média estatisticamente menor no GLED que no GC (p = 0,049).

Tabela 5.4 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T2 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos, excluído paciente n.9

Dente	Grupo		p
	LED (N = 7)	Controle (N = 7)	
Incisivo central superior direito			0,791
Média ± DP	2,14 ± 1,15	2,37 ± 1,92	
Mediana (mín.; máx.)	1,7 (0,9; 4,2)	1,5 (1; 6,1)	
Incisivo lateral superior direito			0,968
Média ± DP	2,06 ± 1,26	2,09 ± 1,37	
Mediana (mín.; máx.)	1,8 (0,8; 4,7)	2,1 (0,7; 4,6)	
Incisivo central superior esquerdo			0,605
Média ± DP	2,07 ± 1,06	1,79 ± 0,95	
Mediana (mín.; máx.)	1,9 (1; 4,2)	1,6 (0,9; 3,7)	
Incisivo lateral superior esquerdo			0,721
Média ± DP	2,07 ± 0,96	1,89 ± 0,95	
Mediana (mín.; máx.)	2,1 (0,8; 3,7)	1,5 (0,7; 3,2)	
Incisivo central inferior esquerdo			0,794
Média ± DP	0,99 ± 0,54	0,93 ± 0,18	
Mediana (mín.; máx.)	0,8 (0,3; 1,9)	0,9 (0,7; 1,2)	
Incisivo lateral inferior esquerdo			0,502
Média ± DP	0,91 ± 0,37	1,04 ± 0,33	
Mediana (mín.; máx.)	1 (0,4; 1,4)	1 (0,6; 1,6)	
Incisivo central inferior direito			0,765
Média ± DP	0,97 ± 0,38	1,03 ± 0,31	
Mediana (mín.; máx.)	0,8 (0,5; 1,6)	1 (0,5; 1,5)	
Incisivo lateral inferior direito			0,088
Média ± DP	0,96 ± 0,58	1,43 ± 0,34	
Mediana (mín.; máx.)	0,8 (0,5; 2,2)	1,2 (1,1; 2)	

Teste t-Student não pareado

Fonte: O autor

A tabela 5.4 revela que a RRA em T0 – T2 não diferiu estatisticamente entre os grupos para nenhum dos dentes considerados ($p > 0,05$).

Tabela 5.5 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T1 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos

Dente	Grupo		p
	LED (N = 7)	Controle (N = 8)	
Incisivo central superior direito			0,557
Média ± DP	0,79 ± 0,65	1,03 ± 0,85	
Mediana (mín.; máx.)	0,5 (0,1; 2)	0,7 (0,2; 2,6)	
Incisivo lateral superior direito			0,904
Média ± DP	0,79 ± 0,72	0,83 ± 0,5	
Mediana (mín.; máx.)	0,6 (0,1; 2,3)	0,9 (0,3; 1,8)	
Incisivo central superior esquerdo			0,755
Média ± DP	0,56 ± 0,59	0,64 ± 0,38	
Mediana (mín.; máx.)	0,3 (0,1; 1,8)	0,55 (0,2; 1,4)	
Incisivo lateral superior esquerdo			0,767
Média ± DP	0,74 ± 0,38	0,85 ± 0,86	
Mediana (mín.; máx.)	0,6 (0,4; 1,3)	0,5 (0,2; 2,8)	
Incisivo central inferior esquerdo			0,125
Média ± DP	0,33 ± 0,13	0,8 ± 0,75	
Mediana (mín.; máx.)	0,3 (0,1; 0,5)	0,55 (0,3; 2,6)	
Incisivo lateral inferior esquerdo			0,143
Média ± DP	0,4 ± 0,29	0,9 ± 0,8	
Mediana (mín.; máx.)	0,3 (0,1; 1)	0,7 (0,3; 2,8)	
Incisivo central inferior direito			0,317
Média ± DP	0,39 ± 0,28	0,8 ± 1,02	
Mediana (mín.; máx.)	0,3 (0,1; 0,9)	0,4 (0,1; 3,2)	
Incisivo lateral inferior direito			0,044
Média ± DP	0,33 ± 0,13	0,88 ± 0,63	
Mediana (mín.; máx.)	0,3 (0,1; 0,5)	0,6 (0,3; 2,1)	

Teste t-Student não pareado

Fonte: O autor

A tabela 5.5 descreve que a RRA em T0 – T1 no incisivo lateral inferior direito foi em média estatisticamente menor no GLED que no GC (p = 0,044).

Tabela 5.6 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T1 e T2 para cada dente segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos

Dente	Grupo		p
	LED (N = 7)	Controle (N = 8)	
Incisivo central superior direito			0,973
Média ± DP	1,36 ± 0,58	1,37 ± 1,23	
Mediana (mín.; máx.)	1,3 (0,6; 2,2)	0,8 (0,5; 3,5)	
Incisivo lateral superior direito			0,974
Média ± DP	1,27 ± 0,59	1,29 ± 1,15	
Mediana (mín.; máx.)	1,3 (0,6; 2,4)	0,85 (0,3; 3,6)	
Incisivo central superior esquerdo			0,358
Média ± DP	1,51 ± 0,56	1,15 ± 0,86	
Mediana (mín.; máx.)	1,6 (0,6; 2,4)	1 (0,4; 2,8)	
Incisivo lateral superior esquerdo			0,811
Média ± DP	1,33 ± 0,92	1,21 ± 0,92	
Mediana (mín.; máx.)	1,3 (0,2; 2,7)	1 (0,3; 3)	
Incisivo central inferior esquerdo			0,261
Média ± DP	0,66 ± 0,48	0,43 ± 0,15	
Mediana (mín.; máx.)	0,5 (0,2; 1,6)	0,4 (0,2; 0,7)	
Incisivo lateral inferior esquerdo			0,465
Média ± DP	0,51 ± 0,3	0,43 ± 0,15	
Mediana (mín.; máx.)	0,4 (0,3; 1,1)	0,45 (0,2; 0,6)	
Incisivo central inferior direito			0,871
Média ± DP	0,59 ± 0,45	0,55 ± 0,39	
Mediana (mín.; máx.)	0,5 (0,1; 1,4)	0,4 (0,2; 1,4)	
Incisivo lateral inferior direito			0,794
Média ± DP	0,63 ± 0,55	0,7 ± 0,49	
Mediana (mín.; máx.)	0,4 (0,2; 1,8)	0,6 (0,2; 1,7)	

Teste t-Student não pareado

Fonte: O autor

Pela tabela 5.6, tem-se que a RRA em T1 – T2 não diferiu em média entre os grupos para nenhum dente avaliado ($p > 0,05$).

