



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
**DOUTORADO EM ODONTOLOGIA E SAÚDE**

**MARCELO DE CASTELLUCCI E BARBOSA**

**EFEITO DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA SOBRE O**  
**OSSO ALVEOLAR VESTIBULAR: ESTUDO POR TCFC**

Salvador

2016

**MARCELO DE CASTELLUCCI E BARBOSA**

**EFEITO DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA SOBRE O  
OSSO ALVEOLAR VESTIBULAR: ESTUDO POR TCFC**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia e Saúde, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Odontologia e Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Flores Campos

Co-orientadora: Profa. Dra. Ieda Margarida Crusoé-Rebello

Salvador

2016

Barbosa, Marcelo de Castellucci e

Efeito da expansão rápida da maxila sobre o osso alveolar vestibular: Estudo por TCFC/ Marcelo de Castellucci e Barbosa, Paulo Sérgio Flores Campos, Iêda Margarida Crusoé-Rebello. – Salvador, 2016.

54 f. : il

Orientador: Paulo Sérgio Flores Campos.

Coorientadora: Ieda Margarida Crusoé-Rebello.

Tese (Doutorado – Doutorado em Odontologia e Saúde) - Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Odontologia, 2016.

1. Expansão maxilar. 2. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 3. Diagnóstico por imagem. 4. Perda do osso alveolar. I. Campos, Paulo Sérgio Flores. II. Crusoé-Rebello, Iêda Margarida. I. Campos, Paulo Sérgio Flores. II. Crusoé-Rebello, Iêda Margarida. III. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ODONTOLOGIA E SAÚDE

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**C.D. MARCELO DE CASTELLUCCI E BARBOSA**

**“AVALIAÇÃO DO EFEITO DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA  
SOBRE O OSSO ALVEOLAR VESTIBULAR: ESTUDO POR TCFC”**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Paulo Sérgio Flores Campos (Orientador)**

Professor da Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Odontologia

---

**Prof. Dr. Fernando Antônio Lima Habib (Examinador Interno)**

Professor da Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Odontologia

---

**Prof. Dr. Rivail Almeida Brandão Filho (Examinador Externo)**

Professor da Universidade do Estado da Bahia – UNEB

---

**Prof. Dr. Lúcio Flávio Teixeira Damis (Examinador Externo)**

Professor da Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC-BA

---

**Prof. Dr. Paulo Henrique Couto Souza (Examinador Externo)**

Professor da Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC - PR

A

Roberta, minha esposa, pelo companheirismo, compreensão e amor.

Fernanda, minha filha mais velha, pela vida que me passa em cada olhar.

Juliana, minha caçula, pela energia que nos traz, desde antes de nascer.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me proporcionar a possibilidade de viver, com saúde, tantos momentos felizes como este e de conviver com tantas pessoas queridas.

A Roberta, minha esposa, por seu companheirismo de todas as horas, pela sua compreensão nos momentos de ausência e pelo amor que me motiva a buscar sempre o melhor possível para a nossa família.

A Fernanda e Juliana, minhas filhas, minhas princesas, meus amores, que são e sempre serão o maior motivo e incentivo para tudo que eu venha a fazer.

Aos meus pais Hilberto e Sinara, sem os quais eu não conseguiria dar, sequer, os primeiros passos dessa caminhada. Muito obrigado por seu amor, sua dedicação e por, muitas vezes, terem abdicado dos seus sonhos em favor dos meus.

A Luciano, meu irmão, grande exemplo e o maior incentivador da minha vida profissional clínica e acadêmica e que, além de tudo isso, junto com Patrícia, me deu uma nova família querida e os amados sobrinhos Dudu e Gigi.

A Rita, Dante, Zezinho, Hannanne, Cacá e Lolô, por me receberem em sua família de forma tão carinhosa e por me ajudarem tanto ao longo desses anos de convívio.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia e Saúde, nas pessoas dos Profs. Jean Nunes e Luciana Ramalho, por me aceitarem em um curso tão bem conceituado e por guiarem de forma tão dedicada essa fase da minha formação.

Ao meu orientador, Prof. Paulo Flores, pela orientação deste trabalho e por todos os ensinamentos de conduta profissional e pessoal que tem passado não só para mim, mas para todos os seus alunos e colegas ao longo de sua belíssima trajetória docente.

À Profa. Ieda Margarida Crusoé-Rebello, pela incansável participação em todos os trabalhos científicos realizados por mim durante o curso. A sua dedicação à Faculdade, ao Programa de Pós-Graduação e aos seus alunos é um exemplo a ser seguido por todos que abraçam essa carreira.

Aos Professores Fernando Habib, Paulo Couto, Rivail Brandão e Lúcio Damis, membros da banca examinadora pelo pronto aceite e disposição para colaborar com este trabalho.

Aos meus colegas de turma Adna, Bráulio, Cristiano, Gardênia, Isaac, Leonardo Melo, Leonardo Provedel, Luana e Rebeca. A companhia de vocês tornou esse período muito mais rico, mas também muito mais leve e alegre.

Ao colega e grande amigo Márcio Sobral, pela parceria de sempre e por ter participado de forma decisiva desta pesquisa.

Aos Professores Fernando Habib e Telma Martins de Araújo pelo fundamental papel na minha formação profissional.

Aos demais Professores do Curso de Especialização em Ortodontia da UFBA, Rogério Ferreira, Marcos Alan Bittencourt, Rivail Brandão, Lucianna Gomes, André Machado e Emanuel Braga, pelo apoio durante esse processo.

Ao Professor Eustáquio Araújo, exemplo de profissional apaixonado por tudo que faz e principal responsável por minha formação como Ortodontista.

Aos demais Professores da PUC-Minas, pelo importante papel na minha formação como Especialista em Ortodontia.

Aos Professores da Faculdade de Tecnologia e Ciências, principalmente às Professoras Eneida Araújo e Aline Vilas Boas, por todo o apoio e compreensão durante a realização deste curso.

Aos meus alunos, principalmente os do Curso de Especialização em Ortodontia da UFBA, por entenderem que as minhas ausências eram importantes para que eu pudesse evoluir como docente e pesquisador.

BARBOSA, Marcelo de Castellucci e. Efeito da expansão rápida da maxila sobre o osso alveolar vestibular: Estudo por TCFC. 54 f. il. 2016. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

## RESUMO

Este estudo experimental tem o objetivo de avaliar, através de tomografia computadorizada de feixe cônico, alterações no osso alveolar vestibular e na inclinação dos primeiros molares superiores permanentes, após expansão rápida da maxila. Foram utilizadas 40 imagens, de 20 pacientes, com idades variando de 10 a 14 anos, sendo 15 do gênero masculino e 5 do feminino, realizadas antes e após a expansão rápida da maxila, feita com o aparelho disjuntor tipo *Haas*. Utilizando o programa *Dolphin Imaging versão 11.0 Premium* e a partir da reconstrução multiplanar, foi medida a espessura do osso vestibular às raízes dos primeiros molares, nos terços apical, médio e cervical, além da distância entre a junção amelocementária e a crista óssea alveolar. Foram medidos, também, os ângulos formados entre o longo eixo dos primeiros molares superiores e o palato. Para a análise das diferenças entre as medidas dos dois tempos, utilizou-se o teste t de Student. Para testar a associação entre as variáveis, utilizou-se a análise de correlação de Pearson, todos com nível de significância de 95%. Observou-se um aumento significativo no ângulo formado entre os primeiros molares superiores e o palato duro, assim como nas medidas de largura do palato. Não houve alterações significativas de espessura óssea vestibular aos primeiros molares, nas porções apical e média das raízes. No entanto, houve uma diminuição dessa espessura na porção cervical das raízes desses dentes. Não foram encontradas alterações na distância entre a junção amelocementária e a crista alveolar. Não houve relação das alterações na espessura da cortical óssea alveolar vestibular com a mudança de inclinação vestibulolingual desses dentes, nem com a quantidade de expansão realizada. Contudo, foi encontrada uma correlação positiva entre a diminuição de espessura da cortical óssea vestibular, na porção cervical, e a espessura inicial dessa medida. Dentre os parâmetros avaliados, a única variável que apresentou diminuição foi a espessura óssea vestibular às raízes dos primeiros molares, na porção cervical.

Palavras-chave: Expansão maxilar, tomografia computadorizada de feixe cônico, diagnóstico por imagem, perda do osso alveolar.

BARBOSA, Marcelo de Castellucci e. *Effect of rapid maxillary expansion on vestibular alveolar bone: Study by CBCT*. 54 pp. ill. 2016. Doctoral Thesis – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

### **ABSTRACT**

This longitudinal clinical study used cone beam computed tomography to evaluate changes in alveolar bone and inclination of maxillary first molars after rapid maxillary expansion. Cone beam computed tomography images of 20 patients (15 male and 5 female), aged from 10 to 14 years old, were used, captured before and after expansion with Haas type appliance. In multiplanar reconstructions made with Dolphin Imaging 11.0 Premium software, vestibular bone thickness was measured at apical, middle and cervical thirds of these roots, in addition to distance between the amelocemental junction and alveolar bone crest. Palatal width and the angles formed between the long axis of the maxillary first molars and palate were also measured. There were significant increase in the angle formed between the long axis of the maxillary first molars and palate and also in palatal width. There were no significant changes in vestibular bone thickness in the apical and middle portions of the roots. However, there was decrease in this thickness in the cervical portion. No changes were found in the distance between the amelocemental junction and alveolar crest. There was no relation between the changes in thickness of the vestibular alveolar bone and change in inclination of these teeth, or quantity of expansion performed. However, positive correlation was found between the reduction in vestibular cortical bone thickness in the cervical portion and the initial thickness of this measurement. Among the periodontal parameters evaluated, the only variable that presented any reduction was the vestibular bone thickness in the cervical portion of the first molar roots.

