

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ORTODONTIA E ORTOPEDIA FACIAL

GUILHERME PICOLLI BERND

**EFEITOS IMEDIATOS DA EXPANSÃO RÁPIDA  
DA MAXILA NA ALTURA E ESPESSURA ALVEOLAR,  
COM OS DISJUNTORES TIPO HAAS E HYRAX,  
EM TOMOGRAFIAS**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciane Macedo de Menezes  
Orientadora

Porto Alegre

2011

GUILHERME PICOLLI BERND

**EFEITOS IMEDIATOS DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA  
NA ALTURA E ESPESSURA ALVEOLAR,  
COM OS DISJUNTORES TIPO HAAS E HYRAX,  
EM TOMOGRAFIAS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção de grau de Mestre em Odontologia, área de concentração em Ortodontia e Ortopedia Facial, pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciane Macedo de Menezes

Porto Alegre

2011

GUILHERME PICOLLI BERND

**EFEITOS IMEDIATOS DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA  
NA ALTURA E ESPESSURA ALVEOLAR,  
COM OS DISJUNTORES TIPO HAAS E HYRAX,  
EM TOMOGRAFIAS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção de grau de Mestre na área de Ortodontia e Ortopedia Facial pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. José Nelson Mucha - UFF

---

Prof. Dr. Rogério Belle de Oliveira - PUCRS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciane Macedo de Menezes - PUCRS

## ***DEDICATÓRIA***

Agradeço a Deus todas as bênçãos recebidas no decorrer da minha vida, que me possibilitaram a realização deste trabalho

Aos meus pais, Gerson e Elisabeth, dedico este trabalho, pelo exemplo de amor, incentivo, apoio e compreensão que dedicaram a mim durante esta jornada e por sempre se esforçarem para poder me proporcionar o melhor, a vocês muito obrigado pela realização de mais um sonho.

Aos meus queridos irmãos, Marcelo e Juliana, pelo carinho, amizade e amor sempre presentes.

A minha avó, Teolide Z. De Conto Picolli, por ter me recebido em sua casa durante estes anos e por todo o incentivo, carinho e fé dedicados a mim.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Professora Doutora Luciane Macedo de Menezes, um expoente no ensino e pesquisa e propagadora de uma ortodontia diferenciada, os agradecimentos do aluno e colega, pela confiança depositada em mim e pelas qualificações obtidas desde o curso de especialização na ABO-RS sob sua orientação sendo a principal responsável pela minha formação ortodôntica, agradeço por seus incentivos e ensinamentos imensuráveis que fizeram parte da minha formação. Sua imensurável dedicação ao ensino em Ortodontia é um exemplo a ser seguido.

Ao Professor Doutor Eduardo Martinelli S. Lima, pela amizade e orientação clínica e científica que contibuíram para o meu aprimoramento profissional. Agradeço pelos seu ensinamentos clínicos, científicos, pelo apoio e convívio nestes anos do curso de mestrado.

Ao Professor Doutor Rogério Belle de Oliveira, agradeço pela grande amizade, orientação, e pelos imensuráveis ensinamentos cirúrgicos passados dentro e fora de sala de aula. Seus incentivos sempre positivos, contibuíram sobremaneira para meu crescimento profissional e pessoal.

À Professora Suzana Maria Deon Rizatto, exemplo de profissional, sua dedicação ao transmitir seu enorme conhecimento e experiência certamente contribuiu para meu aperfeiçoamento profissional.

Ao amigo e colega André Weissheimer, possuidor de grande conhecimento técnico e científico, que sempre me apoiou e passou seus conhecimentos com uma energia positiva, contribuindo para minha evolução como profissional. Durante estes anos de curso passamos por momentos de muita alegria, que certamente ficarão gravados na lembrança. Agradeço também por sua contribuição para com este trabalho, sem ela, este caminho seria ainda mais longo.

Ao meu grande amigo e colega Clécio Kopczynski Camargo que me acompanhou desde o curso de atualização na ABO, nestes anos em busca do conhecimento e aprimoramento profissional, tivemos muitos momentos de felicidade e alegria que não serão esquecidos. Agradeço pela sua sincera amizade, dedicação

e companhia dentro e fora do curso. Sempre alegre, e com idéias positivas, tornou esta jornada mais leve e produtiva.

À minha colega de curso, Karine Squeff, agradeço pelo apoio nas longas horas mensurando tomografias e pelos momentos de alegria e incentivos de uma amizade verdadeira. És uma colega de grande valor e exemplo de dedicação profissional.

À minha colega de curso, Liz Matzenbacher da Silva, agradeço pela amizade, alegria e apoio que tornaram estes anos de mestrado mais divertidos.

Aos meus colegas e amigos de curso, Claudia Kochenborger, Vanessa Dias, Fabiane Azeredo, Caroline Bittencourt, Renato Garcia, Maira Porto, Juliana Rizzatto, Gabriela Magilnik, Laura Flores pelos momentos alegres que contribuíram para que este período fosse muito especial em minha vida.

Aos colegas de mestrado e doutorado, Chalana Sangalli Reale, Lisandra Jacomelli Gourges, Mariana Roennau Lemos Rinaldi, Laura Lutz de Araujo, Diogo Antunes Vargas, Marina Lucia Cumerlato, Leandro Berni Osorio, Milton Farret, Tatiana Gonçalves, Susiane Allgayer e Rejane Hatje pela amizade, troca de conhecimentos e convívio alegre durante o curso.

Aos colegas de mestrado formados em 2010, Alexandra Mônego Moreira, Álvaro de Freitas Arteche, Eleonora Soares Benneman, Laércio Santos Dias, Mauro Monteiro Cardoso e Susiane Allgayer pelo convívio no início do curso, crescimento pessoal, profissional e companheirismo.

Aos meus professores do curso de ortodontia da ABO-RS, Carlos Alberto E. Tavares, Gabriella Rosenbach, Déborah Platcheck, Flávia Ely Oliveira, Régis Rizzatto, Andréa Becker de Oliveira, Sílvia Dall'Igna, Suzana Rizzatto e Luciane Macedo de Menezes que muito me ensinaram com competência e sempre me incentivaram pela busca do conhecimento.

A Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, pela qual tenho admiração e tive a excelente oportunidade de cursar o Mestrado em Ortodontia.

A CAPES, pela bolsa de estudos fornecida durante o curso.

A todas pessoas amadas, que de alguma forma, colaboraram para a conquista de mais esse sonho.

## RESUMO

**Objetivo:** avaliar os efeitos imediatos da expansão rápida da maxila sobre a altura e espessura alveolar na região de molares, comparando a ação dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax, por meio da análise de tomografias computadorizadas *Cone Beam*. **Metodologia:** Foram testadas duas metodologias para avaliação periodontal, uma posicionando os cortes tomográficos em relação ao plano palatal (A) e outra em relação ao longo eixo dentário (B). Após determinada a melhor metodologia, a mesma foi aplicada. Foram avaliadas 66 tomografias de 33 pacientes (pré-expansão e imediatamente após a expansão) em região de molares superiores, objetivando observar as seguintes alterações estruturais: altura e espessura óssea alveolar, alterações transversais e angulação intermolares. Foram realizados os testes estatísticos de Wilcoxon e de modelo misto para medidas repetidas, com efeito aleatório para paciente e intervalos de confiança em 95%. **Resultados:** Foi observada redução média na espessura óssea alveolar de 0,39mm e perda óssea vertical média de 0,55mm na região vestibular de molares superiores. **Conclusão:** a metodologia B mostrou-se mais adequada para avaliar os efeitos imediatos da ERM no periodonto de suporte, que foram: redução da altura e espessura óssea alveolar na vestibular dos molares superiores; inclinação dos molares para vestibular em ambos os grupos, sendo significativamente maior no Grupo Haas; aumento das dimensões transversais intermolares em ambos os grupos, sendo que a distância intermolares ao nível de furca aumentou significativamente mais no Grupo Hyrax.

**Palavras-chave:** Técnica de Expansão Palatina, Ortodontia, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Perda Óssea Alveolar, Periodontia, Periodonto.

## ABSTRACT

**Introduction:** The purpose of this study was to evaluate the immediate effects of the rapid maxillary expansion (RME) on the bone thickness and level of maxillary first molars, comparing the tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders, in CBCT.

**Methodology:** Two methodologies for periodontal evaluation were tested, one positioning the tomographic cut parallel to the palatal plane (A), and another positioning the cut parallel to the long axis of the dental root (B). After determining the best methodology, it was applied. The sample comprised of 66 CBCT exams (before expansion and immediate after expansion) from 33 patients. Multiplanar reconstruction was used to measure the following changes: buccal marginal bone level and thickness, interdental distance and intermolar angle. The Wilcoxon test and a mixed analysis of variance (ANOVA) model with alleatory effect to patients at a significance level of 5% were performed. **Results:** A mean reduction of 0,39 mm was observed on buccal bone thickness and a reduction of the buccal bone level of 0,55 mm was found as immediate effects after RME. **Conclusions:** The B methodology showed more reliable results for measuring the effects of RME on the buccal bone. The immediate effects of RME showed reduction of the buccal bone level and thickness of maxillary molars in both groups; the tooth-tissue-borne expander produced greater buccal crown tipping than did the tooth-borne expander; the interdental distances increased in both groups, but the interdental distance at the furcation level had a greater increase in the tooth-bourne group.

## LISTA DE SIGLAS

AI	Ângulo interdental
DC	Distância interdental medida entre pontas de cúspide vestibulares dos molares
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
DR	Distância interdental medida entre condutos radiculares méso-vestibulares dos molares
ERM	Expansão rápida da maxila
E5	Espessura óssea a 5 mm da junção cimento-esmalte
E10	Espessura óssea a 10 mm da junção cimento-esmalte
FO	Faculdade de Odontologia
FOV	<i>Field of view</i> (Campo de Visão) utilizado em tomografia computadorizada
JCE	Junção cimento-esmalte
MV	Mésio-vestibular
NOV	Mensuração do nível ósseo vestibular até a junção cimento-esmalte
NOVC	Mensuração do nível ósseo vestibular até a ponta de cúspide vestibular
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
TC	Tomografia Computadorizada
TCCB	Tomografia Computadorizada <i>Cone Beam</i>

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 DELINEAMENTO DA PESQUISA:	13
2.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA	13
2.3 PROTOCOLO DE TRATAMENTO	16
2.4 DOCUMENTAÇÃO SOLICITADA	16
2.5 OBTENÇÃO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS DA FACE	17
2.6 AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA	17
2.6.1 Padronização do posicionamento dentário para mensurações periodontais	18
2.6.2 Análise da altura e da espessura óssea alveolar.	19
2.6.3 Análise das relações intermolares	21
3 ARTIGO 1	24
4 ARTIGO 2	41
5 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	65
ANEXOS	68

## 1 INTRODUÇÃO

A Expansão Rápida da Maxila (ERM) consiste em um método eficaz de tratamento que visa a corrigir a atresia maxilar e as discrepâncias de perímetro na arcada dentária superior. Diferentes tipos de aparelhos podem ser utilizados para corrigir essas alterações maxilares. Dentre esses, destacam-se os expansores tipo Haas e Hyrax, que se diferenciam, principalmente, pela forma de ancoragem que utilizam e pelos materiais de confecção. O expansor tipo Haas é um aparelho dento-muco-suportado em que forças geradas pela expansão são transmitidas aos dentes, paredes ósseas vestibulares e processos alveolares palatinos.<sup>1,2</sup> Já no expansor tipo Hyrax, por ser dento-suportado, as forças geradas são transmitidas principalmente aos dentes de ancoragem e suas paredes ósseas vestibulares.<sup>3</sup> Ambos os expansores têm o objetivo de produzir forças ortopédicas, nas quais as mudanças ocorrem, basicamente, nas estruturas esqueléticas adjacentes, em vez de mover os dentes através do osso alveolar. No entanto, um estudo de expansão ortopédica realizado em crianças com implantes metálicos utilizados como referência<sup>4</sup> demonstrou que, do total da expansão realizada, somente 50% de movimento esquelético foi alcançado e que o restante da expansão foi atribuída a movimentos dentários. Além disso, nos procedimentos com adolescentes, o estudo contabilizou que somente 35% do movimento foram de caráter esquelético e 65% se deveram à movimentação dentária. Essa maior expansão dentária também foi demonstrada por outros estudos realizados com Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB),<sup>3,5,6</sup> em que o ganho esquelético variou de 30 a 50% da quantidade de ativação do parafuso expansor, sendo menor na região posterior da maxila do que na região anterior, com valores de 30 a 41,5% de expansão na região posterior, e de 43,5 a 50% na região anterior.<sup>5</sup> Quanto maior a idade do paciente, mais acentuadas são a inclinação e a movimentação dentária o que aumenta o risco de os dentes se moverem para fora do processo alveolar, podendo reduzir a espessura do osso vestibular e provocar deiscências na região e predispor à recessão gengival.<sup>4,5,7</sup>

Diversos estudos sobre ERM avaliaram as mudanças em modelos de gesso ou em radiografias cefalométricas, antes e após o tratamento, a fim de avaliar os efeitos dentários e esqueléticos a longo prazo.<sup>7-9</sup> A Tomografia Computadorizada

(TC), por outro lado, tem proporcionado uma avaliação mais precisa dos tecidos duros do periodonto e permite um estudo tridimensional das estruturas faciais. A TCCB é um método de diagnóstico que utiliza menor quantidade de radiação, em relação à tomografia computadorizada tradicional, sendo é capaz de reproduzir imagens de alta nitidez nos três planos do espaço, com um menor custo biológico para o paciente.<sup>10</sup>

O presente trabalho, a partir dessas premissas, tem como objetivo comparar duas metodologias para avaliação de altura e espessura óssea periodontal e determinar os efeitos imediatos da expansão rápida de maxila sobre o posicionamento dos molares superiores e suas estruturas de suporte, comparando os expansores tipo Haas e Hyrax mediante a análise em tomografias computadorizadas *Cone Beam*.

## 2 DELINEAMENTO DA PESQUISA:

### 2.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

No presente estudo retrospectivo foram selecionados, inicialmente, 57 indivíduos portadores de deficiência transversa de maxila que receberam tratamento com o procedimento de ERM na Clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), no período compreendido entre os anos de 2007 e 2009. Além da evidência da necessidade de tratamento com ERM devido à atresia maxilar, outros critérios foram utilizados na seleção dos pacientes para a amostra:

1. ter sido tratado com expansores maxilares tipo Haas ou tipo Hyrax;
2. possuir idade entre 7 e 14 anos, com a presença dos primeiros molares superiores permanentes totalmente erupcionados e dos primeiros pré-molares superiores ou primeiros molares decíduos superiores com implantação radicular adequada e mobilidade normal;
3. não apresentar histórico de tratamento ortodôntico prévio ou outro tratamento que pudesse interferir no curso normal do crescimento e no desenvolvimento maxilomandibular;
4. apresentar exames tomográficos nos períodos de pré e pós-expansão.

Os critérios utilizados para a exclusão de pacientes da amostra foram:

1. Presença de malformações congênitas;
2. Agenesias dentárias;
3. Tratamento ortodôntico prévio;
4. Presença de doença periodontal prévia, afetando o periodonto de suporte;
5. Idade inferior a 7 anos ou superior a 14 anos;
6. Presença de restaurações metálicas extensas nos dentes posteriores maxilares;
7. Intercorrências durante o tratamento (quebras dos aparelhos, ativações inadequadas)
8. Problemas com as Tomografias (qualidade das imagens, artefatos ou distorções de imagem)

Considerando esses critérios, neste estudo, a amostra foi reduzida para 33 indivíduos brancos, com idades cronológicas que variaram de 7 anos e 3 meses a 14 anos e 6 meses, com média de 10 anos e 10 meses (Quadro 1). No que concerne ao gênero, 21 eram indivíduos femininos e 12, masculinos. Antes do tratamento, os indivíduos foram divididos em 2 grupos por amostragem aleatória simples: o Grupo 1 (Grupo Haas), formado por 16 indivíduos submetidos ao protocolo de expansão maxilar com o expansor tipo Haas; e o Grupo 2 (Grupo Hyrax), formado por 17 indivíduos submetidos ao protocolo de expansão maxilar com o expansor tipo Hyrax.

**Quadro 1** - Caracterização da amostra quanto à idade, ao número e ao gênero.

	<b>Número de Pacientes</b>	<b>Idade Cronológica (média)</b>	<b>Gênero Masculino</b>	<b>Gênero Feminino</b>
<b>Grupo 1 (Haas)</b>	16	10 anos e 6 meses	5	11
<b>Grupo 2 (Hyrax)</b>	17	11 anos e 4 meses	7	10
<b>Total</b>	33	10 anos e 10 meses	12	21

Fonte: Bernd (2011).

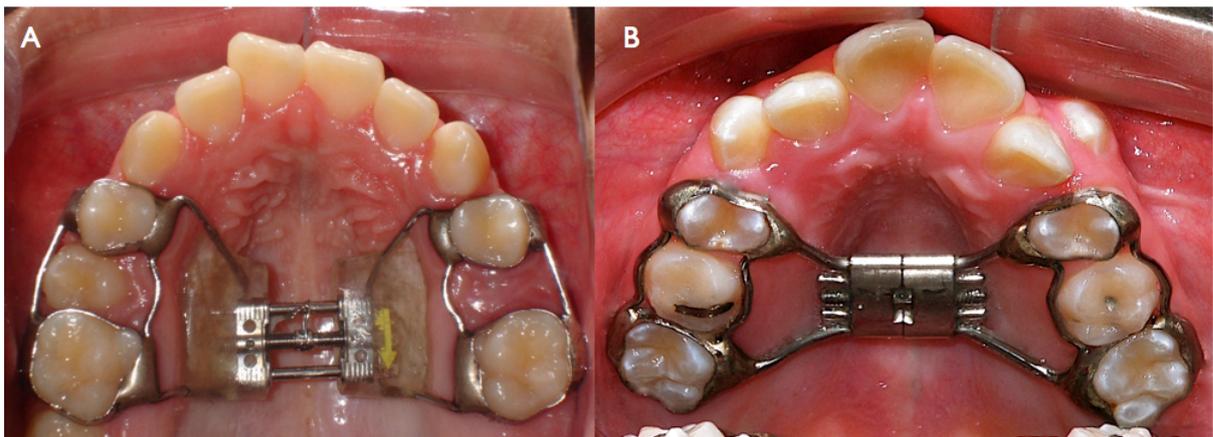
O projeto de pesquisa para a elaboração deste trabalho foi previamente aprovado pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS (Anexo 2, p. 69) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS (Anexo 3, p.70) Como o presente estudo se caracteriza por ser retrospectivo, uma vez que foram analisados dados de exames tomográficos já realizados, muitos desses pacientes já concluíram o tratamento ortodôntico, não sendo possível o contato com seus responsáveis para esclarecer-lhes os detalhes da presente investigação. Portanto, foi efetivado um termo de compromisso para utilização dos dados (Anexo 1, p. 68).

