LUCAS CARDINAL DA SILVA

**Efeitos adversos da expansão rápida da maxila nos tecidos dentários e de
suporte de indivíduos jovens com fissura labiopalatina unilateral**

São Paulo

2018

LUCAS CARDINAL DA SILVA

**Efeitos adversos da expansão rápida da maxila nos tecidos dentários e de
suporte de indivíduos jovens com fissura labiopalatina unilateral**

Versão Original

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: Prof^a. Dr^a. Gladys Cristina Dominguez-Morea

São Paulo

2018

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

Silva, Lucas Cardinal da.

Efeitos adversos da expansão rápida da maxila nos tecidos dentários e de suporte de indivíduos jovens com fissura labiopalatina unilateral / Lucas Cardinal da Silva ; orientador Gladys Cristina Dominguez Morea. -- São Paulo, 2018.

70p. : 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 original

1. Fissura labiopalatina. 2. Ortodontia interceptora. 3. Técnica de expansão maxilar. I. Morea, Gladys Cristina Dominguez. II. Título.

Silva LC. Efeitos adversos da expansão rápida da maxila nos tecidos dentários e de suporte de indivíduos jovens com fissura labiopalatina unilateral. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: / /2018

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

À Deus, soberanamente justo e bom.

Aos irmãos que enxergam em nossa profissão uma ferramenta perfeita para a obra
do bem e àqueles que dela necessitam.

À minha família, por tudo.

AGRADECIMENTOS

Obrigado, Deus, por ser a Lei e a Justiça, por ser parte de mim e de todos os irmãos, pelas vicissitudes e alegrias, pela paciência, pela educação constante, pela oportunidade infinita e pela perenidade da alma.

Obrigado, Minha Família, por ser o lastro que não permite o esmorecimento, por ser o sustento emocional, por ser a base do meu caráter e por ser exemplo através do amor e do perdão.

Obrigado, Prof^a. Gladys Cristina Dominguez, pela orientação do meu doutorado, por todos os aconselhamentos pessoais e profissionais, por ter me educado sob medida, por ter abraçado comigo os meus projetos e sonhos, por ter me recebido de braços abertos, por ser uma pessoa abençoada e que permitiu a mim o convívio.

Obrigado, Prof. Dauro Douglas Oliveira, pela orientação do meu mestrado, pelo auxílio com o presente trabalho, por ter aberto as portas do meu caminho, por ser uma alma do bem, por ser exemplo de retidão e tenacidade, por ser meu mestre e também amigo.

Obrigado, Prof. João Batista de Paiva, por permitir que a minha formação acadêmica carregue o peso desta Instituição, por demonstrar os melhores valores, pela gentileza e carinho constantes, por reger esta difícil orquestra respeitando os desafinados, por cuidar dessa casa como se fosse a sua.

Obrigado, Prof. Fausto Medeiros Mendes, pelo conhecimento a mim transmitido, por ser um ser humano acessível e disponível, por ter me marcado em todas as instâncias profissionais e por ter demonstrado que a simplicidade é o maior requinte dos sábios.

Obrigado, Professores da FOU SP, em especial aqueles que tive maior convívio, Prof. André, Prof. Jorge Abrão, Prof. José Rino, Prof^a. Lylian e Prof^a. Solange. Cada

um de vocês teve uma participação única e serão lembrados sempre com profundo respeito e carinho.

Obrigado, Edina e Viviane, por serem os dois pulmões deste organismo vivo, por serem incansáveis nas demandas diárias e por involuntariamente transmitirem a paz.

Obrigado, Colegas da FOU SP, pela convivência harmônica que foi facilitadora para o desenvolvimento e evolução de todos.

Obrigado, Pacientes e Familiares, especialmente desta pesquisa, por confiarem vossa saúde a nós e por toda organização e disciplina no decorrer deste trabalho.

Obrigado, Funcionários da FOU SP, em especial as meninas da limpeza, que além da higiene local, inundam, com os seus sorrisos, o nosso ambiente de luz.

Obrigado, Irmãos, deste e de outros planos, que não foram citados individualmente, mas que tem olhos para ver a minha gratidão e reverência.

*“Dê ao mundo o melhor de você,
mas isso pode não ser o bastante.
Dê o melhor de você assim mesmo.*

*Veja você que, no final das contas,
é tudo entre você e Deus.
Nunca foi entre você e os outros.”*

Madre Teresa

RESUMO

Silva LC. Efeitos adversos da expansão rápida da maxila nos tecidos dentários e de suporte de indivíduos jovens com fissura labiopalatina unilateral [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Versão Original.

O presente estudo teve por objetivo a avaliação das consequências da expansão rápida da maxila em indivíduos com fissura labiopalatina unilateral nos seguintes desfechos: rizogênese, reabsorção radicular, espessura da tábuas óssea e deiscência. Este estudo de coorte prospectivo foi composto por 30 participantes, sendo 20 homens e 10 mulheres, entre 8 e 15 anos. Os participantes foram alocados em 3 grupos, conforme o tipo de atresia maxilar, e tratados com diferentes tipos de aparelho expensor: G1, Hyrax; G2, Expansor em Leque; G3, Mini-Hyrax Invertido. Foram realizadas Tomografias Computadorizadas de Feixes Cônicos imediatamente antes do tratamento e 90 dias após contenção do aparelho. Medições lineares foram obtidas pelo mesmo examinador cego. A estatística inferencial dos dados, após testes de normalidade e homogeneidade, foi realizada pela análise de regressão multinível. As raízes que apresentavam o ápice aberto ao início do tratamento demonstraram um aumento estatisticamente significativo após o tratamento. Em contrapartida, não houve alterações significativas no comprimento radicular das raízes que apresentavam o ápice fechado no início do tratamento. Uma diminuição significativa da espessura da tábuas óssea vestibular, bem como um aumento significativo da deiscência pode ser observado. Não houve diferença significativa entre o lado com e sem a fissura para todas as variáveis apresentadas, assim como não houve diferença entre os grupos. Os achados neste estudo permitem concluir que as forças ortopédicas da expansão rápida da maxila não são capazes de interromper o processo de desenvolvimento radicular, tampouco causar reabsorção radicular apical externa significativa em indivíduos com fissura labiopalatina unilateral. Contudo, uma diminuição significativa de volume ósseo vestibular posterior é esperada, mas não deve ser considerada importante clinicamente.

Palavras-chave: Fissura palatina. Técnica de expansão maxilar. Ortodontia interceptora.

ABSTRACT

Silva LC. Adverse effects of rapid maxillary expansion on dental and supporting tissues of young subjects with unilateral cleft lip and palate [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2018. Versão Original.

The present study aimed to evaluate the consequences of rapid maxillary expansion in subjects with unilateral cleft lip and palate in the following outcomes: root formation, root resorption, buccal bone thickness and dehiscence. This prospective cohort study comprised 30 participants, 20 male and 10 female, between 8 and 15 years old. Participants were allocated in 3 groups, according to the type of maxillary constriction, and were treated with different types of expanders: G1, hyrax; G2, fan-type; G3, inverted mini-hyrax. Cone Beam Computed Tomography scans were performed immediately before treatment and after 90 days of retention. Linear measurements were obtained by the same blinded examiner. The inferential statistics of the data, after normality and equality tests, was performed with a multilevel regression analysis. The roots presenting open apices at the beginning of treatment showed a statistically significant increase in length after treatment. On the other hand, there were no significant changes in the root length of roots that had a closed apices at the beginning of the treatment. A significant decrease in buccal bone thickness as well as a significant increase in dehiscence were observed. There was no significant difference between the cleft and non-cleft side for all variables, as there was no significant difference between groups. The findings in this study allow to conclude that the orthopedic forces of rapid maxillary expansion are not able to interrupt the root development process nor to cause significant external apical root resorption in subjects with unilateral cleft lip and palate. However, a significant decrease in posterior buccal bone volume is expected, but it should not be considered important in a clinical perspective.

Keywords: Cleft palate. Palatal expansion technique. Interceptive orthodontics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Expansor tipo Hyrax	35
Figura 4.2 - Expansor em Leque	35
Figura 4.3 - Expansor tipo Mini-Hyrax Invertido.....	36
Figura 4.4 - Desenho ilustrativo da mensuração linear das raízes do primeiro molar permanente superior	38
Figura 4.5 - RMP ilustrativa da mensuração linear das raízes do primeiro molar permanente superior	39
Figura 4.6 - RMP Coronal ilustrativa da mensuração linear da deiscência óssea (A). RMP Axial ilustrativa da mensuração linear da espessura óssea (B) ...	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Distribuição dos três grupos quanto à idade (anos), gênero, ativação do expansor (mm), mudança da distância intermolar (mm), comprimento radicular (mm), deiscência óssea (mm) e espessura óssea (mm).....	44
Tabela 5.2- Análise de regressão linear multinível das mudanças (mm) no comprimento da raiz (T2 - T1) considerando as três raízes e os estágios de formação.....	45
Tabela 5.3- Análise de regressão linear multinível com o comprimento radicular (mm) como variável dependente.....	46
Tabela 5.4- Análise de regressão linear multinível das mudanças (mm) na deiscência e espessura óssea (T2-T1).....	47
Tabela 5.5- Análise de regressão linear multinível com a deiscência óssea (mm) como variável dependente.....	47
Tabela 5.6- Análise de regressão linear multinível com a espessura óssea (mm) como variável dependente.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	tridimensional
ALARA	<i>as low as reasonably achievable</i>
CCI	coeficiente de correlação intraclasse
DICOM	<i>digital imaging and communications in medicine</i>
DP	desvio padrão
EP	erro padrão
ERM	expansão rápida da maxila
F	feminino
FLP	fissura labiopalatina
FOV	<i>field of view</i>
G1	grupo de estudo 1
G2	grupo de estudo 2
G3	grupo de estudo 3
IC	intervalo de confiança
LI	limite inferior
LS	limite superior
M	masculino
Mm	milímetro
Mm ³	milímetro cúbico
RMP	reconstruções multiplanares
RRAE	reabsorção radicular apical externa
T1	momento de aquisição tomográfica 1
T2	momento de aquisição tomográfica 2
TCFC	tomografia computadorizada de feixe cônico
TCLE	termo de consentimento livre e esclarecido