Tabela 5.7 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) entre os tempos T0 e T1 para cada dente

Pac	Grupo	Dente	T0-T1	Pac	Grupo	Dente	T0-T1	Pac	Grupo	Dente	T0-T1
1	GLED	12	0,1	6	GC	12	0,4	11	GLED	12	0,6
		11	0,5			11	0,2			11	0,1
		21	0,3			21	0,5			21	0,3
		22	0,6			22	0,3			22	0,4
		32	0,4			32	0,8			32	0,2
		31	0,4			31	0,5			31	0,1
		41	0,6			41	0,3			41	0,1
		42	0,5			42	1,5			42	0,1
2	GLED	12	0,4	7	GC	12	1	12	GLED	12	1
		11	0,9			11	0,5			11	1,2
		21	0,1			21	0,7			21	0,8
		22	1,3			22	0,4			21	0,4
		32	0,5			32	1			21	0,3
		31	0,4			31	0,5			21	0,3
		41	0,9			41	0,2			21	0,2
		42	0,4			42	0,5			21	0,3
3	GC	12	0,3	8	GC	12	1	13	GLED	21	0,7
		11	0,9			11	2,6			21	0,3
		21	0,6			21	0,9			21	0,4
		22	1,1			22	0,2			21	1,1
		32	0,7			32	0,4			21	1
		31	0,9			31	0,4			21	0,3
		41	0,9			41	0,9			21	0,3
		42	1			42	0,4			21	0,3
4	GLED	12	0,4	9	GC	12	1,8	14	GC	21	1
		11	0,5			11	2,1			21	0,6
		21	0,2			21	1,4			21	0,3
		22	0,4			22	2,8			21	1,1
		32	0,1			32	2,8			21	0,3
		31	0,3			31	2,6			21	0,6
		41	0,4			41	3,2			21	0,1
		42	0,3			42	2,1			21	0,6
5	GC	12	0,8	10	GC	12	0,3	15	GLED	21	2,3
		11	0,8			11	0,5			21	2
		21	0,2			21	0,5			21	1,8
		22	0,6			22	0,3			21	1
		32	0,7			32	0,5			21	0,3
		31	0,3			31	0,6			21	0,5
		41	0,5			41	0,3			21	0,2
		42	0,6			42	0,3			21	0,4
Média ± DP = 0,69 ± 0,62				Mediana (mín.; máx.) = 0,5 (0,1; 3,2)							

Fonte: O autor

5.3 Comparativo da quantidade de reabsorção radicular apical por arcada entre os tempos avaliados e comparação entre grupos

Tabela 5.8 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) por arcada segundo grupos e resultado das comparações entre os grupos em cada intervalo de tempo avaliado

	Grupo		p
	LED (N = 28)	Controle (N = 32)	
T0- T2			
Superiores			0,987
Média ± DP	2,09 ± 1,05	2,09 ± 1,24	
Mediana (mín.; máx.)	1,85 (0,8; 4,7)	1,6 (0,7; 6,1)	
Inferiores			0,017
Média ± DP	0,96 ± 0,45	1,37 ± 0,78	
Mediana (mín.; máx.)	0,8 (0,3; 2,2)	1,15 (0,5; 3,6)	
T0-T1			
Superiores			0,474
Média ± DP	0,72 ± 0,57	0,83 ± 0,67	
Mediana (mín.; máx.)	0,5 (0,1; 2,3)	0,6 (0,2; 2,8)	
Inferiores			0,002
Média ± DP	0,36 ± 0,21	0,84 ± 0,77	
Mediana (mín.; máx.)	0,3 (0,1; 1)	0,6 (0,1; 3,2)	
T1-T2			
Superiores			0,606
Média ± DP	1,37 ± 0,65	1,26 ± 1	
Mediana (mín.; máx.)	1,3 (0,2; 2,7)	0,95 (0,3; 3,6)	
Inferiores			0,474
Média ± DP	0,6 ± 0,43	0,53 ± 0,34	
Mediana (mín.; máx.)	0,45 (0,1; 1,8)	0,45 (0,2; 1,7)	

Teste t-Student não pareado

Fonte: O autor

Pela tabela 5.8, tem-se que a RRA nos dentes inferiores em T0 – T2 e em T0 – T1 foi em média estatisticamente menor no GLED que no GC (p = 0,017 e p = 0,002 respectivamente).

5.4 Comparativos da quantidade de reabsorção radicular apical e morfologia do ápice radicular

Tabela 5.9 - Descrição da morfologia do ápice radicular de cada dente em T0

Paciente	Dente							
	12	11	21	22	32	31	41	42
1	C	N	N	C	N	N	N	N
2	R	R	R	R	N	N	N	N
3	C	P	P	C	P	P	P	P
4	P	P	P	P	N	N	N	N
5	N	N	N	N	N	N	N	N
6	C	R	R	C	N	N	N	N
7	C	P	P	C	P	P	P	P
8	P	P	P	P	P	P	P	P
9	P	P	P	P	P	P	P	P
10	N	N	N	N	N	N	N	N
11	N	N	N	N	N	N	N	N
12	C	N	N	C	P	P	P	P
13	R	R	R	R	R	R	R	R
14	P	P	P	P	P	P	P	P
15	P	P	P	P	P	P	P	P

N-normal, R-rombóide, C-curva, P-em pipeta

Fonte: O autor

De acordo com a tabela 5.9, foram encontradas 52 raízes com MAR “em pipeta” (43,33%), 44 normais (36,66%), 14 rombóides (11,66%) e 10 curvas (8,33%). Na amostra, não se observou MAR classificada como curta.