## 2.2 CONFECÇÃO E CIMENTAÇÃO DOS APARELHOS EXPANSORES

Os aparelhos expansores tipo Haas e tipo Hyrax foram confeccionados em duas fases: uma clínica (realizada na Clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS), e uma laboratorial (realizada no Laboratório Ortodôntico Knoll). Os procedimentos e a confecção dos aparelhos foram realizados de forma padronizada para todos os pacientes, segundo o protocolo utilizado por Weissheimer<sup>5</sup> e Dias.<sup>11</sup>

Os aparelhos tipo Haas e Hyrax diferenciam-se principalmente pela maneira de ancoragem. O disjuntor tipo Haas, por ser ancorado em dentes e mucosa palatina, é também chamado de dento-muco-suportado (Figura 1A). Já o disjuntor tipo Hyrax, por ser ancorado somente por dentes, é chamado de dento-suportado (Figura 1B).

Ambos os disjuntores eram compostos por 4 anéis e barras vestibulares de aço inoxidável de 1,0mm de diâmetro. No disjuntor tipo Haas a estrutura metálica palatina era composta por barras de aço inoxidável de 1,0mm que eram unidas ao parafuso expansor pelo corpo acrílico. No disjuntor tipo Hyrax as próprias extensões do parafuso (1,4mm) eram adaptadas e soldadas diretamente aos anéis, sem a presença do corpo acrílico.



**Figura 1:** Vista intrabucal superior, demonstrando o expansor tipo Haas (A) e, expansor tipo Hyrax (B)  
Fonte: Bernd (2011)

## 2.3 PROTOCOLO DE TRATAMENTO

Ambos os grupos (Haas e Hyrax) seguiram a mesma técnica de ativações.

A ativação inicial do parafuso expensor após a cimentação foi de 0,8 mm (4/4 de volta). A partir do segundo dia foi realizada ativação diária de 1/4 de volta no período da manhã, e 1/4 de volta no período noturno, perfazendo um total diário de 2/4 de volta, que equivalem a 0,4 mm de abertura do parafuso.

Para orientar os pacientes quanto ao correto protocolo de ativação do aparelho, foi fornecido um mapa de ativação ao responsável pelo paciente. Esse mapa continha informações como as datas e o número exato de ativações a serem realizadas. Durante a fase de expansão, os pacientes eram examinados semanalmente, ocasião em que eram verificados o mapa de ativação, as condições clínicas do aparelho, os efeitos decorrentes da ERM e a quantidade de abertura do parafuso expensor. Após dezenove dias de ativação, quando o parafuso alcançava a abertura desejada de 8mm, conferida com compasso de pontas secas (*Miltex Inc.*, Alemanha), realizava-se a estabilização do parafuso expensor com fio de amarrilho 0,30 mm para fixar a rosca do parafuso. Após, o paciente era encaminhado para realizar o segundo exame tomográfico (T2).

## 2.4 DOCUMENTAÇÃO SOLICITADA

Antes da realização do tratamento de ERM, os indivíduos dos Grupos 1 e 2 constituíram uma documentação inicial (T1), composta por:

1. Tomografia computadorizada *Cone Beam* da face;
2. Radiografia de mão e punho;
3. Fotografias extraorais: perfil, frente e frente sorrindo;
4. Fotografias intraorais: frente, direita, esquerda; superior e inferior;
5. Modelos de estudo.

Concluídas as ativações do parafuso expensor, uma segunda documentação (T2) foi realizada, constituída apenas pela tomografia computadorizada da face.

Neste estudo foram utilizados os exames tomográficos para a realização das medidas e comparações desejadas, referentes aos períodos pré (T1) e imediatamente pós-expansão (T2).

## 2.5 OBTENÇÃO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS DA FACE

Todas as tomografias computadorizadas foram realizadas em uma clínica privada de radiologia (Centro de Diagnóstico por Imagem – CDI), localizada no complexo Mãe de Deus Center, em Porto Alegre/RS. Foi utilizado um tomógrafo volumétrico computadorizado de feixe cônico (*I-CAT® 3D Dental Imaging System, Pensilvânia, EUA*) conforme tomada padrão para reconstrução tridimensional da face: regulagem de 8mA, 120kV, tempo de exposição de 40 segundos com resolução de *voxel* de 0,3mm.

Os pacientes foram posicionados sentados, de olhos fechados, mantendo o plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e o plano médio sagital perpendicular ao solo. Esses pacientes foram instruídos a permanecerem em máxima intercuspidação habitual e a não deglutirem durante a realização do exame. Para o correto posicionamento foi utilizado o apoio de cabeça do próprio equipamento.

Os exames realizados eram reconstruídos pelo software que acompanha o tomógrafo como cortes transaxiais compostos por voxels isométricos de 0,3mm para, então, serem exportados no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e gravados em mídia CD-ROM.

## 2.6 AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA

Os arquivos DICOM contendo as imagens tomográficas dos pacientes foram analisados por meio do *software* InVivo5® (Anatomage®, Califórnia, USA). Nesses

arquivos se avaliaram os efeitos no periodonto de suporte decorrentes da ERM nos períodos T1 (pré-expansão) e T2 (imediatamente após a expansão).

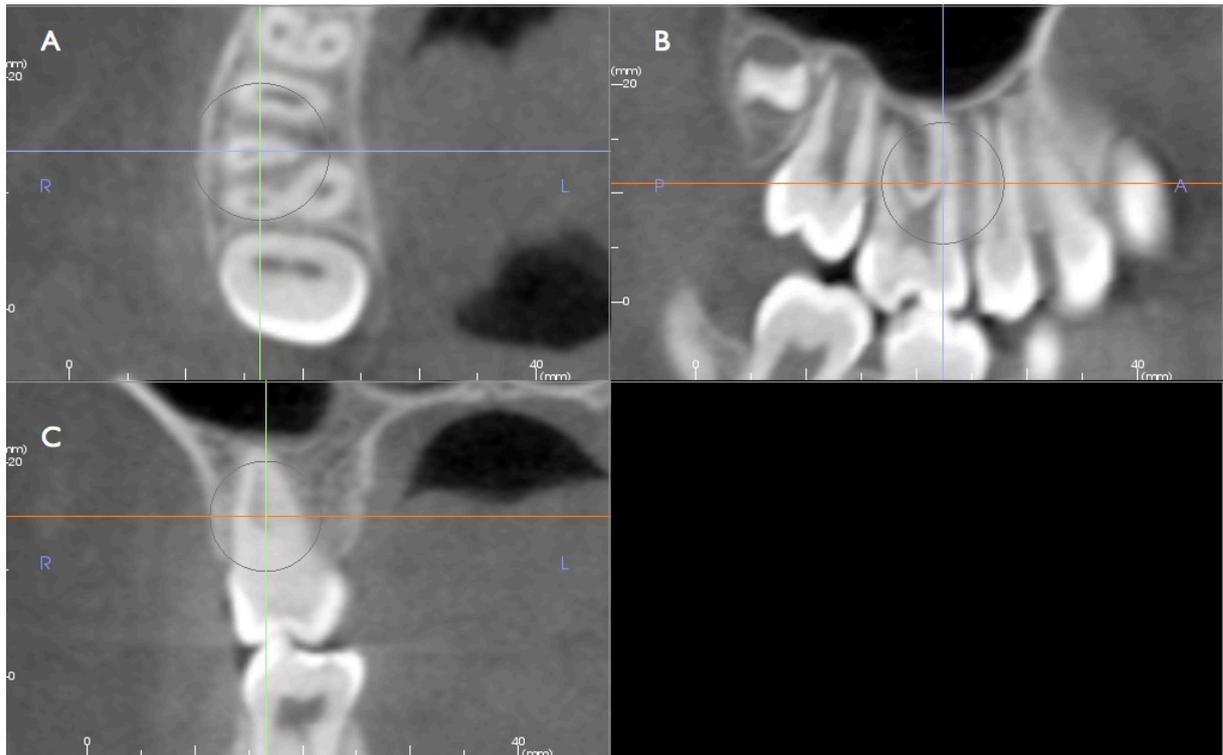
Inicialmente, os arquivos DICOM foram importados para um computador com a seguinte configuração: processador Intel Core 2 Duo 2.4Ghz, Memória RAM 4GB 1067MHz DDR 3, placa de vídeo *NVIDIA GeForce 9400M* com 256 MB, monitor de 13,3 polegadas e resolução de 1280 x 800. Em seguida, os arquivos DICOM a serem analisados foram abertos com uso do software InVivo5®, quando as imagens foram avaliadas no modo de secções multiplanares (Axial, Coronal e Sagital).

Para evitar a realização de cortes em diferentes posições entre T1 e T2, decorrentes da inclinação dentária que pode ocorrer com o uso de expansores maxilares, o posicionamento das tomografias teve como referência o longo eixo das raízes méso-vestibulares dos primeiros molares superiores (dentes 16 e 26), para realizar as medidas periodontais no osso alveolar vestibular.

#### 2.6.1 Padronização do posicionamento dentário para mensurações periodontais

A padronização dos cortes foi realizada da seguinte maneira:

- No corte axial, logo abaixo da região de furca dos primeiros molares superiores, posicionou-se a linha de referência coronal, de modo que ela cruzasse pelo centro da raiz méso-vestibular em seu longo eixo transversal (vestíbulo - palatino), de acordo com a Figura 2A.
- No eixo sagital, a inclinação méso-distal do molar foi ajustada, de modo que a linha de referência coronal passasse pelo centro da raiz méso-vestibular em seu comprimento (Figura 2B).
- Na imagem coronal, posicionou-se o molar de modo que a superfície vestibular da raiz méso-vestibular ficasse paralela à linha de referência sagital (Figura 2C).



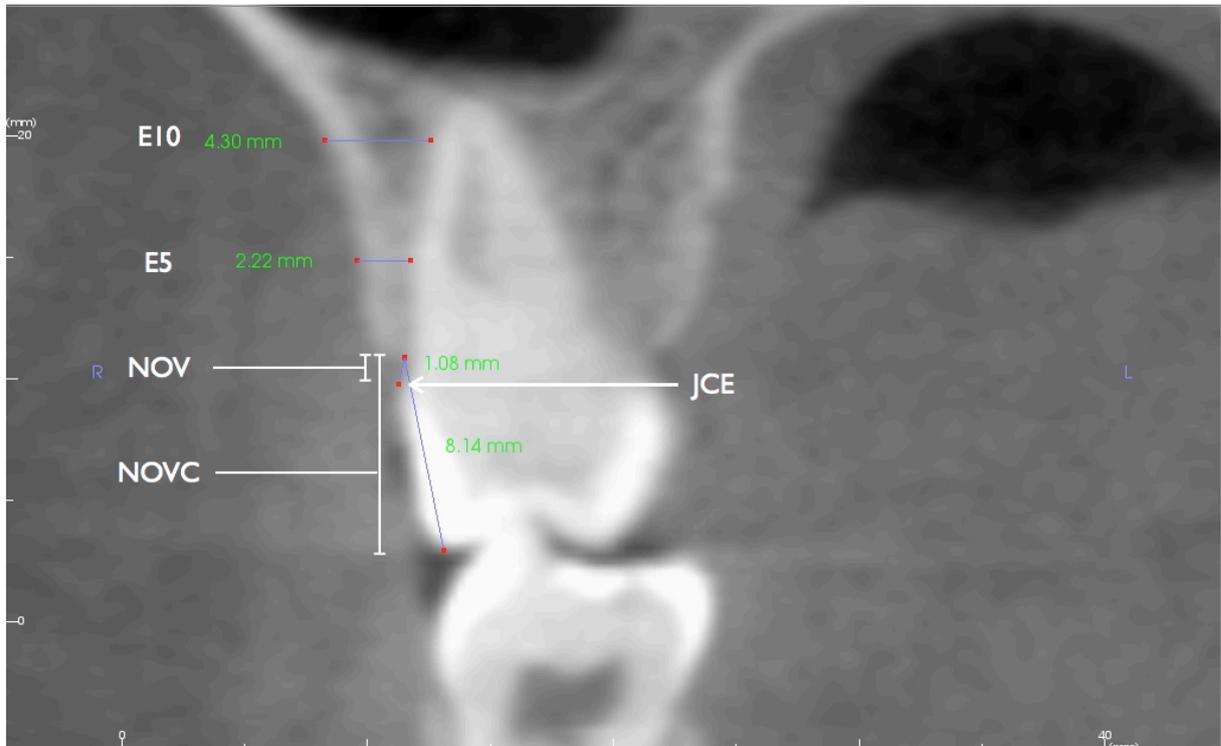
**Figura 2:** Padronização do posicionamento dentário nos cortes: axial (A), longo eixo radicular em vista sagital (B) e longo eixo da raiz MV em vista coronal (C).  
Fonte: Bernd (2011)

Assim, se obteve um corte coronal da raiz méso-vestibular do primeiro molar superior, onde era possível visualizar com nitidez o processo alveolar vestibular e o longo eixo radicular do molar para que fossem realizadas as mensurações (Figura 3). Feitas as medições relativas ao primeiro molar superior direito, os procedimentos de posicionamento e mensurações foram repetidos para o primeiro molar superior esquerdo.

### 2.6.2 Análise da altura e da espessura óssea alveolar.

As medidas da altura e espessura óssea alveolar vestibular foram realizadas na imagem coronal da forma como será descrita a seguir: após posicionar a imagem em aspecto coronal de maneira padronizada, selecionou-se o corte coronal no modo de visualização em tela cheia, para a identificação dos pontos de referência e a realização das medidas. Com a imagem ampliada, iniciou-se pela identificação da junção cimento-esmalte (JCE) vestibular; mediu-se, então, o nível ósseo alveolar

vestibular (NOV) que corresponde à distância entre a JCE e a porção mais coronal da crista óssea alveolar vestibular, conforme mostra a Figura 3.



**Figura 3:** Corte coronal demonstrativo de mensuração da altura e da espessura óssea alveolar.  
Fonte: Bernd (2011)

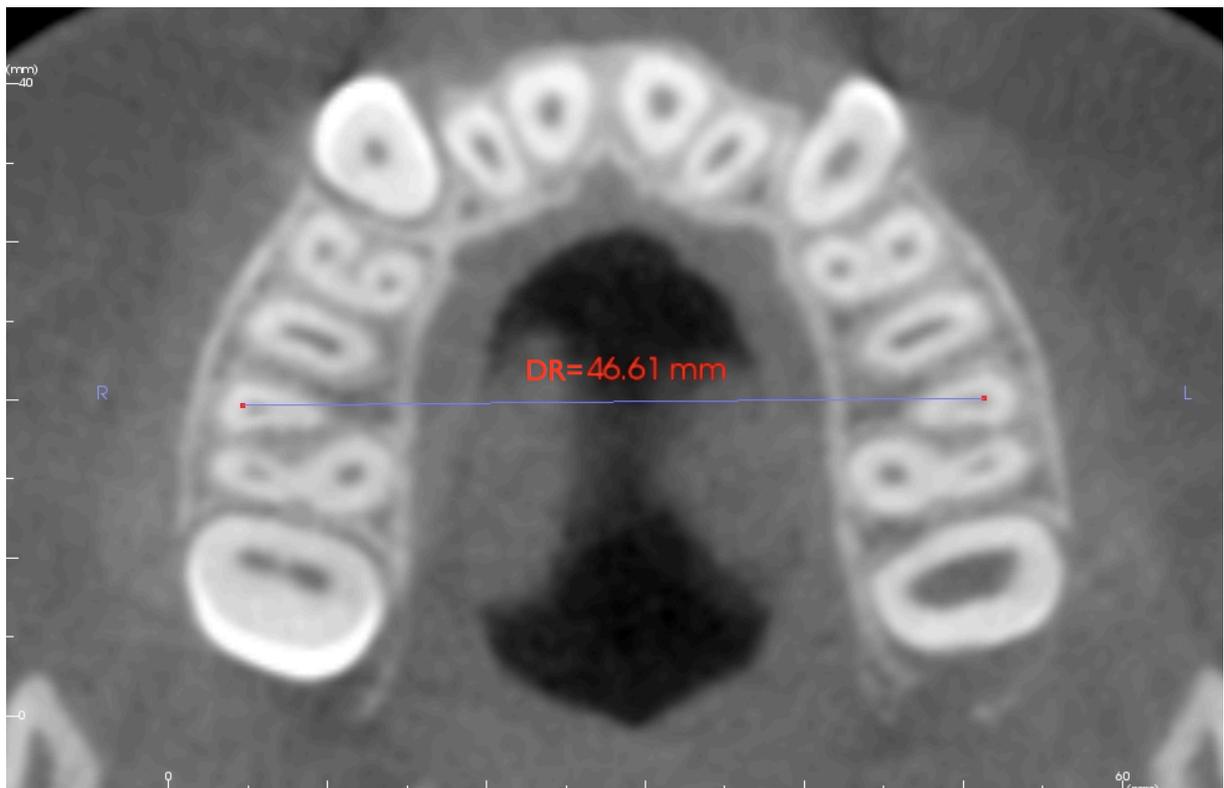
Uma segunda mensuração do nível ósseo foi realizada, com a utilização da ponta de cúspide vestibular como referência, até a crista óssea alveolar vestibular (NOVC), como sugeriram Garib *et al.* (2006).<sup>12</sup>

Para a avaliação da espessura óssea alveolar vestibular, foram realizadas duas mensurações em diferentes alturas: a primeira, a 5 mm da JCE (E5) e a outra, mais apical, a 10 mm da JCE (E10). Com a imagem coronal ampliada, posicionou-se a linha de referência horizontal sobre a JCE vestibular; em seguida, movimentou-se essa linha para 5 mm mais apical à JCE e, sobre esta, mensurou-se a distância entre a superfície externa radicular vestibular e a porção mais externa da cortical óssea alveolar. Após isso, a linha horizontal foi movimentada para 10 mm da JCE e, sobre esta, mediu-se a espessura óssea alveolar conforme descrita (E10)(Figura 3). Ao serem concluídas as mensurações de altura e espessura óssea no primeiro molar superior direito, idêntica metodologia foi repetida para o lado esquerdo.