LISTA DE SÍMBOLOS

®	marca registrada
β	coeficiente de regressão linear
p	probabilidade de significância

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
2	REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1	ORTODONTIA, REABSORÇÕES E RIZOGÊNESE.....	27
2.2	EXPANSÃO MAXILAR E ALTERAÇÕES DA TÁBUA ÓSSEA.....	28
2.3	SELEÇÃO DO EXAME DE IMAGEM.....	29
3	PROPOSIÇÃO.....	31
4	MATERIAL E MÉTODOS	33
4.1	CONCEPÇÃO E PRECEITOS ÉTICOS	33
4.2	PARTICIPANTES	33
4.3	MÉTODOS DE INTERVENÇÃO	34
4.4	MÉTODO DE REGISTRO	37
4.5	MÉTODOS DE MEDIDA.....	37
4.5.1	Cegamento	37
4.5.2	Desfechos - Tecido Dentário.....	38
4.5.3	Desfechos - Tecido de Suporte	39
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41
5	RESULTADOS	43
5.1	TECIDO DENTÁRIO.....	45
5.2	TECIDO DE SUPORTE	46
6	DISCUSSÃO	49
7	CONCLUSÕES.....	55
	REFERÊNCIAS	57
	ANEXOS.....	65

1 INTRODUÇÃO

Dentre as malformações congênitas, as fissuras orofaciais são as mais prevalentes (Mossey et al., 2009). A fissura labial e/ou palatina, dependendo da população estudada, está presente em 1:500 nascimentos vivos até 1:2,500 nascimentos vivos (Dixon et al., 2011). No Brasil, essa taxa é de aproximadamente 1:1,700, variando entre as diferentes regiões geográficas (Sousa; Roncalli, 2017).

Entende-se a fissura labial e/ou palatina como uma malformação caracterizada pela falta de fusão do lábio superior e/ou palato, podendo se apresentar de maneira isolada ou associada a alguma síndrome (Wehby et al., 2017). Sua etiologia é complexa e multifatorial e embora alguns fatores estejam bem documentados na literatura, ela ainda é amplamente desconhecida.

Um dos reflexos deste problema estrutural é a maloclusão dentoalveolar e a deformidade esquelética, ambas presentes na quase totalidade dos casos. Os indivíduos portadores de fissura labiopalatina (FLP) unilateral, por exemplo, normalmente apresentam uma atresia transversa da maxila com necessidade premente de correção. O tratamento comumente ofertado a esses pacientes é a expansão rápida da maxila (ERM), com intuito de restabelecer a forma e o perímetro da arcada (Oliveira et al., 2014).

Apesar da ERM ser amplamente discutida na literatura e haver um consenso sobre a sua importância, pouco se sabe a respeito dos efeitos adversos em potencial deste procedimento para as estruturas dentárias e de suporte. Neste sentido, existe uma forte preocupação sobre a reabsorção radicular apical externa (RRAE) frente à ERM e o estudo sobre o impacto deste procedimento no desenvolvimento radicular de dentes em formação tem sido negligenciado. Esta questão é de extrema relevância, visto que o tratamento das discrepâncias transversas da maxila é rotineiramente realizado em pacientes jovens, onde o processo de rizogênese encontra-se incompleto.

Algumas especulações científicas e a própria credulidade da classe ortodôntica em geral apoiam o fato de que forças de elevada magnitude sobre dentes com raízes imaturas resultariam na interrupção do crescimento radicular (Baysal et al., 2012). Esta hipótese também foi sugerida por outros autores, que atribuíram às forças ortodônticas na dentição mista e permanente jovens efeitos deletérios de

encurtamento e dilaceração radicular (Hendrix et al., 1994). Em contrapartida, alguns autores alegam que o tratamento sobre raízes em desenvolvimento resultariam em pouca ou nenhuma reabsorção (Linge et al., 1991; Mavragani et al., 2002). É importante salientar que estes estudos utilizaram métodos não ideais para avaliação da raiz.

Outra preocupação diz respeito aos efeitos deste tratamento ortopédico nas estruturas de suporte. A diminuição do volume ósseo alveolar frente à ERM é um achado frequente (Lo Giudice et al., 2018). A tábua óssea vestibular aos dentes de suporte do aparelho expensor não raro apresenta um aumento da deiscência e uma diminuição de sua espessura (Pangrazio-Kulbersh et al., 2013; Rungcharassaeng et al., 2007). Estas alterações devem ser vistas com cautela para que um acompanhamento adequado seja realizado evitando potenciais efeitos deletérios ao periodonto.

É importante salientar que muitas destas informações são advindas de estudos realizados com uma população de indivíduos sem FLP. Não se pode extrapolar os resultados destes estudos para uma população com fissura. Muitas variações são observadas nestes indivíduos, mesmo os não sindrômicos, como por exemplo: dentes supranumerários, agenesias, alteração de forma e tamanho dos dentes, hipoplasias, entre outras (Bartzela et al., 2013; Kraus et al., 1966; Olin, 1964). Tais achados são um convite ao estudo aprofundado e independente dos sujeitos que sofrem desta deformidade. Portanto, procura-se responder os seguintes questionamentos: A ERM em pacientes fissurados inibe o desenvolvimento radicular dos dentes de ancoragem? E qual o impacto deste procedimento na tábua óssea vestibular?

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ORTODONTIA, REABSORÇÕES E RIZOGÊNESE

Estudos epidemiológicos apontam que a causa das reabsorções radiculares pode variar amplamente. Entre os fatores mais frequentes, estão o movimento dentário fisiológico, pressão do dente impactado sobre o adjacente, inflamação periapical, reimplante dentário ou autotransplante dentário, distúrbios sistêmicos ou metabólicos, cistos, tumores, traumas e a movimentação ortodôntica (Linge; Linge, 1983; Phillips, 1955; Weltman et al., 2010). O tratamento ortodôntico de maneira isolada tem sido considerado o principal causador da RRAE, mesmo as de maiores intensidades (Levander et al., 1998; Lundgren et al., 1996; Weiland, 2003).

Alguns fatores de ordem local têm sido estudados procurando-se avaliar suas possíveis correlações com a reabsorção radicular. O tipo de movimento ortodôntico, a magnitude de força empregada, o tempo de tratamento, bem como o tipo de aparelho utilizado são alguns fatores que parecem estar associados à severidade da reabsorção. A reabsorção radicular inflamatória induzida ortodônticamente é frequentemente percebida após movimento de intrusão dentária (Faltin et al., 1998), mas também em movimentos de inclinação, torque e translação (Segal et al., 2004; Wehrbein et al., 1996; Wehrbein et al., 1995).

Apesar de existir uma grande variação inter-indivíduo quanto à extensão da reabsorção radicular, determinada pela suscetibilidade genética (Viecilli et al., 2013), é sabido que forças ortodônticas de elevada magnitude resultam em maior estresse no ligamento periodontal e, conseqüentemente, em maiores danos à estrutura radicular (Kinzinger et al., 2011; Paetyangkul et al., 2009; Viecilli et al., 2013). Alguns estudos foram conduzidos para avaliar a reabsorção radicular externa após a ERM a partir da extração de primeiros pré-molares que eram dentes de suporte do aparelho expensor (Barber; Sims, 1981; Erverdi et al., 1994; Martins et al., 2016). Houve uma reabsorção na superfície vestibular e apical destes dentes. Ao mesmo tempo, uma tentativa de reparo parcial da superfície reabsorvida por meio do cimento celular foi iniciada. Este reparo já é visível no terceiro mês pós-tratamento, sendo que é possível identificar processo ativo de reparo após um ano da expansão (Langford, 1982).

Os estudos que avaliaram volumetricamente a mudança estrutural da raiz após ERM em pacientes sem FLP encontram uma reabsorção radicular significativa nos participantes (Baysal et al., 2012; Dindaroglu; Doğan, 2016). O mesmo padrão de resposta foi encontrado em uma investigação conduzida com método de mensuração linear (Akyalcin et al., 2015). A RRAE média para as 3 raízes do primeiro molar permanente superior foi na ordem de 0,5 mm (Akyalcin et al., 2015).

Paralelo à reabsorção radicular, embora menos estudado, está o efeito ocasionado pelas forças ortodônticas e ortopédicas sobre raízes com rizogênese incompleta. Alguns autores alegaram que o movimento ortodôntico de dentes em formação poderia ser um fator de risco para o desenvolvimento radicular, podendo levar ao seu encurtamento ou dilaceração (Hendrix et al., 1994; Oppenheim, 1942; Phillips, 1955). Além disso, a hipótese de interrupção do crescimento radicular também foi defendida (Baysal et al., 2012).

Por outro lado, alguns estudos sugerem que o emprego de forças ortodônticas não afetariam substancialmente raízes em formação, resultando em pouca ou nenhuma reabsorção radicular (Linge et al., 1991; Mavragani et al., 2002). Dado a presente escassez científica sobre o tema, sobretudo de pesquisas com alto nível de evidência, sugere-se que novos estudos sejam realizados (Wasserman-Milhem et al., 2016).

2.2 EXPANSÃO MAXILAR E ALTERAÇÕES DA TÁBUA ÓSSEA

A ERM é um dos procedimentos mais frequentes na clínica ortodôntica para a correção de maloclusões transversais. Inúmeros tipos de aparelhos expansores foram desenvolvidos com o objetivo de corrigir atresias maxilares de diferentes configurações (Biederman, 1968; Haas, 1965; Levrini; Filippi, 1999; Oliveira et al., 2014). Porém, independente do expansor empregado, alguns efeitos esqueléticos e dentoalveolares são esperados (Figueiredo et al., 2016; Weissheimer et al., 2011). Na maioria dos casos, ocorre um aumento transversal da cavidade nasal, do osso basal da maxila, da sutura palatina mediana e uma inclinação vestibular dos dentes de ancoragem (Christie et al., 2010).

