

MAURICIO BRUNETTO

**ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DENTÁRIOS E
PERIODONTAIS IMEDIATOS ENTRE EXPANSÃO MAXILAR
RÁPIDA E LENTA POR MEIO DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA DE *CONE-BEAM*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Departamento de Odontologia, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do Título de Mestre em Odontologia Área de Concentração em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Gerson Luiz Ulema Ribeiro

Florianópolis
2012

MAURICIO BRUNETTO

**ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DENTÁRIOS E
PERIODONTAIS IMEDIATOS ENTRE EXPANSÃO MAXILAR
RÁPIDA E LENTA POR MEIO DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA DE *CONE-BEAM*.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração em Ortodontia, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia (PPGO) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Florianópolis, 02 de março de 2012.

Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini
Coordenador PPGO - UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Gerson Luiz Ulema Ribeiro
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Arno Locks
Membro
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Carlos Alberto Estevanel Tavares
Membro
Escola de Aperfeiçoamento Profissional (EAP) – Associação Brasileira
de Odontologia (ABO) – Rio Grande do Sul

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar e comparar, através de imagens de tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB), os efeitos imediatos da terapia de expansão maxilar rápida (EMR) e expansão maxilar lenta (EML) sobre o posicionamento dos primeiros molares superiores, bem como a repercussão sobre a tábua óssea alveolar vestibular destes dentes. A amostra foi composta por 33 pacientes, 18 do sexo feminino e 15 do masculino, média etária de 9 anos, distribuídos aleatoriamente em dois grupos: EMR (n=17) e EML (n=16). Os procedimentos de EMR e EML consistiram, respectivamente, em 2 ativações (0,4mm) diárias e 2 ativações (0,4mm) semanais até que o parafuso expansor atingisse 8mm de expansão. Imagens de tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB) foram realizadas ao início (T1) e após a estabilização do parafuso expansor (T2). Os dados foram obtidos através de método padronizado de análise das imagens. O teste *Wilcoxon Matched Pairs* foi empregado para análise intragrupos, enquanto análise de variância (ANOVA) e correlação de *Spearman* nas comparações intergrupos. Os dois procedimentos causaram movimentação significativa para vestibular dos dentes 16 e 26. O grupo EML apresentou maior movimento de corpo e o grupo EMR maior inclinação dentária. Perdas ósseas significativas tanto em altura quanto espessura foram detectadas nos dois grupos. O grupo EML apresentou alterações periodontais maiores e mais significativas. Modificações na frequência de ativação do aparelho disjuntor podem influenciar os efeitos dentários e periodontais do tratamento.

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze and compare the immediate effects of rapid maxillary expansion (RME) and slow maxillary expansion (SME) protocols on the positioning of the upper first molars as well as on the buccal alveolar bone of these teeth by means of cone-beam computerized tomography (CBCT). The sample consisted of 33 children, 18 female, and 15 male, with mean age of 9 years, randomly distributed into two groups: RME (n = 17) and SME (n = 16). Patients in the RME group received two turns (0.4 mm) per day and those in the SME group received two turns (0.4 mm) per week until 8 mm of expansion was achieved in both groups. CBCT images were taken before treatment (T1) and after the stabilization of jackscrews (T2). Data were gathered through a standardized analysis of CBCT images. Intragroup statistical analysis was accomplished by a Wilcoxon matched-pairs test, and intergroup statistical analysis was accomplished through analysis of variance (ANOVA). Linear relationships among all variables were determined by Spearman correlation. Both protocols caused buccal displacement of the upper first permanent molars. The upper first molars demonstrated more body displacement in the SME group, while more inclination was observed in the RME group. Vertical and horizontal bone loss was detected in both groups; however, the SME group presented major bone loss. Modifications in the frequency of activation of the palatal expander might influence the dental and periodontal effects of palatal expansion.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO.....	17
2.1 ARTIGO.....	19
2.2 ARTIGO VERSÃO EM INGLÊS.....	47
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE A – Metodologia Expandida	79
APÊNDICE B	91
APÊNDICE C	93
APÊNDICE D	95
APÊNDICE E	97
APÊNDICE F.....	99
APÊNDICE G	101
APÊNDICE H - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	103
APÊNDICE I – Trabalhos publicados durante o curso.....	105
APÊNDICE J – Trabalhos enviados para publicação durante o curso.....	107
ANEXO A - Certificado de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH)	109