### 2.6.3 Análise das relações intermolares

Além de avaliar a altura e a espessura óssea para os dentes 16 e 26, foram tomadas medidas para avaliar e quantificar a expansão e a inclinação dentária com os aparelhos tipo Haas e Hyrax.

A distância intermolares foi avaliada em dois pontos: a primeira, em corte axial, na altura da região de furca, onde as raízes vestibulares dos primeiros molares superiores estão levemente separadas (Figura 4). Após posicionar o corte na altura correta (na região onde as raízes vestibulares de ambos os primeiros molares se separam, nivelado entre os molares), mediu-se a distância interdental radicular entre a parede vestibular dos condutos radiculares das raízes méso-vestibulares dos molares superiores (DR). Essa medida foi realizada em T1 e T2, visando quantificar a distância interdental no nível de furca dos molares.



**Figura 4:** Corte axial na altura da região de furca dos molares superiores para mensuração da distância interradicular (DR).  
Fonte: Bernd (2011)

A segunda avaliação da distância intermolares foi realizada em imagem coronal, em que o corte passava pela região de furca entre as raízes méso-vestibular e disto-vestibular em ambos os molares. Na imagem obtida, mediu-se a distância interdental entre as pontas de cúspide vestibulares dos molares superiores (DC), de forma semelhante ao método sugerido por Rungcharassaeng et. al(2007).<sup>13</sup> Nesse corte coronal, realizado entre as raízes vestibulares, foi avaliada a angulação intermolares (AI), para quantificar a inclinação dentária ocorrida nos molares com a expansão maxilar.<sup>13</sup> A obtenção da AI foi assim realizada: no corte coronal, traçou-se uma linha passando pelas pontas de cúspide vestibular e palatina do primeiro molar superior direito e esquerdo, em direção à linha média, conforme demonstra a Figura 5. No ponto onde as duas linhas se cruzam, utilizou-se a ferramenta de mensuração de ângulo para medir o AI. Quanto menor o ângulo, maior é a inclinação entre os molares.



**Figura 5:** Ilustração da metodologia utilizada para obter a distância (DC) e a angulação (AI) intermolares.

Fonte: Bernd (2011)

Os dados obtidos foram organizados em tabelas e analisados estatisticamente utilizando um modelo misto para medidas repetidas, com efeito aleatório para paciente (Szklo & Nieto (2007))<sup>14</sup> e intervalos com 95% de confiança. As comparações de médias utilizaram um modelo misto de medidas com efeitos do Tempo, do Expansor e a interação Tempo x Expansor, bem como Idade e Sexo, para ajuste de confundimento. Os modelos foram ajustados no procedimento PROC MIXED do programa SAS (*Statistical Analysis System*), versão 9.2.

### 3 ARTIGO 1

#### **Comparação de dois métodos para avaliação da altura e espessura alveolar na região de molares.**

##### **Resumo:**

O objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade intra-examinador de dois métodos para a avaliação óssea periodontal em altura e espessura na vestibular dos molares superiores, utilizando 8 tomografias computadorizadas *Cone Beam*. A principal diferença entre as duas metodologias foi o modo de padronização do posicionamento das tomografias, a primeira (A), em relação ao plano palatal, e, a segunda (B), de acordo com o longo eixo radicular dos dentes a serem examinados. Ambas as metodologias foram submetidas ao teste do erro através da análise não-paramétrica de Wilcoxon. Os resultados revelaram não haver diferença estatisticamente significativa para os parâmetros avaliados na Metodologia B. Já para a Metodologia A, houve diferença estatisticamente significativa para 3 dos 8 parâmetros avaliados, embora, tais diferenças tenham sido menores que 0,87mm e portanto, pouco relevantes clinicamente. Concluiu-se que a metodologia B apresentou menores variações entre as mensurações repetidas em relação a metodologia A, apesar de, não serem clinicamente significativas.

Palavras-chave: Técnica de Expansão Palatina, Ortodontia, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Perda Óssea Alveolar, Periodontia, Periodonto.

## Introdução

As estruturas periodontais são de primordial importância para a saúde oral. O periodonto exerce as funções de proteção e suporte dos dentes e pode ser dividido em: periodonto de proteção, que compreende os tecidos gengivais que recobrem o dente, e periodonto de suporte, que compreende ao osso alveolar e ligamento periodontal.

Ao longo de toda a vida do órgão dentário, o periodonto vai sofrendo constantes remodelações de origem funcional, morfológica ou patológica. Essas remodelações são mais intensas ao movimentar os dentes durante a terapia ortodôntica o que levou diversos autores a investigar essas alterações periodontais associadas ao tratamento ortodôntico<sup>1-7</sup>.

A quantificação das reais alterações da movimentação ortodôntica sobre o periodonto de suporte ainda não está clara.<sup>2,8</sup> Com o surgimento da tecnologia de tomografia computadorizada (TC), diversos trabalhos tem proposto métodos para quantificar as alterações periodontais ao nível ósseo e gengival em análises computadorizadas.<sup>4-7,9,10</sup> Porém não existe um consenso quanto aos parâmetros a serem utilizados para a tomada tomográfica e quanto aos pontos de referência a serem utilizados.

O presente estudo visa avaliar e comparar duas metodologias para avaliação periodontal em tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB), contribuindo para o estabelecimento de um protocolo de avaliação dos tecidos de suporte periodontais de um grupo de dentes.

## Materiais e Métodos

O projeto de pesquisa para a elaboração deste trabalho foi previamente aprovado pela Comissão Científica e Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS (Anexo 2, página 70) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS (Anexo 3, página 71) Como o presente estudo se caracteriza por ser retrospectivo, uma vez que foram analisados dados de exames tomográficos já realizados, muitos desses pacientes já concluíram o tratamento ortodôntico, não sendo possível o contato com seus responsáveis para esclarecer-lhes os detalhes da presente investigação. Portanto, foi efetivado um termo de compromisso para utilização dos dados (Anexo 1, página 69).

Para o presente estudo, foram selecionadas 10 tomografias pré-tratamento de pacientes da Clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS. Além de possuir TCCB, os pacientes para participares da amostra não deveriam apresentar histórico de tratamento ortodôntico prévio ou outro tratamento que pudesse interferir no curso normal do crescimento e no desenvolvimento maxilomandibular;

Os critérios utilizados para a exclusão de pacientes da amostra foram:

1. Presença de malformações congênitas;
2. Agenesias dentárias;
3. Tratamento ortodôntico prévio;
4. Presença de doença periodontal prévia, afetando o periodonto de suporte;
5. Idade inferior a 10 anos ou superior a 14 anos;
6. Presença de restaurações metálicas extensas nos dentes posteriores maxilares;
7. Problemas com as Tomografias (qualidade das imagens, artefatos ou distorções de imagem)

Considerando esses critérios, a amostra inicial foi reduzida para 8 tomografias pré-tratamento devido as outras 2 tomografias estarem tremidas ou apresentarem artefatos.

Todas as TCCB foram realizadas utilizando o tomógrafo i-CAT® (*Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA*), com a seguinte configuração: 120 kV, 8 mA, tempo de 40 segundos e dimensão de voxel em 0,3 mm. Os dados de cada paciente foram exportados para o formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) com cortes de 0,3mm de espessura, e as imagens foram analisadas com uso do *software* InVivo5® (*Anatomage, Califórnia, USA*). Todas as mensurações foram realizadas de um modo

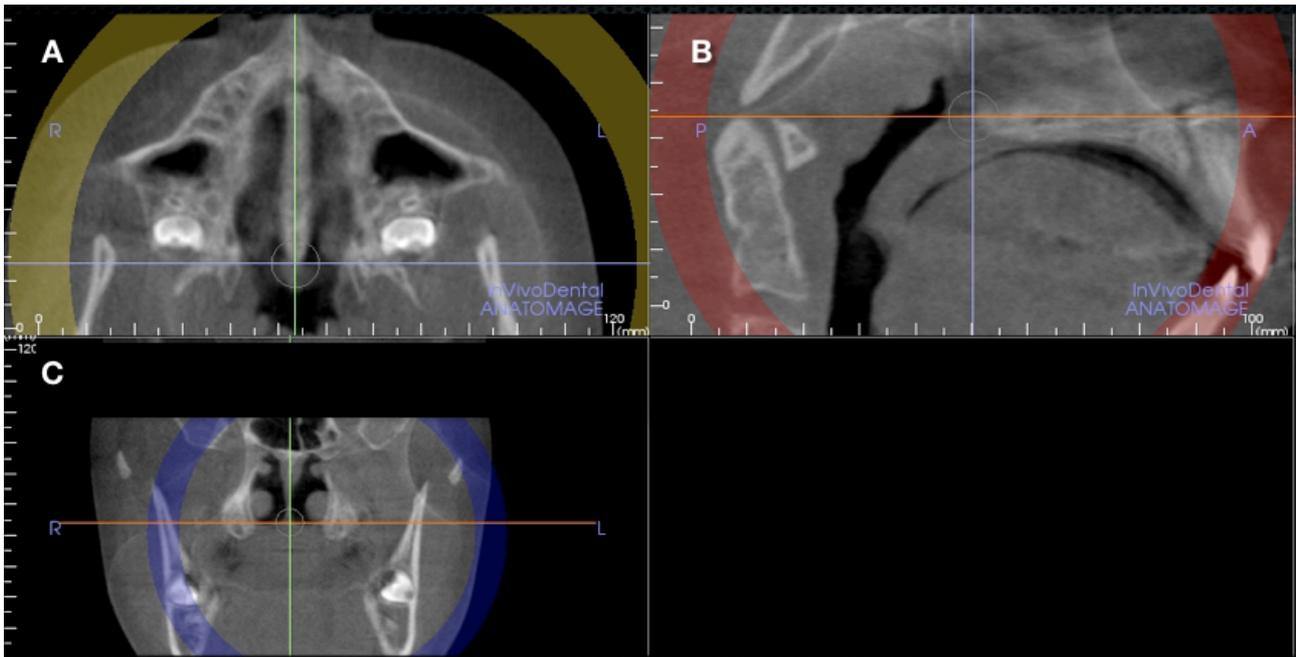
cego, por um mesmo examinador, que não teve acesso aos dados clínicos dos pacientes incluídos na amostra.

As TCCB foram analisadas utilizando duas metodologias distintas com o objetivo de quantificar a altura e espessura óssea na vestibular dos primeiros molares superiores direito e esquerdo. Com o objetivo de comparar as metodologias, as mensurações foram repetidas pelo mesmo examinador em um intervalo de 15 dias (T1 e T2) e o teste não-paramétrico de Wilcoxon foi realizado para cada um dos parâmetros de ambas as metodologias.

Foram avaliados 2 parâmetros de altura óssea e 2 de espessura óssea na vestibular de cada primeiro molar superior nas duas metodologias, totalizando 256 mensurações realizadas nas 8 tomografias, incluindo as repetições. Todas as mensurações foram realizadas com o software InVivo5<sup>®</sup>, sendo as imagens posicionadas diferentemente em cada metodologia, como se explicita a seguir:

- Metodologia A: Imagens padronizadas posicionando os cortes de acordo com o plano palatino.
- Metodologia B: Imagens padronizadas posicionando os cortes de acordo com o longo eixo radicular a ser analisado.

Na metodologia A, a linha de referência vertical (verde) do *software* foi posicionada sobre o plano palatino (Figura 1A) passando pelos pontos espinha nasal anterior (ENA) e espinha nasal posterior (ENP). Na imagem sagital (Figura 1B), a inclinação do plano palatino era ajustada de modo que a linha de referência horizontal (laranja), fosse posicionada sobre a ENA e ENP.



**Figura 1:** Padronização do posicionamento maxilar: plano palatal em vista axial (A), plano palatal em vista sagital (B) e vista coronal (C).

Fonte: Bernd (2011)

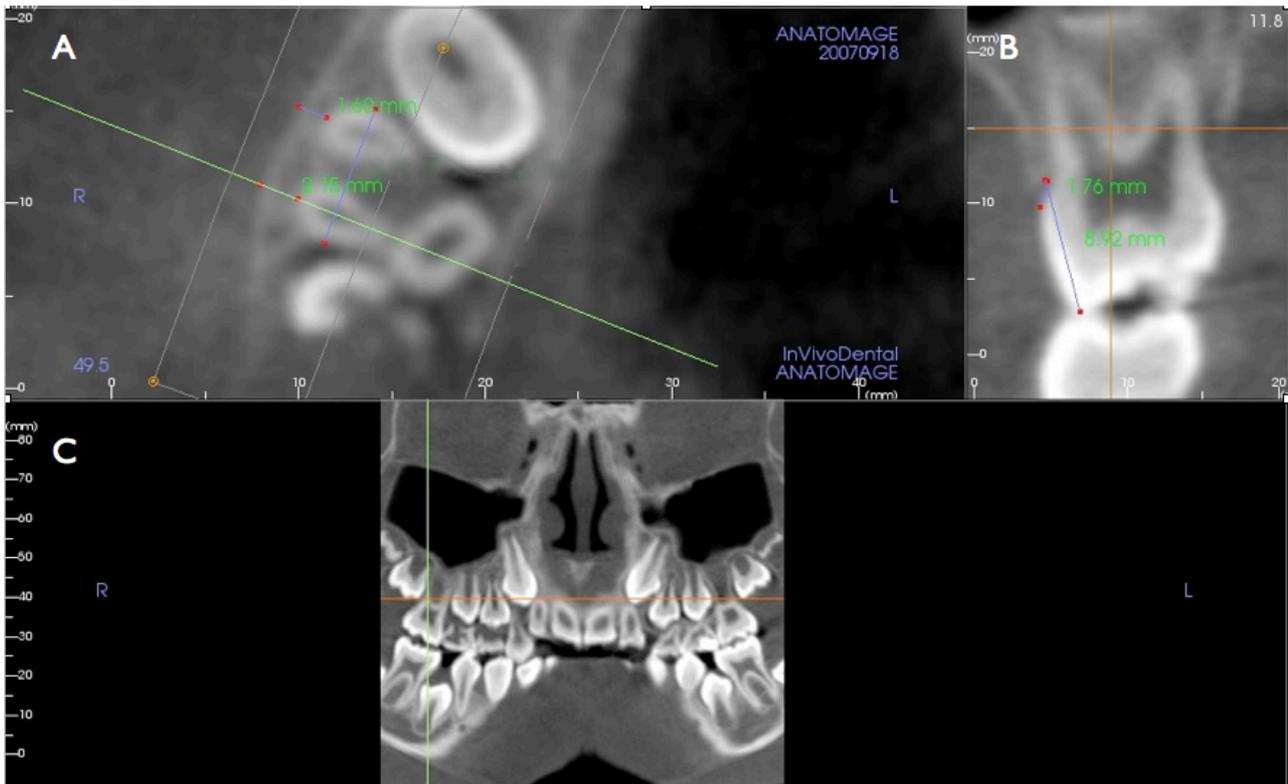
Após posicionar a maxila de acordo com o plano palatal, as imagens foram abertas no modo de secção de arcada com 1 corte transversal (Figura 2). Na imagem axial, a linha de corte transversal (verde) foi posicionada de modo que ela cruzasse pelo centro do conduto radicular da raiz a ser analisada. No corte transversal formado (Figura 2B), foram analisados os seguintes parâmetros:

1. Nível ósseo alveolar vestibular (NOV), que corresponde à distância entre a JCE e à porção mais coronal da crista óssea alveolar vestibular.
2. Nível ósseo vestibular em relação à ponta de cúspide (NOVC) como sugerido por Garib *et al* (2006).<sup>5</sup>

Ainda no corte transversal formado, a linha de referência horizontal foi posicionada 5mm e 10mm apicalmente à junção cimento-esmalte (JCE), para que fossem realizadas as seguintes mensurações de espessura óssea (figura 2A):

3. Espessura óssea na raiz méso-vestibular (E5): distância entre a superfície externa da raiz méso-vestibular e a porção mais externa da cortical óssea alveolar a 5mm da JCE.
4. Espessura óssea na raiz disto-vestibular (E10): distância entre a superfície externa da raiz disto-vestibular e a porção mais externa da cortical óssea alveolar a 10mm da JCE.

Os procedimentos descritos foram realizados para ambos os primeiros molares superiores permanentes.