Key Words: Palatal expansion technique, cone-beam computed tomography, diagnostic imaging, alveolar bone loss.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Aparelho expansor utilizado.....	31
Figura 2	Posicionamento da cabeça.....	32
Figura 3	Corte selecionado, na raiz mesiovestibular do primeiro molar superior direito, para avaliação da espessura óssea vestibular.....	33
Figura 4	Raiz mesiovestibular do primeiro molar superior direito. Medição da espessura óssea vestibular, nos terços apical, médio e cervical.....	34
Figura 5	Raiz mesiovestibular do primeiro molar superior direito. Medição da distância entre a junção amelocementária e a crista alveolar....	35
Figura 6	Medição da largura do palato, na sua porção basal (a 9mm da junção amelocementária das raízes palatinas dos primeiros molares superiores).....	36
Figura 7	Medição do ângulo vestibulolingual entre os primeiros molares e o palato duro.....	37
Gráfico 1	Correlação entre a diminuição na espessura óssea vestibular, na porção cervical das raízes dos primeiros molares, e a espessura inicial, na mesma região.....	40
Figura 8	Rotação do molar (coroa para vestibular e raiz para palatina) dentro do osso alveolar, durante a expansão maxilar.....	44
Figura 9	Alteração do ângulo formado entre os primeiros molares superiores e o palato duro.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Medidas descritivas para as variáveis avaliadas, nos tempos T1 e T2, e diferenças entre as medidas, nos dois tempos.....	39
----------	--	----

## LISTA DE ABRAVIATURAS E SIGLAS

TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
ERM	Expansão Rápida da Maxila
TC	Tomografia Computadorizada
ATM	Articulação Temporomandibular
CNS	Conselho Nacional de Saúde
FOV	<i>Field Of View</i>
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
ALARA	<i>As Low As Reasonable Achievable</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

3D	Três dimensões
mm	Milímetros
kVp	Kilovoltagem
cm	Centímetros
mAs	Miliampères

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA.....	17
2.2	EFEITOS ADVERSOS E RISCO PERIODONTAL.....	19
2.3	AVALIAÇÃO DO OSSO ALVEOLAR VESTIBULAR.....	22
2.3.1	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA.....	22
2.3.2	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO.....	24
2.3.3	IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DO OSSO ALVEOLAR.....	26
3	OBJETIVO.....	29
3.1	OBJETIVO GERAL.....	29
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
4	METODOLOGIA.....	30
5	RESULTADOS.....	38
6	DISCUSSÃO.....	41
7	CONCLUSÃO.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50

## 1. INTRODUÇÃO

Entende-se por mordida cruzada posterior a relação anormal, por lingual ou por vestibular, entre os dentes superiores e os inferiores (SILVA FILHO, VILAS BOAS e CAPELOZZA, 1991). As mordidas cruzadas podem ser classificadas em dentária – quando um ou mais dentes irrompem numa relação de mordida cruzada, mas sem comprometimento da base óssea; muscular – casos em que há uma adaptação funcional a uma interferência dentária, provocando um deslocamento da mandíbula; e esquelética – que acontece em consequência de uma discrepância transversal de base óssea entre a maxila e a mandíbula (MOYERS, 1988).

A expansão rápida da maxila (ERM), também chamada de disjunção palatina, é a principal alternativa de tratamento para a correção da deficiência transversal esquelética maxilar (HAAS, 1961; WERTZ e DRESKIN, 1977). No entanto, efeitos colaterais podem acontecer, como dor após as ativações, deslocamento para baixo da mandíbula e problemas periodontais relacionados aos dentes que suportam o aparelho. A força ortopédica necessária para se conseguir uma disjunção palatina é transmitida pelo aparelho disjuntor à base óssea pelos dentes, nos casos de aparelhos dentossuportados, ou pela mucosa palatina e pelos dentes, nos casos de aparelhos dentomucossuportados (BIEDERMAN, 1968; COHEN, 1973; HAAS, 1961).

Como a maioria dos aparelhos tem apoio em dentes, quase todos os procedimentos de ERM tem efeitos esqueléticos e dentários. Quando não se consegue o resultado esquelético desejado, com abertura da sutura palatina e expansão da base óssea, a força imprimida pelo aparelho às estruturas de suporte (dentes posteriores), terá como resultado apenas a expansão

dentoalveolar, o que levaria a um risco maior de problemas periodontais. Por causa disso, além da obtenção de um bom resultado ortodôntico, a manutenção da saúde e das estruturas periodontais é a principal preocupação do profissional, durante a realização desse procedimento (GARIB et al., 2006; LANGFORD e SIMS, 1982).

Na maioria das situações clínicas, a avaliação das estruturas ósseas periodontais é limitada. O exame de imagem mais utilizado para esse fim é o radiográfico. O fato de essas imagens serem bidimensionais faz com que estruturas sejam sobrepostas, dificultando a visualização anatômica precisa. O exame com maior acurácia para avaliação de tecidos duros é a Tomografia Computadorizada (TC), a qual é referenciada como um excelente método para quantificar o osso alveolar, assim como detectar defeitos periodontais (MASUMOTO et al., 2001; MENGEL et al., 2005; FERREIRA et al., 2013). No entanto, na Odontologia, esse é um exame com indicações limitadas, em virtude do seu alto custo e elevada dose de radiação. Contudo, uma tecnologia alternativa revolucionou a área de diagnóstico por imagem na Odontologia – a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC). Esse exame ganhou espaço por proporcionar uma imagem em três dimensões (3D), com custo mais baixo, menor dose de radiação, além de ter o tamanho mais reduzido do aparelho, quando comparado à tomografia computadorizada helicoidal (MENGEL et al., 2005; SCARFE e FARMAN, 2007; SIRIN et al., 2010). Além disso, a TCFC permite a obtenção de cortes micrométricos das áreas selecionadas para estudo, assim como o tratamento dessas imagens numa estação de trabalho para melhor diagnóstico.

A inserção dessa ferramenta na rotina odontológica aumentou, portanto, as possibilidades de avaliação dos riscos periodontais associados à ERM. As alterações no osso alveolar adjacente aos dentes de suporte do aparelho podem, então, ser melhor avaliadas, além de relacionadas a aspectos como quantidade de expansão realizada, inclinação vestibulolingual inicial dos primeiros molares e espessura cortical prévia ao procedimento, que podem ser fatores de risco periodontal, em pacientes que serão submetidos a esse procedimento.

Sendo assim, a melhor compreensão das respostas ósseas a um procedimento tão utilizado na Ortodontia e na Odontopediatria, assim como a identificação de possíveis fatores de risco, resultará em relevante benefício clínico.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA

A deficiência transversal maxilar é um problema frequentemente encontrado e pode existir como uma entidade isolada ou estar associada a outros problemas dentofaciais, tais como fenda palatina, prognatismo mandibular, deficiência mandibular e mordida aberta anterior. É, tipicamente, caracterizada pelo estreitamento do arco dentário superior e, conseqüentemente, pela mordida cruzada unilateral ou bilateral. A mordida cruzada posterior caracteriza-se por uma relação anormal, vestibular ou lingual, de um ou mais dentes superiores, com um ou mais dentes inferiores (SILVA FILHO, VILAS BOAS e CAPELOZZA, 1991). Moyers (1988) classificou as mordidas cruzadas, baseado em sua etiologia, como: dentária – quando um ou mais dentes posteriores irrompem numa relação de mordida cruzada, mas não afetando a base óssea; muscular – casos em que há uma adaptação funcional a uma interferência dentária, o que provoca o deslocamento da mandíbula para um dos lados e o conseqüente desvio da linha média; e esquelética ou óssea – que acontece em conseqüência de uma discrepância transversal de base óssea entre a maxila e a mandíbula.

Essa condição deve ser tratada logo que diagnosticada, se possível na infância, uma vez que a sutura palatina mediana ainda não está consolidada. Dessa forma, o problema poderá ser corrigido facilmente, evitando que uma assimetria facial seja estabelecida (HAAS, 1961; WERTZ e DRESKIN, 1977).

Quando não tratada, a deficiência pode se expressar como uma mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral. Esses problemas podem gerar um posicionamento inadequado do côndilo na fossa mandibular, levando a uma

tendência de maloclusão Classe II do lado cruzado e Classe III do lado oposto. Além disso, o paciente, ao final do crescimento, poderá apresentar uma assimetria mandibular devido à remodelação das estruturas da ATM (FERREIRA et al., 2007). Existem casos de discrepância esquelética transversal, entretanto, em que a oclusão é aparentemente normal, sem a presença de mordida cruzada, mas com compensações pela inclinação dos dentes superiores para vestibular e dos inferiores para lingual (PROFFIT, 2007).

A ERM, também denominada de disjunção palatina, é uma importante conduta terapêutica utilizada para correção da deficiência transversal maxilar esquelética (BAYSAL, 2013; HAAS, 1961; WERTZ, 1970). Para a realização desse procedimento, podem ser utilizados diversos tipos de aparelhos, com o objetivo de abrir a sutura palatina mediana, com a utilização de forças intensas no sentido transversal, promovendo a expansão da maxila (BIEDERMAN, 1968; COHEN, 1973; HAAS, 1961). Em 1860, foi relatado por Angell o primeiro caso de expansão maxilar realizada por um dispositivo com um parafuso colocado transversalmente à maxila. Desde então, diferentes aparelhos foram propostos para a separação da sutura palatina mediana (BIEDERMAN, 1968; COHEN e SILVERMAN, 1973; HASS, 1961), tornando-a, assim, um procedimento comum na clínica ortodôntica. A ERM, apesar de utilizada, principalmente, para correção da mordida cruzada posterior, é também um recurso para a expansão indireta do arco inferior, obtenção de espaço para correção de apinhamento dentário, correção da inclinação axial dos dentes posteriores, melhora da forma do arco e melhora na estética do sorriso, em casos de corredor bucal excessivamente amplo (FERREIRA et al., 2007).

Em crianças e adolescentes em crescimento, a expansão ortopédica da maxila corrige, com sucesso, a constrição maxilar. No entanto, em adultos, por causa da fusão das suturas relacionadas à maxila e do aumento da resistência óssea, a expansão maxilar, assistida cirurgicamente, é o tratamento de escolha (YAO et al., 2015; ZANDI, MIRESMAEILI e HEIDARI, 2014).

## 2.2 EFEITOS ADVERSOS E RISCO PERIODONTAL

Infelizmente, o comportamento da maxila frente a essa mecânica não se resume apenas à sua expansão e aos efeitos benéficos. Efeitos colaterais indesejados, como o deslocamento para baixo e para frente da maxila já foram evidenciados (HASS, 1965; SILVA FILHO, VILAS BOAS e CAPELOZZA, 1991; WERTZ, 1970), o que pode ser deletério para pacientes com padrão facial hiperdivergente, trazendo como consequência a rotação horária da mandíbula (SILVA FILHO, VILAS BOAS e CAPELOZZA, 1991; WERTZ, 1970). Deslocamento da maxila apenas no sentido anterior foi observado por outros pesquisadores (AKKAYA et al., 1999). Chung e Font (2004) observaram que, após o tratamento em crianças, a maxila se deslocou ligeiramente para frente e para baixo e que houve rotação da mandíbula para baixo e para trás, causando aumento da altura facial inferior.

A oclusão sobrecorrigida, ao final da expansão, abre o plano mandibular devido ao contato das cúspides palatinas dos molares superiores com as cúspides vestibulares dos molares inferiores (FERREIRA et al., 2007). Almeida et al. (1999) e Ferreira et al. (2007) verificaram que, em médio e longo prazo, os efeitos deletérios relacionados à dimensão vertical e à posição sagital da maxila, resultantes da ERM, foram compensados pelo crescimento e desenvolvimento e

pela melhora nas inclinações dos dentes posteriores. Dessa forma, essas alterações no posicionamento vertical da mandíbula não seriam permanentes.