Tabela 5.10 - Descrição das reabsorções radiculares apicais (em mm) segundo a morfologia do ápice radicular em cada grupo e no total e resultado das comparações

Variável/Grupo	Morfologia do ápice radicular				p
	Normal	Rombóide	Curvo	Em pipeta	
LED	(N = 24)	(N = 12)	(N = 4)	(N = 16)	
T0-T2					0,004
Média ± DP	1,13 ± 0,71	1,38 ± 0,54	1,5 ± 0,81	2,23 ± 1,27	
Mediana (mín.; máx.)	0,85 (0,3; 3,2)	1,3 (0,8; 2,6)	1,45 (0,8; 2,3)	1,8 (0,7; 4,7)	
T0-T1					0,300
Média ± DP	0,41 ± 0,27	0,59 ± 0,39	0,53 ± 0,38	0,69 ± 0,7	
Mediana (mín.; máx.)	0,4 (0,1; 1,2)	0,4 (0,1; 1,3)	0,5 (0,1; 1)	0,4 (0,2; 2,3)	
T1-T2					0,001
Média ± DP	0,71 ± 0,56	0,79 ± 0,41	0,98 ± 0,66	1,53 ± 0,69	
Mediana (mín.; máx.)	0,45 (0,1; 2)	0,7 (0,2; 1,4)	1 (0,2; 1,7)	1,5 (0,4; 2,7)	
CONTROLE	(N = 20)	(N = 2)	(N = 6)	(N = 36)	
T0-T2					0,183
Média ± DP	1,41 ± 0,85	1,55 ± 0,07	1,3 ± 0,54	1,99 ± 1,24	
Mediana (mín.; máx.)	1,1 (0,5; 3,9)	1,55 (1,5; 1,6)	1,4 (0,7; 2,1)	1,55 (0,6; 6,1)	
T0-T1					0,026
Média ± DP	0,55 ± 0,29	0,35 ± 0,21	0,58 ± 0,37	1,07 ± 0,85	
Mediana (mín.; máx.)	0,5 (0,2; 1,5)	0,35 (0,2; 0,5)	0,4 (0,3; 1,1)	0,9 (0,1; 3,2)	
T1-T2					0,898
Média ± DP	0,86 ± 0,8	1,2 ± 0,14	0,72 ± 0,59	0,92 ± 0,91	
Mediana (mín.; máx.)	0,5 (0,2; 3,1)	1,2 (1,1; 1,3)	0,4 (0,3; 1,7)	0,5 (0,2; 3,6)	
TOTAL	(N = 44)	(N = 14)	(N = 10)	(N = 52)	
T0-T2					0,001
Média ± DP	1,25 ± 0,78	1,41 ± 0,5	1,38 ± 0,63	2,06 ± 1,24	
Mediana (mín.; máx.)	1 (0,3; 3,9)	1,35 (0,8; 2,6)	1,4 (0,7; 2,3)	1,6 (0,6; 6,1)	
T0-T1					0,001
Média ± DP	0,47 ± 0,29	0,56 ± 0,38	0,56 ± 0,35	0,96 ± 0,82	
Mediana (mín.; máx.)	0,4 (0,1; 1,5)	0,4 (0,1; 1,3)	0,4 (0,1; 1,1)	0,6 (0,1; 3,2)	
T1-T2					0,173
Média ± DP	0,78 ± 0,68	0,85 ± 0,41	0,82 ± 0,6	1,11 ± 0,89	
Mediana (mín.; máx.)	0,5 (0,1; 3,1)	0,8 (0,2; 1,4)	0,55 (0,2; 1,7)	0,75 (0,2; 3,6)	

ANOVA

Fonte: O autor

A tabela 5.10 revela que no GLED as RRA em T0 – T2 e T1 – T2 foram em média estatisticamente diferentes entre as MAR ($p = 0,004$ e $p = 0,001$ respectivamente); no GC, a RRA em T0 – T1 diferiu em média entre as MAR ($p = 0,026$) e, no total dos dentes, a RRA apresentou diferença média estatisticamente significativa entre as MAR de T0 – T2 e T0 – T1 ($p = 0,001$).

Tabela 5.11 - Resultado das comparações das reabsorções radiculares apicais que apresentaram diferenças entre as morfologias do ápice radicular

Grupo	Variável	Comparação	Diferença média (mm)	Erro padrão	p	IC (95%)	
						Inferior	Superior
LED	T0 – T2	Normal - Rombóide	-0,26	0,31	>0,999	-1,12	0,60
		Normal - Curvo	-0,38	0,48	>0,999	-1,69	0,94
		Normal - Em pipeta	-1,10	0,29	0,002	-1,89	-0,31
		Rombóide - Curvo	-0,12	0,51	>0,999	-1,53	1,29
		Rombóide - Em pipeta	-0,84	0,34	0,099	-1,77	0,09
		Curvo - Em pipeta	-0,73	0,50	0,905	-2,09	0,64
	T1 – T2	Normal - Rombóide	-0,08	0,21	>0,999	-0,64	0,48
		Normal - Curvo	-0,26	0,31	>0,999	-1,12	0,60
		Normal - Em pipeta	-0,82	0,19	<0,001	-1,33	-0,30
		Rombóide - Curvo	-0,18	0,34	>0,999	-1,10	0,74
		Rombóide - Em pipeta	-0,74	0,22	0,010	-1,35	-0,13
		Curvo - Em pipeta	-0,56	0,33	0,559	-1,45	0,34
Controle	T0 – T1	Normal - Rombóide	0,20	0,50	>0,999	-1,18	1,57
		Normal - Curvo	-0,04	0,32	>0,999	-0,90	0,82
		Normal - Em pipeta	-0,53	0,19	0,043	-1,04	-0,01
		Rombóide - Curvo	-0,23	0,55	>0,999	-1,74	1,28
		Rombóide - Em pipeta	-0,72	0,49	0,887	-2,07	0,62
		Curvo - Em pipeta	-0,49	0,30	0,644	-1,30	0,33
Total	T0 – T2	Normal - Rombóide	-0,15	0,30	>0,999	-0,96	0,65
		Normal - Curvo	-0,13	0,34	>0,999	-1,05	0,79
		Normal - Em pipeta	-0,81	0,20	0,001	-1,35	-0,27
		Rombóide - Curvo	0,03	0,41	>0,999	-1,06	1,12
		Rombóide - Em pipeta	-0,66	0,30	0,170	-1,45	0,14
		Curvo - Em pipeta	-0,68	0,34	0,276	-1,59	0,23
	T0 – T1	Normal - Rombóide	-0,08	0,18	>0,999	-0,57	0,40
		Normal - Curvo	-0,09	0,21	>0,999	-0,64	0,47
		Normal - Em pipeta	-0,48	0,12	0,001	-0,81	-0,16
		Rombóide - Curvo	0,00	0,24	>0,999	-0,66	0,65
		Rombóide - Em pipeta	-0,40	0,18	0,163	-0,88	0,08
		Curvo - Em pipeta	-0,40	0,20	0,330	-0,94	0,15

Comparações múltiplas de Bonferroni

Fonte: O autor

A tabela 5.11 descreve que, em T0 – T2, no GLED e no total, dentes com MAR “em pipeta” apresentaram, em média, RRA estatisticamente maior que dentes com MAR normal ($p = 0,002$ e $p = 0,001$ respectivamente). Em T0 – T1, a RRA foi em média estatisticamente maior para dentes com MAR “em pipeta” que em dentes com MAR normal, para o GC e para o total ($p = 0,043$ e $p = 0,001$ respectivamente). Já em T1 – T2, a RRA no GLED foi estatisticamente maior para dentes com MAR “em pipeta” que para dentes com MAR normal e rombóide ($p < 0,001$ e $p = 0,010$ respectivamente).