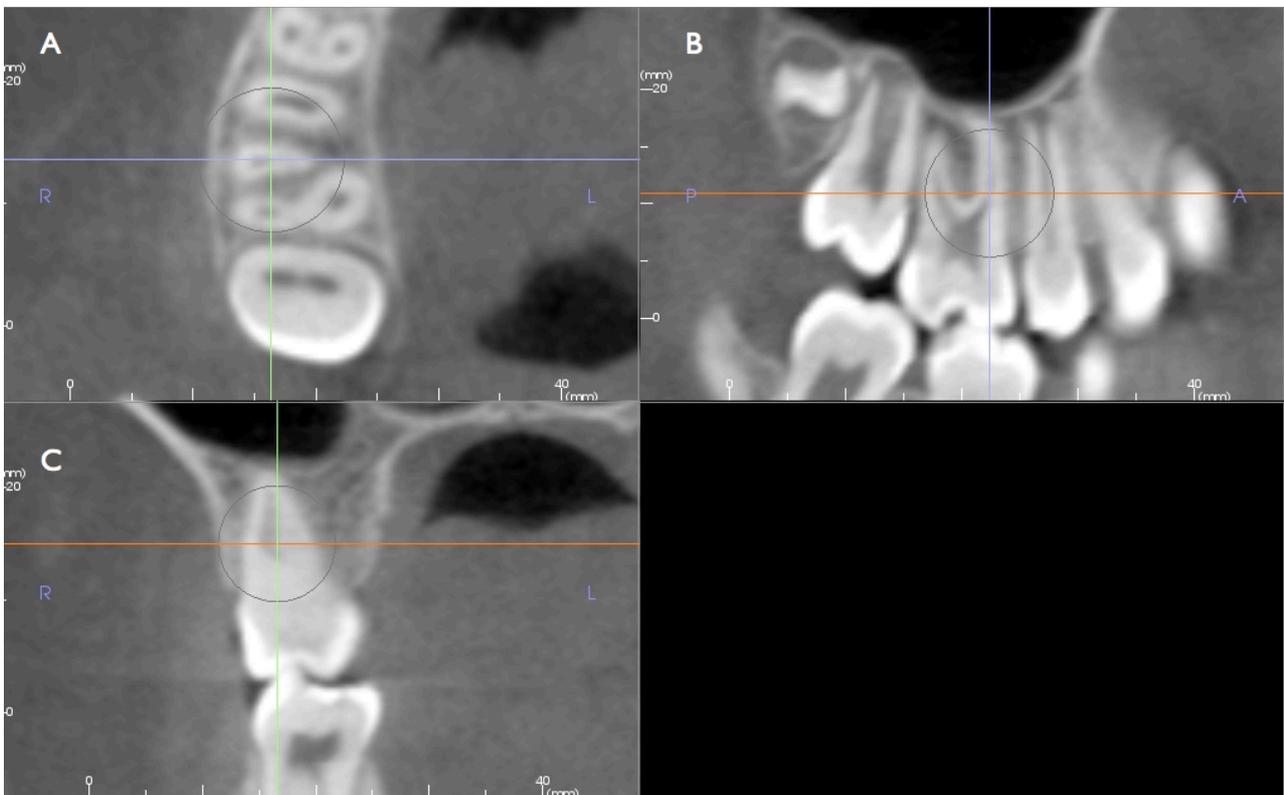
**Figura 2:** Avaliação periodontal em TCCB. Imagem axial a 5mm da JCE (A), corte transversal e mensurações de altura óssea (B), Imagem panorâmica do posicionamento dos cortes axial e transversal na altura da região de furca dos molares superiores (C).  
Fonte: Bernd (2011)

Na metodologia B, em vista axial, a linha de referência horizontal (azul) do *software* foi posicionada sobre o centro da raiz méso-vestibular do primeiro molar superior (Figura 3A). Na imagem sagital (Figura 3B), a linha de referência vertical (azul) era posicionada sobre o longo eixo da raiz méso-vestibular deste mesmo dente. Na imagem coronal obtida (Figura 3C), a linha de referência vertical (verde) foi também posicionada sobre o longo eixo da raiz méso-vestibular do primeiro molar. Essa imagem coronal permitia a nítida visualização da tábua óssea vestibular e do longo eixo radicular do molar onde os seguintes parâmetros foram mensurados (Figura 4):

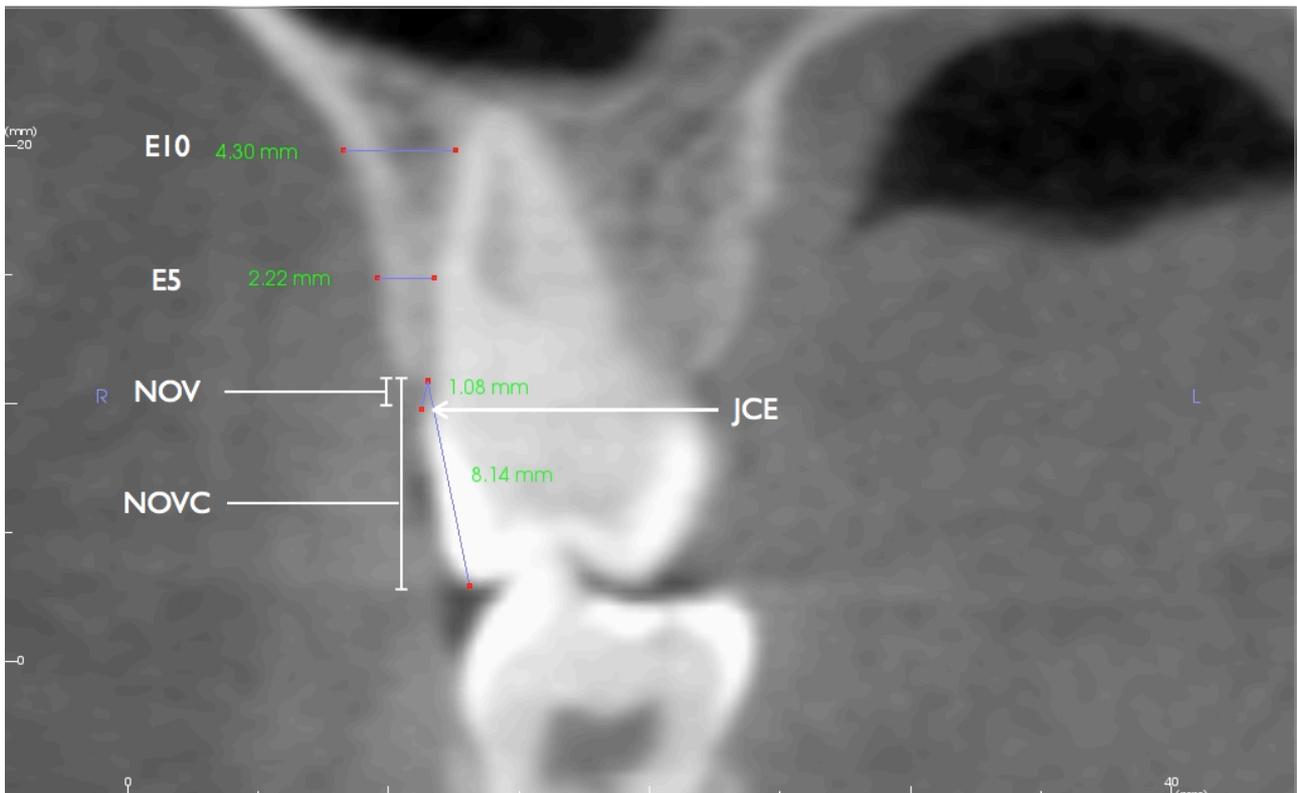
1. NOV: nível ósseo alveolar vestibular (distância entre a JCE e à porção mais coronal da crista óssea alveolar vestibular).
2. NOVC: nível ósseo vestibular em relação à ponta de cúspide (distância entre a ponta de cúspide vestibular à crista óssea alveolar vestibular)
3. E5: Espessura óssea a 5 mm da JCE (distância entre a superfície externa radicular e a superfície externa da cortical alveolar).
4. E10: Espessura óssea a 10 mm da JCE (distância entre a superfície externa radicular e a superfície externa da cortical alveolar).

Os procedimentos descritos acima foram realizados para ambos os primeiros molares superiores permanentes.

A avaliação utilizando esta metodologia é facilitada pois estamos mais familiarizados com a anatomia nesta imagem ao longo eixo do dente, enquanto que a Metodologia A secciona na diagonal o dente a ser avaliado. Isto torna mais fácil identificar os pontos anatômicos do dente a ser avaliado como esmalte e dentina auxiliando na localização da JCE e da crista óssea.



**Figura 3:** Padronização do posicionamento dentário nos cortes: axial (A), longo eixo radicular em vista sagital (B) e longo eixo da raiz MV em vista sagital (C).  
Fonte: Bernd (2011)



**Figura 4:** Corte coronal demonstrativo da mensuração da altura (NOV e NOVC) e espessura (E5 e E10) óssea alveolar.  
Fonte: Bernd (2011)

### Avaliação Estatística

A amostra foi constituída de 8 tomografias, analisadas por duas metodologias com 8 parâmetros de medidas lineares cada. Para verificar e comparar a reprodutibilidade destes parâmetros entre as metodologias, o teste não-paramétrico de Wilcoxon foi realizado separadamente para cada metodologia (Tabelas 1 e 2).

## Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados do teste não-paramétrico de Wilcoxon para a Metodologia A

**Tabela 1.** Comparação entre as mensurações na Metodologia A

Medida	1ª medição		2ª medição		Diferença Média	p
	Média	DP	Média	DP		
NOV 16	1,45	0,38	1,41	0,80	0,04	0,500
NOVC 16	8,84	0,86	8,25	0,96	0,59	0,043*
E5 16	1,90	0,33	1,78	0,48	0,11	0,345
E10 16	4,01	1,37	4,08	1,69	0,07	0,893
NOV 26	1,50	0,87	1,02	0,15	0,47	0,225
NOVC 26	8,64	1,16	7,77	0,50	0,87	0,043*
E5 26	2,18	0,68	2,00	0,64	0,18	0,043*
E10 26	5,40	2,32	5,55	2,30	0,15	0,500

DP = Desvio-padrão

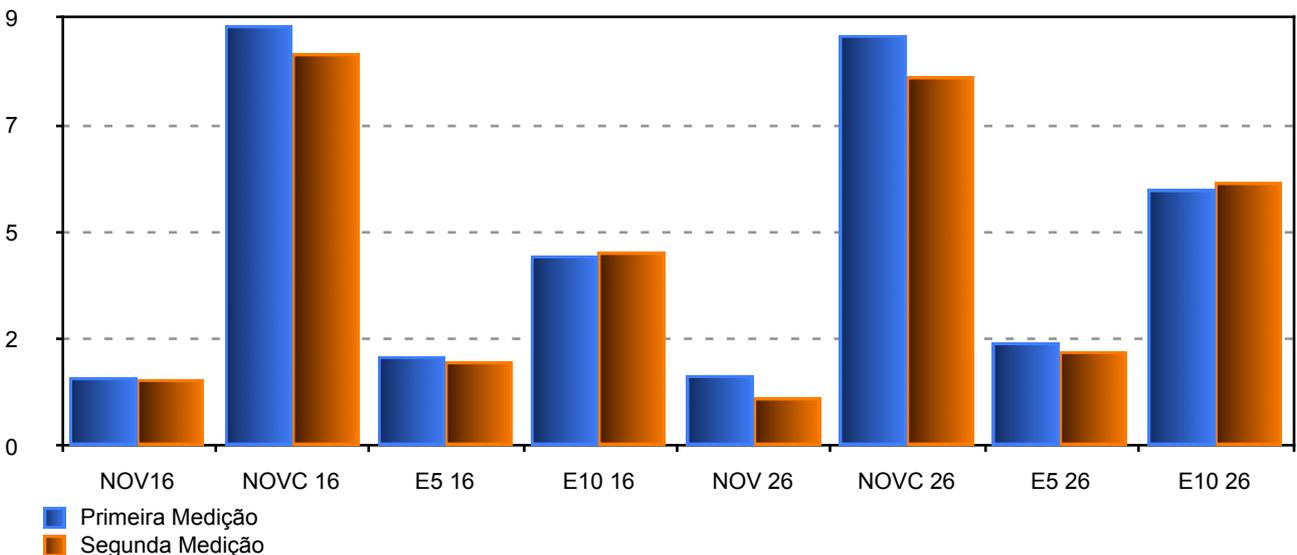
Diferença Média = Média das diferenças entre as duas medições

\* = Diferença estatisticamente significativa

Fonte: Bernd (2010)

Através dos resultados do teste não-paramétrico Wilcoxon verificou-se que existe diferença significativa entre as duas medições para as variáveis: *NOVC 16*, *NOVC 26* e *E5 26*. Para todas essas, verificou-se um valor significativamente menor na segunda medição quando comparado ao valor da primeira medição (Gráfico 1).

**Gráfico 1.** Comparação entre as mensurações na Metodologia A



Fonte: Bernd (2011)

**Tabela 2.** Comparação entre as mensurações na Metodologia B

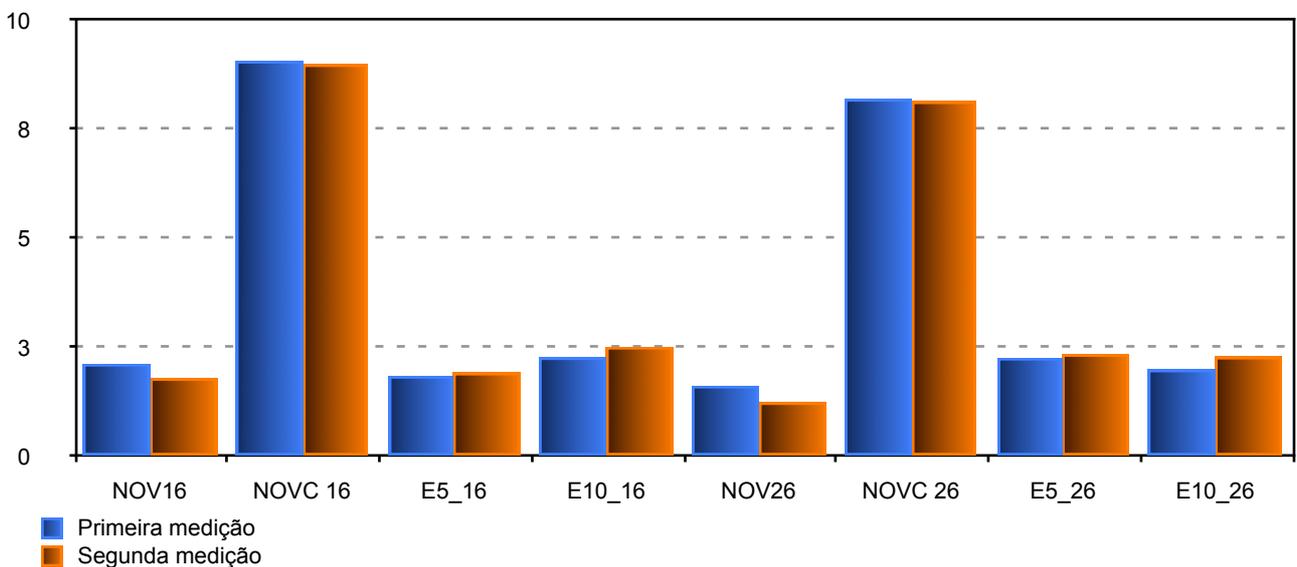
Medida	1ª medição		2ª medição		Diferença Média	p
	Média	DP	Média	DP		
NOV 16	2,13	0,43	1,80	0,50	0,33	0,080
NOVC 16	9,07	0,94	8,99	0,84	0,08	0,893
E5 16	1,85	0,68	1,92	0,64	0,07	0,273
E10 16	2,28	0,67	2,52	0,63	0,24	0,144
NOV 26	1,63	0,87	1,25	0,48	0,38	0,273
NOVC 26	8,20	0,29	8,14	0,83	0,06	0,500
E5 26	2,27	0,84	2,35	0,78	0,08	0,345
E10 26	2,00	0,89	2,29	1,13	0,29	0,138

DP = Desvio-padrão

Diferença Média = Média das diferenças entre as duas medições

Fonte: Bernd (2011)

Ao comparar as mensurações da metodologia B através do teste não-paramétrico Wilcoxon, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre a primeira e segunda mensurações para nenhum dos parâmetros analisados (Tabela 2, Gráfico 2).

**Gráfico 2.** Comparação entre as mensurações na Metodologia B

Fonte: Bernd (2011)

De maneira geral, ambas as metodologias apresentaram boa reprodutibilidade, com exceção em 3 dos 8 parâmetros avaliados (NOVC 16, NOVC 26 e E5 26) onde a

Metodologia A apresentou diferenças estatisticamente significativas entre a primeira e segunda medições.

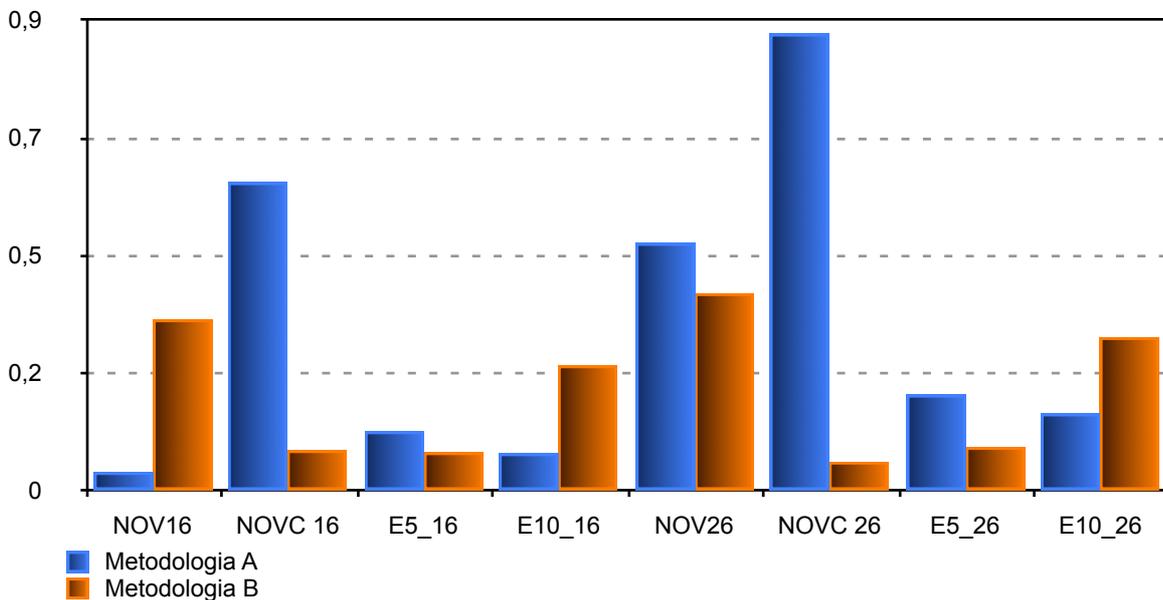
A Metodologia B apresentou diferença média abaixo de 0,38mm entre a primeira e segunda medições, não apresentando diferenças significativas entre elas (Tabelas 2 e 3). Já a Metodologia A, apresentou diferenças maiores que 0,5mm para 3 parâmetros avaliados (Tabela 3 e Gráfico 3).

**Tabela 3.** Diferenças médias entre os métodos A e B

Medida	Método A	Método B
NOV16	0,04	0,33
NOVC 16	0,59	0,08
E5_16	0,11	0,07
E10_16	0,07	0,24
NOV26	0,47	0,38
NOVC 26	0,87	0,06
E5_26	0,18	0,08
E10_26	0,15	0,29

Fonte: Bernd (2011)

**Gráfico 3.** Diferenças médias entre os métodos A e B



Fonte: Bernd (2011)

## Discussão

O uso de tomografias computadorizadas como recurso de diagnóstico na clínica odontológica está se tornando cada vez mais comum. O recurso de TC permite ao clínico avaliar e mensurar em tamanho real as estruturas ósseas maxilares através da secção da imagem nos três planos de espaço<sup>11-13</sup> o que antes só era possível através de análises *invitro* ou em radiografias convencionais.<sup>1-3,13-15</sup>

O presente estudo utilizou TCCB como método de aquisição de imagens. A TCCB apresenta vantagens quando comparada à TC convencional como: menor dose de radiação, acurácia de imagem com voxel de menor tamanho, escaneamento mais rápido, colimação de raios-x, redução da presença de artefatos e modos de visualização desenvolvidos para manipular imagens maxilofaciais.<sup>16</sup>

O uso da TC para realizar mensurações periodontais já foi descrito por diversos autores<sup>4-7,9,17</sup> porém com metodologias variáveis, devido aos diferentes protocolos de aquisição de imagem, equipamentos tomográficos, softwares para análise das imagens e objetivos de pesquisa, não existindo um consenso sobre qual o melhor método para realizar estas mensurações de valores tão pequenos.