1 INTRODUÇÃO

A recuperação da discrepância transversal da maxila mostra-se indispensável para o tratamento adequado de diversos tipos de maloclusões. Talvez o método mais empregado para o reestabelecimento das dimensões transversais da arcada superior seja a disjunção palatina. Este procedimento foi inicialmente proposto por Angell¹ e, posteriormente, reintroduzido e difundido nos EUA por Haas,² em 1961. Este autor, analisando o comportamento da maxila frente à disjunção palatina, verificou a abertura da sutura palatina mediana e separação das hemimaxilas. Constatou também, aumento da distância intermolar, das dimensões internas da cavidade nasal e deslocamento da maxila para anterior. Posteriormente, Haas³ publicou novo artigo aprofundando os conhecimentos sobre expansão palatina, baseado no tratamento de mais de 300 pacientes. Mencionou que, acompanhando a abertura da sutura palatina, os processos alveolares da maxila, aparentemente, inclinam-se lateralmente e os processos palatinos deslocam-se inferiormente. O efeito resultante destas alterações acarreta expansão do arco dentário e aumento da cavidade nasal. Este conjunto de modificações ósseas, associado à pressão realizada no ligamento periodontal, promove acentuada inclinação axial dos dentes póstero-superiores para vestibular.

Estas pesquisas iniciais instigaram o surgimento de ampla série de estudos sobre os efeitos dentoalveolares da disjunção palatina.⁴⁻¹⁵ Na maioria destes trabalhos^{4,5,7,9-12,15} demonstrou-se resultados semelhantes aos encontrados por Haas, ressaltando que a utilização de aparelhos expansores mais rígidos¹⁶ e modificações na frequência de ativação¹⁷⁻²⁰ podem reduzir a intensidade das inclinações dentoalveolares.²¹

Existem relatos de três diferentes tipos de procedimento de ativação para aparelhos disjuntores. Expansão maxilar rápida (EMR),² expansão maxilar lenta (EML)^{19,20,22-24} e expansão maxilar semirrápida (EMSR).^{23,25} Este último método e suas variações²⁰ despertaram pouco interesse científico, ao contrário dos dois primeiros, avaliados e citados com maior frequência. A EMR, como preconizada por Haas,² consiste em quatro aberturas no momento da instalação do dispositivo, 0,4 a 0,5mm por dia, até que se atinja a quantidade desejada de expansão palatina.² Quanto à EML, estudos histológicos evidenciaram que ativações semanais, entre 0,5mm a 1mm, propiciam velocidade compatível com a integridade do osso neoformado na sutura palatina mediana.²⁴ Alguns pesquisadores sugerem 0,6mm a 0,75mm^{20,22} a 1mm

semanais.²³ Outros demonstraram que expansões de 0,4mm a 1,1mm, por semana, possibilitam bons ganhos esqueléticos.¹⁹

Não existe consenso sobre qual é o melhor procedimento. Possivelmente pelas diferenças de metodologia e tipos de aparelhos utilizados.²⁶ A EMR exerce forças de maneira súbita nos dentes pósterossuperiores, não dispondo tempo suficiente para que ocorra movimento dentário. Desta forma, a força é transferida para a sutura palatina mediana resultando em maior efeito ortopédico.^{22,26-29} Além disso, ativações lentas do disjuntor palatino não são capazes de sobrepujar a força de tensão das suturas,^{2,3,26} resultando em maior deslocamento dentário.^{7,25,30,31} A EML permite aos tecidos da sutura palatina mediana, separação mais fisiológica e tolerável, em comparação à movimentação abrupta ocasionada pela EMR.^{26,32} A manutenção da integridade dos tecidos propiciaria maior estabilidade^{23,26,33} e menor recidiva durante a reorganização do complexo maxilar.^{23,26} As alterações em ritmo acelerado nas estruturas do complexo craniofacial (em virtude dos altos níveis de força produzidos pela EMR, causando seu rápido deslocamento ou deformação) também contribuiriam para o aumento das taxas de recidiva em longo prazo.³⁴ Alguns autores afirmaram que o a EMR estaria baseada em dados puramente empíricos^{17,19,26,27} e o critério para determinação da velocidade de expansão, do parafuso expensor, foi baseado na tolerância do paciente.^{19,26} Forças entre 3 e 10 libras podem ser geradas após a ativação do parafuso expensor. Estas cargas são acumulativas, conseqüentemente, as ativações do aparelho no decorrer dos dias propiciariam excesso de esforço sobre as suturas, tecidos ósseos e dentários.¹⁷ Desta forma, um ritmo lento de expansão maxilar evitaria o acúmulo de cargas.¹⁸ Forças de intensidade reduzida, de até 2 libras,¹⁹ representadas por um procedimento de ativação mais lento ou por parafusos que propiciassem menor expansão por ativação, podem ser capazes de separar os segmentos maxilares¹⁹ e produzir resultados clínicos satisfatórios.¹⁷