Outros efeitos colaterais indesejados podem acontecer, como dor após as ativações (HAAS, 1965; SILVA FILHO, VILAS BOAS e CAPELOZZA, 1991) e problemas periodontais relacionados aos dentes que suportam o aparelho (GARIB et al., 2006; LANGFORD e SIMS, 1982). A força ortopédica necessária para se conseguir uma disjunção palatina é transmitida pelo aparelho disjuntor à base óssea pelos dentes (nos casos de aparelhos dentossuportados) ou pela mucosa palatina e pelos dentes (nos casos de aparelhos dentomucossuportados). Nas duas situações, os primeiros molares superiores são os dentes em que a maioria dos aparelhos são apoiados e, portanto, os mais suscetíveis a possíveis perdas ósseas.

Como a maioria dos aparelhos tem apoio em dentes, quase todos os procedimentos de expansão rápida da maxila tem efeitos esqueléticos e dentários. A alta intensidade de força aplicada pelo disjuntor aos dentes de suporte gera, a princípio, a hialinização do tecido periodontal, o que é interessante, pois os dentes não se movimentam e a força é direcionada à maxila. No entanto, com o tempo, esse tecido hialinizado é reabsorvido e o movimento dentário também ocorre (MELSEN, 1999). De acordo com Krebs (1964), cerca de 65% do alargamento da arcada superior, durante a expansão rápida da maxila, se dá por movimento dentário. Quando não se consegue o resultado esquelético desejado, com abertura da sutura palatina e expansão da base óssea, a força imprimida pelo aparelho às estruturas de suporte (dentes posteriores), terá como resultado apenas a expansão dentoalveolar, o que levaria a um risco maior de problemas periodontais (GARIB et al., 2006;

LANGFORD e SIMS, 1982). Por causa disso, além da obtenção de um bom resultado ortodôntico, a manutenção da saúde e das estruturas periodontais é a principal preocupação do profissional, durante a realização desse procedimento (HAAS, 1961; PODESSER et al., 2007).

Para evitar estas complicações, vários tipos de dispositivos que proporcionam a força de expansão palatina diretamente ao osso (por meio de mini-implantes, por exemplo) foram introduzidos. Os dispositivos suportados em osso têm várias vantagens sobre os expansores suportados pelos dentes, principalmente no que diz respeito aos efeitos de inclinação dentária para vestibular e aos possíveis problemas periodontais, além de evitar a reabsorção radicular e criar uma verdadeira expansão maxilar ortopédica. No entanto, essa ainda é uma alternativa de custo mais alto e os procedimentos de instalação e remoção, além de estarem associados a uma maior morbidade, são mais demorados e complexos (GERLACH e ZAHL, 2005; HARZER et al., 2006; PINTO et al., 2001).

O diagnóstico de possíveis problemas periodontais associados ao procedimento de expansão rápida da maxila é feito, principalmente, pelo exame clínico de controle. Como as forças necessárias para se conseguir uma disjunção ortopédica são muito altas, é necessário um acompanhamento semanal, para identificar os possíveis problemas na sua fase inicial, o que evitaria o estabelecimento de situações clínicas indesejadas, como deiscências ósseas e recessões gengivais.

Existem alguns aspectos que podem tornar o paciente mais suscetível a perdas ósseas vestibulares durante a disjunção palatina como idade, magnitude necessária de expansão, inclinação vestibulolingual inicial dos dentes de suporte

e espessura prévia do osso alveolar. Além disso, de acordo com o estudo de Handelman (1996), que estabeleceu os limites seguros, do ponto de vista periodontal, para a movimentação ortodôntica, a movimentação de um dente para vestibular é mais arriscada quando a mesma acontece em movimento de corpo, com todo o dente (coroa e raiz), sendo movimentado nesse sentido. Por outro lado, quando o movimento de vestibularização é de inclinação, ou seja, com mais movimento de coroa do que de raiz, segundo esse autor, os riscos periodontais diminuem, consideravelmente, por causa da capacidade de adaptação do osso alveolar.

### 2.3 AVALIAÇÃO DO OSSO ALVEOLAR VESTIBULAR

Até há alguns anos, a avaliação das corticais vestibulares era mais difícil, porque as radiografias apresentavam imagens pobres e imprecisas dessa região. Com o advento da tomografia computadorizada e a utilização de programas de computador que permitem o tratamento das imagens – como ampliação na tela, modificação de brilho e contraste, utilização de ferramentas de secção da imagem e mensuração de linhas, ângulos e áreas determinadas pelo avaliador – é possível a realização de avaliações mais precisas (AKYALCIN et al., 2013; FERREIRA et al., 2013; HALAZONETIS, 2005; KAU et al., 2005; MISCH e SARMENT, 2006).

#### 2.3.1 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A crescente utilização da tecnologia nas ciências da saúde tem revolucionado o mundo. Na Odontologia, uma das áreas que mais se aproveita disso é a Imaginologia. Desenvolvida em 1967 pelo engenheiro inglês *Sir*

Godfrey Hounsfield e pelo físico norte-americano Comark, a TC rendeu aos seus criadores, em 1979, o prêmio Nobel de Medicina. Etimologicamente, a palavra Tomografia é formada pela união de dois termos gregos: *tomos* (camadas) e *graphos* (escrita). A tomografia, então, consiste na obtenção de imagens do corpo em cortes ou fatias, o que permite a sua observação em camadas, em diferentes planos, sem sobrepor suas estruturas (MARINHO, 2010).

A TC é um exame de diagnóstico por imagem digital que permite obter a reprodução de uma parte do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço. Diferentemente das radiografias, que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios X, a TC evidencia as relações estruturais em profundidade, o que permite observar todas as camadas que compõem o corpo humano, principalmente os tecidos mineralizados, com alta definição. Além disso, a natureza digital desse exame permite a realização de melhorias na imagem, possibilitando, com maior precisão, a diferenciação das estruturas (MARINHO, 2010; VASCONCELOS et al., 2012).

Com a introdução da TC na Odontologia, o diagnóstico de pequenos defeitos ósseos, impossíveis de serem observados em imagens bidimensionais, tornou-se possível. Dessa forma, a TC surgiu como um excelente método para quantificar osso e, conseqüentemente, detectar defeitos periodontais (GARIB et al., 2010; MASUMOTO et al., 2001; MENGEL et al., 2005).

No entanto, a TC não é utilizada, rotineiramente, no diagnóstico odontológico devido ao seu alto custo financeiro e à alta dose de radiação a que submete o paciente (SCARFE e FARMAN, 2007).

### 2.3.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Em 1998, na Itália, Mozzo e colaboradores publicaram os resultados preliminares de um aparelho tomográfico volumétrico, baseado na técnica do feixe em forma de cone, para uso em Odontologia. A esse aparelho, deram o nome de New Tom-9000 (MOZZO et al., 1998).

Desde então, a TCFC trouxe muitas novidades para a área de diagnóstico odontológico por imagem. Além de proporcionar a visualização de cortes micrométricos e reconstruções de imagens em 3D, expõe o paciente a uma menor dose de radiação, com menor custo e reduzido tamanho do aparelho, quando comparado à TC helicoidal (MENGEL et al., 2005; RODRIGUES et al., 2010; SCARFE e FARMAN, 2007; SIRIN et al., 2010).

A técnica de aquisição de imagem da TCFC consiste na aquisição da imagem através de um feixe cônico de raios X centrado num detector bidimensional. Esse sistema realiza uma rotação em torno do objeto, produzindo uma imagem bidimensional, a princípio, que posteriormente pode ser reconstruída em imagem tridimensional (CAPUTO et al., 2009; MOZZO et al., 1998).

A unidade de volume desse exame é o *voxel*. O tamanho do *voxel* e sua influência na qualidade da imagem ainda é um tema controverso (DE-AZEVEDO-VAZ et al., 2013a ; TORRES et al., 2012). É esperado que quanto menor o *voxel*, mais precisa seja a imagem produzida, uma vez que essa imagem teria maior nível de resolução, o que possibilitaria a diferenciação de dois pontos muito próximos. No entanto, a aquisição de imagens com menor *voxel*, pode gerar uma imagem mais granulada, além de acarretar o aumento da dose radiação X à qual

o indivíduo é exposto (EVANGELISTA et al., 2010; SCARFE e FARMAN, 2007; TORRES et al., 2012).

Ao avaliar a influência de diferentes tamanhos de *voxel* no diagnóstico da cobertura óssea em imagens de implantes dentários, o estudo de De-Azevedo-Vaz e colaboradores (2013a) não encontrou diferenças entre as resoluções de 0,2mm e 0,12mm de *voxel*. Para essa amostra, é preciso considerar a quantidade de artefato produzido pelo metal dos implantes, que influencia muito a interpretação final da imagem tomográfica (DE-AZEVEDO-VAZ et al., 2013a). Menezes e colaboradores (2015) realizaram um trabalho em que avaliaram precisão e reprodutibilidade de medidas realizadas com o objetivo de se determinar o nível da crista alveolar de dentes anteriores e posteriores, nos arcos superior e inferior, em exames tomográficos obtidos com diferentes tamanhos de *voxel*. De acordo com os seus achados, não há diferenças de acurácia e reprodutibilidade entre os exames com *voxel* de 0.2, 0.3 e 0.4mm, para esse fim, nos dentes posteriores. Torres e colaboradores (2012) não registraram diferenças significativas entre mensurações lineares verticais e horizontais, semelhantes às empregadas no planejamento para implante dentário, quando compararam imagens adquiridas sob diferentes protocolos, em um mesmo aparelho de TCFC, com alterações de *voxel*.

Além de fatores diretamente relacionados à aquisição, ferramentas de melhoramento da imagem estão à disposição nos diversos *softwares* presentes no mercado. De-Azevedo-Vaz e colaboradores (2013b) demonstraram um ganho na interpretação de cobertura óssea em implantes dentários com a aplicação de filtros. Ferreira e colaboradores (2013) indicam a avaliação dinâmica, multiplanar, na busca de maior precisão do diagnóstico da cobertura óssea.

### 2.3.3 IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DO OSSO ALVEOLAR

A avaliação do osso alveolar vestibular adjacente às raízes dentárias é fundamental no diagnóstico e no planejamento dos tratamentos ortodôntico e periodontal.

Durante a expansão rápida da maxila, assim como em qualquer outro tipo de mecânica ortodôntica, os dentes se movimentam através do osso alveolar, graças ao processo de remodelação dos tecidos periodontais (REITAN, 1967). Logo, os limites para esse tipo de movimento devem ser respeitados, a fim de evitar danos ao periodonto do paciente. A espessura do processo alveolar na região vestibular e lingual dos dentes posteriores é um fator a ser avaliado quando se planeja a expansão da maxila, visto que ela representa um limite para esse tipo de movimento, devendo, portanto, ser respeitada (HANDELMAN, 1996).