Um estudo pioneiro de avaliação periodontal em TC após movimentação ortodôntica foi realizado por Garib *et al* em 2006, onde foram realizadas TC espirais de 8 pacientes nos períodos pré e pós-tratamento e avaliadas a espessura óssea vestibular e a lingual dos caninos, pré-molares e molares superiores bem como o nível ósseo vestibular utilizando como referência a ponta de cúspide vestibular dos dentes e a crista óssea marginal.<sup>5</sup>

Outros trabalhos semelhantes também mediram as estruturas do periodonto de suporte em altura e espessura.<sup>4,6,7,17</sup> Destes, nenhum utilizou a mesma metodologia, com exceção de Ballanti *et al*<sup>4</sup> e Garib *et al*.<sup>5</sup> que utilizaram métodos semelhantes para realizar as mensurações de espessura óssea alveolar.

No presente estudo, foram comparadas duas metodologias para avaliação da altura e espessura óssea periodontal através do teste não-paramétrico de Wilcoxon. Ambas utilizaram os mesmos pontos de referência para realizar as mensurações lineares dos oito parâmetros avaliados: junção cimento-esmalte vestibular dos primeiros molares superiores, ponta de cúspide méso-vestibular do primeiro molar superior, crista óssea marginal, superfície externa radicular e cortical externa vestibular (Figuras 2 e 4). A principal diferença entre os métodos avaliados está no método de posicionamento das imagens previamente às mensurações. A Metodologia A utiliza como referência o plano

palatal, assim como utilizado por Garib et al<sup>5</sup> e Ballanti et al<sup>4</sup>, e em um corte axial realizado 5mm mais apical em relação à JCE foram feitas as mensurações de espessura óssea (Figura 2A). Na Metodologia B, os cortes são individualizados para cada dente a ser analisado, utilizando como referência o longo eixo radicular (Figura 3C), semelhante ao método de posicionamento sugerido por Januário *et al.*(2008).<sup>9</sup>

As medidas de nível ósseo marginal (NOVC 16 e NOVC 26) foram as que apresentaram as maiores variações na metodologia A com 0,59mm e 0,87mm de diferença respectivamente (Tabela 3). Isto pode ser explicado pela natureza desta mensuração, que avaliou a distância da crista óssea marginal à ponta de cúspide do molar (NOVC). A utilização do plano palatal, como referência para os cortes transversais, dificulta a secção do dente na mesma localização durante as repetições e o corte não acompanha o longo eixo do dente como na metodologia B (Figura 3B), assim, ele é realizado em diagonal no sentido antero-posterior do molar (Figura 2C). Isto dificulta a identificação da anatomia dental na imagem formada, onde o corte nem sempre passa pela ponta de cúspide do molar.

A metodologia A também apresentou variação estatisticamente significativa ( $P=0,043$ ) para a medida E5 26 com variação de 0,18mm entre as mensurações. Apesar desta variação ser estatisticamente significativa, ela não tem relevância clínica pois, variações com tamanho menor do que o voxel da imagem são imperceptíveis para o observador.<sup>17</sup> Além desses fatores, como as estruturas avaliadas possuem tamanho muito pequeno, por menor que sejam as variações nas mensurações, elas podem influenciar em muito os resultados do teste estatístico.

A utilização do próprio dente como referência (metodologia B) parece ser o método mais adequado para evitar vieses em análises ósseas após movimentação ortodôntica, pois, como o dente pode alterar sua posição e inclinação, é muito difícil realizar o corte tomográfico na mesma região dentária, utilizando pontos de referência externos. No caso de estudos sobre a espessura óssea em tratamentos com ERM (Expansão Rápida de Maxila), como ocorre inclinação dos dentes posteriores após a ERM,<sup>6,18-20</sup> o corte axial realizado paralelo ao plano palatal (metodologia A), não secciona os molares na mesma posição anatômica nas tomografias pré e pós-tratamento, tendo em vista que os dentes podem estar inclinados para vestibular, resultando em um ângulo de corte diferente e, portanto, imagem de outra região. Este tipo de viés pode ser evitado individualizando os dentes ou raízes nos cortes tomográficos, assim, mesmo que o dente seja movimentado, é possível comparar a

altura e espessura óssea pré e pós-tratamento realizando o corte na mesma região dentária (Figura 4).

Outro fator importante a considerar ao escolher uma metodologia para análise de pequenas estruturas como o periodonto de suporte, é o tipo de tomógrafo e os ajustes de aquisição de imagem. Sun *et al.* (2011)<sup>17</sup> analisaram dois protocolos de TCCB com variações no tamanho do voxel e, ao comparar as mensurações realizadas em TCCB com mensurações realizadas com paquímetro digital, afirmaram que os diferentes protocolos podem alterar as mensurações ósseas de acordo com o tamanho de voxel utilizado, onde, quando utilizado um tamanho de 0,4mm, as medidas de altura óssea podem ser subestimadas em 0,9 a 1,2mm e, a perda óssea, medida após a ERM pode ser superestimada em 1,5 a 2mm. Segundo o mesmo estudo, a redução do tamanho de voxel de 0,4mm para 0,25mm pode melhorar a acurácia das mensurações lineares em TCCB, ou seja, quanto menor o tamanho de voxel, melhor a precisão para analisar estruturas pequenas. No presente estudo, o tamanho de voxel utilizado foi de 0,3mm, o que, segundo as considerações acima seria adequado para este tipo de medida. Além do tamanho do voxel, outros fatores podem estar relacionados com a qualidade da imagem tomográfica, como tempo de aquisição, tamanho da área a ser escaneada (FOV), movimentação do paciente durante a tomada radiográfica, espessura de cortes bem como o algoritmo utilizado. Porém, todos estes fatores foram semelhantes para ambas as metodologias testadas, ou seja, as variações foram inerentes à metodologia ou ao operador.

Januário *et al.*, em 2008,<sup>9</sup> apresentaram um método de TCCB para mensuração dos tecidos gengivais e dimensões da unidade dentogengival. Este método de TCCB consiste em realizar a tomografia com o paciente utilizando um afastador labial plástico e posicionando a língua no assoalho bucal, o que permitiu a visualização clara dos tecidos moles gengivais nas imagens tomográficas, uma vez que os lábios e bochechas estão afastados, facilitando assim a mensuração gengival e periodontal através das imagens tomográficas. Foram utilizadas TCCB com tamanho de voxel de 0,2mm e FOV de 6 x 17cm por 40 segundos. Para o presente estudo não foi utilizado o afastador labial pois as TCCB utilizadas foram realizadas anteriormente com objetivo de diagnóstico ortodôntico previamente à este estudo, e não exclusivamente para diagnóstico periodontal, onde, estaria indicado o uso de afastador labial para tomada tomográfica.

O presente estudo demonstra resultados de reprodutibilidade mais favoráveis para a metodologia B, porém, os resultados devem ser analisados com cautela, tendo em vista que é necessário realizar um novo teste de CCI com uma amostra maior e também realizar avaliação inter-examinador para se obter resultados estatísticos mais conclusivos.

### Conclusões

Com base nos resultados deste estudo que avaliou a reprodutibilidade intra-examinador de duas metodologias para mensuração do periodonto de suporte, pode-se concluir que ambas as metodologias apresentaram resultados adequados para a mensuração da espessura óssea, já para as medidas de altura óssea, a metodologia B demonstrou maior precisão.

## Referências

1. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal And Dental Changes Resulting From Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 1966;36:152-164.
2. Wennström J, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 1987;14:121-129.
3. Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *The European Journal of Orthodontics* 1983;5:105-114.
4. 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;79:24-29.
5. 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* 2006;129:749-758.
6. 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 Dentofacial Orthop* 2007;132:428.e421-428.e428.
7. Lund HG, Kerstin; Gröndahl, Hans-Göran. Cone Beam Computed Tomography for Assessment of Root Length and Marginal bone Level during Orthodontic Treatment. *Angle Orthod* 2010;80:8.
8. Fuhrmann RAW. Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. *Semin Orthod* 2002;8:23-28.
9. Januario AL, Barriviera, M., Duarte, W.R. Soft tissue cone-beam computed tomography: A novel method for the measurement of gingival tissue and the dimensions of the dentogingival unit. *J Esthet Restor Dent* 2008;20:9.
10. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol* 2006;77:1261-1266.
11. Parks ET. Computed tomography application for dentistry. *Dent Clin North Am* 2000;44:371-394.
12. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion - Tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-557.
13. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.
14. Gargiulo A, Wentz F, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1961;32:23.

15. da Silva Pierro V, de Souza I, Luiz R, Barcelos R, Moraes R. Reliability of two methods for measurement of alveolar bone level in children. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:6.
16. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam tomography. *Semin Orthod* 2009;15:2-13.
17. 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* 2011;139:e117-e127.
18. Weissheimer A, Menezes LM, Mezomo MB, Dias DM, Lima EMS. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and Hyrax-type expanders in CBCT: a randomized clinical trial. *Am J Orthod In Press*.
19. Braun S, Bottrel JA, Lee K-G, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:257-261.
20. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical Rapid Maxillary Expansion in Adults: Report on 47 Cases Using the Haas Expander. *The Angle Orthodontist* 2000;70:129-144.

## 4 ARTIGO 2

### **Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila na altura e espessura alveolar, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada**

#### Resumo

**Objetivo:** avaliar os efeitos imediatos da expansão rápida da maxila sobre a cortical óssea alveolar vestibular, comparando a ação dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax, por meio da análise de tomografias computadorizadas *Cone Beam*. **Materiais e Métodos:** Foram avaliadas 66 tomografias de 33 pacientes (pré-expansão e pós-expansão) em região de molares superiores, objetivando observar as seguintes alterações estruturais: altura e espessura óssea alveolar vestibular, alterações transversais maxilares intermolares e inclinação desses molares. **Resultados:** Foi observada redução na espessura óssea alveolar média a 5 mm da JCE em 0,28mm para o dente 16 e 0,50mm para o dente 26 e perda óssea vertical de 0,55mm para a variável NOV. Entre os expansores, o tipo Hyrax apresentou diferenças estatisticamente significativas para os seguintes parâmetros: NOVC-16 onde o aparelho tipo Haas apresentou perda óssea média de 0,48mm e o tipo Hyrax de 1,42mm; ângulo interdental, que reduziu em ambos os Grupos, com alterações de 12° para o Grupo Haas e de 5° para o Grupo Hyrax; e DR (Distância Intermolar Radicular) com aumento de 5,28mm para o Grupo Hyrax e de 4,46mm para o Grupo Haas. **Conclusões:** Os efeitos imediatos da ERM foram: redução da altura e espessura óssea alveolar na vestibular dos molares superiores; inclinação dos molares para vestibular em ambos os grupos, sendo significativamente maior no Grupo Haas; as dimensões transversais intermolares aumentaram em ambos os grupos, sendo que a distância intermolar ao nível de furca aumentou significativamente mais no Grupo Hyrax.

**Palavras-chave:** Técnica de Expansão Palatina, Ortodontia, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Perda Óssea Alveolar, Periodontia, Periodonto.

## Introdução

A Expansão Rápida da Maxila (ERM) é um método de tratamento utilizado para corrigir casos de atresia maxilar e discrepâncias de perímetro na arcada superior. Esta técnica se caracteriza por utilizar forças de elevada magnitude, num curto período de tempo, com o objetivo de potencializar o ganho esquelético na sutura palatina mediana e minimizar a movimentação dentária. Entretanto essas forças pesadas são transmitidas aos dentes e paredes ósseas alveolares e seus efeitos podem provocar alterações nos tecidos de suporte periodontais.

Dentre os aparelhos mais utilizados para esse procedimento, destacam-se os expansores tipo Haas e Hyrax.<sup>1-3</sup> O disjuntor tipo Haas, por ser dento-muco-suportado, apresenta como vantagem, em teoria, uma melhor distribuição das forças sobre os dentes e processos alveolares em função da presença do bloco acrílico palatino. Já o disjuntor tipo Hyrax, por não apresentar tal bloco acrílico, possui a vantagem de ser mais higiênico. Entretanto as elevadas forças geradas na ERM são aplicadas diretamente aos dentes e paredes ósseas vestibulares dos dentes de ancoragem levando a possíveis danos sobre o periodonto de suporte.

Segundo Garib et. al<sup>12</sup> os efeitos periodontais nos dentes de suporte incluem perda em espessura óssea de 0,6 a 0,9mm e perda de altura óssea média de 3.8mm na raiz méso vestibular dos molares, sendo esta maior nas expansões realizadas com aparelho tipo Hyrax do que no aparelho tipo Haas.

Acredita-se que, quanto maior a idade do paciente, maior inclinação e movimentação dentária ocorrerá durante a ERM, o que aumentaria o risco de os dentes se moverem para fora do processo alveolar, reduzindo a espessura óssea alveolar, fato que pode causar deiscências, fenestrações ósseas e predispor à recessão gengival.<sup>4,5,15</sup>

Alguns estudos têm demonstrado novas metodologias para a avaliação das estruturas periodontais, utilizando imagens tomográficas.<sup>12,13,16-18</sup> A TCCB é um método de diagnóstico que utiliza uma menor quantidade de radiação, quando comparada à tomografia computadorizada helicoidal. Além disso, é capaz de reproduzir imagens de alta nitidez nos três planos do espaço com um menor custo para o paciente.<sup>10</sup>

Dessa maneira, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos imediatos da ERM sobre os primeiros molares superiores e seus tecidos de sustentação, comparando a ação dos expansores tipo Haas e Hyrax, mediante a análise de tomografias computadorizadas *Cone Beam*.

## Materiais e Métodos

Esta pesquisa foi previamente aprovada pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS. No presente estudo, inicialmente foram selecionados e tratados 57 indivíduos portadores de deficiência transversa de maxila, mediante o procedimento de Expansão Rápida de Maxila (ERM), na Clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS, no período compreendido entre os anos de 2007 e 2009. Os critérios de inclusão dos indivíduos na investigação foram: (I) tratamento com expansores maxilares tipo Haas ou tipo Hyrax; (II) estar no período da dentição mista ou permanente jovem (7-14 anos), com a presença dos primeiros molares permanentes totalmente erupcionados; (III) sem histórico de tratamento ortodôntico prévio ou de outro tratamento que pudesse interferir no curso normal do crescimento e no desenvolvimento maxilo-mandibular; (IV) apresentar exames tomográficos nos períodos: pré-expansão (T1) e imediatamente após a expansão (T2).

Foram excluídos da amostra os pacientes que apresentavam: malformações congênitas, agenesias dentárias, dilacerações nas raízes analisadas, doença periodontal prévia que acometesse os tecidos de suporte, idade inferior a 7 anos ou superior a 14 anos e presença de restaurações metálicas extensas nos dentes posteriores maxilares. Além disso, foram excluídos da amostra 11 indivíduos nos quais o aparelho se soltou, fraturou, foi ativado incorretamente ou removido antes da T2. Além destes, 8 pacientes não realizaram a T2, ou esta foi feita com atraso, e 5 pacientes foram removidos da amostra, visto que as TCCB estavam com imagem tremida, com baixa resolução ou apresentavam muitos artefatos na imagem. Por esses motivos, a amostra, neste estudo, foi constituída de 33 indivíduos leucodermas, com idades cronológicas que variaram de 7 anos e 3 meses a 14 anos

e 6 meses (com uma média de 10 anos e 10 meses), divididos aleatoriamente em dois grupos.

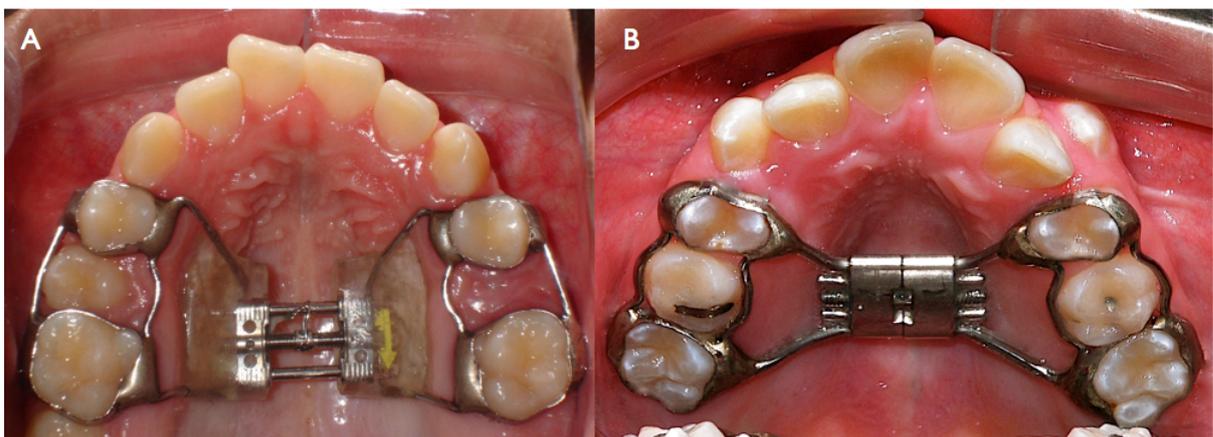
O Grupo 1 (Grupo Haas) foi formado por 16 indivíduos submetidos ao protocolo de expansão maxilar com o expansor tipo Haas, sendo 5 do gênero masculino e 11 do gênero feminino. O Grupo 2 (Hyrax) foi composto por 17 indivíduos submetidos ao protocolo de expansão maxilar com o expansor tipo Hyrax sendo 7 indivíduos do gênero masculino e 10 do feminino.