Apesar das controvérsias, sobretudo sobre a quantidade de efeito ortopédico e potencial de recidiva ocasionados por um ou por outro procedimento de ativação, a movimentação dentária na direção vestibular, dos dentes póstero-superiores, com variado grau de inclinação, faz parte dos resultados da terapia de expansão maxilar em ambas as situações.^{2-5,7,8,10,14,15,19,22,35-38} O deslocamento dos dentes nesta direção, principalmente para fora dos limites anatômicos alveolares, pode ocasionar recessão gengival.³⁹⁻⁴¹ Particularmente nas regiões marginais da face vestibular, o osso alveolar apresenta-se delgado. Forças acentuadas podem induzir a formação de deiscências. Caso este

tipo de alteração aconteça, e não haja deposição óssea compensatória, a longevidade do dente estará posta em risco.³⁶ Sendo assim, a expansão da maxila, rápida ou lenta, pode afetar as estruturas periodontais,^{3,24,35,42} seja pelo deslocamento vestibular dentário,^{36,42-44} ou pela compressão causada pela força do aparelho.^{3,18}

Os efeitos da expansão maxilar sobre o periodonto despertaram o interesse dos pesquisadores há muitos anos. Um estudo histológico,³⁵ em macacos, concluiu que após a EMR, as fibras do ligamento periodontal foram desorganizadas com a movimentação de corpo dos dentes e o osso alveolar apresentou reabsorção no lado de pressão. Estudos clínicos, com o objetivo de analisar os efeitos periodontais da expansão maxilar, sobretudo de maneira quantitativa, são escassos em literatura.⁴⁰ Possivelmente pela dificuldade de visualização, da altura e espessura das tábuas ósseas alveolares vestibular e palatina, ao exame radiográfico convencional.^{40,42,45,46} O método mais confiável de análise quantitativa dos efeitos periodontais, provenientes da disjunção da maxila, era o exame clínico.³⁶ Baseados nesta metodologia, alguns autores³⁶ compararam os efeitos da EMR e EML sobre os tecidos periodontais de suporte em pacientes tratados inicialmente com estas terapias seguidos de ortodontia corretiva. Embora sem significância estatística, a redução da tábua óssea vestibular dos molares foi perceptível no grupo submetido à expansão maxilar rápida. Os pesquisadores comentaram sobre a possibilidade de alterações pós-tratamento não serem visualizadas imediatamente após a remoção dos aparelhos. Os tecidos podem ter-se tornado mais delgados em função da expansão, desta maneira, propiciando o surgimento de recessões gengivais em longo prazo.

Em 1982, a tomografia computadorizada foi empregada pela primeira vez⁴⁷ com o intuito de diagnóstico e avaliação dos resultados da terapia ortodôntica. Porém, os procedimentos existentes dispensavam fortes doses de radiação,⁴⁸ o que dificultava seu uso clínico⁴⁹ e científico por questões éticas.³⁸ Apesar destas limitações, em alguns estudos^{42,45,50} esta metodologia foi utilizada para avaliar modificações dento-esqueléticas advindas da EMR. Seus resultados confirmaram a inclinação vestibular, dos dentes póstero-superiores, como detectado previamente com metodologias convencionais. Além disso, os efeitos periodontais puderam ser analisados de maneira quantitativa.^{42,45} A EMR provocou redução significativa da espessura e altura óssea vestibular, em grau variado, principalmente nos dentes de ancoragem dos aparelhos.