Segundo Garcia e colaboradores (2005), o importante é o ortodontista saber se a movimentação dentária planejada é suficiente para corrigir a maloclusão com mínima perda tecidual. Esse conhecimento é valioso, principalmente, no planejamento do tratamento de pacientes com comprometimento esquelético, que têm indicação de cirurgia para corrigir a maloclusão, mas não querem fazê-la. Nesses casos, como segunda opção, o tratamento ortodôntico compensatório, que envolve a movimentação dentária no sentido vestibulolingual, pode ser proposto. Contudo, esse tipo de movimento pode causar perda óssea e perda de inserção gengival na região, a depender da espessura do processo alveolar e de outros fatores mecânicos como, por exemplo, a magnitude da força aplicada (MARTINS et al., 2002).

A TCFC é um exame de boa acurácia para diagnóstico e análise quantitativa do nível da crista óssea alveolar vestibular e lingual. (GARIB et al., 2010; LEUNG et al., 2010).

Em um estudo realizado por Ferreira e colaboradores (2013), para avaliar a cobertura óssea na face vestibular dos dentes anteriores de crânios secos, através de imagens por TCFC, os autores observaram que nas reconstruções parassagitais e axiais, as regiões com ausência de cobertura óssea foram diagnosticadas em 91,03% como cortical não visualizada ou de espessura mínima, fina, sem osso medular. Dessa forma, mostraram que é um exame capaz de colaborar na avaliação da cobertura óssea dessa região, sem diferença no desempenho entre as reconstruções axiais e parassagitais de imagens com *voxel* de 0,2mm. Apesar dos resultados satisfatórios apresentados, os autores sugerem a avaliação das imagens obtidas por TCFC em todos os planos espaciais para melhor acurácia diagnóstica. Castro e colaboradores (2015) mostraram que esse exame pode ser utilizado, com precisão, para medir a distância entre a junção amelocementária e a crista alveolar, o que permite, em avaliações sequenciadas, determinar se houve deiscência óssea nas áreas estudadas. Um outro trabalho, realizado por Timock e colaboradores (2011) em crânios secos, demonstrou a confiabilidade da TCFC na determinação da altura e da espessura do osso alveolar vestibular às raízes dentárias.

O advento da TCFC proporcionou à Odontologia vislumbrar o que as radiografias convencionais e o exame clínico não mostram: a espessura e o nível vertical das tábuas ósseas que recobrem os dentes por vestibular e por lingual, antes ocultadas nas radiografias convencionais devido às sobreposições de imagens e escondidas clinicamente pelo recobrimento gengival. Portanto, é

possível uma correta avaliação da condição óssea, que é muito importante para diagnóstico, estratégia de tratamento, prognóstico do suporte ósseo periodontal, além da avaliação de tratamentos ortodônticos realizados, notadamente quando são realizados movimentos dentários no sentido vestibulolingual (GARIB et al., 2010).

Essa ferramenta de diagnóstico odontológico aumentou, portanto, as possibilidades de avaliação dos riscos periodontais associados à ERM. As alterações no osso alveolar adjacente aos dentes de suporte do aparelho podem, então, ser melhor avaliadas, além de relacionadas a aspectos como quantidade de expansão realizada, inclinação vestibulolingual inicial dos primeiros molares e espessura cortical prévia ao procedimento, que podem ser fatores de risco periodontal, em pacientes que serão submetidos a esse procedimento.

Uma vez que o ideal para qualquer tratamento é alcançar um bom resultado, com o mínimo risco possível, a identificação prévia de qualquer fator de risco para determinado procedimento terapêutico resultará em relevante benefício clínico.

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho foi investigar, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico, alterações na inclinação dos primeiros molares superiores permanentes e na espessura e altura do osso alveolar vestibular aos mesmos, após a expansão rápida da maxila.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

3.2.1 Investigar a relação entre alterações no osso alveolar vestibular aos primeiros molares superiores permanentes, após a expansão rápida da maxila, e a espessura óssea inicial vestibular a esses dentes.

3.2.1 Investigar a relação entre alterações no osso alveolar vestibular aos primeiros molares superiores permanentes, após a expansão rápida da maxila, e a mudança de inclinação vestibulolingual desses dentes.

3.2.1 Investigar a relação entre alterações no osso alveolar vestibular aos primeiros molares superiores permanentes, após a expansão rápida da maxila, e a quantidade de expansão realizada.

#### 4. METODOLOGIA

Este trabalho se caracteriza como um estudo clínico, quantitativo, longitudinal e retrospectivo, realizado de acordo com a resolução 466/12 do CNS e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia (parecer nº 206.366).

A amostra foi constituída de 40 tomografias de feixe cônico, tomadas de 20 pacientes (15 do gênero masculino e 5 do gênero feminino), entre 10 e 14 anos de idade. Como critérios de inclusão, foram levados em consideração o paciente ter indicação de ERM, apresentar os dois primeiros molares permanentes superiores, primeiros molares decíduos ou primeiros pré-molares superiores, além de boa condição de saúde geral e bucal. Utilizou-se como critério de exclusão o paciente não ter indicação para a realização da TCFC, em algum dos dois tempos, de acordo com o guia elaborado pela Comissão Européia de proteção à Radiação – *SEDENTEXCT* (JANSSENS et al., 2012).

Todas as imagens utilizadas neste trabalho fazem parte do acervo de exames de pacientes tratados no Centro de Ortodontia e Ortopedia Facial Prof. José Édimo Soares Martins, na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal da Bahia. As imagens tomográficas foram realizadas previamente à colocação de qualquer acessório ortodôntico (T1) e após a realização da expansão rápida da maxila (T2). Esses exames foram obtidos utilizando o aparelho i-CAT<sup>®</sup> (*Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA*), seguindo os seguintes parâmetros de aquisição: FOV (*field of view*) de 22cm de altura, 120Kvp, 47,74mAs, *voxel* de 0,4mm, tempo de aquisição de 40 segundos.

Durante o exame, os pacientes estavam sentados, com os planos horizontal de Frankfort paralelo ao solo, plano sagital mediano perpendicular ao solo e em posição de máxima intercuspidação habitual. O arquivo, no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), foi, então, importado e a reconstrução multiplanar das estruturas maxilares foi realizada pelo programa Dolphin Imaging versão 11.0 *Premium*.

O procedimento clínico de expansão rápida da maxila foi realizado por meio de aparelho disjuntor tipo Haas, com anéis adaptados aos primeiros molares permanentes superiores e, a depender da fase de desenvolvimento da dentição em que se encontrava o paciente, nos primeiros pré-molares ou nos primeiros molares decíduos. Os aparelhos foram confeccionados com fio de aço inoxidável 0,036" e parafuso expansor, modelo Magnum de 11mm (*Dentaurum, Ispringen, Baden-Württemberg, Alemanha*), envolvido por um bloco de resina acrílica sobre as paredes laterais do palato (Figura 1).

Figura 1 – Aparelho expansor utilizado

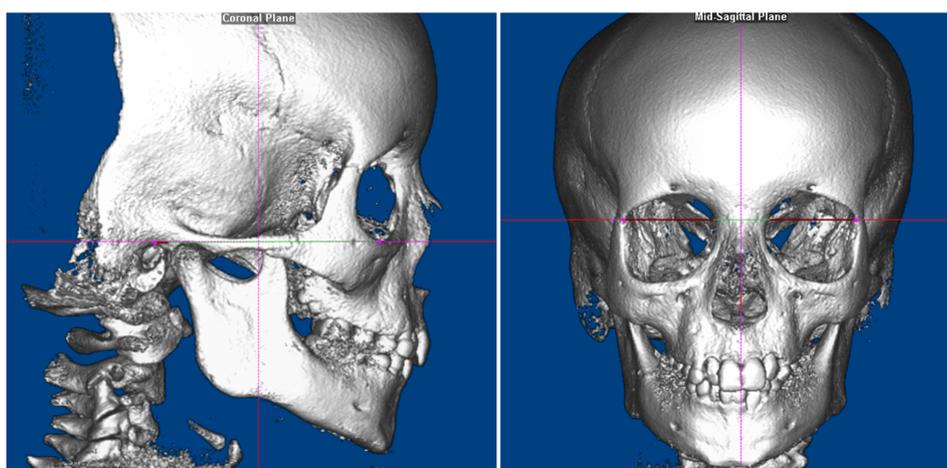


Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

O tratamento incluiu uma fase ativa, que liberava forças laterais, e outra passiva, de contenção. A primeira, com duração de 2 a 4 semanas, a depender da quantidade de expansão desejada, iniciava-se 24h após instalação do aparelho, acionando o parafuso expensor duas vezes ao dia (1/4 de volta a cada 12h). Ao final dessa etapa, o parafuso foi estabilizado e novo exame tomográfico foi realizado.

As imagens nos tempos T1 e T2 foram salvas no formato DICOM e, após reconstrução tridimensional das estruturas faciais, a posição da imagem da cabeça foi padronizada, de acordo com os planos sagital, coronal e axial. Na vista coronal, a linha mediana do *software* foi posicionada, exatamente, na linha mediana do paciente e os pontos das suturas frontozigomáticas, direita e esquerda, foram marcados, de forma que a linha que unia esses dois pontos funcionava como referência horizontal. Na vista sagital, os pontos Orbitário direito e Pório direito foram localizados e posicionados de forma a coincidir com o plano horizontal de Frankfort (Figura 2).

Figura 2 – Posicionamento da cabeça



Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

Em seguida, era selecionada a opção em que os três planos (sagital, axial

e coronal) eram mostrados na mesma tela. Na vista sagital, a linha de referência vertical era posicionada no centro (no sentido mesiodistal) da raiz em que as medidas seriam feitas (Figura 3). As raízes utilizadas para as mensurações foram, nesta sequência, mesiovestibular do primeiro molar superior direito, distovestibular do primeiro molar superior direito, mesiovestibular do primeiro molar superior esquerdo e distovestibular do primeiro molar superior esquerdo.