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados do presente estudo, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos avaliados em T1 – T2 (tabela 5.6) para nenhum dos dentes considerados, o que sugere que o LED não influenciou o grau de RRA dos incisivos superiores e inferiores durante a mecânica de retração anterior. Considerando que não foi encontrado nenhum estudo na literatura que analise a fase de retração anterior da mesma forma como foi feito no nosso estudo, não há possibilidade de estabelecer comparações. No entanto, uma RRA que não excedeu os valores normalmente descritos na literatura foi encontrada por Nimeri et al. (86). Porém esses autores avaliaram apenas a fase de alinhamento e nivelamento e não tiveram grupo controle.

Ao avaliarmos a tabela 5.3, que corresponde ao período total do tratamento ortodôntico (T0 – T2), verifica-se uma diferença estatisticamente significativa para o incisivo lateral inferior direito ($p=0,049$), indicando que a RRA foi estatisticamente menor no GLED que no GC.

Para interpretarmos melhor a tabela 5.3, é importante avaliarmos também a tabela 5.5, que descreve as RRA em T0 – T1. Nesta tabela, verifica-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o incisivo lateral inferior direito ($p=0,044$). Porém, como nesta fase não havia ainda sido aplicado o LED, essa divisão entre os grupos tinha apenas uma conotação didática e não um valor terapêutico. Isto significa que a RRA observada já estava presente antes de iniciar a fase de retração.

Diante desses achados, tentou-se buscar o motivo pelo qual essa diferença apresentou-se significativa entre esses tempos (T0 – T1).

Fez-se necessário analisar individualmente os casos, e revelou-se que o paciente número 9, pertencente ao GC, apresentou a maior quantidade de RRA na fase de alinhamento e nivelamento, com valores muito acima da média dos grupos (tabela 5.7). Sendo assim, o referido paciente foi temporariamente excluído da amostra e o teste estatístico novamente aplicado. O resultado é visualizado na tabela 5.4, verificando-se que a RRA em T0 – T2 não diferiu estatisticamente entre os grupos em nenhum dos dentes ($p > 0,05$), à diferença de quando os dados foram analisados incluindo esse paciente. Na análise da eventual RRA de T1-T2, observou-se que não

houve diferença entre os grupos mesmo incluindo o paciente número 9. Isto indica que esse paciente não apresentou RRA significativa adicional na fase de retração.

Na avaliação detalhada da tabela 5.6, observa-se que para os 8 incisivos avaliados, em 5 deles (incisivos central e lateral superiores esquerdos; incisivos central e lateral inferiores esquerdos e incisivo central inferior direito) o GLED apresentou quantidade de RRA numericamente maior, porém não significativa estatisticamente, quando comparado ao GC. Visando discutir com dados da literatura, as comparações são difíceis de serem estabelecidas, uma vez que os estudos publicados (45,87–89) foram realizados em modelos animais e com protocolos diferentes.

Não existem na literatura estudos clínicos que afirmem haver inibição do processo de RRA quando aplicado o LED, apenas encontram-se estudos conduzidos em animais (27,28,92).

O presente estudo também se propôs a comparar a associação entre o formato da raiz dentária ao início do tratamento e o grau de reabsorção radicular observada ao final do tratamento, uma vez que um dos fatores predisponentes para a reabsorção radicular é a morfologia do ápice da raiz dentária (6).

A avaliação da tabela 5.10 permite verificar que as RRA diferiram estatisticamente entre as MAR. Por meio da análise da tabela 5.11, verifica-se que em ambos os grupos (GC e GLED) a MAR que apresentou estatisticamente maior RRA foi a morfologia “em pipeta”. Este resultado corrobora os achados da literatura, que em tratamentos ortodônticos convencionais, há maior predisposição de ocorrência de RRA em dentes cujos ápices são mais afilados, pois a força se concentra mais na região de afunilamento terminal da raiz (6,57,114). No entanto, se avaliarmos detalhadamente a tabela 5.11, é possível verificar que no GC a morfologia “em pipeta” apresentou maior RRA no período T0 – T1, período esse em que não houve a influência do LED e, por isso, não é possível compararmos os grupos. A avaliação detalhada da tabela 5.10 permite verificar que, no período correspondente à ação do LED (T1 – T2), no GC não houve diferença significativa entre as MAR ($p=0,898$), enquanto que a diferença foi estatisticamente significativa no GLED ($p=0,001$), sendo que a MAR “em pipeta” foi a que apresentou RRA estatisticamente significativa (tabela 5.11).

Ekizer et al. (88) e Friedrichsdorf (89) concluíram que a fototerapia com LED provocou o aumento no número de células clásticas. Diante disso, pode-se especular

que a possibilidade de um aumento no número de células clásticas, associada a uma MAR mais susceptível (6,57,114), favoreceu a RRA nos dentes com ápice “em pipeta” no GLED.

Um outro aspecto interessante de ser observado é com relação ao paciente número 9. Na tabela 5.9 verifica-se que a MAR de todos os incisivos superiores e inferiores foi classificada como morfologia “em pipeta”, o que pode ter influenciado na RRA dos incisivos observada em T0 – T1.

Nos pacientes do presente estudo que receberam a fotobiomodulação (GLED), o aparelho de LED forneceu luz com um comprimento de onda de 850 nm e uma densidade de energia de 10,8J/cm². Tais características enquadram-se nas recomendadas pela literatura, que sugere que a fototerapia para procedimentos ortodônticos é mais efetiva em baixas doses de irradiação, uma vez que a transmissão da radiação pelo tecido está diretamente relacionada ao comprimento de onda, o qual é considerado ótimo entre 500 e 1200 nm (115). Além disso, uma densidade de energia acima de 20J/cm² pode inibir o estímulo (29,116).

As medidas encontradas no presente estudo podem ser consideradas fiéis em comparação ao tamanho real dos incisivos nos tempos avaliados nesta pesquisa, uma vez que a TCFC é comprovadamente um método de análise acurado e preciso para avaliação de RRA (96,98). Além disso, a utilização do software e-Vol DX, para obtenção e mensuração das imagens tomográficas, é reconhecida em âmbito internacional (117). O software é capaz de gerar imagens de alta qualidade e nitidez a partir de capturas tomográficas de menor resolução, o que implicou em alta reprodutibilidade das medidas avaliadas (tabela 5.1).