Grande parte dos expansores são dento-suportados, portanto, suscetibilizam as estruturas radiculares e alveolares a efeitos adversos. A inclinação dentária excessiva, decorrente do procedimento, pode culminar na redução vertical e horizontal do osso alveolar (Pangrazio-Kulbersh et al., 2013). Uma diminuição da espessura óssea na região posterior, bem como um aumento da deiscência, são achados imediatos no pós tratamento (Rungcharassaeng et al., 2007). Estas alterações na tábua óssea vestibular podem ocorrer em menor ou maior grau e costumam ser irreversíveis (Rungcharassaeng et al., 2007). Contudo, tais efeitos podem passar despercebidos clinicamente graças ao recobrimento da gengiva queratinizada e mucosa alveolar.

Na última década, uma série de investigações foram conduzidas na tentativa de quantificar esta perda óssea vestibular após o tratamento com aparelhos expansores (Brunetto et al., 2013; Lin et al., 2015; Pangrazio-Kulbersh et al., 2013). Estes estudos demonstram, invariavelmente, uma diminuição do tecido ósseo de suporte. Entretanto, pouco se sabe sobre estes efeitos da ERM em indivíduos fissurados. Até a presente data, apenas um estudo foi publicado verificando seus efeitos nesta população, porém em sujeitos com FLP bilateral (de Almeida et al., 2017). Seus resultados apontam para uma diminuição mais discreta do tecido ósseo quando comparado aos de estudos conduzidos em amostras sem tal deformidade.

2.3 SELEÇÃO DO EXAME DE IMAGEM

Existe um consenso de academias americanas e europeias onde a indicação de exames de imagem deve ser pautada no seu potencial benefício e no risco da radiação ionizante (AAOMR, 2013; ADA, 2006; Horner et al., 2009). Uma das indicações mais precisas para o uso da TCFC é no diagnóstico e plano de tratamento de pacientes com anomalias craniofaciais (Kapila; Nervina, 2015). O emprego rotineiro da tomografia em Centros de tratamento destas deformidades oferece informações precisas quanto ao número, ao tamanho e à forma dos dentes na região de fissura, posicionamento dos mesmos e, também, para o planejamento da enxertia óssea, de implantes e de cirurgias ortognáticas reparadoras (Oberoi et al., 2010; Oberoi et al., 2009; Zhou et al., 2013).

Na Ortodontia, por exemplo, a tomografia apresenta maior acurácia na detecção de reabsorções radiculares quando comparada a exames convencionais. O diagnóstico de reabsorção radicular severa (com mais de 2 mm) realizado por meio de TCFC ocorre em 25,6% dos casos tratados ortodonticamente (Makedonas et al., 2013). Estas reabsorções, consideradas clinicamente importantes, apresentam uma prevalência de 2 a 15% dos casos tratados ortodonticamente quando avaliadas por outros exames de imagem (Fritz et al., 2003; Harris; Butler, 1992; Lupi et al., 1996; Tahir et al., 1997).

Além disso, o emprego da TCFC tornou possível a avaliação da arquitetura óssea vestibular e palatina dos dentes que não era viável a partir de exames bidimensionais (Ising et al., 2012; Yagci et al., 2012). A tomografia viabilizou medições mais precisas, sem sobreposição de estruturas, apresentando alta acurácia, repetibilidade e reprodutibilidade na inspeção da morfologia alveolar (Timock et al., 2011).

A avaliação da deiscência e da espessura óssea na imagem de TCFC, por exemplo, apresenta alta confiabilidade quando comparada com medições diretas em crânios secos ou espécimes de cadáver humano (Cook et al., 2015; Leung et al., 2010; Timock et al., 2011). Todavia, alguns parâmetros específicos na aquisição destas imagens devem ser observados para que ela ofereça uma sensibilidade adequada (Menezes et al., 2016).

3 PROPOSIÇÃO

O propósito principal neste estudo foi investigar, por meio de tomografia computadorizada de feixes cônicos, os efeitos adversos da expansão rápida da maxila sobre as estruturas radiculares e a tábua óssea vestibular de indivíduos jovens com fissura labiopalatina unilateral. Além disso, verificar uma possível associação destes desfechos supracitados com o gênero, a idade, o lado da fissura e o tipo de expansor empregado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONCEPÇÃO E PRECEITOS ÉTICOS

O delineamento metodológico clínico e a coleta de dados neste estudo observacional de coorte prospectivo foi conduzido no Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Inicialmente, teve seu projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da mesma instituição, de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução nº 466 e complementares do Conselho Nacional de Saúde, sendo registrado sob o número 0189.0.213.000-11.

O presente estudo deu continuidade à pesquisa que conferiu o grau de Mestre ao candidato. A formalização da parceria interinstitucional com a Universidade de São Paulo foi conferida por meio de um termo de autorização para uso amostral e pelo registro e aprovação do presente projeto junto à Plataforma Brasil sob o número 41716414.0.0000.0075 (ANEXO A). Esta tese foi redigida em conformidade com as orientações do STROBE Statement (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) e seu check-list (ANEXO B).

4.2 PARTICIPANTES

Os participantes desta pesquisa foram indivíduos que procuraram por tratamento ortodôntico no Centro de Tratamento e Reabilitação de Fissuras Labiopalatais e Deformidades Craniofaciais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Os seguintes critérios de elegibilidade foram observados:

Critérios de inclusão:

- Presença de fissura labiopalatina unilateral;
- Atresia transversa da maxila;
- Idade entre 8 e 15 anos.

Critérios de exclusão:

- Ausência de primeiros molares permanentes;
- Presença de doença periodontal (Armitage, 1999), exceto inflamação gengival leve (Löe, 1967);
- Presença de síndrome associada;
- Tratamento ortodôntico prévio.

Um total de 30 indivíduos jovens, portadores de fissura labiopalatina unilateral e candidatos à expansão rápida da maxila, atenderam os requisitos para realização do estudo. A participação efetiva ocorreu após assinatura por parte dos responsáveis de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Inicialmente, dados referente ao gênero, idade cronológica e de maturação óssea (Baccetti et al., 2005), foram obtidos.

4.3 MÉTODOS DE INTERVENÇÃO

Os participantes foram alocados nos 3 grupos de tratamento conforme o tipo de atresia maxilar apresentada. Indivíduos que apresentavam uma atresia tanto na região anterior como na região posterior da maxila foram tratados com o expansor Hyrax (G1, n=10). Aqueles que apresentavam uma atresia restrita à região anterior da maxila foram tratados com o expansor em Leque (G2, n=10) ou com o expansor Mini-Hyrax Invertido (G3, n=10).

O Hyrax (Figura 4.1) é um expansor dento-suportado confeccionado com um parafuso expansor da empresa Leone® (Florença, Itália) localizado no centro da maxila, na região de molares decíduos ou pré-molares. O expansor tipo Leque (Figura 4.2) é um aparelho dento-muco-suportado confeccionado em resina acrílica com um parafuso expansor da empresa Morelli® (Sorocaba, Brasil) e uma dobradiça posterior localizada na região de molares. O expansor Mini-Hyrax Invertido (Figura 4.3) é um expansor dento-suportado confeccionado com um mini parafuso expansor da empresa Dynaflex® (Saint Ann, EUA) localizado na região de caninos, com extensões posteriores que contornam os dentes até os anéis dos primeiros molares permanentes

superiores. Todos os expansores foram confeccionados em laboratório pelo mesmo técnico.

Figura 4.1 - Expansor tipo Hyrax

Figura 4.2 - Expansor em Leque

Figura 4.3 - Expansor tipo Mini-Hyrax Invertido

O protocolo de ativação para os três grupos foi 1/4 de volta no parafuso pela manhã e 1/4 de volta à noite. Cada ativação representa 0,2 mm de expansão no expansor tipo Leque e 0,25 mm nos expansores Mini-Hyrax Invertido e Hyrax. A ativação foi realizada até que uma sobrecorreção da atresia maxilar fosse obtida, ou seja, fosse observado um contato da cúspide palatina do primeiro molar permanente superior com a ponta da cúspide vestibular do primeiro molar permanente inferior.

Os participantes foram avaliados semanalmente. Após a fase de ativação, o expansor foi travado com auxílio de ligaduras metálicas e mantido em posição durante três meses como contenção. Nenhum aparelho ortodôntico foi utilizado durante esta fase além do aparelho expansor. Com o objetivo de evitar recidiva, após o período de contenção o aparelho expansor foi substituído por uma barra transpalatina com extensões anteriores, até que novas etapas do tratamento ortodôntico fossem iniciadas.

4.4 MÉTODO DE REGISTRO

Imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico foram obtidas como parte da documentação ortodôntica inicial de todos os participantes (T1). Após ativação do aparelho expensor e contenção por um período de três meses, uma nova aquisição tomográfica foi realizada (T2). Esta aquisição é realizada sem a presença do expensor e justifica-se para fins de planejamento do enxerto alveolar secundário.

Todos as aquisições foram realizadas pelo mesmo técnico com um tomógrafo I-CAT da empresa Imaging Sciences International® (Hatfield, EUA). Os escaneamentos foram realizados com os parâmetros de aquisição de 120 kV, 8 mA, tempo de escaneamento de 40 segundos e voxel isotrópico de 0,3 mm. Com o objetivo de obter uma padronização adequada, os seguintes cuidados foram tomados:

- Aquisição das imagens com *Field of View* (FOV) de 22 cm;
- Voxel isotrópico com tamanho de 0,3 mm;
- Indivíduos posicionados com a cabeça em posição natural;
- Mandíbula em posição de máxima intercuspidação, com lábios e língua em repouso;
- Aparelhos expansores removidos um dia antes da aquisição em T2.