Figura 3 – Corte selecionado, na raiz mesiovestibular do primeiro molar superior direito, para avaliação da espessura óssea vestibular

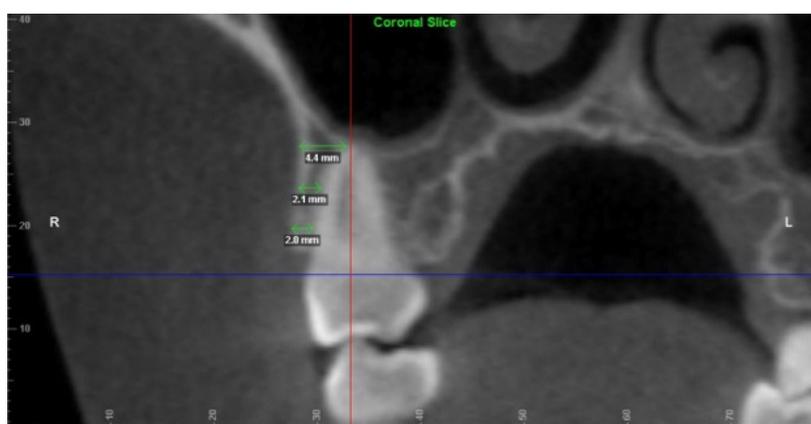


Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

No corte coronal, então, media-se a altura da raiz em questão, verificando-se a distância vertical entre a junção amelocementária e o ápice radicular. Esta dimensão era dividida por três, para que fossem determinados os três pontos de referência (apical, médio e cervical) para avaliação da espessura da cortical óssea vestibular. Essas medidas foram realizadas nas imagens obtidas nos tempos T1 e T2, para verificar as alterações na espessura do osso cortical

vestibular em decorrência da expansão rápida da maxila. A espessura da cortical apical era determinada pela distância (paralela à linha de referência horizontal), entre o ápice radicular e o ponto mais externo do osso alveolar vestibular à raiz. Já as espessuras corticais média e cervical eram determinadas pelas distâncias (paralelas à linha de referência horizontal) entre os pontos de referência médio e cervical e os pontos mais externos do osso alveolar vestibular à raiz (Figura 4).

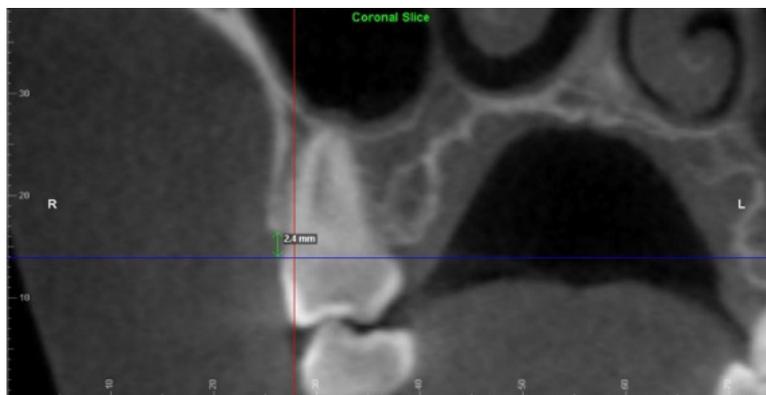
Figura 4 – Raiz mesiovestibular do primeiro molar superior direito. Medição da espessura óssea vestibular nos terços apical, médio e cervical



Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

A fim de pesquisar possíveis deiscências ósseas vestibulares em decorrência do procedimento de expansão, foram medidas, nas imagens obtidas em T1 e T2, as distâncias verticais entre a crista óssea vestibular e a junção amelocementária, em três diferentes pontos de referência, no sentido mesiodistal: centro da raiz mesiovestibular, centro da raiz distovestibular e em um ponto intermediário entre elas (Figura 5).

Figura 5 – Raíz mesiovestibular do primeiro molar superior direito. Medição da distância entre a junção amelocementária e a crista alveolar



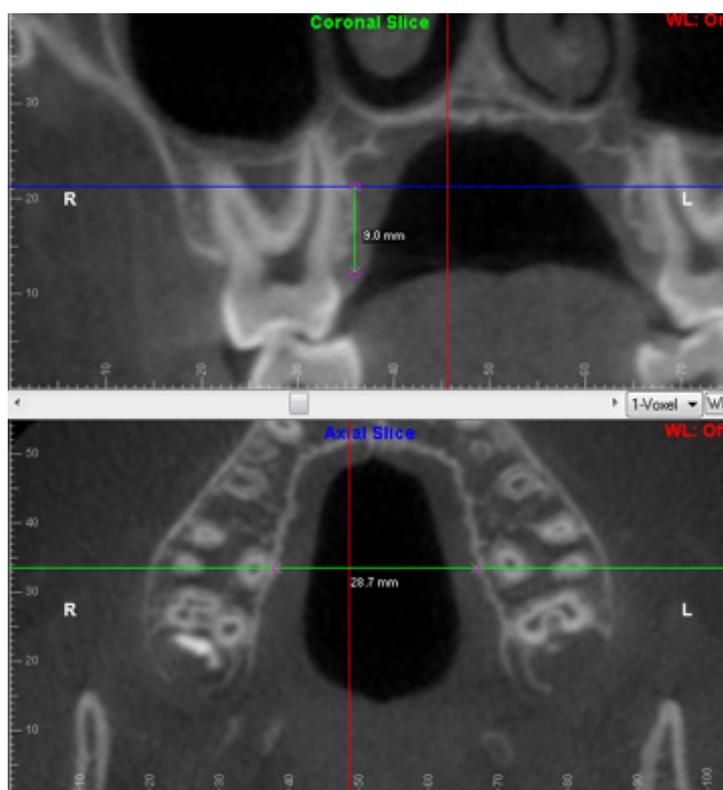
Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

Além disso, verificou-se a largura do palato, em duas alturas, antes e depois da disjunção palatina. No corte axial, a linha de referência horizontal era posicionada de forma a passar pelo centro das raízes palatinas dos primeiros molares superiores. Em seguida, no corte coronal, a linha de referência horizontal era posicionada nas alturas em que se desejava medir a largura do palato. Para isso, foram utilizadas as alturas de 5 e 9mm acima da junção amelocementária das raízes palatinas dos primeiros molares superiores. Com a referência horizontal fixada na altura desejada, a medida da largura do palato era realizada no corte axial (Figura 6).

Finalmente, foi medido o ângulo formado entre o longo eixo dos primeiros molares superiores e o palato duro, no sentido vestibulolingual. Para isso, numa vista coronal, o palato duro era posicionado paralelo à linha de referência horizontal. Em seguida, foram criadas linhas que representavam os longos eixos dos primeiros molares superiores. Essas linhas passavam por dois pontos: o ponto mais profundo entre as imagens das cúspides vestibulares e palatinas e o

ponto mais profundo da união entre as raízes vestibulares e a palatina desses dentes. Foram, então, medidos, na vista coronal, os ângulos internos formados pelos longos eixos dos primeiros molares superiores direito e esquerdo e o palato duro, no sentido vestibuloligual (Figura 7).

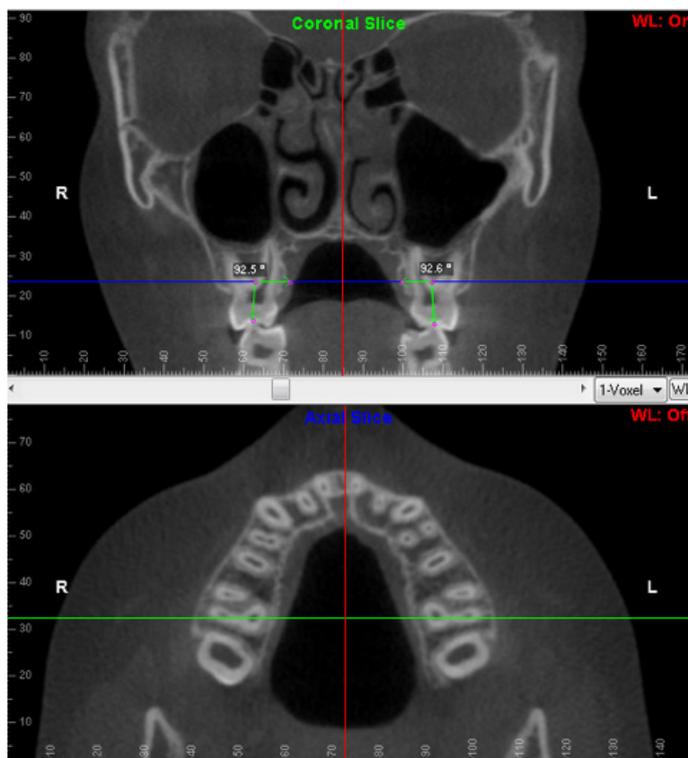
Figura 6 – Medição da largura do palato, na sua porção basal (a 9mm da junção amelocementária das raízes palatinas dos primeiros molares superiores)



Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

Todas as medidas foram realizadas por um único examinador, que não foi o autor do trabalho, com experiência na utilização do programa e devidamente treinado. Para avaliação da confiabilidade intra-examinador, foram selecionados, aleatoriamente, quatro pacientes em cujas tomografias iniciais e pós-expansão todas as medidas foram feitas mais uma vez, após quinze dias de realizadas as primeiras.

Figura 7 – Medição do ângulo vestibulolingual entre os primeiros molares e o palato duro COLOCAR LADO A LADO. COLOCAR A E B



Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

Foram realizadas, para todas as variáveis do estudo, as medidas de tendência central e de dispersão. Para o diagnóstico de normalidade dos dados, utilizou-se o teste de Kolmogorov Smirnov, que confirmou a adequação da utilização da estatística paramétrica. Assim, foram calculadas as médias e desvios-padrão, como medidas descritivas.

Para análise das diferenças entre as medidas tomadas nos dois tempos, utilizou-se o teste t de Student, com ajuste para dados dependentes e, para a pesquisa de relação entre as variáveis, utilizou-se a análise de correlação de Pearson, todos com nível de significância de 95%.

## 5. RESULTADOS

Nos testes de confiabilidade, obteve-se um valor kappa = 0,88, o que demonstra a alta concordância entre as medidas analisadas e confere confiabilidade ao método utilizado.

Quando as medidas entre os tempos T1 (antes da expansão rápida da maxila) e T2 (depois do procedimento) foram comparadas, observou-se um aumento significativo no ângulo formado entre os primeiros molares superiores e o palato duro (de 101,96° para 109,42°, em média) e nas medidas de largura do palato, com maior aumento na porção alveolar da maxila (2,86mm) do que na sua porção basal (2,39mm).

Em relação à espessura óssea da cortical vestibular aos primeiros molares, não houve alterações nas porções apical e média das raízes. No entanto, houve uma diminuição, estatisticamente significativa, da espessura óssea na porção cervical das raízes desses dentes (0,6mm, em média).

Não foram encontradas alterações na distância entre a junção amelocementária e a crista alveolar, em nenhuma das regiões avaliadas, o que demonstra ausência de deiscência óssea nos pacientes avaliados.

Na tabela 1, podem ser observadas as medidas descritivas para todas as variáveis avaliadas, nos tempos T1 e T2, assim como a diferença entre as medidas, nos dois tempos.