A partir do final da década de 90 e início dos anos 2000, foi desenvolvida a tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB). Diferentemente da tomografia convencional, cuja radiação rotaciona de modo circular ou espiral⁴⁸ em torno do paciente, a TCCB utiliza um feixe de raio-x em formato cônico. Esta modificação aprimorou a emissão dos raios e conseqüentemente melhorou a qualidade da imagem⁵¹ e reduziu a dose de radiação absorvida pelo paciente⁴⁸. Em termos comparativos, no exame tomográfico de *cone-beam*, para o exame de maxila e mandíbula, a radiação dispensada é cerca de 1/6 menor do que na exposição à radiação a um tomógrafo médico convencional (espiral). A dose de radiação da TCCB apresenta-se similar à dose do exame periapical de todos os dentes,^{48,49,52} ou equivale a cerca de 4 a 15 vezes à dose de uma radiografia panorâmica.^{49,52,53} Além disso, a aquisição das imagens acontece através de apenas uma passagem da fonte emissora de radiação, sem a necessidade de movimentação da pessoa examinada. Estes atributos, possibilitaram ao sistema ser utilizado para fins específicos como a obtenção de imagens da região maxilofacial.^{48,51} Em comparação à radiografia convencional, o potencial do exame de TCCB é muito superior em prover informações complementares com riqueza de detalhes. Adicionalmente, o profissional pode obter reconstruções de todas as tomadas radiográficas convencionais odontológicas somadas a informações ímpares, dentre elas a análise das alterações do periodonto, fornecidas pelas reconstruções multiplanares, e em três dimensões⁵². Os aprimoramentos presentes na TCCB possibilitaram a utilização desta tecnologia em maior escala na Odontologia.⁵⁴

Desta forma, diversas pesquisas empregando TCCB em suas metodologias^{30,33,40,46,55,56} foram recentemente publicadas com o objetivo de analisar, quantitativamente, as alterações esqueléticas,^{33,56} dentoalveolares^{30,33,40,46,55,56} e periodontais^{30,40,46,55} derivadas da EMR e da EML. Lagravere *et al.*³³ compararam as alterações dentoesqueléticas provenientes da terapia de expansão maxilar de aparelhos dentosuportados (Hyrax) e osteossuportados. Os dois grupos tratados apresentaram significativa inclinação dentária dos molares para vestibular. Rungcharassaeng *et al.*⁴⁰ avaliaram os fatores que influenciam as alterações ósseas vestibulares, decorrentes da EMR, em dentes pósterossuperiores. As conseqüências diretas imediatas foram a inclinação vestibular das coroas - cerca de 80% dos dentes demonstraram esta alteração - e redução considerável da espessura e altura óssea vestibular de molares superiores. Bernd⁴⁶ avaliou os efeitos imediatos dentários e periodontais da EMR comparando a ação de

disjuntores do tipo Haas e Hyrax. Ambos os grupos demonstraram aumento da inclinação dentária, sendo esta mais acentuada no Grupo que utilizou disjuntor tipo Haas. Ocorreram perdas ósseas verticais e horizontais estatisticamente maiores para o Grupo que utilizou disjuntor tipo Hyrax. Gauthier *et al.*⁵⁵ investigaram os efeitos periodontais da EMR assistida cirurgicamente (EMRAC). Clinicamente, houve tendência à perda de inserção na vestibular dos primeiros molares comprovada pela redução, estatisticamente significativa, na largura de gengiva inserida na região dos primeiros molares superiores do lado direito. Radiograficamente, constataram redução significativa da espessura óssea vestibular (de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ do valor inicial), principalmente na região distal dos primeiros molares. Também foram observadas reduções na altura da crista óssea vestibular na maioria dos dentes póstero-superiores, com maior significância clínica e estatística na mesial dos primeiros molares. De acordo com o estudo, o primeiro molar superior parece ser o dente mais afetado pela ERMAC.