4.5 MÉTODOS DE MEDIDA

4.5.1 Cegamento

As mensurações foram realizadas por um examinador independente e cegado quanto ao tipo de tratamento executado e quanto à identidade dos participantes. O cegamento foi instituído por um segundo investigador que codificou aleatoriamente os arquivos DICOM das 60 tomografias (30 T1, 30 T2), para que o examinador não tivesse acesso ao nome do participante e, conseqüentemente, ao grupo e aos estágios inicial e final do seu tratamento. As imagens foram importadas e analisadas

no software Dolphin Imaging 11.7 da empresa Dolphin Imaging & Management Solutions® (Chatsworth, EUA).

4.5.2 Desfechos - Tecido Dentário

A primeira etapa de aferição envolveu as estruturas dentárias. Para tanto, foi realizado um estadiamento simplificado das raízes méso-vestibulares, disto-vestibulares e palatinas dos primeiros molares permanentes superiores - dentes de ancoragem imediata do aparelho expensor. Foram classificadas quanto ao estágio de formação radicular em ápice aberto ou fechado (desfecho secundário). Esta abordagem permitiu identificar as raízes com e sem potencial de crescimento.

Foram então realizadas 360 mensurações lineares (T1 e T2) do comprimento radicular (desfecho primário) das 180 raízes, conforme segue (Figura 4.4):

- **Raiz méso-vestibular:** menor distância linear entre a ponta da cúspide méso-vestibular e o ápice da raiz méso-vestibular, em milímetros;
- **Raiz disto-vestibular:** menor distância linear entre a ponta da cúspide disto-vestibular e o ápice da raiz disto-vestibular, em milímetros;
- **Raiz palatina:** menor distância linear entre a ponta da cúspide méso-lingual e o ápice da raiz palatina, em milímetros.

Figura 4.4 - Desenho ilustrativo da mensuração linear das raízes do primeiro molar permanente superior

A marcação dos pontos foi realizada tridimensionalmente, utilizando a navegação em Reconstruções Multiplanares (RMP) nos cortes parassagitais e paracoronais ortogonais para correta identificação da ponta de cúspide e do ápice radicular. A marcação apical das raízes com ápice aberto era feita na parede radicular mais proeminente (Figura 4.5).

Figura 4.5 - RMP ilustrativa da mensuração linear das raízes do primeiro molar permanente superior

4.5.3 Desfechos - Tecido de Suporte

A segunda etapa envolveu a aferição da deiscência óssea e da espessura da tábua óssea vestibular. Esta avaliação foi realizada na região de primeiros molares permanentes superiores, visto que a região intermediária da arcada pode apresentar dentes decíduos ou permanentes conforme a idade dos indivíduos, inviabilizando a comparação. Para uma correta mensuração, foi necessário orientar a imagem tomográfica no software posicionando o primeiro molar permanente superior nas três dimensões. O posicionamento foi realizado tendo como referência a linha horizontal verdadeira do software, onde as cúspides méso-vestibular e disto-vestibular deveriam tangenciá-la na vista lateral (corte parassagital oblíquo) e as cúspides méso-

vestibular e méso-lingual deveriam tangenciá-la na vista frontal (corte paracoronal oblíquo).

A deiscência e a espessura da tábua óssea vestibular (desfechos primários) foram aferidas por medições lineares realizadas tridimensionalmente, utilizando a navegação em RMP nos cortes parassagitais e paracoronais oblíquos (Figura 4.6).

Um total de 480 medições foram realizadas da seguinte maneira:

- **Deiscência, medida 1:** menor distância da cúspide méso-vestibular à crista óssea marginal - mensurada em corte paracoronal, em milímetros;
- **Deiscência, medida 2:** menor distância da junção amelocementária à crista marginal - mensurada em corte paracoronal, em milímetros;
- **Espessura da tábua óssea vestibular, medida 1:** menor distância da superfície externa da raiz méso-vestibular à cortical externa do osso alveolar em nível de furca - mensurada em corte axial, em milímetros;
- **Espessura da tábua óssea vestibular, medida 2:** menor distância da superfície externa da raiz méso-vestibular à cortical externa do osso alveolar, 5 mm acima do nível de furca - mensurada em corte axial, em milímetros.

Figura 4.6 - RMP Coronal ilustrativa da mensuração linear da deiscência óssea (A). RMP Axial ilustrativa da mensuração linear da espessura óssea (B)

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com intuito de avaliar a confiabilidade intraexaminador, todas as medidas foram aferidas duas vezes, com um intervalo de duas semanas, em uma amostra de 20 tomografias computadorizadas de feixe cônico selecionadas aleatoriamente. A reprodutibilidade do método foi determinada pelo Coeficiente de Correlação Intraclassa – CCI (Koo; Li, 2016).

A normalidade dos dados e a homocedasticidade foram avaliadas pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente. Para quantificar as diferenças entre T1 e T2, uma análise de regressão linear multinível foi realizada considerando três níveis: desfechos primários (primeiro nível); dente (segundo nível); e participante (terceiro nível). Inicialmente, esta análise foi realizada para toda amostra e na sequência foi estratificada levando em consideração os estágios do potencial de crescimento radicular (ápice aberto ou fechado).

Uma segunda análise de regressão linear multinível foi realizada para avaliar a associação entre o lado da fissura, a idade, o gênero e o tipo de expansor com as mudanças observadas nos desfechos primários. Coeficientes e desvios padrões foram calculados e os valores de “p” foram derivados do teste de máxima verossimilhança. As análises foram conduzidas por meio do software Stata 13.0, da empresa StataCorp LP® (College Station, EUA), com nível de significância de 5%.

5 RESULTADOS

Trinta indivíduos participaram do estudo, sendo 20 do gênero masculino e 10 do gênero feminino, com idade média de 10,7 anos ($\pm 2,2$), variando de 8 a 14,8 anos, entre os estágios CS1 e CS4 de maturação das vértebras cervicais. A amostra final foi composta por 60 tomografias computadorizadas de feixe cônico, sendo 30 tomografias realizadas previamente à expansão maxilar (T1) e 30 tomografias após 90 dias de contenção (T2).

O teste de reprodutibilidade das variáveis dependentes apresentou uma correlação positiva muito forte, com CCI variando de 0,996 a 0,998 para as medidas do comprimento radicular e de 0,968 a 0,993 para as medidas de deiscência e espessura óssea. Uma análise do poder do teste foi realizada, obtendo o resultado de 88,7% considerando a detecção de uma diferença mínima aceitável de 20% entre os grupos.

Frente às 180 raízes analisadas antes do início do tratamento, 68 apresentaram o ápice aberto e 112 apresentaram o ápice fechado. A média e o desvio padrão dos desfechos primários e secundários, assim com a distribuição da idade e gênero, são apresentados para cada grupo na tabela 5.1. Não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, exceto a mudança da distância intermolar e a espessura óssea em T1 (nível de 5 mm) que foram menores no expensor em Leque que nos demais grupos ($p < 0,05$).

Tabela 5.1 – Distribuição dos três grupos quanto à idade (anos), gênero, ativação do expansor (mm), mudança da distância intermolar (mm), comprimento radicular (mm), deiscência óssea (mm) e espessura óssea (mm)

	Hyrax		Mini-Hyrax Invertido		Leque		Total (n=30)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Idade	11,1	2,4	10,5	2,4	10,5	1,8	10,7	2,2
Gênero	7 (M)	3 (F)	7 (M)	3 (F)	6 (M)	4 (F)	20 (M)	10 (F)
Ativação do Expansor	5,0	1,5	9,7	5,5	9,1	6,1	8,0	4,4
Distância Intermolar	4,7	1,3	5,6	2,0	3,1	1,5	4,5	1,6
Raízes - Ápice Aberto								
T1	19,0	1,5	17,7	2,1	18,2	2,2	18,3	2,0
T2	19,3	1,5	18,4	2,1	18,6	2,0	18,8	1,9
Raízes - Ápice Fechado								
T1	20,8	2,3	20,7	2,6	20,3	2,0	20,6	2,3
T2	20,9	2,2	20,6	2,6	20,2	1,9	20,6	2,3
Deiscência Cúspide-Crista								
T1	7,9	0,66	7,9	0,8	8,1	0,4	8,0	0,6
T2	8,1	0,7	8,8	2,4	8,6	0,6	8,5	1,5
Deiscência Junção-Crista								
T1	0,8	0,4	0,8	0,5	0,9	0,5	0,8	0,4
T2	1,0	0,6	1,6	2,2	1,6	0,6	1,4	1,4
Espessura Nível Furca								
T1	2,1	1,0	1,8	0,7	1,5	0,9	1,8	0,9
T2	1,1	0,9	0,7	0,6	1,1	1,2	1,0	0,9
Espessura Nível 5 mm								
T1	3,6	2,4	3,1	1,7	1,7	1,1	2,8	2,0
T2	2,3	2,2	2,3	1,8	1,2	1,0	1,9	1,8

DP= Desvio Padrão; M= Masculino; F= Feminino; T1= antes do tratamento; T2= 3 meses de contenção. As características da amostra foram comparadas com relação aos diferentes grupos por meio do teste qui-quadrado para o gênero, ANOVA 1 fator para idade inicial, distância intermolar, comprimento radicular, deiscência cúspide-crista e Kruskal-Wallis para ativação do parafuso, deiscência junção-crista e medidas de espessura.

5.1 TECIDO DENTÁRIO

De acordo com a análise de regressão linear multinível (Tabela 5.2), as raízes palatinas com ápice aberto (n=26) apresentaram um aumento estatisticamente significativo do comprimento radicular após o tratamento ($p < 0,001$). A mesma tendência foi observada para as raízes méso-vestibulares (n=21) e disto-vestibulares (n=21) com ápice aberto. O aumento médio foi na ordem de 0,46 mm, 0,48 mm e 0,42 mm, para as raízes palatina, méso-vestibular e disto-vestibular, respectivamente. Em contrapartida, não houve alterações significativas no comprimento radicular das raízes que apresentavam o ápice fechado no início do tratamento ($p > 0,05$).