As capturas tomográficas utilizadas no presente estudo foram realizadas com voxel de reconstrução de 0,4mm, o que poderia implicar em questionamentos quanto à capacidade diagnóstica na detecção da RRA. No entanto, Liedke et al. (118) e Sherard et al. (96) avaliaram a precisão e a confiabilidade das medidas de comprimento dentário e comprimento radicular de dados volumétricos de TCFC com diferentes resoluções de voxel (0,2mm, 0,3mm e 0,4mm) e concluíram que os valores da TCFC foram semelhantes e não dependeram da resolução do voxel adotada.

Além disso, quando se trata de TCFC, a exposição à radiação é um fator de preocupação. Apesar de todas as capturas tomográficas terem sido realizadas conforme ao princípio de ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), que estabelece que todas as exposições devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente

possível, o fato de a resolução do voxel não interferir nos resultados favoreceu ainda mais o paciente, uma vez que um voxel maior utiliza um menor tempo de varredura para a aquisição da imagem.

De acordo com as normas preconizadas tanto pelo CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear) (119) quanto pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica (120), o limite anual de dose de radiação para público em situação operacional normal é de 1 mSv (milisievert), que corresponde a 1000 μ Sv (microsievert). Nas diretrizes da Comissão Européia para TCFC para radiologia dental e maxilofacial (121), o intervalo de dose efetiva de radiação para a captura tomográfica de maior FOV é de 30 μ Sv a 1073 μ Sv. O tomógrafo utilizado para a obtenção das imagens de TCFC de face total, avaliadas no presente estudo, forneceu uma dose efetiva de 182 μ Sv (0,182 mSv) (122), ou seja, uma dose bem abaixo da preconizada pelo CNEN e pela Comissão Internacional de Proteção Radiológica e dentro do intervalo adotado pela Comissão Européia. Além disso, o intervalo de tempo entre a aquisição das imagens tomográficas em T0, T1 e T2 foi no mínimo de 1 ano para todos os pacientes.

Embora o equilíbrio risco-benefício ainda esteja fortemente tendendo ao benefício, há necessidade de cautela, e a tomografia computadorizada deve ser solicitada quando da apropriada indicação.

Uma limitação do presente estudo foi o pequeno tamanho da amostra, que pôde ser atribuído aos rigorosos critérios de seleção e seguimento dos pacientes para garantir que todos os participantes estivessem no mesmo estágio durante o período do tratamento ortodôntico, na época de sua realização.

Diante das evidências apresentadas, baseados na constatação de que a RRA provocada pelo tratamento ortodôntico é geralmente leve (55,123–125), e na premissa de que esse processo cessa no momento em que a força é suspendida (124,126,127), diversos autores concordam que as melhorias estéticas e funcionais da terapia ortodôntica justificam os riscos (1,2,55,58).

Este estudo foi rigorosamente realizado e para tanto foi escolhida a fase de retração anterior, por considerá-la ser a única fase na qual se pode padronizar, para todos os pacientes, o tipo e a quantidade de movimento ortodôntico. Porém, não existindo na literatura outros estudos clínicos que permitam uma comparação com o nosso, faz-se necessário realizar estudos futuros com amostras maiores.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo pôde-se concluir que:

Na comparação quanto ao grau de reabsorção radicular apical entre o grupo LED e o grupo controle:

- Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, indicando que a aplicação de LED não influenciou o grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores durante a mecânica de retração anterior.

Na avaliação da associação entre a morfologia do ápice radicular e a quantidade de reabsorção radicular apical:

- Ao final do tratamento, dentes com morfologia do ápice radicular “em pipeta” apresentaram reabsorção radicular apical estatisticamente significativa no GLED.

Referências

REFERÊNCIAS¹

1. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1993;103(1):62–6.
2. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1993;103(2):138–46.
3. Wehrbein H, Fuhrmann RA, Diedrich PR. Human histologic tissue response after long-term orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995 Apr;107(4):360–71.
4. Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod*. 2002;72(2):175–9.
5. Henneman S, Von den Hoff JW, Maltha JC. Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod*. 2008;30(3):299–306.
6. Consolaro A. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas. 3ªed. Maringá: Dental Press; 2012. 816 p.
7. Fox N. Longer orthodontic treatment may result in greater external apical root resorption. *Evid Based Dent*. 2005 Mar;6(1):21.
8. Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res*. 2004;7(2):71–8.
9. Han G, Huang S, Von den Hoff JW, Zeng X, Kuijpers-Jagtman AM. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intraindividual study. *Angle Orthod*. 2005 Nov;75(6):912–8.
10. Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;130(5):639–47.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

11. Barbagallo LJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 10. Comparison of the effects of invisible removable thermoplastic appliances with light and heavy orthodontic forces on premolar cementum. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2008 Feb;133(2):218–27.
12. 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*. 2007 Nov;23(1):27–33.
13. Imani M, Golshah A, SafariFaramani R, Sadeghi M. Effect of Low-level Laser Therapy on Orthodontic Movement of Human Canine: a Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. *Acta Inform Medica*. 2018 Jun;26(2):139–43.
14. 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;19:14-30.
15. 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;13:16:25.
16. Nahas AZ, Samara SA, Rastegar-Lari TA. Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: a single center, randomized clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2017 Jan;32(1):129–35.
17. 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;48(10):936–43.
18. Tortamano A, Lenzi DC, Haddad ACSS, Bottino MC, Dominguez GC, Vigorito JW. Low-level laser therapy for pain caused by placement of the first orthodontic archwire: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Nov;136(5):662–7.
19. Kim WT, Bayome M, Park J-B, Park JH, Baek S-H, Kook Y-A. Effect of frequent laser irradiation on orthodontic pain. A single-blind randomized clinical trial. *Angle Orthod*. 2013 Jul;83(4):611–6.

20. Esper MÂLR, Nicolau RA, Arisawa EÂLS. The effect of two phototherapy protocols on pain control in orthodontic procedure—a preliminary clinical study. *Lasers Med Sci.* 2011 Sep;26(5):657–63.
21. Figueira IZ, Sousa APC, Machado AW, Habib FAL, Soares LGP, Pinheiro ALB. Clinical study on the efficacy of LED phototherapy for pain control in an orthodontic procedure. *Lasers Med Sci.* 2018 Apr;34(3):479-85.
22. Karu T. Photobiology of low-power laser effects. *Health Phys.* 1989 May;56(5):691–704.
23. Schon EA, Grossman MH. Mitochondrial diseases: genetics. *Biofactors.* 1998;7(3):191–5.
24. Wong-Riley MT, Bai X, Buchmann E, Whelan HT. Light-emitting diode treatment reverses the effect of TTX on cytochrome oxidase in neurons. *Neuroreport.* 2001 Oct;12(14):3033–7.
25. Ng D, Chan AK, Papadopoulou AK, Dalci O, Petocz P, Darendeliler MA. The effect of low-level laser therapy on orthodontically induced root resorption: a pilot double blind randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2018 May;40(3):317–25.
26. Seifi M, Atri F, Yazdani MM. Effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement and root resorption after artificial socket preservation. *Dent Res J.* 2014;11(1):61–6.
27. Fonseca PD, de Lima FM, Higashi DT, Koyama DF, Tuginho 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.
28. Ekizer A, Uysal T, Guray E, Akkus D. Effect of LED-mediated-photobiomodulation therapy on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Lasers Med Sci.* 2015;30(2):779–85.
29. 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 Nov;22(4):261–4.