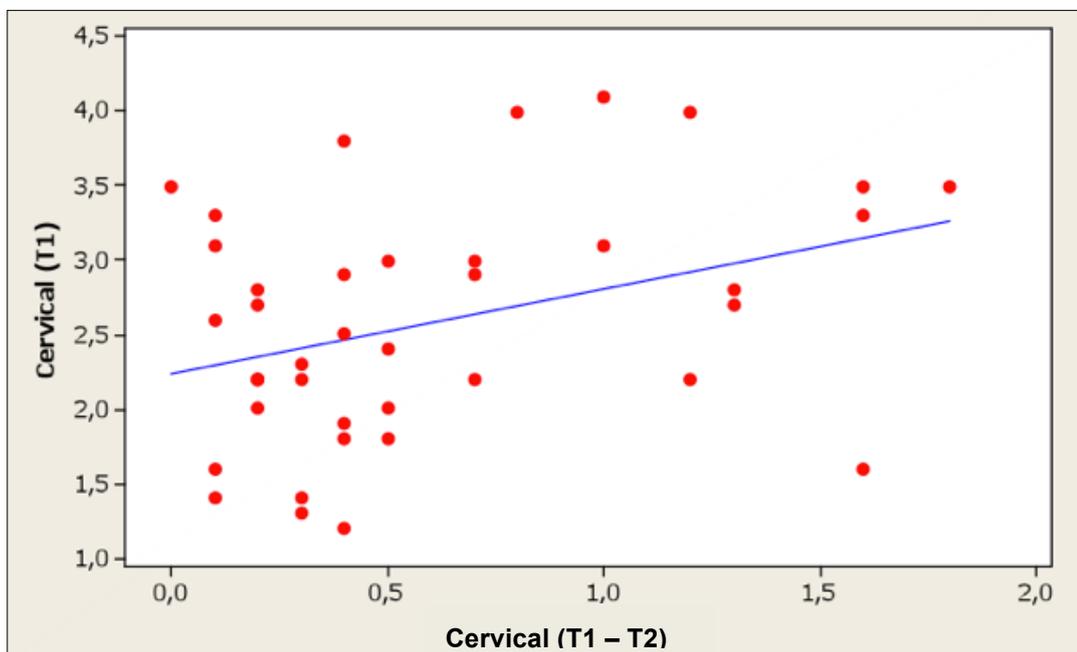
Tabela 1 – Medidas descritivas para as variáveis avaliadas, nos tempos T1 e T2, e diferenças entre as medidas, nos dois tempos.

Variável	T1		T2		Diferença (T2-T1)	Valor p
	Média	DP	Média	DP		
Mesial Apical	6,750	3,144	6,905	3,308	0,155	0,830
Mesial Médio	2,655	1,137	2,378	1,413	-0,277	0,336
Mesial Cervical	1,820	0,700	1,170	0,842	-0,650*	0,000
Distal Apical	7,783	3,766	8,400	3,502	0,617	0,450
Distal Médio	3,318	1,124	3,065	1,093	-0,252	0,312
Distal Cervical	2,575	0,788	2,025	0,786	-0,550*	0,002
JAC-CA Mesial	2,2250	0,4929	2,288	0,721	0,062	0,652
JAC-CA Inter.	1,8100	0,5601	1,865	0,686	0,055	0,696
JAC-CA Distal	1,960	0,756	1,9700	0,4800	0,010	0,944
Palato (5mm)	26,855	2,124	29,720	2,519	2,865*	0,000
Palato (9mm)	25,210	2,071	27,605	2,327	2,395*	0,000
ANG Mol/Pal.	101,96	7,07	109,42	6,95	7,462*	0,000

Não houve relação estatisticamente significativa das alterações na espessura óssea alveolar vestibular aos primeiros molares permanentes com a mudança de inclinação vestibulolingual desses dentes nem com a quantidade de expansão realizada.

Contudo, foi encontrada uma correlação positiva entre a diminuição de espessura óssea vestibular aos primeiros molares superiores permanentes, na sua porção cervical e a espessura inicial dessa medida (Índice de Correlação de Pearson de 0,35, com valor p de 0,02). Ou seja, quanto maior a espessura inicial dessa cortical óssea, maior a sua diminuição durante a ERM (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Correlação entre a diminuição na espessura óssea vestibular, na porção cervical das raízes dos primeiros molares, e a espessura inicial, na mesma região.



## 6. DISCUSSÃO

A maioria dos estudos sobre efeitos da ERM se limitou a avaliar imagens radiográficas para aquisição de dados (AKYALCIN et al., 2013; HALAZONETIS, 2005; KAU et al., 2005; MISCH e SARMENT, 2006). As radiografias proporcionam informações limitadas, uma vez que, além da dificuldade gerada pela sobreposição de imagens, a inclinação ou o giro da cabeça do paciente, no momento da tomada radiográfica, pode alterar a leitura das estruturas anatômicas (MAJOR et al., 1996). Por conta disso, este trabalho utilizou imagens de TCFC para avaliar as possíveis perdas ósseas após a ERM. De acordo com Kau e colaboradores (2005), a utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico permite medir curtas distâncias entre pontos anatômicos de difícil visualização com maior exatidão, garantindo, assim, dados mais confiáveis e precisos. O trabalho realizado por Ferreira e colaboradores (2013) demonstrou a acurácia na avaliação da cobertura óssea vestibular por meio de medidas realizadas em imagens de tomografias computadorizadas de feixe cônico de crânio seco, com simulação de tecido mole. Castro e colaboradores (2015) mostraram que esse exame pode ser utilizado, com precisão, para medir a distância entre a junção amelocementária e a crista alveolar, o que permite, em avaliações sequenciadas, determinar se houve deiscência óssea nas áreas estudadas.

Quanto menor o tamanho do *voxel* das TCFC, mais detalhes das estruturas são captados, tornando a imagem mais rica em detalhes. No entanto, imagens com *voxel* menor, além de demandarem maior exposição do paciente à radiação, tendem a se tornar mais granuladas, o que pode fazer com que sejam detectados defeitos onde, na verdade, não há. Menezes e colaboradores (2015)

realizaram um trabalho em que avaliaram a precisão e a reprodutibilidade de medidas realizadas com o objetivo de se determinar o nível da crista alveolar de dentes anteriores e posteriores, nos arcos superior e inferior, em exames tomográficos obtidos com diferentes tamanhos de *voxel*. De acordo com os seus achados, não há diferenças de acurácia e reprodutibilidade entre os exames com *voxel* de 0.2, 0.3 e 0.4mm, para esse fim, nos dentes posteriores. Em virtude disso e em consonância com o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) ou “tão baixo quanto razoavelmente possível”, segundo o qual deve-se utilizar a menor dose de radiação possível para a realização de um determinado exame de imagem, optou-se, para esses pacientes, por imagens com *voxel* de 0.4 mm. O índice kappa de 0,88, observado nos testes de confiabilidade do método deste estudo, demonstra a precisão das medidas realizadas.

A escolha por avaliar as alterações do osso alveolar vestibular apenas na região dos primeiros molares superiores permanentes foi feita porque, pela variação de idade entre os pacientes (10 a 14 anos), alguns apresentavam molares e caninos decíduos, enquanto outros já apresentavam pré-molares e caninos permanentes. Dessa forma, os únicos dentes posteriores presentes em todos os pacientes utilizados na amostra eram os primeiros molares permanentes. A avaliação de qualquer outra região levaria a uma maior dificuldade de padronização e avaliação dos dados.

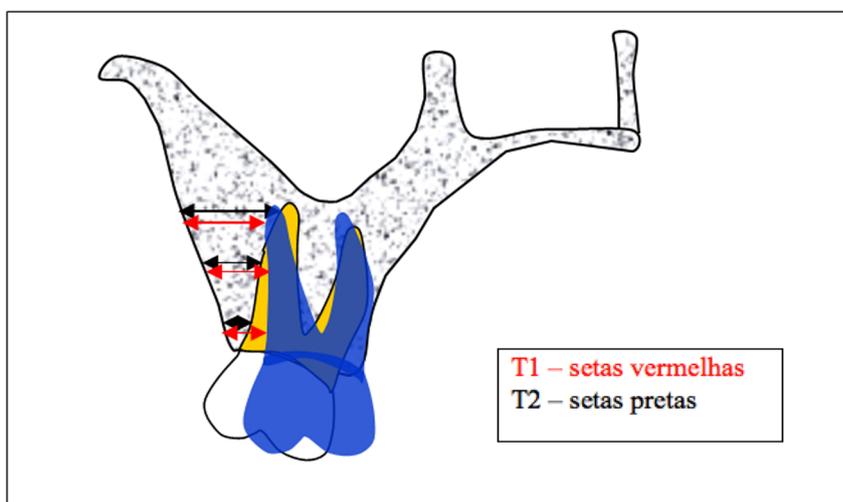
Apesar de a maioria dos estudos não encontrar diferenças importantes nos resultados da disjunção quando se compara aparelhos dentossuportados, como o Hyrax, e aparelhos dentomucossuportados como o Haas (AKYALCIN et al., 2013), optou-se pelo aparelho tipo Haas neste estudo, para que os efeitos

dentários fossem minimizados e os esqueléticos se fizessem presentes numa maior proporção. É possível que as mudanças periodontais fossem mais marcantes, se os efeitos dentários fossem maximizados pela utilização de um aparelho apoiado apenas nos dentes. No entanto, o objetivo deste trabalho, que visa avaliar alterações ósseas periodontais em casos de disjunção palatina verdadeira e não de expansão dentoalveolar apenas, talvez não fosse alcançado. As mudanças observadas na largura do palato dos pacientes utilizados, tanto na sua porção alveolar, quanto na sua porção basal, mostram que, como desejado, houve efeitos esqueléticos importantes. Quanto à escolha das referências para a medir a largura do palato, optou-se por alturas fixas (5 e 9mm acima da junção amelocementária) porque a variação entre as alturas das raízes era maior do que entre as alturas dos palatos dos pacientes avaliados. Dessa forma, quando se utilizava medidas proporcionais ao comprimento das raízes dos molares, as alturas, no palato, ficavam muito heterogêneas. Enquanto em alguns pacientes a altura referente à união entre os terços médio e apical da raiz palatina dos primeiros molares superiores correspondia à metade da altura do palato, em outros ficava próxima ao ponto mais alto do palato duro.

Sabe-se que parte da força aplicada pelo disjuntor nos tecidos de suporte é dissipada graças a efeitos dentários, com expansão dentoalveolar associada à esquelética (AKYALCIN et al., 2013; GARIB et al., 2006; HAAS, 1961; PODESSER et al., 2007). Esse efeito também esteve presente na amostra avaliada neste estudo, o que pode ser comprovado pelo aumento significativo do ângulo formado entre o longo eixo dos primeiros molares superiores, no sentido vestibulolingual, e o palato duro.