Tabela 5.2 – Análise de regressão linear multinível das mudanças (mm) no comprimento da raiz (T2-T1) considerando as três raízes e os estágios de formação

<i>Efeito</i>	Raiz Palatina			Raiz Méso-vestibular			Raiz Disto-vestibular		
	β	EP	p	β	EP	p	β	EP	p
Todas as raízes	0,11	0,08	0,163	0,24	0,06	<0,001	0,16	0,04	0,001
Ápice Aberto	0,46	0,11	<0,001	0,48	0,08	<0,001	0,42	0,05	<0,001
Ápice Fechado	-0,15	0,09	0,112	0,11	0,07	0,130	0,01	0,05	0,761

β = Coeficiente de regressão linear; EP= Erro padrão; valor de p calculado pelo teste de máxima verossimilhança.

Quando as raízes das hemiarcadas com e sem a fissura foram comparadas (Tabela 5.3), não houve diferenças estatisticamente significativas nas alterações do comprimento radicular frente ao tratamento ($p > 0,05$). A variável gênero também não teve influência significativa ($p > 0,05$). Com relação ao tipo de aparelho expensor utilizado, os grupos Mini Invertido e Leque não diferiram do grupo Hyrax ($p > 0,05$).

Tabela 5.3 – Análise de regressão linear multinível com o comprimento radicular (mm) como variável dependente

Efeito	Raiz Palatina			Raiz Mésio-vestibular			Raiz Disto-vestibular		
	β	EP	p	β	EP	p	β	EP	p
Lado da Fissura (ref.: sem fissura)	-0,07	0,10	0,499	0,06	0,11	0,576	0,01	0,07	0,897
Idade (variável quantitativa)	-0,16	0,03	<0,001	-0,09	0,02	<0,001	-0,05	0,02	0,027
Gênero (ref.: feminino)	0,02	0,22	0,910	0,15	0,13	0,244	0,08	0,12	0,522
Expansor (ref.: Hyrax)									
<i>Leque</i>	-0,13	0,25	0,608	0,18	0,15	0,236	0,09	0,14	0,510
<i>Mini-Hyrax Invertido</i>	0,04	0,25	0,859	-0,1	0,15	0,522	0,03	0,14	0,808
Estágio da raiz (ref.: aberto)	-0,59	0,16	<0,001	-0,37	0,12	0,002	-0,40	0,09	<0,001

β = Coeficiente de regressão linear; EP= Erro padrão; valor de p calculado pelo teste de máxima verossimilhança.

A idade inicial do paciente teve um impacto significativo e inversamente proporcional ao aumento do comprimento radicular ($p<0,001$). Do mesmo modo, o estágio de desenvolvimento radicular influenciou significativamente as alterações no comprimento da raiz ($p<0,01$). As raízes com ápice aberto apresentaram uma mudança de aproximadamente 0,5 mm maior que aquelas com fechamento apical.

Análises de modelos múltiplos, considerando o estágio de desenvolvimento da raiz e ajustadas quanto à exposição aos diferentes tipos de expansores e também ao lado da fissura, foram executadas mas não apresentaram modificação no padrão de resposta.

5.2 TECIDO DE SUPORTE

De acordo com a análise de regressão linear multinível (Tabela 5.4), houve um aumento estatisticamente significativo ($p<0,001$), de aproximadamente 0,5 mm, da deiscência óssea frente ao tratamento. Em contrapartida, a espessura da tábua óssea vestibular apresentou uma diminuição estatisticamente significativa ($p<0,001$), de aproximadamente 0,8 mm, em nível de furca, e 0,9 mm, quando mensurado 5 mm acima da furca.

Tabela 5.4 – Análise de regressão linear multinível das mudanças (mm) na deiscência e espessura óssea (T2-T1)

<i>Efeito</i>	β	EP	95% IC		<i>p</i>
			LI	LS	
Deiscência Cúspide-Crista	0,57	0,15	0,27	0,88	<0,001
Deiscência Junção-Crista	0,54	0,17	0,21	0,87	<0,001
Espessura Nível Furca	-0,82	0,07	-0,98	-0,67	<0,001
Espessura Nível 5 mm	-0,91	0,12	-1,16	-0,65	<0,001

β = Coeficiente de regressão linear; EP= Erro padrão; IC= Intervalo de confiança; LI= Limite inferior; LS= Limite superior; valor de *p* calculado pelo teste de máxima verossimilhança.

Quando o aumento da deiscência óssea nas hemiarcadas com e sem a fissura foi comparado (Tabela 5.5), não houve diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$). As variáveis idade e gênero também não influenciaram significativamente ($p>0,05$), assim como o tipo de aparelho expensor utilizado ($p>0,05$).

Tabela 5.5 – Análise de regressão linear multinível com a deiscência óssea (mm) como variável dependente.

<i>Efeito</i>	Cúspide-Crista			Junção-Crista		
	β	EP	<i>p</i>	β	EP	<i>p</i>
Lado da Fissura	-0,20	0,26	0,430	-0,36	0,31	0,259
(ref.: sem fissura)						
Idade						
<i>Meses</i>	0,00	0,00	0,318	0,01	0,01	0,467
<i>Categorizada</i>	0,40	0,37	0,237	0,46	0,35	0,187
Gênero (ref.: feminino)	0,31	0,36	0,394	0,23	0,38	0,537
Expensor (ref.: Hyrax)						
<i>Leque</i>	0,31	0,41	0,440	0,46	0,43	0,278
<i>Mini-Hyrax Invertido</i>	0,71	0,41	0,079	0,54	0,43	0,203

β = Coeficiente de regressão linear; EP= Erro padrão; Idade Categorizada= (0) 8 a 11 anos e (1) 11 a 15 anos; valor de *p* calculado pelo teste de máxima verossimilhança.

Quando a diminuição da espessura óssea nas hemiarcadas com e sem a fissura foram comparadas (Tabela 5.6), não houve diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$). Em contrapartida, a variável idade apresentou um efeito estatisticamente significativo ($p<0,05$), onde quanto mais velho era o participante, menor era a

diminuição da espessura óssea. A variável gênero, não influenciou significativamente ($p>0,05$). Com relação ao tipo de aparelho expensor, não houve diferenças entre os grupos Hyrax e Mini-Hyrax ($p>0,05$), apenas entre os grupos Hyrax e Leque ($p<0,01$), sendo que o grupo Leque apresentou menor diminuição da espessura óssea com o tratamento, diferindo do grupo Hyrax em 0,6 mm quando aferida em nível de furca e 1,1 mm quando aferida 5 mm acima.

Tabela 5.6 – Análise de regressão linear multinível com a espessura óssea (mm) como variável dependente

<i>Efeito</i>	Nível Furca			Nível 5 mm		
	β	EP	p	β	EP	p
Lado da Fissura (ref.: sem fissura)	-0,11	0,09	0,220	0,24	0,18	0,205
Idade						
<i>Meses</i>	0,01	0,00	<0,01	0,02	0,01	<0,05
<i>Categorizada</i>	0,32	0,20	0,103	0,39	0,37	0,288
Gênero (ref.: feminino)	0,10	0,22	0,637	-0,30	0,40	0,450
Expansor (ref.: Hyrax)						
<i>Leque</i>	0,64	0,21	<0,01	1,09	0,41	<0,01
<i>Mini-Hyrax Invertido</i>	-0,03	0,21	0,867	0,46	0,41	0,253

β = Coeficiente de regressão linear; EP= Erro padrão; valor de p calculado pelo teste de máxima verossimilhança.

Análises de modelos múltiplos, considerando os desfechos primários do tecido de suporte e ajustadas quanto à exposição aos diferentes tipos de expansores e também ao lado da fissura, foram executadas, mas não apresentaram modificação no padrão de resposta.

6 DISCUSSÃO

O uso da tomografia na avaliação das estruturas dentárias possibilita mensurações lineares precisas, sem distorções e sobreposições, e com possibilidade de visualização das raízes palatinas dos dentes (Castro et al., 2013). As radiografias convencionais, por outro lado, tendem a superestimar ou subestimar a quantidade de perda de estrutura radicular. As panorâmicas podem superestimar a RRAE em 20% ou mais (Sameshima; Asgarifar, 2001). As radiografias periapicais, quando comparadas às TCFC, oferecem menor sensibilidade e especificidade, e tendem a subestimar a RRAE (Ren et al., 2013). Portanto, a precisão da tomografia de alta acurácia, com menos de 1% de erro relativo, a torna o padrão ouro para medições lineares in vivo (Lund et al., 2010; Stratemann et al., 2008).

O método de mensuração das raízes com TCFC deste estudo foi similar a outros já propostos na literatura, buscando facilitar a comparação dos achados (Castro et al., 2015; Castro et al., 2013). A marcação dos pontos de interesse foi realizada sobre reconstruções multiplanares, que apresentam maior precisão para mensurações lineares em tecidos duros que sobre qualquer outro método de visualização volumétrica ou de superfície (Patcas et al., 2015). O uso do voxel isotrópico de 0,3 mm parece ser o mais apropriado, quando se tem em vista uma acurácia satisfatória na detecção de reabsorções radiculares, com a menor radiação possível, conforme o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) (Liedke et al., 2009; Ponder et al., 2013).

A escolha pelo método de mensuração linear da raiz ao invés da sua quantificação volumétrica, fundamenta-se em dois aspectos. O primeiro diz respeito à necessidade de segmentação manual do objeto 3D que incorpora falhas no processo de padronização, especialmente se o escaneamento do paciente for realizado com a presença de aparelhos ortodônticos. Este detalhe, apesar de manter a repetibilidade do método em padrões aceitáveis, afeta consideravelmente sua reprodutibilidade (Wang et al., 2013). O segundo aspecto recai sobre a acurácia do método de mensuração volumétrica. A capacidade de detecção é para defeitos acima de 3,47 mm³, mesmo se utilizando aparelhos TCFC de alta precisão, com voxel de 0,125 ou 0,2 mm (Wang et al., 2013). Se fosse utilizado na presente amostra, TCFC com voxel

de 0,3 mm, geraríamos respostas inconsistentes. Mesmo assim, os autores acreditam que a mensuração de volume deve ganhar espaço com o aprimoramento da técnica, incorporando novos dados nas avaliações da estrutura radicular, mas não substituindo a avaliação linear que facilita uma interpretação clínica e imediata.