30. Gama SKC, Habib FAL, de Carvalho JS, Monteiro GM, Paraguassú GM, Araújo TM, et al. Tooth Movement After Infrared Laser Phototherapy: Clinical Study in Rodents. *Photomed Laser Surg*. 2010 Oct;28(S2):S-79-S-83.
31. AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Evaluating low-level laser therapy effect on reducing orthodontic pain using two laser energy values: a split-mouth randomized placebo-controlled trial. *Eur J Orthod*. 2018 Jan;40(1):23–8.
32. Ang Khaw CM, Dalci O, Foley M, Petocz P, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. Physical properties of root cementum: Part 27. Effect of low-level laser therapy on the repair of orthodontically induced inflammatory root resorption: A double-blind, split-mouth, randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018 Sep ;154(3):326–36.
33. Stahl F, Ashworth SH, Jandt KD, Mills RW. Light-emitting diode (LED) polymerisation of dental composites: flexural properties and polymerisation potential. *Biomaterials*. 2000 Jul;21(13):1379–85.
34. Desmet KD, Paz DA, Corry JJ, Eells JT, Wong-Riley MTT, Henry MM, et al. Clinical and experimental applications of NIR-LED photobiomodulation. *Photomed Laser Surg*. 2006 Apr;24(2):121–8.
35. Chung S, Melissa M, Siew-Ging G. Photobiostimulation as a modality to accelerate orthodontic toothmovement. *Semin Orthod*. 2015;21:195–202.
36. NUPEN - Núcleo de Pesquisa e Ensino de Fototerapia nas Ciências da Saúde [homepage on the Internet]. São Carlos. 2005. Disponível em: www.nupen.com.br
37. Millis DL, Francis D, Adamson C. Emerging Modalities in Veterinary Rehabilitation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*. 2005 Nov;35(6):1335–55.
38. Lizarelli R de FZ. Protocolos clínicos odontológicos: uso do laser de baixa intensidade. 4ªed. São Carlos MMOptics; 2007. 88p.
39. Filho C. Avaliação biomecânica da ação da radiação laser em baixa intensidade no processo de osseointegração de implantes de titânio inseridos em tíbia de coelhos [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2003.

40. Neves LS, Silva CMS, Henriques JFC, Cançado RH, Henriques RP, Janson G. Lasers in Orthodontics. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*. 2005;10(5):149–56.
41. OsseoPulse Brochure - Introducing the OsseoPulse Bone Regeneration System [homepage on the Internet]. Biolux Research, Canada Ltd. Disponível em: http://staging.bioluxresearch.com/corp/pdf/OsseoPulse_AR300_Brochure.pdf
42. Eells JT, Wong-Riley MTT, VerHoeve J, Henry M, Buchman E V, Kane MP, et al. Mitochondrial signal transduction in accelerated wound and retinal healing by near-infrared light therapy. *Mitochondrion*. 2004 Sep;4(5–6):559–67.
43. 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.
44. Ferreira-Günther DP. Avaliação da influência da fotobiomodulação na velocidade do movimento dentário ortodôntico [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016.
45. Friedrichsdorf SP, Zaniboni E, Simões A, Arana-Chavez VE, Dominguez GC. Phototherapy is unable to exert beneficial effects on orthodontic tooth movement in rat molars. *Angle Orthod*. 2019 Mar;101:518-745.1.
46. Tunér 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 Nov;27(6):1257–8.
47. Cattaneo PM, Dalstra M, Melsen B. Strains in periodontal ligament and alveolar bone associated with orthodontic tooth movement analyzed by finite element. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(2):120–8.
48. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Angle Orthod*. 2003;73(1):86–92.
49. Stuteville BS. Injuries caused by orthodontic forces and the ultimate results of these injuries. *Am J Orthod Oral Surg*. 1938;24(2):103-19.

50. Moyers RE. Handbook of Orthodontics. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1988. 577p.
51. Graber T. Orthodontics: principles and practice. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 1972. 953 p.
52. Consolaro A, Consolaro RB, Martins-Ortiz MF, Freitas PZ. Conceito da genética e hereditariedade aplicados à compreensão das reabsorções dentárias durante a movimentação ortodôntica. Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial. 2004;9(2):79–94.
53. Becks H, Cowden RC. Root resorption and their relation to pathologic bone formation: part II. Classification, degrees, prognosis and frequency. Am J Orthod Oral Surg. 1942;28:513–36.
54. Cansanção JM. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular, consecutiva ao tratamento ortodôntico, pela técnica do arco de canto, relacionada com o sexo, a idade, a duração do tratamento, o período de uso do arco retangular e do aparelho extrabucal [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru; 1980.
55. Silva Filho OG, Berreta EC, Cavassan AO, Capelozza Filho L. Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. Ortodontia. 1993;26(1):24–35.
56. Kurol J, Owman-Moll P, Lundgren D. Time-related root resorption after application of a controlled continuous orthodontic force. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1996;110(3):303–10.
57. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. Eur J Orthod. 1988;10(1):30–8.
58. Harris EF, Butler ML. Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bites. Am J Orthod Dentofac Orthop. 1992;101(2):112–9.
59. Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. Semin Orthod. 1999;5(2):128–33.