**Quadro 1** - Caracterização da amostra quanto à idade, ao número e ao gênero.

	Número de Pacientes	Idade Cronológica (média)	Gênero Masculino (número)	Gênero Feminino (número)
Grupo 1 (Haas)	16	10a e 6m	5	11
Grupo 2 (Hyrax)	17	11a e 4m	7	10
Total	33	10a e 10m	12	21

Fonte: Bernd (2011)

Ambos os aparelhos expansores (Figura 1A e 1B) foram confeccionados no mesmo laboratório, segundo o protocolo descrito por Weissheimer (2008)<sup>5</sup> e Dias (2008).<sup>11</sup>



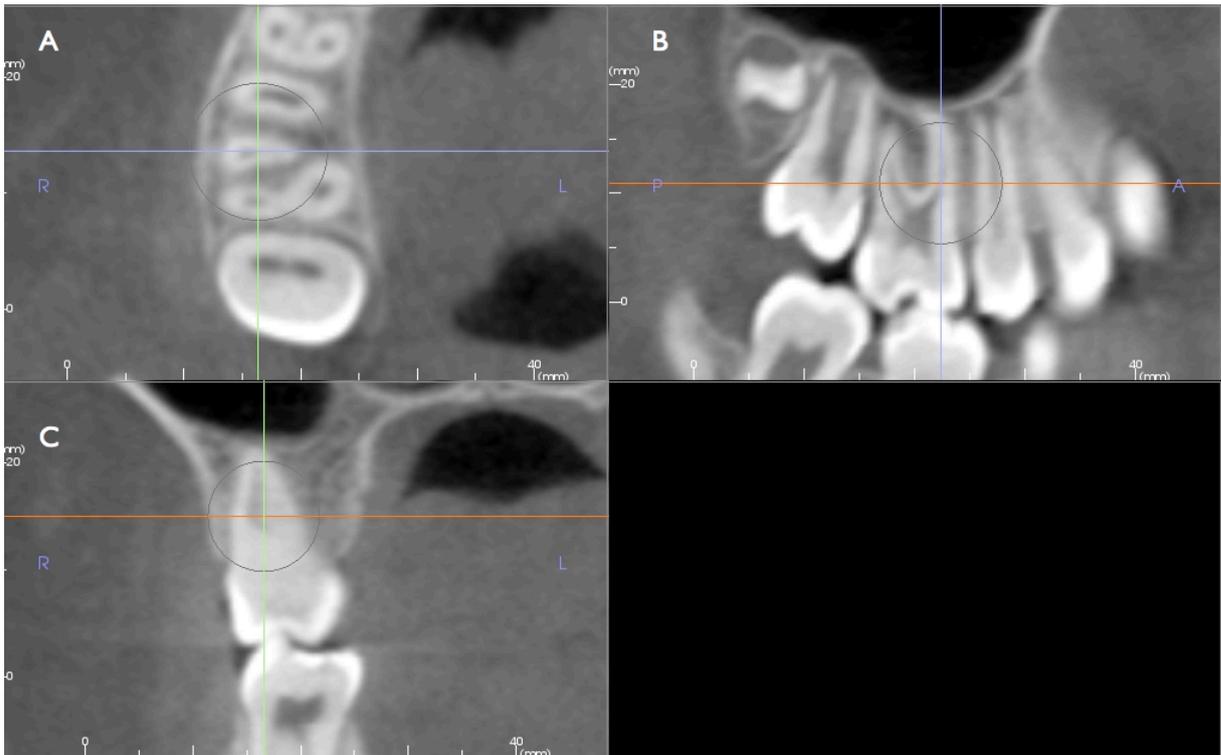
**Figura 1:** Vista intrabucal superior, demonstrando o expansor tipo Haas (A) e, expansor tipo Hyrax (B)  
Fonte: Bernd (2011)

Ambos os grupos (Haas e Hyrax) seguiram idêntico protocolo de ativações: a ativação inicial do parafuso expansor no momento da cimentação foi de 0,8 mm (4/4 de volta). A partir do segundo dia, foi realizada ativação diária de 2/4 de volta, que

equivale a 0,4 mm de abertura do parafuso, até o mesmo atingir 8 mm de abertura, o que ocorria no décimo nono dia após a ativação inicial. Completadas as ativações, o parafuso expensor era estabilizado com fio de amarrilho 0,30mm.

Foi utilizado o tomógrafo i-CAT® (*Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA*) para realizar as TCCB pré-expansão (T1) e imediatamente pós-expansão (T2). As tomografias foram feitas consoante a seguinte configuração: 120 kV, 8 mA, tempo de 40 segundos e dimensão de voxel em 0,3 mm. Os dados de cada paciente foram exportados para o formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) com cortes de 0,3mm de espessura, e as imagens foram analisadas com uso do *software* InVivo5® (Anatomage, Califórnia, USA). Todas as mensurações foram realizadas de um modo cego, por um mesmo examinador, que não teve acesso aos dados clínicos dos pacientes incluídos na amostra.

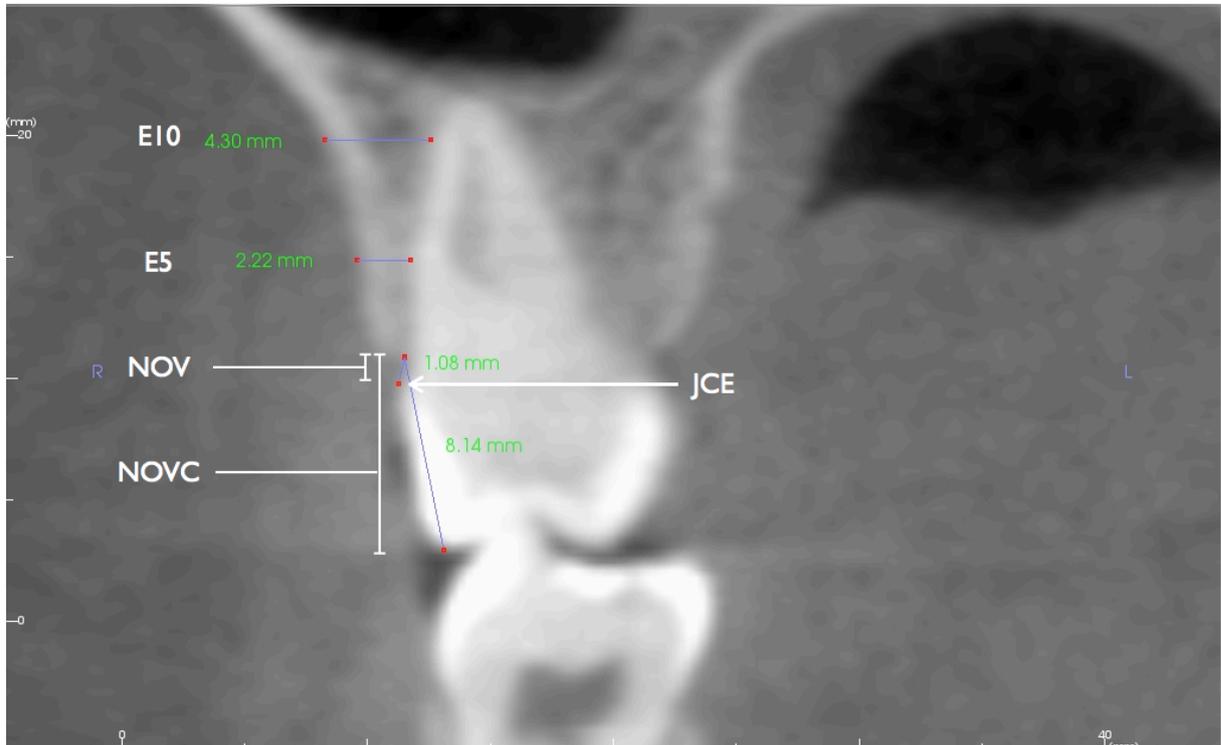
Os arquivos DICOM foram analisados utilizando o *software* InVivo5® no modo de secções multiplanares (Axial, Coronal e Sagital), sendo as imagens posicionadas como se explicita a seguir. Em vista axial (Figura 2A), posicionou-se a linha de referência coronal (horizontal) no longo eixo transversal (vestíbulo-palatino) da raiz méso-vestibular do dente 16, de modo que ela cruzasse pelo centro da raiz com a linha sagital (vertical) em um corte posicionado na região de furca, onde as raízes vestibulares se separam. Na imagem sagital formada (Figura 2B), ajustou-se a inclinação méso-distal do molar, de modo que a linha de referência coronal (vertical) fosse posicionada no centro da raiz méso-vestibular em seu comprimento. Com isso obteve-se a imagem coronal final (Figura 2C), onde o molar foi posicionado, de modo que a parede vestibular da raiz méso-vestibular ficasse paralela à linha de referência sagital (vertical). Nessa imagem coronal, foi possível visualizar com nitidez a tábua óssea vestibular e o longo eixo radicular do molar para que fossem realizadas as mensurações. Uma vez realizadas as mensurações no primeiro molar superior direito, os procedimentos de posicionamento foram repetidos, identicamente, para o molar esquerdo.



**Figura 2:** Padronização do posicionamento dentário nos cortes: axial (A), longo eixo radicular em vista sagital (B) e longo eixo da raiz MV em vista coronal (C).  
Fonte: Bernd (2011)

Com o corte tomográfico coronal em modo de tela cheia, os seguintes parâmetros foram analisados (Figura 3):

1. Nível ósseo alveolar vestibular (NOV), que corresponde à distância entre a JCE e à porção mais coronal da crista óssea alveolar vestibular.
2. Nível ósseo vestibular em relação à ponta de cúspide (NOVC) como sugerido por Garib *et al.*(2006).<sup>12</sup>
3. Espessura óssea a 5 mm da JCE (E5), movimentando-se a linha de referência horizontal para 5 mm mais apical em relação à JCE vestibular, onde se mediu a distância entre a superfície externa radicular e a porção mais externa da cortical óssea alveolar.
4. Espessura óssea a 10 mm da JCE (E10), medida do mesmo modo que a anterior, porém a 10 mm da JCE vestibular.



**Figura 3:** Corte coronal demonstrativo da mensuração da altura (NOV e NOVC) e espessura (E5 e E10) óssea alveolar.  
 Fonte: Bernd (2011)

Além de avaliar a altura e a espessura óssea para os dentes 16 e 26, foram efetuadas medidas para quantificar a expansão e a inclinação dentária com os expansores tipo Haas e Hyrax. A distância intermolares foi avaliada por duas variáveis: a primeira, Distância Intermolares Radicular (DR) foi realizada em corte axial, na região de furca, onde as raízes vestibulares dos primeiros molares superiores se separam (Figura 4). Após posicionar o corte na região de furca dos molares em ambos os lados, foi mensurada a distância entre a parede vestibular dos condutos radiculares das raízes méso-vestibulares dos primeiros molares superiores direito e esquerdo. Essa medida (DR) foi realizada em T1 e T2, a fim de quantificar a expansão no nível da região de furca dos molares.

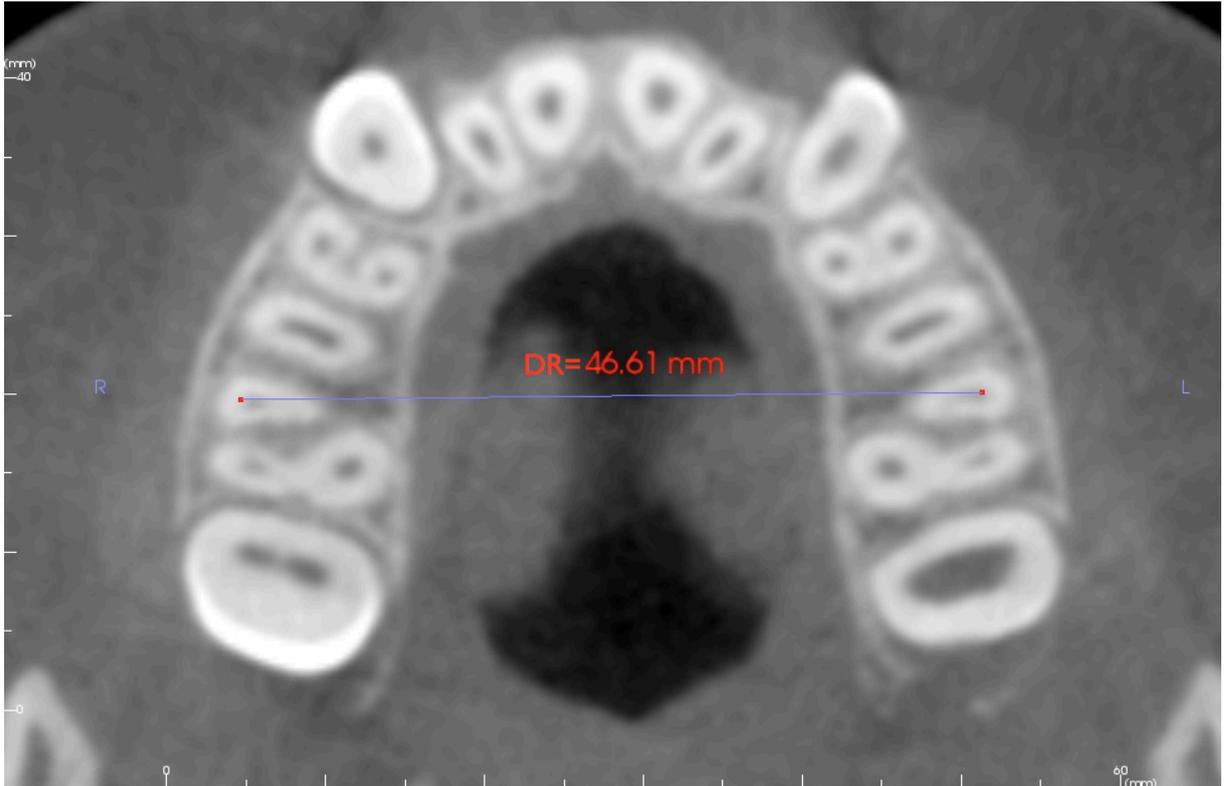
A segunda forma de investigação foi realizada em corte coronal, que passava pela região de furca entre as raízes méso-vestibular e disto-vestibular em ambos os molares (16 e 26). Na imagem obtida (Figura 5), mediu-se a distância entre as pontas de cúspide vestibulares dos molares superiores (DC), de modo semelhante ao método sugerido por Rungcharassaeng *et al.*(2007).<sup>13</sup> Nesse mesmo corte coronal, procedeu-se a medida de angulação dentária intermolares (AI), para quantificar a inclinação dentária dos molares antes e após a expansão maxilar, como se explicita a seguir. No corte coronal antes descrito, traça-se uma linha que passa pelas pontas de cúspide vestibular e palatina do primeiro molar superior direito em direção à linha média; repete-se esse procedimento para o molar do lado oposto e, conforme demonstra a Figura 5, utiliza-se a ferramenta de mensuração de ângulo para medir o ângulo interdental (AI), que é a angulação resultante do cruzamento dessas duas linhas. Quanto menor for o ângulo, maior é a inclinação entre os molares.

Um resumo das variáveis analisadas e sua descrição pode ser visualizado no Quadro 2.

**Quadro 2:** Variáveis analisadas e suas descrições.

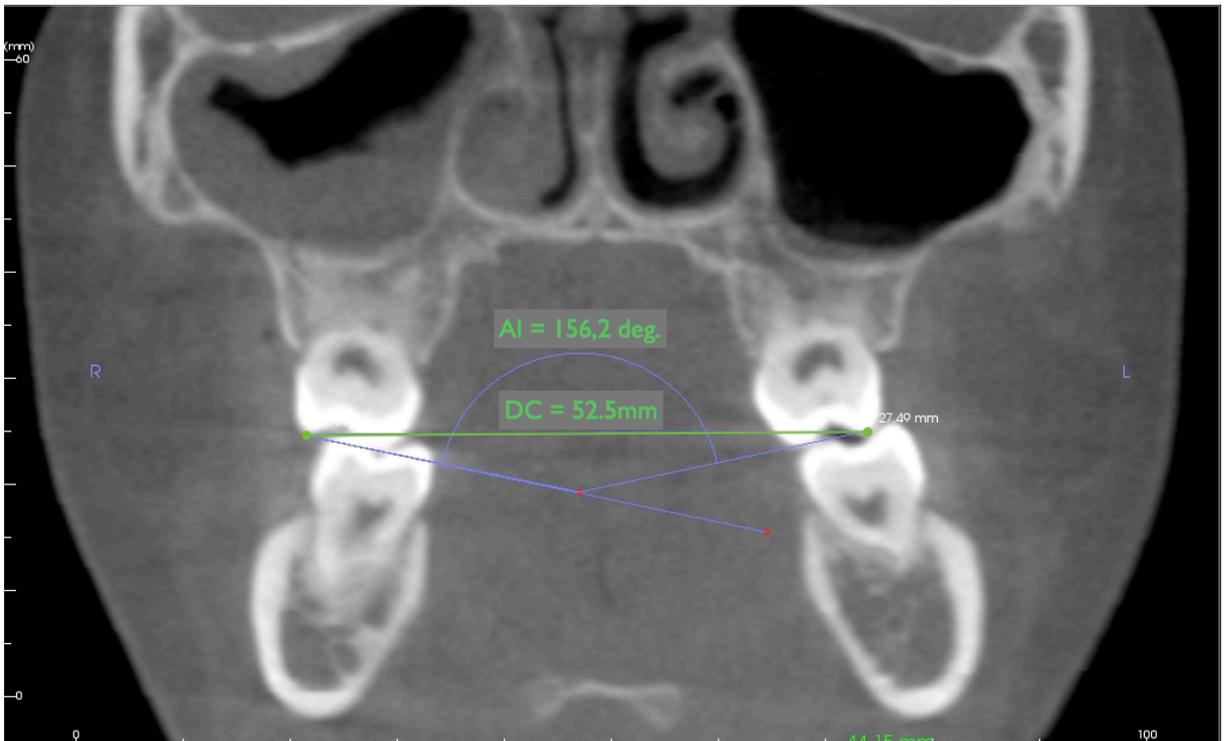
Variável	Descrição
NOV: Nível Ósseo Vestibular	Nível ósseo alveolar vestibular utilizando como referência a JCE vestibular e o ponto mais oclusal da crista óssea alveolar (Figura 3)
NOVC: Nível Ósseo Vestibular - Cúspide	Nível ósseo alveolar vestibular utilizando como referência a ponta de cúspide vestibular e o ponto mais oclusal da crista óssea alveolar (Figura 3)
E5: Espessura óssea a 5mm	Distância entre a superfície externa radicular vestibular e a porção mais externa da cortical óssea alveolar vestibular medida a 5mm da JCE (Figura 3)
E10: Espessura Óssea a 10mm	Distância entre a superfície externa radicular vestibular e a porção mais externa da cortical óssea alveolar vestibular medida a 10mm da JCE (Figura 3)
DR: Distância Intermolares Radicular	Distância intermolares tendo como referência a parede vestibular do conduto radicular méso vestibular do primeiro molar superior em um corte axial na altura de furca dos molares superiores (Figura 4)
DC: Distância Intermolares Coronária	Distância intermolares tendo como referência a ponta de cúspide vestibular dos primeiros molares superiores em um corte coronal realizado entre as raízes méso-vestibular e disto-vestibular dos primeiros molares superiores (Figura 5)
AI: Ângulo Interdental	Ângulo interdental dos primeiros molares superiores de acordo com a inclinação do plano oclusal formado pelas cúspides vestibular e palatina em um corte coronal realizado entre as raízes méso-vestibular e disto-vestibular dos primeiros molares superiores (Figura 5)

Fonte: Bernd (2011)



**Figura 4:** Corte axial na altura da região de furca dos molares superiores para mensuração da distância intermolares radicular (DR)

Fonte: Bernd (2011)



**Figura 5:** Ilustração da metodologia utilizada para obter a distância intermolares entre as cúspides vestibulares (DC) e a angulação intermolares (AI).