Com relação à avaliação das estruturas ósseas alveolares, a TCFC também apresenta uma maior acurácia diagnóstica quando comparada a outros exames de imagem (Bagis et al., 2015; Bayat et al., 2016). É uma excelente ferramenta para acesso do risco e dos efeitos de um tratamento sobre a tábua óssea vestibular (Mandelaris et al., 2017). Além da maior acurácia, permite que uma terceira dimensão seja observada, aumentando em até 25% o diagnóstico deiscência (Braun et al., 2014).

Naturalmente, alguns parâmetros de aquisição devem ser observados para esta avaliação. Um voxel de 0,4 mm ou maior oferece baixa acurácia na detecção de defeitos ósseos alveolares (Menezes et al., 2016), com uma tendência de superestimá-los (Sun et al., 2011). No presente estudo foi utilizado um voxel de 0,3 mm, que supostamente apresenta alta acurácia e excelente concordância para avaliação tanto da deiscência quanto da espessura da tábua óssea vestibular (Timock et al., 2011). Contudo, alguns autores alegam que mensurações lineares curtas, como é o caso da espessura óssea, devem ser consideradas com cautela pela baixa resolução espacial, mesmo em imagens adquiridas com voxel de 0,3 mm (Molen, 2010).

No presente estudo foi utilizada a navegação em RMP para marcação dos pontos de interesse e aferição das medidas. Embora a análise de deiscências em imagens de superfície renderizadas tenham evoluído e apresentem níveis de acurácia similar as medições em RMP, ainda são menos confiáveis e apresentam maior erro randômico (Ising et al., 2012). O método de mensuração das estruturas de suporte foi semelhante ao de outros estudos realizados em sujeitos sem FLP (Corbridge et al., 2011; Pangrazio-Kulbersh et al., 2013).

Procurando entender os efeitos da ERM sobre as estruturas dentárias e de suporte de pacientes com FLP, alguns questionamentos são pertinentes. A reabsorção radicular é um efeito adverso do procedimento? Pacientes jovens submetidos à ERM tem o desenvolvimento radicular interrompido? O procedimento pode resultar no aparecimento ou agravamento de defeitos periodontais? Existe

mudanças no padrão destas respostas se utilizarmos diferentes tipos de aparelho expensor?

Independente de diversos pesquisadores terem adotado o método volumétrico ou linear, existe um consenso sobre a significativa reabsorção radicular que ocorre frente à ERM (Akyalcin et al., 2015; Baysal et al., 2012; Dindaroglu; Doğan, 2016). A RRAE média para as 3 raízes do primeiro molar permanente superior foi na ordem de 0,5 mm (Akyalcin et al., 2015). Todos estes achados são baseados em populações de indivíduos não portadores de FLP. No presente estudo, por outro lado, mostrou-se que não houve reabsorção radicular significativa, mesmo quando a análise levou em consideração apenas as raízes com ápice fechado ao início do tratamento.

Acreditamos que a disparidade dos resultados pode ter interferência da média de idade da população estudada. A média de idade da nossa amostra foi de 10,7 anos, sendo que nos outros estudos variou de 12,7 anos até 13 anos (Akyalcin et al., 2015; Baysal et al., 2012; Dindaroglu; Doğan, 2016). Entretanto, nossa principal hipótese para esta diferença recai na presença da fissura palatina que supostamente diminuiria a resistência do complexo maxilar, favorecendo a preservação dos dentes de ancoragem do aparelho expensor. No conhecimento dos autores do presente estudo, não existe até o momento outro trabalho publicado que tenha investigado a reabsorção radicular em pacientes com FLP.

Com relação ao efeito de diferentes tipos de aparelhos sobre a estrutura radicular, em um estudo foi demonstrado que não houve diferença entre os aparelhos Hyrax (dento-suportado) e Haas (dento-muco-suportado) (Dindaroglu; Doğan, 2016). No presente estudo, também não foram encontradas diferenças entre os três tipos de aparelho utilizados.

Embora a reabsorção radicular seja tema frequente de trabalhos científicos, pouco se sabe acerca dos efeitos da força ortodôntica no desenvolvimento de raízes imaturas. Especulações existem de que a força ortodôntica, principalmente as de maior magnitude, levaria à interrupção do desenvolvimento radicular ou a um desenvolvimento anormal (Baysal et al., 2012; Hendrix et al., 1994). Talvez esta hipótese ou mito tenha se perpetuado como verdade entre os ortodontistas de hoje.

Em alguns estudos, procuraram investigar os efeitos do tratamento ortodôntico fixo de forças leves sobre raízes em desenvolvimento (Mavragani et al., 2002; Rosenberg, 1972; da Silva Filho et al., 2004). Estas avaliações foram realizadas por meio de radiografias panorâmicas e periapicais e foi concluído que houve um

crescimento contínuo da raiz, sem prejuízo no seu comprimento final. Além disso, não houve reabsorção radicular nos dentes em formação (da Silva Filho et al. 2004). É importante enfatizar que a forma radicular se manteve preservada, sem dilaceração, diferente do que as análises histológicas de deformação da bainha de Hertwig propunham (Linge et al., 1991; da Silva Filho et al., 2004).

Embora no presente estudo tenham sido avaliadas forças ortopédicas e potencialmente mais deletérias, a amostra não apresentou interrupção do crescimento radicular. Este crescimento contínuo das raízes com ápice aberto foi de aproximadamente 0,5 mm em três meses pós tratamento. A taxa de crescimento normal para as raízes do primeiro molar permanente, em amostra controle sem FLP, é de aproximadamente 6µm/dia de acordo com a literatura (Dean, 2007; Dean; Vesey, 2008; Gleiser; Hunt, 1955). Essa monta, em um período de 3 meses, corresponderia a 0,54 mm o que está condizente com os presentes achados. Por motivos éticos, não foi possível realizar uma nova aquisição tomográfica para avaliação do comprimento radicular final dos participantes.

É importante salientar que em estudos que se comparou o desenvolvimento dentário de pacientes sem e com a fissura, verificou-se um atraso na formação radicular dos últimos (Brouwers; Kuijpers-Jagtman, 1991; Solis et al., 1998). Entretanto, a literatura é contraditória quanto à diferença no desenvolvimento dentário do lado com a fissura em comparação ao não fissurado. No presente estudo não foram encontradas diferenças entre os lados tanto na quantidade de reabsorção como na quantidade de crescimento radicular, para os dentes com ápice fechado e aberto respectivamente.

Os autores do presente estudo acreditam que a papila dentária de raízes em desenvolvimento pode ter um papel de proteção no crescimento radicular, evitando a reabsorção apical pós tratamento. Outros autores também concordam com essa hipótese, visto que demonstram um comprimento radicular normal ao final do tratamento de raízes inicialmente imaturas (Mavragani et al., 2002; Rosenberg, 1972). Nesse sentido, a intervenção ortodôntica precoce parece ser bem-vinda no quesito saúde radicular, dada a maior tolerância biológica em tenra idade.

Novas pesquisas também devem ser realizadas, investigando tanto o processo de reabsorção quanto de desenvolvimento radicular de sujeitos com FLP em longo prazo. Recomenda-se métodos de medida quantitativos ao invés do estadiamento da

reabsorção radicular, facilitando a comparação dos resultados entre diferentes estudos e gerando dados mais consistentes para o tratamento estatístico.

Quando se trata dos defeitos ósseos alveolares, estes são achados comuns mesmo antes do tratamento ortodôntico (Evangelista et al., 2010). Existe evidência de que movimentos dentários em direção vestibular podem estimular uma aposição óssea na cortical externa, contudo a taxa de aposição não supera a de reabsorção, repercutindo em defeitos ósseos permanentes (Capps et al., 2016). A ERM é uma técnica que utiliza forças ortopédicas de alta magnitude, expondo o paciente ainda mais a estes efeitos deletérios.

A expansão realizada em pacientes sem FLP resulta em uma diminuição da espessura da tábua óssea vestibular e em um aumento da deiscência, independente do aparelho ser dento-suportado ou dento-muco-suportado (Garib et al., 2006). O uso do aparelho Hyrax, empregado neste estudo como controle, em amostras de sujeitos não fissurados diminui a espessura óssea na região de primeiros molares na ordem de 0,4 mm a 1,24 mm dependendo do estudo considerado (Akyalcin et al., 2013; Ballanti et al., 2009; Baysal et al., 2013; Garib et al., 2006; Pangrazio-Kulbersh et al., 2013; Rungcharassaeng et al., 2007). Nesta amostra de sujeitos com FLP, a diminuição da espessura óssea foi semelhante e em média 0,8 mm.

Com relação aos defeitos ósseos verticais, em estudos empregando o aparelho Hyrax, demonstrou-se uma deiscência na ordem 0,65 mm a 4,6 mm na região de primeiros molares (Baysal et al., 2013; Garib et al., 2006; Pangrazio-Kulbersh et al., 2013; Rungcharassaeng et al., 2007). No presente estudo, foi apresentado um aumento médio da deiscência de 0,5 mm. Acredita-se que a menor resistência do complexo maxilar do indivíduo portador de fissura palatina tenha permitido que houvesse menos inclinação dentária e, portanto, menor perda óssea em altura. Além disso, o estágio de maturação óssea pode interferir na resposta ortopédica (Baccetti et al., 2001). A presente amostra foi estritamente composta por indivíduos antes ou durante o surto de crescimento puberal (CS1-CS4).

Embora se tenha uma literatura consistente sobre os efeitos deletérios da ERM no osso de suporte de sujeitos não fissurados, faltam dados que correlacionem esses achados radiográficos com alterações em tecido mole (Lo Giudice et al., 2018). Sobre sujeitos com fissura, ainda a literatura é escassa em ambos os sentidos. No conhecimento dos autores, a única investigação conduzida em sujeitos com esta deformidade, para avaliar efeitos adversos na tábua óssea vestibular, foi realizada em

fissurados bilaterais (de Almeida et al., 2017). Os autores compararam as técnicas de expansão lenta e rápida da maxila. Ambas as técnicas levaram a uma diminuição da espessura, em média 0,79 mm, e um aumento da deiscência, em média 0,54 mm, sem diferença estatística entre elas independente do desfecho avaliado. Estes resultados são semelhantes aos apresentados no presente estudo.