Quanto à redução da espessura óssea, apesar de ter sido encontrada uma diminuição de espessura no terço médio, apenas as medidas realizadas utilizando a referência cervical mostraram alteração estatisticamente significativa. Estes resultados estão de acordo com os encontrados no trabalho realizado por Brunetto e colaboradores (2013), também com avaliação de tomografias computadorizadas de feixe cônico, no qual a região mais afetada foi a cervical, embora eles também tenham encontrado diminuição da espessura óssea no terço médio das raízes. Já o estudo de Akyalcin e colaboradores (2013) não encontrou redução óssea significativa em nenhuma das regiões avaliadas. Em contrapartida, o trabalho realizado por Garib e colaboradores (2006) mostrou diminuição de espessura óssea em todas as regiões avaliadas.

Figura 8 – Rotação do molar (coroa para vestibular e raiz para palatina) dentro do osso alveolar, durante a expansão maxilar

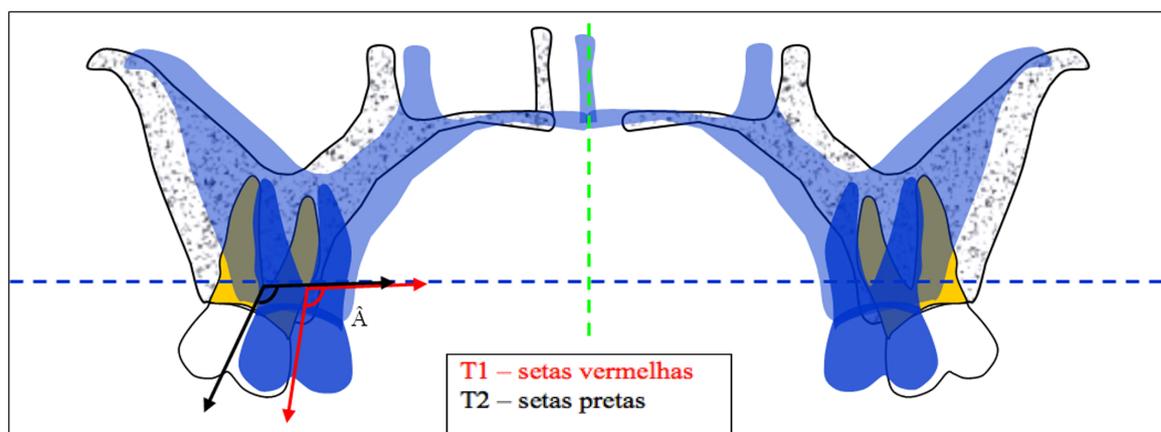


Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

A espessura óssea vestibular não apresentou alterações estatisticamente significativas na porção apical das raízes. No entanto, houve uma tendência de aumento da espessura óssea no terço apical das mesmas. Esse dado, associado à diminuição da espessura do osso alveolar vestibular, na porção cervical,

mostra que há uma tendência de rotação dos dentes de suporte (coroa para vestibular e raiz para palatina) dentro do osso alveolar, durante a expansão maxilar (Figura 8), o que foi confirmado pelo aumento do ângulo formado entre os primeiros molares e o palato (Figura 9).

Figura 9 – Aumento do ângulo formado entre os primeiros molares superiores e o palato duro



Fonte: Faculdade de Odontologia da UFBA

Essas diferenças entre os resultados dos trabalhos pode ser explicada, de acordo com Rungcharassaeng e colaboradores (2007), pela utilização de pacientes e metodologias diferentes. Segundo o seu estudo, aspectos como idade do paciente, tipo de aparelho utilizado e características periodontais iniciais podem influenciar nos resultados das pesquisas. Garib e colaboradores, por exemplo, realizaram dois estudos em que utilizaram a tomografia computadorizada helicoidal para avaliar as alterações periodontais após expansão rápida da maxila. Os dois trabalhos foram retrospectivos, utilizando exames realizados em 2002, período em que a TCFC ainda não estava amplamente disponível. Por isso, utilizaram a tomografia helicoidal, que gera mais radiação do que a de feixe cônico. Em um dos trabalhos, realizado em 2006, com exames de pacientes na dentição permanente, encontraram

deiscência óssea em todas as regiões avaliadas (GARIB et al., 2006). Já no outro, realizado em 2014, utilizando a mesma metodologia do anterior, mas em pacientes na fase de dentição mista precoce (seis a nove anos de idade), não encontraram deiscência óssea em nenhuma das áreas avaliadas (GARIB et al., 2014). No presente estudo, também realizado em pacientes na fase de dentição mista ou permanente precoce, não foram encontradas deiscências ósseas significativas em nenhuma das regiões avaliadas.

A utilização de TCFC, em Odontologia, é relativamente recente. A heterogeneidade dos resultados dos trabalhos até então realizados acerca desse tema justificam a realização de estudos como este. Além disso, apesar de outros estudos semelhantes a este já terem sido realizados, nenhum deles estabeleceu qualquer relação entre as perdas ósseas periodontais e aspectos anatômicos ou de posição dos dentes de suporte, que poderia, caso encontrada, ser considerada fator de risco periodontal para o procedimento de ERM. Pacientes com mordida cruzada posterior e/ou palatos atrésicos continuarão fazendo parte de qualquer clínica de Ortodontia. Para esses casos, a ERM continuará a ser um dos principais tratamentos de escolha. Portanto, apesar de importante, apenas saber se ocorrem e como acontecem as possíveis perdas ósseas não é suficiente. Quanto mais fatores predisponentes a um maior dano periodontal forem estudados, maiores serão as possibilidades de evitá-lo. Dessa forma, acreditamos que as possíveis relações que pesquisamos neste trabalho sejam de muita relevância.

Quanto maior a expansão dentária, ou seja, quanto menos efeito esquelético durante a disjunção palatina, maior deve ser a tendência de perdas periodontais, associadas aos dentes de suporte dos aparelhos disjuntores

(GARIB et al., 2006; HAAS, 1961; LANGFORD e SIMS, 1982; PODESSER et al., 2007). Baseado nessa informação seria de se esperar que aqueles pacientes com menores magnitudes de aumento na largura basal do palato apresentassem maiores perdas ósseas periodontais, uma vez que a força aplicada a todos os pacientes foi semelhante. No entanto, os resultados deste trabalho não mostram nenhuma relação entre a quantidade de expansão óssea conseguida e a diminuição da espessura óssea vestibular aos dentes de suporte. Uma das possíveis explicações para isso pode ser o fato de a amostra avaliada ter sido homogênea em relação a esse aspecto, especificamente. Ou seja, a quantidade de expansão basal do palato não variou muito entre os indivíduos da amostra.

De acordo com o clássico estudo de Handelsmann (1996), o movimento para vestibular de corpo (coroa e raízes, simultaneamente) seria mais danoso ao periodonto de suporte do que o movimento de inclinação, no qual a coroa vestibulariza mais do que as raízes. Apesar do seu trabalho ter sido focado, principalmente, nos dentes anteriores, os seus resultados tem sido extrapolados para as outras regiões ao longo das últimas décadas. De acordo com essa premissa, era de se esperar que naqueles pacientes em que houve um maior aumento do ângulo formado pelo longo eixo dos molares e o palato, tivesse havido uma menor diminuição da espessura alveolar vestibular. Neste trabalho, contudo, quando foram comparadas a alteração na angulação dos molares entre os tempos avaliados e as possíveis perdas periodontais, também não foi encontrada nenhuma correlação.

No entanto, foi encontrada uma correlação entre a diminuição da espessura óssea vestibular aos primeiros molares superiores permanentes, na sua porção cervical, e a espessura inicial dessa medida, de forma que quanto

maior era a espessura dessa cortical óssea, maior era a sua diminuição. A partir desses dados, pode-se acreditar que à medida que os molares se movimentam para vestibular, durante a expansão da maxila, há uma diminuição da espessura óssea vestibular a esses dentes, mas que, a partir de um certo ponto, a espessura óssea deixa de diminuir na mesma proporção e passa a se remodelar, acompanhando a movimentação dentária.

É possível, e até provável, que, após o período de contenção, as dimensões avaliadas neste estudo sejam diferentes, uma vez que existe uma remodelação óssea após a interrupção da fase ativa de expansão rápida da maxila. No entanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as alterações ósseas periodontais apenas após a fase ativa de expansão. Para verificar o que acontece após a fase de contenção, novos estudos devem ser realizados.

Apesar da capacidade de remodelação do osso alveolar, existem limites que não devem ser ultrapassados numa movimentação dentária. Com base nos resultados deste trabalho, o ortodontista clínico deve ter atenção especial com a manutenção da saúde periodontal dos pacientes que são submetidos à expansão rápida da maxila, uma vez que existe uma tendência de diminuição da espessura da tábua óssea vestibular aos dentes utilizados como apoio para o aparelho disjuntor. Além disso, uma boa alternativa para minimizar os efeitos periodontais deletérios nos dentes permanentes pode ser a utilização de ancoragem esquelética ou dos molares decíduos como suporte para os aparelhos de expansão.

## 7. CONCLUSÃO

7.1 Verificou-se, nos pacientes examinados, o aumento da inclinação para vestibular dos primeiros molares permanentes. Dentre os parâmetros periodontais avaliados, a única variável que apresentou alguma perda, após a ERM, foi a espessura óssea vestibular às raízes dos primeiros molares, na porção cervical. Não houve alteração na espessura óssea, nas porções média e apical das raízes dos primeiros molares superiores. Também não houve deiscência óssea em nenhuma das regiões avaliadas.

7.2 Observou-se que quanto maior era a espessura inicial do osso vestibular aos primeiros molares, na porção cervical, maior foi a diminuição dessa medida, após a ERM.

7.3 Não houve relação entre as alterações na espessura óssea alveolar vestibular e a mudança de inclinação vestibulolingual dos primeiros molares superiores permanentes, após a ERM.

7.4 Não houve relação entre as alterações na espessura óssea alveolar vestibular e a quantidade de expansão realizada, após a ERM.