Fonte: Bernd (2011)

## Avaliação Estatística

A amostra foi constituída de 33 indivíduos, com um total de 66 tomografias nos tempos T1 e T2. O Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) foi estimado separadamente para cada Tomografia (T1 e T2), utilizando um modelo misto para medidas repetidas, com efeito aleatório para paciente (Szklo & Nieto (2007))<sup>14</sup> (Tabela I). Os intervalos com 95% de confiança foram realizados com a utilização de 1500 amostras *bootstrap* dos dados originais, que correspondem aos percentis 2,5% e 97,5% da distribuição das estimativas do CCI de cada amostra. As comparações de médias utilizaram um modelo misto de medidas com efeitos do Tempo, do Expansor e a interação Tempo x Expansor, bem como Idade e Sexo, para ajuste de confundimento. Os modelos foram ajustados no procedimento PROC MIXED do programa SAS (*Statistical Analysis System*), versão 9.2.

**Tabela I:** Resultados do Índice de Correlação Intraclasse para as diversas medidas, nos tempos pré-expansão (T1) e imediatamente pós-expansão (T2)

Variável		T1		T2	
		CCI*	IC95%†	CCI*	IC95%†
NOV - 16	Nível ósseo: crista - JCE no dente 16	0,64	0.47-0.76	0,43	0.03-0.93
NOVC - 16	Nível ósseo: crista - ponta de cúspide no dente 16	0,66	0.37-0.79	0,37	0.03-0.89
E5 - 16	Espessura óssea a 5mm da JCE no dente 16	0,88	0.67-0.96	0,94	0.87-0.98
E10 - 16	Espessura óssea a 10mm da JCE no dente 16	0,79	0.53-0.96	0,87	0.62-0.98
NOV - 26	Nível ósseo: crista - JCE no dente 26	0,40	0.07-0.76	0,61	0.13-0.82
NOVC - 26	Nível ósseo: crista - ponta de cúspide no dente 26	0,37	0.14-0.58	0,60	0.12-0.85
E5 - 26	Espessura óssea a 5mm da JCE no dente 26	0,93	0.82-0.97	0,74	0.45-0.90
E10 - 26	Espessura óssea a 10mm da JCE no dente 26	0,98	0.93-0.99	0,85	0.72-0.95
DC	Distância interdental entre as cúspides dos molares	0,84	0.65-0.96	0,78	0.46-0.92
DR	Distância interdental entre as raízes dos molares	0,93	0.72-0.99	0,98	0.94-0.99
AI	Ângulo Interdental	0,75	0.54-0.86	0,65	0.34-0.82

Fonte: Bernd (2011)

## Resultados

A Tabela II apresenta as médias, Erro Padrão (EP) e valores mínimo e máximo observados, separadamente por tempo (T1 e T2) e expansor (Haas e Hyrax).

**Tabela II** – Médias, Erro Padrão (EP) e valores mínimo e máximo observados, por expansor e tempo.

Variável	T1				T2			
	Média	EP	Mínimo	Máximo	Média	EP	Mínimo	Máximo
NOV - 16								
HAAS	1.53	0.11	0.53	2.83	1.76	0.12	0.73	2.66
HYRAX	1.53	0.11	0.44	3.43	2.50	0.35	0.99	8.01
NOVC - 16								
HAAS	8.10	0.16	6.72	10.15	8.58	0.14	7.03	9.75
HYRAX	8.25	0.17	7.09	10.82	9.67	0.34	7.30	15.28
E5 - 16								
HAAS	1.85	0.16	0.15	3.44	1.57	0.18	0.00	3.28
HYRAX	2.08	0.09	1.38	3.18	1.80	0.16	0.20	3.73
E10 - 16								
HAAS	4.63	0.37	0.85	8.16	4.99	0.63	0.96	13.99
HYRAX	3.80	0.42	0.99	9.56	3.90	0.52	0.52	10.11
NOV - 26								
HAAS	1.27	0.10	0.44	2.31	1.74	0.21	0.48	5.50
HYRAX	1.46	0.10	0.83	2.98	2.02	0.19	0.78	6.00
NOVC - 26								
HAAS	7.81	0.15	6.59	9.11	8.43	0.21	6.40	11.19
HYRAX	8.16	0.14	6.72	10.56	9.10	0.24	7.50	13.05
E5 - 26								
HAAS	2.24	0.09	1.35	3.46	1.73	0.14	0.00	3.40
HYRAX	1.64	0.11	0.50	3.22	1.14	0.12	0.18	2.61
E10 - 26								
HAAS	4.97	0.35	1.51	9.00	5.23	0.44	1.50	12.09
HYRAX	3.63	0.32	0.46	7.08	3.59	0.39	0.00	7.32
DC								
HAAS	50.56	0.48	45.45	4.10	59.55	0.46	53.84	63.66
HYRAX	50.76	0.51	45.21	57.30	60.29	0.59	53.96	66.27
AI (°)								
HAAS	155.27	1.12	142.20	166.00	143.45	1.51	132.30	158.00
HYRAX	149.90	1.72	133.70	168.70	145.06	1.56	130.90	159.80
DR								
HAAS	46.89	0.50	41.83	51.34	51.34	0.54	46.37	55.62
HYRAX	45.85	0.49	38.48	50.51	51.13	0.49	44.10	56.37

A Tabela III demonstra as médias, erro padrão, diferenças entre T1 e T2 e os resultados do modelo misto com medidas repetidas. Foram observadas interações significativas (5%) entre tempo e expensor apenas para as variáveis NOVC - 16, AI e DR.

Ao avaliar os grupos conjuntamente, foi observado que a ERM reduziu a E5 em 0,28 mm para o dente 16 e em 0,5 mm para o dente 26 (Tabela III) sem evidenciar diferenças significativas entre os expansores. Para as variáveis de nível ósseo vestibular (NOV e NOVC), houve aumento significativo em ambos os lados, indicando a formação de recessões ósseas médias de 0,6 mm e 0,5mm para as variáveis NOV - 16 e NOV - 26 respectivamente. Ao medir o nível ósseo a partir da ponta de cúspide dos molares (NOVC), a alteração óssea média foi de 0,77mm para o dente 26, sem diferença significativa entre os grupos, porém, para o dente 16, o Grupo 1 apresentou perdas de 0,48 mm e o Grupo 2 de 1,42 mm.

O teste de Correlação de Pearson demonstrou que houve correlação estatisticamente significativa ( $r = -0,52$ ;  $P <,0001$ ) entre espessura óssea inicial (E5) e nível ósseo imediatamente após a expansão (NOV). Estes dados demonstram que, quanto maior a espessura óssea inicial, menor é a tendência de que ocorram perdas ósseas verticais na vestibular dos molares avaliados imediatamente após a ERM.

Não houve efeito significativo (5%) do gênero sobre nenhum dos desfechos avaliados.

Ambos os grupos provocaram redução do AI (média de  $-8,32^\circ$ ), o que indica que ocorreu inclinação para vestibular das coroas dentárias. A diferença entre os expansores foi estatisticamente significativa, sendo maior para o expensor tipo Haas (Grupo 1) com média de  $12^\circ$  e  $5^\circ$  em média para o tipo Hyrax (Grupo 2), conforme mostra a Tabela III.

A inclinação dentária também pôde ser observada pela diferença que ocorreu entre a DC e a DR imediatamente após a ERM: ambas as medidas aumentaram no período pós-expansão, porém a DC aumentou, em média, 9,26 mm e a DR aumentou apenas 4,86 mm. Isso demonstra um maior afastamento das pontas de cúspides do que das raízes na região de furca dos molares, resultando em inclinação dentária. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os Grupos para a variável DC, porém, para a variável DR, o Grupo 1 evidenciou

alterações de 4,46 mm, enquanto o Grupo 2 obteve uma expansão de 5,28mm ao nível radicular. Esses dados, mais uma vez, apontam para uma menor inclinação dentária no Grupo 2 (Hyrax).

**Tabela III:** Médias ajustadas por tempo, e diferenças de médias ajustadas entre tempos, independentemente do expansor, ou por expansor, respectivamente, para os casos com interação Expansor\*Tempo não significativa e significativa (5%).

Variável	T1		T2		Mudanças (T1 – T2)		P
	Média	EP**	Média	EP**	Média	EP**	
NOV - 16 (mm)	1,57	0,15	2,17	0,15	-0,60	0,19	0.0020
NOV - 26 (mm)	1,37	0,12	1,89	0,12	-0,51	0,14	0,0003
NOVC - 16 (mm)							
HAAS	8,27	0,24	8,75	0,24	-0,48	0,28	0,3275
HYRAX	8,22	0,23	9,64	0,23	-1,42	0,26	<0,0001
NOVC - 26 (mm)	8,04	0,14	8,81	0,14	-0,77	0,16	<.0001
E5 - 16 (mm)	1,98	0,13	1,70	0,13	-0,28	0,06	<.0001
E10 - 16 (mm)	4,13	0,41	4,35	0,41	-0,23	0,22	0,2985
E5 - 26 (mm)	1,95	0,10	1,44	0,10	-0,50	0,06	<.0001
E10 - 26 (mm)	4,28	0,32	4,39	0,32	-0,11	0,01	0,4394
Ângulo Interdental (°)							
HAAS	155°	2,02	143°	2,02	12°	1,34	<0,0001
HYRAX	150°	1,91	145°	1,91	5°	1,25	0,0013
DC (mm)	50,74	0,47	60,00	0,47	-9,26	0,28	<.0001
DR (mm)							
HAAS	47,20	0,68	51,66	0,68	-4,46	0,19	<.0001
HYRAX	45,99	0,64	51,26	0,64	-5,28	0,17	<.0001

Médias estimadas pelo modelo misto com ajuste de confundimento para idade e sexo.

\*\* EP = erro padrão da média

Fonte: Bernd (2011)

## Discussão

A expansão rápida da maxila é um método eficaz no tratamento de deficiências transversais maxilares. Entre os expansores mais utilizados, destacam-se os de tipo Haas e Hyrax. Além de promover o aumento transversal da arcada maxilar através da separação da sutura palatina mediana, os efeitos imediatos da ERM incluem inclinação dentária, redução da espessura alveolar e deiscências ósseas vestibulares.<sup>1,5,13,15,19,20</sup> O presente estudo demonstrou resultados similares, com significativa expansão, inclinação dentária, redução da altura e espessura alveolar nos molares superiores no período imediato após a ERM. (  $P < 0.0001$ , Tabela II)

Até pouco tempo atrás, os estudos sobre os efeitos da ERM no periodonto de suporte eram limitados à avaliação clínica por sondagem, análise de modelos, visualização por meio de retalhos cirúrgicos e análise histológica e dissecação em animais.<sup>15,19-21</sup> Com o surgimento da TCCB, com um menor custo e menor dose de radiação em comparação com a TC helicoidal<sup>22,23</sup>, esse exame passou a ser o método de eleição para diagnóstico por imagem tridimensional.<sup>16,24</sup>

A TCCB apresenta vantagens quando comparada à TC convencional como campo de visão variável, imagens de alto contraste, resolução submilimétrica, tempo de escaneamento reduzido e voxels isotrópicos. Existe ainda a possibilidade de visualização de estruturas anatômicas em 3D, com mínima distorção e menor presença de artefatos metálicos.<sup>22,24</sup> Adicionalmente a TCCB apresenta alta acurácia das imagens para avaliações qualitativas e quantitativas<sup>25,26</sup> devido à resolução submilimétrica dos voxels que variam de 0,4mm a 0,125mm.<sup>22</sup> Por estes motivos, o presente estudo utilizou a TCCB com dimensão de voxel em 0,3mm como método de análise dos efeitos periodontais.

O uso da TC para realizar mensurações das estruturas periodontais já foi descrito por outros autores,<sup>12,13,16-18,27,28</sup> porém, com metodologias variáveis, em vista dos diferentes softwares utilizados, dos objetivos de pesquisa e do método de aquisição das imagens, com a ressalva de que não existe um consenso quanto à melhor metodologia utilizada para mensurações periodontais.

Em relação a um dos poucos trabalhos que avaliaram e compararam os efeitos da ERM sobre os tecidos de suporte com os disjuntores tipo Haas e Hyrax,<sup>12</sup> o presente estudo apresenta como vantagem o tamanho da amostra (33 pacientes)

além de ter utilizado TCCB de alta resolução, com voxel de 0,3mm em comparação ao estudo anterior, cuja amostra de 8 pacientes foi avaliada através de TC em cortes axiais de 1mm de espessura. Outros estudos também avaliaram os efeitos periodontais da ERM porém sem comparar os dois expansores.<sup>6,13,27</sup> A Tabela IV resume os diferentes estudos realizados para avaliação dos efeitos periodontais da ERM utilizando TC.

Não foi utilizado grupo controle no presente estudo, pois os efeitos da ERM sobre os tecidos de suporte foram analisados em um curto espaço de tempo (19 dias) onde o crescimento normal não é um fator de influência para as medidas realizadas.<sup>29-31</sup>

No presente trabalho, o CCI foi satisfatório para a maioria das medidas, variando de 0,74 a 0,97, com exceção das medidas NOV e NOVC (Tabela I). O baixo CCI apresentado por estas duas medidas pode ser explicado pela natureza das mesmas, em que os valores absolutos são, em geral, muito pequenos. Dito isso, é possível afirmar que, por melhor que seja a precisão do operador, a mínima variação que ocorrer durante as mensurações é suficiente para produzir grandes diferenças na precisão das medidas, o que reduz acentuadamente o CCI. Assim mesmo, os resultados devem ser interpretados com cautela.

Após 19 dias de ERM, ambas as variáveis de distância interdental (DC e DR) medidas na altura da coroa e na altura das raízes, estavam aumentadas, o que demonstra o efeito transversal da ERM sobre os molares. A DR aumentou, em média, 4,86 mm e a DC aumentou 9,26 mm. Este valor de 9,26 mm foi maior do que o descrito por outros autores.<sup>3,6,13,27</sup> Tal diferença pode estar relacionada aos diferentes protocolos de ERM e aos métodos de investigação utilizados nesta pesquisa. No presente estudo, a abertura final do parafuso expensor foi de 8 mm, nos demais estudos, ela foi de 7 mm. Na publicação de Rungcharassaeng et. al(2007) a abertura variou entre os casos, ficando com a média de 5 mm de ativação. Outro importante fator que pode influenciar esses resultados é o momento da realização da segunda tomografia. O presente estudo avaliou a DC imediatamente após a ERM (19 dias), e a TCCB foi realizada com o aparelho expensor, o que evita recidivas entre T1 e T2. Outros trabalhos,<sup>3,6,13,27</sup> realizaram a T2 de 3 a 6 meses após a T1 e, em alguns destes,<sup>6,12</sup> os aparelhos expansores foram removidos antes da T2, mesmo quando realizada 3 meses após o início da

ERM, o que permite recidiva da movimentação no período de tempo entre a remoção do aparelho e a realização da tomografia.

Na presente pesquisa, o valor médio de expansão entre as pontas de cúspide (DC) foi de 9,26 mm (Tabela III), maior do que o valor de ativação do parafuso (8 mm), sendo semelhante ao encontrado por outros trabalhos,<sup>3,5,13,32</sup> nos quais a expansão dentária foi maior do que a medida de ativação do parafuso, fato possivelmente relacionado à inclinação dentária que ocorre durante a expansão. Isso condiz com os achados deste estudo em que ambos os grupos apresentaram inclinação dos molares, com evidência mais acentuada no Grupo 1 (Haas).

Os valores médios de inclinação interdental no período imediatamente pós-expansão, neste estudo, aumentaram 12° ( $P < .0001$ ) para o Grupo Haas, e 5° ( $P = .001$ ) para o Grupo Hyrax (Tabelas III e IV), demonstrando que ocorreu inclinação significativamente maior com os aparelhos tipo Haas. Resultados similares foram encontrados por outros autores.<sup>5,33</sup> A explicação para esta inclinação maior nos aparelhos tipo Haas pode ter relação com a menor rigidez deste aparelho, que possui ligação em acrílico do parafuso aos anéis cimentados aos dentes. Rungcharassaeng *et al* (2007)<sup>13</sup> e Braun *et al* (2000)<sup>33</sup> também relatam que, quanto maior a rigidez da fixação do aparelho aos dentes, menor inclinação dentária ocorre e esta é maior nos dentes que não são bandados, como os segundos pré-molares. Para Handelsmann,<sup>21</sup> que realizou um estudo com modelos de gesso para avaliar os efeitos da ERM com expensor de Haas em 47 pacientes, a inclinação dos molares está relacionada à idade dos pacientes. Assim, segundo o autor, quanto maior for a idade, maior inclinação dentoalveolar ocorrerá. Para o presente estudo, foi utilizada uma amostra de pacientes jovens, com idade média de 10 anos e 10 meses (Quadro 1) e, apesar de ter ocorrido maior inclinação intermolares para o Grupo Haas, ambos os Grupos possuíam média de idade semelhante, sendo ainda, a média do Grupo Hyrax, 10 meses maior do que a do Grupo Haas, o que suporta a teoria de que a rigidez do aparelho expensor está relacionada com a inclinação dentária ocorrida durante a ERM.<sup>33</sup>

As forças ortodônticas e ortopédicas geradas pela ERM provocam alterações histológicas no periodonto de suporte, causando estiramento das fibras periodontais no lado palatal e, no lado vestibular, a desorganização das fibras e o aparecimento de zonas acelulares, nas quais ocorrem áreas de absorção óssea no longo eixo

radicular devido à compressão periodontal.<sup>20</sup> Essa movimentação dentária contra o osso cortical vestibular pode provocar deiscências e fenestrações ósseas vestibulares; no entanto, um estudo em cães, concretizado por Thilander *et al.* (1983) revelou que o osso vestibular pode voltar a cobrir os dentes ao movimentá-los novamente para sua posição original.<sup>19</sup> O presente estudo avaliou os efeitos imediatos da ERM sobre o periodonto de suporte, onde, supostamente, ainda não há recidiva da movimentação dentária. Os achados demonstraram que houve movimentação dos molares para vestibular, reduzindo a espessura óssea no parâmetro E5 (0,3 a 0,5mm conforme a Tabela III) sem diferenças significativas entre os grupos. Apesar de perdas de 0,5 mm de espessura não parecerem significativas, a média de espessura óssea (E5) na T1 foi de 2 mm, o que, em casos nos quais a espessura óssea inicial é menor, poderia levar ao aparecimento de deiscências ou fenestrações ósseas vestibulares. Esses achados são condizentes com os de outros estudos que utilizaram tomografias.<sup>12,13</sup> Entretanto, Ballanti *et al.* (2009),<sup>27</sup> apesar de terem apresentado perdas em espessura média semelhantes, não observaram a formação de fenestrações ou deiscências ósseas.