60. Kalkwarf KL, Krejci RF, Pao YC. Effect of apical root resorption on periodontal support. *J Prosthet Dent*. 1986;56(3):317–9.
61. Kjaer I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 1995 Feb;17(1):25–34.
62. Consolaro A. *Reabsorções Dentárias nas Especialidades Clínicas*. 1ª ed. Maringá: Dental Press; 2002.
63. Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2003 Mar;123(3):242–52.
64. Newman WG. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am J Orthod*. 1975 May;67(5):522–39.
65. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997 Mar;111(3):301–9.
66. Mavragani M, Vergari A, Selliseth NJ, Boe OE, Wisth PL. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. *Eur J Orthod*. 2000;22(6):665–74.
67. Janson GR, De Luca Canto G, Martins DR, Henriques JF, De Freitas MR. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2000;118(3):262–73.
68. Mohandesan H, Ravanmehr H, Valaei N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 2007;29(2):134–9.
69. Zahed Zahedani SM, Oshagh M, Momeni Danaei S, Rooinpeikar SMM. A Comparison of Apical Root Resorption in Incisors after Fixed Orthodontic Treatment with Standard Edgewise and Straight Wire (MBT) Method. *J Dent Shiraz Univ Med Sci*. 2013;14(3):103–10.

70. Mandall N, Lowe C, Worthington H, Sandler J, Derwent S, Abdi-Oskouei M, et al. Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial. *Eur J Orthod*. 2006;28(6):561–6.
71. Scott P, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. Alignment efficiency of Damon3 self-ligating and conventional orthodontic bracket systems: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2008;134(4):470 e1-8.
72. Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod*. 1994;16(3):223–8.
73. McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption following orthodontic treatment. *Angle Orthod*. 2000;70(3):227–32.
74. Parker RJ, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1998;114(6):677–83.
75. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod*. 2001;71(3):185–9.
76. Beltrão RTS. Estudo da reabsorção radicular dos incisivos, após o tratamento da mordida aberta anterior [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru; 2005.
77. de Freitas MR, Beltrao RT, Janson G, Henriques JF, Chiqueto K. Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007;132(2):143 e15-22.
78. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1996;110(3):311–20.
79. Rudolph DJ, Willes PMG, Sameshima GT. A finite element model of apical force distribution from orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*. 2001;71(2):127–31.
80. Carano A, Lonardo P, Velo S, Incorvati C. Mechanical properties of three different commercially available miniscrews for skeletal anchorage. *Prog Orthod*. 2005;6(1):82–97.

81. Chung KR, Cho JH, Kim SH, Kook YA, Cozzani M. Unusual extraction treatment in Class II division 1 using C-orthodontic mini-implants. *Angle Orthod.* 2007;77(1):155–66.
82. Paik CH, Ahn SJ, Nahm DS. Correction of Class II deep overbite and dental and skeletal asymmetry with 2 types of palatal miniscrews. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007;131(4 Suppl):S106-16.
83. Gigliotti MP. Influência da proximidade entre o mini-implante e as raízes dentárias sobre o grau de estabilidade [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru; 2009.
84. Barros SE, Janson G, Chiqueto K, Baldo VO, Baldo TO. Root resorption of maxillary incisors retracted with and without skeletal anchorage. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(2):397–406.
85. Suzuki SS, Garcez AS, Suzuki H, Ervolino E, Moon W, Ribeiro MS. Low-level laser therapy stimulates bone metabolism and inhibits root resorption during tooth movement in a rodent model. *J Biophotonics.* 2016 Dec [;9(11–12):1222–35.
86. 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.
87. Marquezan M, Bolognese AM, Araujo MT. Evaluation of two protocols for low-level laser application in patients submitted to orthodontic treatment. *Dent Press J Orthod.* 2013;18(1):33 e1-9.
88. Ekizer A, Uysal T, Güray E, Yüksel Y. Light-emitting diode photobiomodulation: effect on bone formation in orthopedically expanded suture in rats--early bone changes. *Lasers Med Sci.* 2013 Sep;28(5):1263–70.
89. Friedrichsdorf SP. Efeito do LED infravermelho sobre a movimentação dentária induzida em ratos [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2015.
90. Pigatto Mitihiro D, de Paula Ramos S, Corazza Montero J, Alves Campos A, de Oliveira Toginho Filho D, Dezan Garbelini CC. Effects of near-infrared LED therapy on experimental tooth replantation in rats. *Dent Traumatol.* 2017;33(1):32–7.

91. Altan AB, Bicakci AA, Mutaf HI, Ozkut M, Inan VS. The effects of low-level laser therapy on orthodontically induced root resorption. *Lasers Med Sci.* 2015 Nov;30(8):2067-76.
92. Higashi DT, Andrello AC, Tondelli PM, de Oliveira Toginho Filho D, de Paula Ramos S. Three consecutive days of application of LED therapy is necessary to inhibit experimentally induced root resorption in rats: a microtomographic study. *Lasers Med Sci.* 2017;32(1):181-7.
93. Michelogiannakis D, Al-Shammery D, Akram Z, Rossouw PE, Javed F, Romanos GE. Influence of low-level laser therapy on orthodontically-induced inflammatory root resorption. A systematic review. *Arch Oral Biol.* 2019 Jan;100:1-13.
94. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;135(4):434-7.
95. Westphalen VPD, Gomes e Moraes I, Westphalen FH, Martins WD, Couto Souza PH. Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33:233-5.
96. Sherrard JF, Rossouw PE, Benson BW, Carrillo R, Buschang PH. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137:100-8.
97. Ren H, Chen J, Deng F, Zheng L, Liu X, Dong Y. Comparison of cone-beam computed tomography and periapical radiography for detecting simulated apical root resorption. *Angle Orthod.* 2013;83(2):189-95.
98. Lund H, Grondahl K, Grondahl HG. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2010;80(3):466-73.
99. Lund H, Grondahl K, Hansen K, Grondahl HG. Apical root resorption during orthodontic treatment. A prospective study using cone beam CT. *Angle Orthod.* 2012;82(3):480-7.

100. Castro IO, Alencar AHG, Valladares-Neto J, Estrela C. Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2013;83(2):196–203.
101. Lermen CA, Liedke GS, da Silveira HED, da Silveira HLD, Mazzola AA, de Figueiredo JAP. Comparison between two tomographic sections in the diagnosis of external root resorption. *J Appl Oral Sci.* 2010;18(3):303–7.
102. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35(4):219–26.
103. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(2):83–6.
104. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004;125(4):512–5.
105. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75–80.
106. Martin CJ, Sutton DG, Sharp PF. Balancing patient dose and image quality. *Appl Radiat Isot.* 1999;50(1):1–19.
107. Ogbole GI. Radiation dose in paediatric computed tomography: risks and benefits. *Ann Ib Postgr Med.* 2010;8(2):118–26.
108. McLaughlin RP, Bennett JC. Bracket placement with the preadjusted appliance. *J Clin Orthod.* 1995;29(5):302–11.
109. McLaughlin RP, Bennett JC, Trevisi H. *Mecânica Sistematizada de Tratamento Ortodôntico*. 1ª ed. Artes Médicas; 2002. 336 p.
110. Morea C, Dominguez GC, Wuo Ado V, Tortamano A. Surgical guide for optimal positioning of mini-implants. *J Clin Orthod.* 2005;39(5):317–21.