## REFERÊNCIAS

- AKKAYA S, LORENZON S, UÇEM TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. **Eur J Orthod**, v. 21, p. 175-80, 1999.
- 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**, v. 43, p. 85-90, 2013.
- ALMEIDA GA, CAPELOZZA FILHO L, TRINDADE JÚNIOR AS. Expansão rápida da maxila: estudo cefalométrico prospectivo. **Ortodontia**, v. 32, n. 1, p. 45-54. 1999.
- AZIZ SR, TANCHYK A: Surgically assisted rapid palatal expansion with a bone-borne self-retaining palatal expander. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 66, p. 1788-93, 2008.
- BAYSAL A, UYSAL T, VELI L, OZER T, KARADEDE L, HEKIMOGLU S. Evaluation of alveolar bone loss following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. **Korean J Orthod**, v. 43, n. 2, p. 83-95, 2013.
- BIEDERMAN W. A hygienic appliance for rapid expansion. **J Pract Orthod**, v.2, p. 67-70, 1968.
- BRUNETTO M, ANDRIANI JSP, 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 Dentofacial Orthop**, v. 143, p. 633-44, 2013.
- CAPUTO, BV; FELICORI, SM; GIOVANI, EM; COSTA, C. Validação da tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) como recurso no diagnóstico no defeito ósseo lingual na mandíbula. **Rev Inst Ciênc Saúde**, v. 27, n.4, p. 422-5, 2009.
- CASTRO LO. CASTRO IO. ALENCAR AHG; VALLADARES-NETO J; ESTRELA C. Cone beam computed tomography evaluation of distance from cemento-enamel junction to alveolar crest before and after nonextraction orthodontic treatment. **Angle Orthod**, 0000;00:000-000. 2015.
- CHUNG CH, FONT B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical and transverse dimensions after rapid palatal expansion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 126, p. 569-75, 2004.
- COHEN M, SILVERMAN E. A new and simple palate splitting device. **J Clin Orthod**, v. 7, p. 368-9, 1973.
- COOK VC, TIMOCK AM, CROWE JJ, WANG M, COVELL JR. DA. Accuracy of alveolar bone measurements from cone beam computed tomography acquired using varying settings. **Orthod Craniofac Res**, v.18, n. 1, p. 127-136, 2015.

DE-AZEVEDO-VAZ SL; ALENCAR, PNB; ROVARIS, C; CAMPOS, PSF; HAITER- NETO, F. Enhancement cone beam computed tomography filters improve in vitro periimplant dehiscence detection. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**, v.113, n.5, p. 633-639. 2013(b).

DE-AZEVEDO-VAZ, SL.; VASCONCELOS, KF.; NEVES, FS.; MELO, SLS; CAMPOS, PSF; HAITER-NETO, F. Detection of periimplant fenestration and dehiscence using two scan modes and the smallest voxel sizes of a CBCT device. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**, v. 115, n. 1, p.121-7. 2013(a).

EVANGELISTA, K; VASCONCELOS, KF; 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 Dentofacial Orthop**, v. 138, n. 2, p. 133.e1-e7. 2010.

FERREIRA CMP, URSI W, ATTA JY, LYRA MCO, LYRA FA. Efeitos dentais e esqueléticos mediatos da E.R.M. utilizando o disjuntor de Hyrax. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 12, p. 36-48. 2007.

FERREIRA, PP; TORRES, M; CAMPOS, PSF; VOGEL, CJ; ARAÚJO, TM; CRUSOÉ-REBELLO, IMR. Evaluation of buccal bone coverage in the anterior region by cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 144, n. 5, p. 698-704. 2013.

GARCIA, RM; CLARO, CAA; CHAGAS, RV; ALMEIDA, G. Espessura do processo alveolar da região anterior da maxila e mandíbula em pacientes com discrepância óssea ântero-posterior. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, v. 10, n. 5, p. 137- 48. 2005.

GARIB DG, HENRIQUES JF, 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 Dentofacial Orthop**, v. 129, p. 749-58. 2006

GARIB DG, YATABE MS, OZAWA TO, SILVA FILHO OG. Morfologia alveolar sob a perspectiva da tomografia computadorizada: definindo os limites biológicos para a movimentação dentária. **Dental Press J Orthod**, v.15, n.5, p.192-205, 2010.

GARIB DG, MENEZES MHO, SILVA FILHO OG, SANTOS PBD. Immediate periodontal bone plate changes induced by rapid maxillary expansion in the early mixed dentition: CT findings. **Dental Press J Orthod**, v. 19, n. 3, p. 36-43. 2014.

GERLACH KL, ZAHL C. Surgically assisted rapid palatal expansion using a new distraction device: report of a case with an epimucosal fixation. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 63, p. 711-713. 2005.

HAAS AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. **Angle Orthod**, v. 31, p. 73-90. 1961.

HAAS AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. **Angle Orthod**, v. 35, p. 200-17. 1965.

HALAZONETIS DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 127, p. 627-37. 2005.

HANDELMAN CS. The anterior alveolus: its importance in limiting orthodontic treatment and its influence on the occurrence of iatrogenic sequelae. **The Angle Orthodontist**, v. 66, p. 95-110. 1996.

HARZER W, SCHNEIDER M, GEDRANGE T, TAUSCHE E. Direct bone placement of the hyrax fixation screw for surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE). **J Oral Maxillofac Surg**, v. 64, p. 1313-1317, 2006.

JANSSENS, A et al. Cone Beam CT for dental and maxillofacial radiology (Evidence-based guidelines). In:\_\_\_\_\_. **Radiation protection**. Luxembourg, 2012. Disponível em: <<http://www.sedentexct.eu>>. Acesso em: 10 mar.2013.

KAU CH, RICHMOND S, PALOMO JM, HANS MG. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. **J Orthod**, v. 32, p. 282-93. 2005.

KREBS A. Midpalatal suture expansion studies by the implant method over a seven-year period. **Rep Congr Eur Orthod Soc**, v. 40, p. 131-42. 1964.

LANGFORD SR, SIMS MR. Root surface resorption, repair and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. **Am J Orthod**, v. 81, p. 108-15. 1982.

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 Dentofacial Orthop**, v. 137, n. 4, p. 109-19, 2010.

MA ZG, YANG C, FANG B, XIA YH, MAO LX, FENG YM. Three-D imaging of dental alveolar bone change after fixed orthodontic treatment in patients with periodontitis. **Int J Clin Exp Med**, v. 8, n. 2, p. 2385-91. 2015.

MAJOR P, JOHNSON D, HESSE K, GLOVER K. Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification. **Angle Orthod**, v. 66, p. 51-60. 1996

MARINHO, RB. **Avaliação em tomografia computadorizada por feixe cônico da quantidade de tecido ósseo de suporte, vestibular e lingual, dos incisivos centrais inferiores e a relação com suas inclinações**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Cidade São Paulo, São Paulo; 2010.

MARTINS, PP; GARIB, DG; GREGHI, SLG; HENRIQUES, JFC. Avaliação periodontal dos incisivos inferiores em pacientes tratados ortodonticamente com extrações quatro de pré-molares. **Rev Fac Odontol Bauru**, v. 10, n. 4. 2002.

MASUMOTO, T; HAYASHI, I; KAWAMURA, A; TANAKA, K; KASAI, K. Relationships among facial type, buccolingual molar inclination, and cortical bone thickness of the mandible. **Eur J Orthod**, v. 23, p. 15-23, 2001.

MELSEN B. Biological reaction of alveolar bone to orthodontic tooth movement. **Angle Orthod**, v. 69, p. 151-8. 1999.

MENEZES CC, JANSON G, MASSARO CS, CAMBIAGHI L; GARIB DG. Precision, reproducibility, and accuracy of bone crest level measurements of CBCT cross sections using different resolutions. **Angle Orthod**, 0000;00:000-000. 2015.

MENGEL, R; CANDIR, M; SHIRATONI, K; FLORES-DE-JACOBY, L. Digital volume tomography in the diagnosis of periodontal defects: An in vitro study on native pig and human mandibles. **J Periodontol**, v.76, n.5, p.665-673. 2005.

MISCH KA, YI ES, SARMENT DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. **J Periodontol**, v. 77, p. 1261-6. 2006.

MOYERS, RE. **Handbook of orthodontics**. 4. ed. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1988. 477p.

MOZZO, P; PROCACCI, C; TACCONI, A; MARTINI, PT; ANDREIS, LAB. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **Eur Radiol**, v. 8, p. 1558-1554, 1998.

PODESSER B, WILLIAMS S, CRISMANI AG, BANTLEON HP. Evaluation os the effects of rapid maxillary expansion im growing children using computer tomography scanning: a pilot study. **Eur J Orthod**, v. 29, p. 37-44. 2007.

PINTO PX, MOMMAERTS MY, WREAKES G, JACOBS W. Immediate postexpansion changes following the use of the transpalatal distractor. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 59, p. 994-1000. 2001.

PROFFIT WR, FIELDS HW, SARVER, DM. **Contemporary orthodontics**. 4th ed. St. Louis: Mosby; 2007.

REITAN, K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 53, n. 10, p. 721-745. 1967.

RODRIGUES, MGS, ALARCÓN OMV, CARRARO E, ROCHA JF, CAPELOZZA ALA. Tomografia computadorizada por feixe cônico: formação da imagem, indicações e critérios para prescrição. **Odontol Clín Cient**, v.9, n. 2, p.115-118. 2010.

RUNGCHARASSAENG K, CARUSO JM, KAN JY, KIM J, TAYLOR G. Factors affecting buccal bone changes os maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 32, p. 428 e1-e8. 2007.

SCARFE, WC; FARMAN, AG. Cone beam computed tomography: A paradigm shift for clinical dentistry. **Australasian Dental Practice**, p.92-100, Jul./Aug. 2007.

SILVA FILHO OG, BOAS MCV, CAPELOZZA FILHO L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 100, p. 171-81. 1991.

SIRIN,Y; GUVEN, K; HORASAN, S; SENCAN, S. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and conventional multislice spiral tomography in sheep mandibular condyle fractures. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 39, p. 336-342, 2010.

TIMOCK AM, COOK V, MCDONALD T, LEO MC, CROWE J, BENNINGER BL. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 140, p. 734-44. 2011.

TORRES, MGG; CAMPOS, PSF; SEGUNDO, NPN; NAVARRO, M; CRUSOÉ-REBELLO, IMCR. Accuracy of linear measurements in Cone Beam Computed Tomography with different voxel sizes. **Implant Dentistry**, v. 21, n. 2, p.150-155. 2012.

VASCONCELOS, KF; ANGELISTA, KM; RODRIGUES, CD; ESTRELA, C; SOUSA, TO; SILVA, M. Detection of periodontal bone loss using cone beam CT and intraoral radiography. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 41, n. 1, p.64–69. 2012.

WERTZ R. A. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. **Am J Orthod**, v. 58, p. 41-66. 1970

WERTZ R, DRESKIN M. Midpalatal suture opening: a normative study. **Am J Orthod**, v. 71, p. 367-81. 1977.

YAO W; BEKMEZIAN S; HARDY D; KUSHNER HW; MILLER AJ; HUANG JC; LEE JS. Cone-Beam Computed Tomographic Comparison of Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion and Multipiece Le Fort I Osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 73, p. 499-508. 2015

ZANDI M; MIRESMAEILI A; HEIDARI A. Short-term skeletal and dental changes following bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical trial study. **Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery**, v. 42, p. 1190-1195. 2014.