Quando os três aparelhos foram comparados com relação aos desfechos no tecido de suporte, a única diferença estatisticamente significativa foi na diminuição da espessura óssea. O aparelho em Leque apresentou um efeito deletério menor que os demais aparelhos. Este fato pode ser explicado biomecanicamente por ele apresentar uma dobradiça na região posterior, funcionando como um fulcro do movimento de expansão e restringindo significativamente o aumento transversal posterior. O aumento da distância intermolar no grupo em Leque foi significativamente menor que nos demais grupos.

7 CONCLUSÕES

Haja vista os efeitos da ERM sobre os tecidos dentários e de suporte de indivíduos fissurados em diferentes idades, as seguintes conclusões são possíveis:

- O processo de formação radicular não é interrompido pelas forças ortopédicas da ERM, e a taxa de crescimento parece continuar dentro dos padrões de normalidade.
- A ERM não resulta em reabsorção radicular apical externa de maneira significativa.
- Não existem diferenças entre os três tipos aparelhos estudados com relação aos efeitos adversos na estrutura radicular.
- Um aumento da deiscência e uma diminuição da espessura da tábua óssea vestibular são esperados, mas não devem ser considerados clinicamente significantes.

REFERÊNCIAS¹

- AAOMR. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013 Aug;116(2):238–57.
- ADA. The use of dental radiographs: update and recommendations. *J Am Dent Assoc*. 2006 Sep;137(9):1304–12.
- Akyalcin S, Alexander SP, Silva RM, English JD. Evaluation of three-dimensional root surface changes and resorption following rapid maxillary expansion: A cone beam computed tomography investigation. *Orthod. Craniofac Res*. 2015;18(S1):117–26.
- Akyalcin S, Schaefer JS, English JD, Stephens CR, Winkelmann S. A cone-beam computed tomography evaluation of buccal bone thickness following maxillary expansion. *Imaging Sci Dent*. 2013;43(2):85.
- Armitage GC. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Ann Periodontol*. 1999;4(1):1-6.
- Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 2001;71: 343-9.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The cervical vertebrae maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod* 2005;11(3):119-29
- Bagis N, Kolsuz ME, Kursun S, Orhan K. Comparison of intraoral radiography and cone-beam computed tomography for the detection of periodontal defects: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2015 Dec 28;15(1):64.
- Ballanti F, Lione R, Fanucci E, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Immediate and post-retention effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients. *Angle Orthod*. 2009 Jan;79(1):24–9.
- Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod*. 1981;79(6):630–52.
- Bartzela TN, Carels CEL, Bronkhorst EM, Jagtman AMK. Tooth agenesis patterns in unilateral cleft lip and palate in humans. *Arch. Oral Biol*. 2013;58(6):596–602.
- Bayat S, Talaeipour AR, Sarlati F. Detection of simulated periodontal defects using cone-beam CT and digital intraoral radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 2016 Jul;45(6):20160030.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli I, et al. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012;82(3):488–94.

Baysal A, Uysal T, Veli I, Ozer T, Karadede I, Hekimoglu S. Evaluation of alveolar bone loss following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Korean J Orthod*. 2013;43(2):83.

Biederman W. A hygienic appliance for rapid expansion. *J Pract Orthod*. 1968 Feb;2(2):67–70.

Braun X, Ritter L, Jervøe-Storm P-M, Frentzen M. Diagnostic accuracy of CBCT for periodontal lesions. *Clin Oral Investig*. 2014 May 19;18(4):1229–36.

Brouwers HJ, Kuijpers-Jagtman AM. Development of permanent tooth length in patients with unilateral cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1991;99(6):543–9.

Brunetto M, Andriani J da SP, Ribeiro GLU, Locks A, Correa M, Correa LR. Three-dimensional assessment of buccal alveolar bone after rapid and slow maxillary expansion: A clinical trial study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013 May;143(5):633–44.

Capps CJ, Campbell PM, Benson B, Buschang PH. Can posterior teeth of patients be translated buccally, and does bone form on the buccal surface in response? *Angle Orthod*. 2016 Jul;86(4):527–34.

Castro I, Valladares-Neto J, Estrela C. Contribution of cone beam computed tomography to the detection of apical root resorption after orthodontic treatment in root-filled and vital teeth. *Angle Orthod*. 2015;85(5):771–6.

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.

Christie KF, Boucher N, Chung C-H. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: A cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2010 Apr;137(4):S79–85.

Cook VC, Timock AM, Crowe JJ, Wang M, Covell DA. Accuracy of alveolar bone measurements from cone beam computed tomography acquired using varying settings. *Orthod Craniofac Res*. 2015 Apr;18:127–36.

Corbridge JK, Campbell PM, Taylor R, Ceen RF, Buschang PH. Transverse dentoalveolar changes after slow maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011 Sep;140(3):317–25.

da Silva Filho OG, Mendes Ode F, Ozawa TO, Ferrari Junior FM, Correa TM. Behavior of partially formed roots of teeth submitted to orthodontic movement. *J Clin Pediatr Dent*. 2004;28(2):147–54.

de Almeida AM, Ozawa TO, Alves AC de M, Janson G, Lauris JRP, Ioshida MSY, et al. Slow versus rapid maxillary expansion in bilateral cleft lip and palate: a CBCT randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2017;21(5):1789–99.

Dean MC. A radiographic and histological study of modern human lower first permanent molar root growth during the supraosseous eruptive phase. *J Hum Evol*. 2007;53(6):635–46.

Dean MC, Vesey P. Preliminary observations on increasing root length during the eruptive phase of tooth development in modern humans and great apes. *J Hum Evol*. 2008;54(2):258–71.

Dindaroglu F, Doğan S. Evaluation and comparison of root resorption between tooth-borne and tooth-tissue borne rapid maxillary expansion appliances: A CBCT study. *Angle Orthod*. 2016;86(1):46–52.

Dixon MJ, Marazita ML, Beaty TH, Murray JC. Cleft lip and palate: understanding genetic and environmental influences. *Nat Rev Genet*. 2011 Mar 1;12(3):167–78.

Erverdi N, Okar I, Küçükkeles N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106(1):47–51.

Evangelista K, Vasconcelos K de F, Bumann A, Hirsch E, Nitka M, Silva MAG. Dehiscence and fenestration in patients with Class I and Class II Division 1 malocclusion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2010 Aug;138(2):133.e1-7.

Faltin RM, Arana-Chavez VE, Faltin K, Sander FG, Wichelhaus A. Root resorptions in upper first premolars after application of continuous intrusive forces. Intra-individual study. *J Orofac Orthop*. 1998;59(4):208–19.

Figueiredo DSF, Cardinal L, Bartolomeo FUC, Palomo JM, Horta MCR, Andrade Jr I, et al. Effects of rapid maxillary expansion in cleft patients resulting from the use of two different expanders. *Dental Press J Orthod*. 2016;21(6):82–90.

Fritz U, Diedrich P, Wiechmann D. Apical root resorption after lingual orthodontic therapy. *J Orofac Orthop*. 2003 Jun 1;64(6):434–42.

Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006 Jun;129(6):749–58.

Lo Giudice A, Barbato E, Cosentino L, Ferraro CM, Leonardi R. Alveolar bone changes after rapid maxillary expansion with tooth-born appliances: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2018 May 25;40(3):296–303.

Gleiser I, Hunt EE. The permanent mandibular first molar: Its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol.* 1955;13(2):253–83.

Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1965 Jul 1;35(3):200–17.

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 Feb;101(2):112–9.

Hendrix I, Carels C, Kuijpers-Jagtman AM, Van 'T Hof M. A radiographic study of posterior apical root resorption in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;105(4):345–9.

Horner K, Islam M, Flygare L, Tsiklakis K, Whaites E. Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology. *Dentomaxillofac Radiol.* 2009 May;38(4):187–95.

Ising N, Kim KB, Araujo E, Buschang P. Evaluation of dehiscences using cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012 Jan;82(1):122–30.

Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015 Jan;44(1):20140282.

Kinzinger GSM, Savvaidis S, Gross U, Gülden N, Ludwig B, Lisson J. Effects of class II treatment with a banded Herbst appliance on root lengths in the posterior dentition. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(4):465–9.

Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 2016;15(2):155–63.

Kraus BS, Jordan RE, Pruzansky S. Dental abnormalities in the deciduous and permanent dentitions of individuals with cleft lip and palate. *J Dent Res.* 1966 Nov 9;45(6):1736–46.

Langford SR. Root resorption extremes resulting from clinical RME. *Am J Orthod.* 1982;81(5):371–7.

Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2010;137(4):S109–19.

Levander E, Bajka R, Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. *Eur J Orthod.* 1998;20(1):57–63.

Levrini L, Filippi V. A fan-shaped maxillary expander. *J Clin Orthod.* 1999 Nov;33(11):642–3.

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;35(2):233–5.

Lin L, Ahn H-W, Kim S-J, Moon S-C, Kim S-H, Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod*. 2015 Mar;85(2):253–62.

Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod*. 1983;5(3):173–83.

Linge L, Ohm Linge B, Skien D. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod. Dentofac Orthop*. 1991;99(1):35–43.

Löe H. The gingival index, the plaque index and the retention index systems. *J Periodontol*. 1967;38(6):610–16.

Lund H, Gröndahl K, Gröndahl H-G. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *Angle Orthod*. 2010;80(3):466–73.

Lundgren D, Owman-Moll P, Kurol J. Early tooth movement pattern after application of a controlled continuous orthodontic force. A human experimental model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996 Sep;110(3):287–94.

Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996 Jan;109(1):28–37.

Makedonas D, Lund H, Hansen K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. *Angle Orthod*. 2013;83(3):389–93.