Perdas ósseas verticais foram observadas após a ERM, sem diferenças estatisticamente significativas entre os Grupos 1 e 2, para as variáveis NOV-16 (0,6 mm), NOV-26 (0,5 mm) e NOVC-26 (0,77 mm). A variável NOVC-16 foi a única que apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, demonstrando maior perda óssea vertical para o Grupo Hyrax (1,42 mm) do que para o Grupo Haas (0,48 mm). Garib *et al.* (2006)<sup>12</sup> e Rungcharassaeng *et al.* (2007)<sup>13</sup> também relataram perdas ósseas verticais, porém muito mais expressivas, com valores médios de 3,8 mm e 2,92 mm respectivamente (Tabela IV). Estas diferenças podem ser explicadas por diversos fatores como: idade da amostra (a média de idade do presente estudo é a menor entre os comparados), tipo de expensor, protocolo de ativações, tempo entre os exames tomográficos e diferentes protocolos e equipamentos utilizados para aquisição e mensuração de imagens tomográficas. Segundo Sun *et al.* (2011),<sup>34</sup> diferentes protocolos de TCCB podem alterar as mensurações ósseas de acordo com o tamanho de voxel utilizado, onde, quando utilizado um tamanho de 0,4mm, as medidas de altura óssea podem ser subestimadas em 0,9 a 1,2mm, e a perda óssea medida após a ERM pode ser superestimada em 1,5 a 2mm. Segundo o mesmo estudo, a redução do tamanho de voxel de 0,4mm para 0,25mm pode melhorar a

acurácia das mensurações lineares em TCCB. No presente estudo, o tamanho de Voxel utilizado foi de 0,3mm, o que proporciona uma melhor nitidez de imagem e pode ser mais um fator contribuinte aos resultados de perdas ósseas verticais menores em relação a outros estudos.<sup>12,13,34</sup>

Apesar de não serem estatisticamente significativas, o Grupo Hyrax apresentou maiores perdas ósseas tanto para NOV, quanto para NOVC (Tabela II). Tais achados estão em concordância com os encontrados por Garib *et al.*(2006)<sup>12</sup>, onde se identificaram perdas ósseas verticais estatisticamente maiores com o expansor tipo Hyrax. Esta maior tendência de causar perdas ósseas observada no expansor tipo Hyrax pode estar relacionada ao fato de este tipo de expansor exercer toda a força da expansão sobre os dentes de suporte, e, conseqüentemente, sobre o processo alveolar vestibular. Isso se alia ao fato de que este tipo de expansor possui uma rigidez estrutural maior em relação ao aparelho tipo Haas pois a ligação do parafuso expansor aos dentes é feita diretamente pelas suas extensões de fio de 1,4mm de espessura soldadas aos anéis ortodônticos, sem a presença do corpo acrílico ligado aos dentes por fio de 1,0mm como ocorre no aparelho tipo Haas. Assim, essa maior rigidez do expansor tipo Hyrax reduziria a inclinação dos dentes de suporte durante a ERM. Odenrik *et al.* (1991)<sup>35</sup> relataram que o aparelho tipo Haas, sendo dento-muco-suportado, deveria distribuir melhor as forças da expansão. Em seu estudo, o aparelho tipo Hyrax provocou maiores reabsorções radiculares na região vestibular dos primeiros pré-molares do que o expansor tipo Haas. Essa vantagem de melhor distribuição de forças pelo aparelho dento-muco suportado, já era apontada por Haas,<sup>1</sup> em 1961, o qual afirma que as forças se distribuem ao longo do processo alveolar e dentes de suporte. Garib *et al* (2006)<sup>12</sup> comentaram que a maior perda óssea nos pré-molares poderia estar relacionada com a posição anatômica desses dentes em uma região onde o osso vestibular possui menor espessura e fica mais fino para apical. Já no caso dos molares, na maioria dos casos, o osso fica mais espesso em direção apical como pode ser visto na Figura 3.

**Tabela IV:** Comparação de estudos sobre ERM utilizando TC

Autor	Método; FOV; Tempo; Kv; mA;	Tamanho da Amostra (Gênero)	Idade (anos)	Tipo de Expansor	Tempo de Ativação do Expansor	Tempo entre T1 e T2	Abertura Final do Parafuso (mm)	Perda óssea em altura (mm)	Perda óssea em esp. (mm)	Inclinação Dentária (°) <sup>1</sup>	Diferença Distância Interdental Coronária (mm)
Garib <i>et al.</i> (2006)	TC espiral; 12,6x12,6; 36-40s; 120kV; 100mA;	8 (8F)	11 - 14	DS e DMS	16 dias	3 meses	7 mm	3,8 mm (+ 4,4)	-0,7(+ 0,3) -0,9 (+ 0,3)	2,5° (+2,8) (para cada molar)	8,1
Rungcharassaeng <i>et al.</i> (2007)	TCCB; *, , *, , *, , *, ,	30 (17M e 13F)	10 - 17	DS	4.4 semanas	3 meses	4,96 mm (média)	-2,92 (+ 3,11mm)	-1,24 (+0,56)	-6,64° (+ 9,49)	6,66
Podesser <i>et al.</i> (2007)	TC multislice; *, , *, , *, , *	9 (3M e 6F)	6-10	DS	14 dias	3-5 meses; T2 sem contenção	7 mm	**	**	1° (+6°)	3,6
Ballanti <i>et al.</i> (2009)	TC multislice; 13,7 cm; *, , 80kV; 100mA	17 (7M e 10F)	8 - 14	DS	14 dias	15 dias (T1) e 6 meses(T2)	7 mm	**	-0,5 mm(16) -0,3 mm(26) (T1) +0,6 mm(T2)	**	T2: 6.1
Bernd <i>et al.</i> (2011)	TCCB; *, , 40s; 120kV; 8mA;	33 (12M e 21F)	9 - 14	DS e DMS	19 dias	19 dias	8 mm	0,55 mm 0,86 mm	0,39 mm	-8,32	9,26

\* Não descrito

\*\*Não avaliado

<sup>1</sup>Mensurações com metodologias variadas

DS: Dento-Suportado

DMS: Dento-Muco-Suportado

Fonte: Bernd (2011)

Como dito anteriormente, os resultados devem ser interpretados com cautela, pois o presente estudo avaliou os efeitos imediatos da ERM sobre os tecidos de suporte dos dentes de ancoragem, e novas pesquisas com acompanhamento a longo prazo se fazem necessárias para que conclusões mais sólidas sejam estabelecidas e para que haja um melhor entendimento de todo o processo da ERM e seus efeitos sobre os tecidos de suporte dos dentes.

### Conclusões

Com base nos resultados deste estudo, que avaliou, por meio de TCCB, os efeitos imediatos da ERM sobre o periodonto de suporte dos primeiros molares superiores, comparando dois tipos de aparelhos expansores, pode-se concluir que:

1. A ERM provocou redução média de 0,39mm na espessura das paredes ósseas vestibulares dos primeiros molares situada a 5 mm da JCE, sem haver diferenças entre os disjuntores tipo Haas e Hyrax;
2. A ERM promoveu diminuição do nível ósseo alveolar vestibular dos primeiros molares, havendo maior tendência de redução óssea com o expansor tipo Hyrax.
3. O Grupo Hyrax obteve maior aumento da distância interdental ao nível de furca dos molares (DR) e, ambos os expansores provocaram inclinações dos molares para vestibular, estas, significativamente maiores no Grupo Haas;
4. A ERM produziu um aumento significativo das dimensões transversais intermolares em nível da coroa (DC), em ambos os grupos, não havendo diferença significativa entre eles;

## Referências

1. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73-90.
2. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965;35:200-217.
3. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion - Tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-557.
4. Krebs A. Expansion of the midpalatal suture, studied by means of metallic implants. *Acta Odontol Scand* 1959;17:491-501.
5. Weissheimer A. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os disjuntores tipo haas e hyrax, em tomografia computadorizada cone beam. Faculdade de Odontologia. Porto Alegre: PUC; 2008: p. 149.
6. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon HP. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *Eur J Orthod* 2007;29:37-44.
7. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2001;71:343-350.
8. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical Rapid Maxillary Expansion in Adults: Report on 47 Cases Using the Haas Expander. *The Angle Orthodontist* 2000;70:129-144.
9. McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid Maxillary Expansion Followed by Fixed Appliances: A Long-term Evaluation of Changes in Arch Dimensions. *The Angle Orthodontist* 2003;73:344-353.
10. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial* 2007;12:139-156.
11. Dias DM. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido sagital, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada cone beam. Faculdade de Odontologia . Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2008: p. 86.
12. 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* 2006;129:749-758.

13. 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 Dentofacial Orthop* 2007;132:428.e421-428.e428.
14. Szklo M, Nieto J. *Epidemiology: Beyond the Basics*. Aspen; 2007.
15. Wennström J, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 1987;14:121-129.
16. Lund HG, Kerstin; Gröndahl, Hans-Göran. Cone Beam Computed Tomography for Assessment of Root Length and Marginal bone Level during Orthodontic Treatment. *Angle Orthod* 2010;80:8.
17. Januario AL, Barriviera, M., Duarte, W.R. Soft tissue cone-beam computed tomography: A novel method for the measurement of gingival tissue and the dimensions of the dentogingival unit. *J Esthet Restor Dent* 2008;20:9.
18. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol* 2006;77:1261-1266.
19. Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *The European Journal of Orthodontics* 1983;5:105-114.
20. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. *Facioskeletal And Dental Changes Resulting From Rapid Maxillary Expansion\**. *The Angle Orthodontist* 1966;36:152-164.
21. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod* 2000;70:129-144.
22. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.
23. Timms DJ, Preston CB, Daly PF. A computed tomographic assessment of maxillary movement induced by rapid expansion – a pilot study *Eur J Orthod* 1982;4:123-127.
24. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam tomography. *Semin Orthod* 2009;15:2-13.
25. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 1998;8:1558-1564.
26. Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:112-116.

27. 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;79:24-29.
28. Fuhrmann RAW. Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. *Semin Orthod* 2002;8:23-28.
29. Siqueira DF. Estudo comparativo, por meio de análise cefalométrica em norma frontal, dos efeitos dento-esqueléticos produzidos por três tipos de expansores palatinos Faculdade de Odontologia. Bauru: USP; 2000: p. 238.
30. Doruk C, Bicakci AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2004;74:184-194.
31. Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Kucukkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod* 2002;72:118-123.
32. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:569-575.
33. Braun S, Bottrel JA, Lee K-G, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:257-261.
34. 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* 2011;139:e117-e127.
35. Odenrick L, Karlander OD, Eva Lilja, Pierce OD, Angela, FRACDS OD, Kretschmar U. Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. *The European Journal of Orthodontics* 1991;13:264-270.
36. Lindhe J. *Tratado de Periodontologia Clínica*. Guanabara Koogan; 1992.

## 5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a análise do periodonto de suporte através de TCCB em molares permanentes possui adequada reprodutibilidade intra-examinador para medidas de espessura óssea em ambas as metodologias, porém para medidas de altura óssea, a metodologia B demonstrou maior precisão.

Ao comparar os efeitos imediatos da ERM sobre o periodonto de suporte dos primeiros molares superiores, comparando dois tipos de aparelhos expansores, pode-se concluir que:

1. A ERM promoveu redução média de 0,39mm na espessura das paredes ósseas vestibulares dos primeiros molares, sem haver diferenças entre os expansores tipo Haas e Hyrax.
2. A ERM provocou redução do nível ósseo alveolar na vestibular dos primeiros molares, havendo maior tendência de redução com o expansor tipo Hyrax.
3. O Grupo Hyrax obteve maior aumento da distância interdental ao nível de furca dos molares (DR) e, ambos os expansores provocaram inclinações dos molares para vestibular, estas, significativamente maiores no Grupo Haas.
4. A ERM produziu um aumento significativo das dimensões transversais intermolares ao nível da coroa (DC), para ambos os grupos, não havendo diferença significativa entre eles.

## REFERÊNCIAS

1. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73-90.
2. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965;35:200-217.
3. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion - Tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-557.
4. Krebs A. Expansion of the midpalatal suture, studied by means of metallic implants. *Acta Odontol Scand* 1959;17:491-501.
5. Weissheimer A. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os disjuntores tipo haas e hyrax, em tomografia computadorizada cone beam. Faculdade de Odontologia. Porto Alegre: PUC; 2008: p. 149.
6. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon HP. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *Eur J Orthod* 2007;29:37-44.
7. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2001;71:343-350.
8. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical Rapid Maxillary Expansion in Adults: Report on 47 Cases Using the Haas Expander. *The Angle Orthodontist* 2000;70:129-144.
9. McNamara JA, Baccetti T, Franchi L, Herberger TA. Rapid Maxillary Expansion Followed by Fixed Appliances: A Long-term Evaluation of Changes in Arch Dimensions. *The Angle Orthodontist* 2003;73:344-353.
10. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial* 2007;12:139-156.
11. Dias DM. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido sagital, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada cone beam. Faculdade de Odontologia . Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2008: p. 86.
12. 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* 2006;129:749-758.

13. 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 Dentofacial Orthop* 2007;132:428.e421-428.e428.
14. Szklo M, Nieto J. *Epidemiology: Beyond the Basics*. Aspen; 2007.
15. Wennström J, Lindhe J, Sinclair F, Thilander B. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol* 1987;14:121-129.
16. Lund HG, Kerstin; Gröndahl, Hans-Göran. Cone Beam Computed Tomography for Assessment of Root Length and Marginal bone Level during Orthodontic Treatment. *Angle Orthod* 2010;80:8.
17. Januario AL, Barriviera, M., Duarte, W.R. Soft tissue cone-beam computed tomography: A novel method for the measurement of gingival tissue and the dimensions of the dentogingival unit. *J Esthet Restor Dent* 2008;20:9.
18. Misch KA, Yi ES, Sarment DP. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. *J Periodontol* 2006;77:1261-1266.
19. Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *The European Journal of Orthodontics* 1983;5:105-114.
20. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. *Facioskeletal And Dental Changes Resulting From Rapid Maxillary Expansion\**. *The Angle Orthodontist* 1966;36:152-164.
21. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod* 2000;70:129-144.
22. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;72:75-80.
23. Timms DJ, Preston CB, Daly PF. A computed tomographic assessment of maxillary movement induced by rapid expansion – a pilot study *Eur J Orthod* 1982;4:123-127.
24. Farman AG, Scarfe WC. The basics of maxillofacial cone beam tomography. *Semin Orthod* 2009;15:2-13.
25. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Tinazzi Martini P, Bergamo Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol* 1998;8:1558-1564.
26. Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:112-116.

27. 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;79:24-29.
28. Fuhrmann RAW. Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. *Semin Orthod* 2002;8:23-28.
29. Siqueira DF. Estudo comparativo, por meio de análise cefalométrica em norma frontal, dos efeitos dento-esqueléticos produzidos por três tipos de expansores palatinos Faculdade de Odontologia. Bauru: USP; 2000: p. 238.
30. Doruk C, Bicakci AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2004;74:184-194.
31. Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Kucukkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod* 2002;72:118-123.
32. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:569-575.
33. Braun S, Bottrel JA, Lee K-G, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;118:257-261.
34. 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* 2011;139:e117-e127.
35. Odenrick L, Karlander OD, Eva Lilja, Pierce OD, Angela, FRACDS OD, Kretschmar U. Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. *The European Journal of Orthodontics* 1991;13:264-270.
5. Lindhe J. Tratado de periodontologia clínica. Guanabara Koogan; 1992.
37. Parks ET. Computed tomography application for dentistry. *Dent Clin North Am* 2000;44:371-394.
38. Gargiulo A, Wentz F, Orban B. Dimensions and relations of the dentogingival junction in humans. *J Periodontol* 1961;32:23.
39. da Silva Pierro V, de Souza I, Luiz R, Barcelos R, Moraes R. Reliability of two methods for measurement of alveolar bone level in children. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:6.

**ANEXOS****TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS**

<b>EFEITOS DA EXPANSÃO RÁPIDA DE MAXILA NO PERIODONTO DE SUPORTE, COM OS DISJUNTORES TIPO HAAS E HYRAX, EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA <i>CONE BEAM</i></b>	<b>Cadastro no CEP-PUCRS</b>
--	------------------------------

Os autores do projeto de pesquisa se comprometem a manter o sigilo dos dados coletados em prontuários e bases de dados referentes a pacientes atendidos na Clínica de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUC-RS. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente com finalidade científica, preservando-se integralmente o anonimato dos pacientes.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

<b>Autores do Projeto</b>	
<b>Nome</b>	<b>Assinatura</b>
<b>Guilherme Picolli Bernd</b>	
<b>Luciane Macedo de Menezes</b>	



*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

*Porto Alegre 20 de Outubro de 2010*

**O Projeto de: Dissertação**

**Protocolado sob nº:** 0078/10  
**Intitulado:** Efeitos da expansão rápida de maxila no periodonto de suporte, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada cone beam  
**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes  
**Pesquisadores Associados** Guilherme Picolli Bernd  
**Nível:** Dissertação / Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 20 de Outubro de 2010.

*Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP/PUCRS*

**Profa. Dra. Ana Maria Spohr**  
 Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
 Faculdade de Odontologia da PUCRS



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

OF.CEP-1400/10

Porto Alegre, 03 de dezembro de 2010.

Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 10/05263 intitulado "**Efeitos da expansão rápida de maxila no periodonto de suporte, com os disjuntores tipo HAAS e HYRAX, em tomografia computadorizada CONE BEAM**".

Salientamos que seu estudo pode ser iniciado a partir desta data.

Os relatórios parciais e final deverão ser encaminhados a este CEP.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Rodolfo Herberto Schneider  
Coordenador do CEP-PUCRS

Ilma. Sra.  
Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes  
FO  
Nesta Universidade

PUCRS

Campus Central  
Av. Ipiranga, 6690 - 3º andar - CEP: 90610-000  
Sala 314 - Fone Fax: (51) 3320-3345  
E-mail: [cep@pucrs.br](mailto:cep@pucrs.br)  
[www.pucrs.br/prppg/cep](http://www.pucrs.br/prppg/cep)