Atualmente, existe um impasse sobre a eficácia da TCCB como meio de avaliação das tábuas ósseas periodontais. Por tratar-se de uma tecnologia relativamente nova, algumas características e limitações, principalmente na avaliação do osso alveolar, ainda não foram completamente compreendidas e estabelecidas.^{54,57} Pesquisas indicam que estas estruturas podem apresentar espessura menor do que os pontos que compõem a imagem tomográfica (*voxels*), sub ou superestimando alterações e defeitos presentes.^{57,58} A capacidade de diferenciação entre dois objetos distintos e próximos entre si definem a resolução espacial das imagens de TCCB.^{30,59} A resolução espacial torna-se importante, portanto, em pequenas mensurações e variações no sombreamento, tamanho do *voxel* e relação sinal/ruído podem afetá-la.⁵⁹ A oscilação de algum destes fatores implica em redução da resolução espacial, conseqüentemente, influenciando a visualização das imagens e a delimitação entre porção radicular dos dentes e tábua óssea vestibular.³⁰ Contudo, recentemente, foi constatado que a altura e espessura ósseas periodontais podem ser aferidas quantitativamente, com grande precisão, através de imagens de TCCB.⁵⁴

Em virtude do que foi exposto, se torna evidente a falta de consenso sobre os efeitos dentoalveolares e periodontais oriundos da EMR e EML. Estudos comparativos entre os dois procedimentos são escassos em literatura, principalmente utilizando-se o mesmo tipo de aparelho e as vantagens da TCCB.

O objetivo deste trabalho foi verificar e comparar, quantitativamente, os efeitos imediatos da terapia de EMR e EML sobre

o posicionamento dos primeiros molares superiores, bem como a repercussão sobre a altura e espessura da tábua óssea alveolar vestibular destes dentes, através da análise de imagens de TCCB.

2 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Este trabalho de pesquisa originou um artigo científico que será submetido à revista *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* (AJO-DO). Portanto, o artigo segue a formatação segundo normas da revista e, de acordo com as recomendações do programa de pós-graduação em Odontologia (PPGO), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), será apresentado em português assim como na língua oficial da publicação a ser submetido (Inglês).

2.1 ARTIGO

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DENTÁRIOS E PERIODONTAIS IMEDIATOS ENTRE EXPANSÃO MAXILAR RÁPIDA E LENTA POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE *CONE-BEAM*.

RESUMO

Introdução: O objetivo deste trabalho foi analisar e comparar, através de imagens de TCCB, os efeitos imediatos das terapias de expansão maxilar rápida (EMR) e expansão maxilar lenta (EML) sobre o posicionamento dos primeiros molares superiores e a repercussão sobre a tábua óssea alveolar vestibular destes dentes. **Materiais e Método:** A amostra foi composta por 33 pacientes, 18 do sexo feminino e 15 do masculino, média etária de 9 anos, distribuídos aleatoriamente em dois grupos: EMR e EML. Os procedimentos de EMR e EML consistiram, respectivamente, em 2 ativações (0,4mm) diárias e 2 ativações (0,4mm) semanais até que o parafuso expensor atingisse 8mm de expansão. Imagens de tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB) foram realizadas ao início (T1) e após a estabilização do parafuso expensor (T2). Os dados foram obtidos através de método padronizado de análise das imagens. O teste *Wilcoxon Matched Pairs* foi empregado para análise intragrupos, enquanto análise de variância (ANOVA) e correlação de *Spearman* nas comparações intergrupos. **Resultados e Conclusões:** Os dois procedimentos causaram movimentação significativa para vestibular dos dentes 16 e 26. O grupo EML apresentou maior movimento de corpo e o grupo EMR maior inclinação dentária. Perdas ósseas significativas tanto em altura quanto espessura foram detectadas nos dois grupos. O grupo EML apresentou alterações periodontais maiores e mais significativas. Modificações na frequência de ativação do aparelho disjuntor podem influenciar os efeitos dentários e periodontais do tratamento.

INTRODUÇÃO

A recuperação da discrepância transversal da maxila mostra-se indispensável para o tratamento de diversos tipos de maloclusões. O método mais empregado para o restabelecimento das dimensões transversais da arcada superior é a disjunção palatina. Existem relatos de três diferentes técnicas de ativação de aparelhos disjuntores. Expansão maxilar rápida (EMR),¹⁻³ expansão maxilar lenta (EML)⁴⁻¹⁶ e expansão semirrápida da maxila (ESRM).^{15,17} Esta última e suas variações¹⁸ despertaram pouco interesse científico, ao contrário dos dois primeiros, avaliados e citados com maior frequência.