Mandelaris GA, Neiva R, Chambrone L. Cone-beam computed tomography and interdisciplinary dentofacial therapy: an American Academy of Periodontology best evidence review focusing on risk assessment of the dentoalveolar bone changes Influenced by tooth movement. *J Periodontol*. 2017 Oct;88(10):960–77.

Martins DC, Souki BQ, Cheib PL, Silva GAB, Reis IDG, Oliveira DD, et al. Rapid maxillary expansion: do banded teeth develop more external root resorption than non-banded anchorage teeth? *Angle Orthod*. 2016;86(1):39–45.

Mavragani M, Bøe OE, Wisth PJ, Selvig KA. Changes in root length during orthodontic treatment: advantages for immature teeth. *Eur J Orthod*. 2002;24(1):91–7.

Menezes CC, Janson G, da Silveira Massaro C, Cambiaghi L, Garib DG. Precision, reproducibility, and accuracy of bone crest level measurements of CBCT cross sections using different resolutions. *Angle Orthod*. 2016 Jul;86(4):535–42.

Molen AD. Considerations in the use of cone-beam computed tomography for buccal bone measurements. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2010 Apr;137(4):S130–5.

Mossey PA, Little J, Munger RG, Dixon MJ, Shaw WC. Cleft lip and palate. *Lancet*. 2009 Nov;374(9703):1773–85.

Oberoi S, Chigurupati R, Gill P, Hoffman WY, Vargervik K. Volumetric assessment of secondary alveolar bone grafting using cone beam computed tomography. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2009 Sep;46(5):503–11.

Oberoi S, Gill P, Chigurupati R, Hoffman WY, Hatcher DC, Vargervik K. Three-dimensional assessment of the eruption path of the canine in individuals with bone-grafted alveolar clefts using cone beam computed tomography. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2010 Sep;47(5):507–12.

Olin WH. Dental anomalies in cleft lip and palate patients. *Dent Anomalies*. 1964;119–23.

Oliveira DD, Bartolomeo FUC, Cardinal L, Figueiredo DSF, Palomo JM, Andrade I. An alternative clinical approach to achieve greater anterior than posterior maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *J Craniofac Surg*. 2014 Nov;25(6):e523-6.

Oppenheim A. Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration. *Am J Orthod Oral Surg*. 1942 May;28(5):263–301.

Paetyangkul A, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 14. The amount of root resorption after force application for 12 weeks on maxillary and mandibular premolars: A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;136(4):1–9.

Pangrazio-Kulbersh V, Jezdimir B, de Deus Haughey M, Kulbersh R, Wine P, Kaczynski R. CBCT assessment of alveolar buccal bone level after RME. *Angle Orthod*. 2013 Jan;83(1):110–6.

Patcas R, Angst C, Kellenberger CJ, Schätzle MA, Ullrich O, Markic G. Method of visualisation influences accuracy of measurements in cone-beam computed tomography. *J Cranio-Maxillofacial Surg*. 2015 Sep;43(7):1277–83.

Phillips JR. Apical root resorption under orthodontic therapy. *Angle Orthod*. 1955 Jan 1;25(1):1–22.

Ponder SN, Benavides E, Kapila S, Hatch NE. Quantification of external root resorption by low- vs high-resolution cone-beam computed tomography and periapical radiography: A volumetric and linear analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;143(1):77–91.

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.

Rosenberg MN. An evaluation of the incidence and amount of apical root resorption and dilaceration occurring in orthodontically treated teeth, having incompletely formed roots at the beginning of Begg treatment. *Am J Orthod*. 1972;61(5):524–5.

Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JYK, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007 Oct;132(4):428.e1-8.

Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod*. 2001;71(3):185–9.

Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res*. 2004 May;7(2):71–8.

Solis A, Figueroa AA, Cohen M, Polley JW, Evans CA. Maxillary dental development in complete unilateral alveolar clefts. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 1998;35(4):320–8.

Sousa GFT de, Roncalli AG. Orofacial clefts in Brazil and surgical rehabilitation under the Brazilian National Health System. *Braz Oral Res*. 2017;31:e23.

Stratemann S, Huang J, Maki K, Miller A, Hatcher D. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. *Dentomaxillofac Radiol*. 2008;37(2):80–93.

Sun Z, Smith T, Kortam S, Kim D-G, Tee BC, Fields H. Effect of bone thickness on alveolar bone-height measurements from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011 Feb;139(2):e117–27.

Tahir E, Sadowsky C, Schneider BJ. An assessment of treatment outcome in American Board of Orthodontics cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997 Mar;111(3):335–42.

Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL, et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011 Nov;140(5):734–44.

Viecilli RF, Kar-Kuri MH, Varriale J, Budiman A, Janal M. Effects of initial stresses and time on orthodontic external root resorption. *J Dent Res*. 2013;92(4):346–51.

Wang Y, He S, Guo Y, Wang S, Chen S. Accuracy of volumetric measurement of simulated root resorption lacunas based on cone beam computed tomography. *Orthod Craniofac Res*. 2013;16(3):169–76.

Wasserman-Milhem I, Bravo-Casanova ML, Caraballo-Moreno FA, Granados-Pelayo DA, Restrepo-Bolívar CP. Orthodontic tooth movement in immature apices. A systematic review. *Rev Fac Odontol Univ Antioquia*. 2016;27(2):367–88.

Wehby GL, Uribe LMM, Wilcox AJ, Christensen K, Romitti PA, Munger RG, et al. Interaction between smoking and body mass index and risk of oral clefts. *Ann Epidemiol*. 2017 Feb;27(2):103–107.

Wehrbein H, Bauer W, Diedrich P. Mandibular incisors, alveolar bone, and symphysis after orthodontic treatment. A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1996 Sep;110(3):239–46.

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.

Weiland F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. *Eur J Orthod*. 2003 Aug;25(4):335–42.

Weissheimer A, de Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, de Lima EMS, Rizzatto SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011 Sep;140(3):366–76.

Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2010 Apr;137(4):462–76.

Yagci A, Veli İ, Uysal T, Ucar FI, Ozer T, Enhos S. Dehiscence and fenestration in skeletal Class I, II, and III malocclusions assessed with cone-beam computed tomography. *Angle Orthod*. 2012 Jan;82(1):67–74.

Zhou W, Li W, Lin J, Liu D, Xie X, Zhang Z. Tooth lengths of the permanent upper incisors in patients with cleft lip and palate determined with cone beam computed tomography. *Cleft Palate-Craniofacial J*. 2013 Jan;50(1):88–95.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

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

Título da Pesquisa: Avaliação volumétrica da reabsorção radicular após expansão rápida da maxila em pacientes com fissura labiopalatal

Pesquisador: LUCAS CARDINAL DA SILVA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 41716414.0.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 981.065

Data da Relatoria: 11/03/2015

Apresentação do Projeto:

Estudo retrospectivo longitudinal para avaliação da reabsorção radicular após expansão rápida da maxila em pacientes com fissura labiopalatal unilateral por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico. Serão utilizadas 60 tomografias (30 pré-expansão e 30 pós-expansão) de 30 pacientes com atresia maxilar anterior, entre 8 e 15 anos de idade, não sindrômicos e portadores de fissura labiopalatal unilateral. A avaliação consistirá na mensuração linear e volumétrica da reabsorção radicular do primeiro molar superior direito e esquerdo decorrente do movimento de expansão maxilar, analisando também a influência das variáveis: lado da fissura, sexo e quantidade de movimento.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Estudar, por meio de tomografia computadorizada de feixes cônicos, as reabsorções radiculares consequentes da expansão rápida da maxila em pacientes jovens com fissura labio-palatal.

Objetivo Secundário: Investigar os efeitos da expansão rápida da maxila em pacientes portadores de fissura labio-palatal, nos seguintes quesitos: A) Medição linear do comprimento das raízes do primeiro molar permanente superior direito e esquerdo; B) Medição volumétrica das raízes do

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: 981.065

primeiro molar permanente superior direito e esquerdo; C) Comparação entre a reabsorção radicular linear e volumétrica entre os primeiros molares permanentes superiores do lado com a fissura e sem a fissura; D) Correlação entre a amplitude de movimento dentário e a magnitude de reabsorção radicular linear e volumétrica no primeiro molar permanente superior direito e esquerdo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Baixo risco. Estudo de natureza retrospectiva. Serão avaliadas tomografia de paciente antes e depois de tratamento ortodôntico específico.

Benefícios: O estudo fornecera bases para o conhecimento da reabsorção radicular em pacientes com fissura labiopalatal submetidos a expansão rápida da maxila.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa avaliará tomografias computadorizadas obtidas a partir de outro projeto de pesquisa da PUC de Minas Gerais, o qual foi previamente aprovado pelo comitê de ética da instituição.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados todos os documentos obrigatórios:

- Projeto propriamente dito;
- Documento com informações básicas do projeto;
- Folha de rosto;
- Termo do Programa de Mestrado em Ortodontia da PUC de Minas Gerais, autorizando o uso das tomografias do 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:

Projeto aprovado.

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: 981.065

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 11 de Março de 2015

Assinado por:
Maria Gabriela Haye Biazevic
(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 – Check-list STROBE Statement

STROBE Statement—Checklist of items that should be included in reports of *cohort studies*

	Item No	Recommendation
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract (b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found
Introduction		
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses
Methods		
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection
Participants	6	(a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up (b) For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable
Data sources/measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias
Study size	10	Explain how the study size was arrived at
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding (b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions (c) Explain how missing data were addressed (d) If applicable, explain how loss to follow-up was addressed (e) Describe any sensitivity analyses
Results		
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed (b) Give reasons for non-participation at each stage (c) Consider use of a flow diagram
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders (b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest (c) Summarise follow-up time (eg, average and total amount)
Outcome data	15*	Report numbers of outcome events or summary measures over time
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included (b) Report category boundaries when continuous variables were categorized (c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period

Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses
Discussion		
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results
Other information		
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based

*Give information separately for exposed and unexposed groups.