111. Fleiss JL. The design and analysis of clinical experiments. New York: Wiley; 1986. 432 p.
112. Kirkwood BR, Sterne JAC. Essential medical statistics. 2nd ed. Massachusetts: Blackwell Science; 2006. 502 p.
113. Neter J, Kutner MH, Nachtsheim CJ, Wasserman W. Applied Linear Statistical Models. Illinois: Richard D. Irwing; 1996. 1408 p.
114. Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995 Jul;108(1):48–55.
115. Harris D. Biomolecular mechanisms of laser biostimulation. J Clin Laser Med Surg. 1991;8(August):277–80.
116. Goulart CS, Nouer PRA, Mouramartins L, Garbin IU, Lizarelli R de FZ. Photoradiation and Orthodontic Movement: Experimental Study with Canines. Photomed Laser Surg. 2006 Apr;24(2):192–6.
117. Estrela C, Couto GS, Bueno MR, Bueno KG, Estrela LRA, Porto OCL, et al. Apical Foramen Position in Relation to Proximal Root Surfaces of Human Permanent Teeth Determined by Using a New Cone-beam Computed Tomographic Software. J Endod. 2018 Nov;44(11):1741–8.
118. Liedke GS, da Silveira HED, da Silveira HLD, Dutra V, de Figueiredo JAP. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. J Endod. 2009 Feb;35(2):233–5.
119. CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear, Norma CNEN-NN-3.01 "Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica". Posição Regulatória 3.01/004. Restrição de dose, níveis de referência ocupacionais e classificação de áreas. 2011.
120. International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 103: the 2007 recommendations of the ICRP. Ann ICRP. 2007 Apr;37(2–4):9–34.
121. European Commission. Radiation Protection n.172. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology (Evidence-based guidelines). 2012.

122. Roberts JA, Drage NA, Davies J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *Br J Radiol.* 2009 Jan;82(973):35–40.
123. Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.* 1974;44(1):68–82.
124. Remington DN, Joondeph DR, Artun J, Riedel RA, Chapko MK. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;96(1):43–6.
125. Ahlgren J. A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment. *Swed Dent J.* 1993;17(5):201–9.
126. Blake M, Woodside DG, Pharoah MJ. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;108(1):76–84.
127. Copeland S, Green LJ. Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 1986;89(1):51–5.

Anexos

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

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

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA FOTOBIMODULAÇÃO NO GRAU DE REABSORÇÃO RADICULAR APICAL DOS INCISIVOS SUPERIORES E INFERIORES DE PACIENTES SUBMETIDOS AO TRATAMENTO ORTODÔNTICO COM

Pesquisador: TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 66519217.7.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.006.167

Apresentação do Projeto:

O estudo pretende, por meio de um ensaio clínico do tipo caso-controle, avaliar a influência do LED no grau de reabsorção radicular apical nos incisivos superiores e inferiores, durante a fase de retração anterior, de pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico com extração dos quatro primeiros pré-molares, nos quais realizou-se retração anterior com uso de mini-implantes no arco superior e sem mini implantes no arco inferior. A hipótese levantada é nula, ou seja, o LED não influencia o grau de reabsorção radicular apical.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo primário é avaliar a influência do LED no grau de reabsorção radicular apical dos incisivos superiores e inferiores durante a fase de retração anterior.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos apontados são mínimos pois trata-se de uma pesquisa retrospectiva com tomografias computadorizadas de arervo. Já os benefícios são indiretos, porém a autora refere que esta pesquisa poderá contribuir com a alteração de protocolos de fototerapia, atualmente muito estudados durante o tratamento ortodôntico.

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 2.006.167

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Considera-se a pesquisa relevante pois os resultados obtidos poderão trazer benefícios para a área de estudo.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados os seguintes documentos: projeto detalhado, carta de autorização do Departamento de Ortodontia e Odontopediatria para utilização das tomografias computadorizadas, carta de autorização para uso de recurso tecnológico (software Dolphin) e Folha de rosto. O estudo propõe dispensa de TCLE por tratar-se de um estudo retrospectivo com uso de material de acervo.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final, utilizando-se da opção "Enviar Notificação" (descrita no Manual "Submeter Notificação", disponível na Central de Suporte - canto superior direito do site www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "emenda" a este CEP, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_880330.pdf	30/03/2017 19:29:06		Aceito
Outros	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_1774949.pdf	30/03/2017 19:24:07	TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES	Aceito
Outros	Carta_autorizacao_Tomos.pdf	30/03/2017 19:22:14	TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES	Aceito
Outros	Carta_autorizacao_Dolphin.pdf	30/03/2017 19:21:16	TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES	Aceito
Cronograma	Cronograma_projeto_pesquisa.pdf	30/03/2017 19:02:41	TAIANA DE OLIVEIRA BALDO	Aceito

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 2.006.157

Cronograma	Cronograma_projeto_pesquisa.pdf	30/03/2017 19:02:41	ESTEVES	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	30/03/2017 19:02:09	TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Doutorado_Taiana.pdf	30/03/2017 18:59:15	TAIANA DE OLIVEIRA BALDO ESTEVES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 07 de Abril de 2017

Assinado por:
Maria Gabriela Hays Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

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: Daniela Prado Ferreira Günther

Área Temática:

Versão: 5

CAAE: 33281414.1.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Biolux Research Ltd.
3M DO BRASIL LTDA

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.774.949

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

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Continuação do Parecer: 1.774.949

uma oclusão normal com adequados padrões funcionais e estéticos.

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:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_271520.pdf	20/09/2016 14:34:33		Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	20/09/2016 14:29:47	Daniella Prado FerreiraGünther	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPesquisa.doc	20/09/2016 11:49:34	Daniella Prado FerreiraGünther	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TAGCfinal2016.docx	20/09/2016 11:29:11	Daniella Prado FerreiraGünther	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEDfinal2016.docx	20/09/2016 11:28:49	Daniella Prado FerreiraGünther	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEGCfinal2016.docx	20/09/2016 11:28:29	Daniella Prado FerreiraGünther	Aceito

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SÃO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 1.774.949

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLELEDFinal2016.docx	20/09/2016 11:26:56	Daniella Prado FerreiraGünther	Aceito
---	-----------------------	------------------------	-----------------------------------	--------

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

SAO PAULO, 14 de Outubro de 2016

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 Fax: (11)3091-7814 E-mail: cepfo@usp.br