A EMR é frequentemente associada à disjuntores tipo Haas (aparelhos dentomucossuportados fixos),¹ enquanto a EML a aparelhos do tipo quadrihélice^{7,8,10,15} ou mola aberta comprimida.^{4,5,9,11} A falta de ancoragem destes dispositivos impede que a força de tensão das suturas seja sobrepujada,^{1,3,6} consequentemente, a EML é relacionada a maiores taxas de movimentação dentária.^{7,8,15,19} Existe grande polêmica sobre as vantagens e desvantagens de cada procedimento. As diferenças entre aparelhos utilizados e metodologias empregadas interferem nas comparações entre os estudos e contribuem para a falta de consenso.⁶

Os efeitos dentoalveolares decorrentes das terapias de EMR e EML são semelhantes e caracterizam-se pela flexão lateral dos processos alveolares e movimentação dentária dos dentes pósterossuperiores, para vestibular, com variado grau de inclinação.^{1,3,7,10-13,20-27} O deslocamento dos dentes para fora dos limites anatômicos alveolares pode lesionar o periodonto,^{28,29} colocando em risco a longevidade do dente.¹⁰ Por isso, as alterações periodontais decorrentes da expansão maxilar despertaram o interesse dos pesquisadores há muitos anos.²⁶ Todavia, existem poucos estudos direcionados à análise quantitativa destas modificações,³⁰ possivelmente pela dificuldade de visualização da altura e espessura das tábuas ósseas alveolares no exame radiográfico convencional.^{7,30-33}

Recentemente, a tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB), por apresentar inúmeras vantagens sobre a radiografia e tomografia convencional,³⁴⁻³⁷ vem sendo utilizada para análise quantitativa das alterações esqueléticas,^{38,39} dentoalveolares^{8,30,32,38-40} e periodontais^{8,30,32,40} derivadas da EMR e EML. Entretanto, estudos comparativos entre os dois procedimentos são escassos na literatura, principalmente utilizando-se o mesmo tipo de aparelho e as vantagens da TCCB.

Portanto, o objetivo deste trabalho é verificar e comparar, quantitativamente, os efeitos imediatos da terapia de EMR e EML sobre o posicionamento dos primeiros molares superiores, bem como a repercussão sobre a altura e espessura da tábua óssea alveolar vestibular destes dentes, através da análise de imagens de TCCB.

MATERIAIS E MÉTODO

Este é um estudo clínico prospectivo com 2 grupos paralelos, em que a seleção da amostra foi realizada em escolares da rede pública da cidade de Florianópolis/SC e em pacientes que procuraram atendimento ortodôntico na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Todos os pais e/ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) dessa Universidade.

Os critérios de inclusão dos indivíduos foram a presença de deficiência transversal maxilar clínica e estar no período intertransitório da dentição mista, entre 7 e 10 anos de idade. Pacientes com síndromes, alterações físicas e/ou psicológicas que impossibilitassem a colaboração com o tratamento e presença de restaurações metálicas nos primeiros molares permanentes superiores foram excluídos do estudo.

Foram selecionados 59 indivíduos divididos aleatoriamente em dois grupos – grupo EMR e grupo EML. Utilizou-se o aparelho expansor preconizado por Haas¹ (Figura 1, página 36) em todos os pacientes, sendo cada disjuntor composto por parafuso expansor com abertura máxima de 11,0mm (*Dentaurum, Inspringen, Alemanha*), anéis nos primeiros molares decíduos e primeiros molares permanentes superiores além de barra vestibular soldada aos anéis destes mesmos dentes. Os indivíduos de ambos os grupos foram submetidos à 8mm de abertura do parafuso expansor, totalizando 40 ativações. Ao término da ativação o parafuso expansor foi estabilizado, com fio de amarrilho 0,12mm (Morelli, Sorocaba, Brasil) duplo, e os aparelhos mantidos em boca como forma de contenção por mais 5 meses no grupo EMR e 1 mês no grupo EML.

Os pacientes que não seguiram corretamente o procedimento de ativação, apresentaram falha na cimentação do aparelho expansor, tiveram molares decíduos esfoliados durante o tratamento, não retornaram para as consultas de controle, não realizaram o exame final dentro de 7 dias após a estabilização do parafuso expansor ou cujos exames tomográficos apresentaram dificuldade de visualização das

estruturas dentárias, em função de artefato proveniente do aparelho disjuntor, foram excluídos do estudo.

O grupo EMR foi composto inicialmente por 28 indivíduos tratados através do procedimento de EMR – ½ volta (0,4mm) por dia – sendo que na instalação do aparelho, o parafuso expensor foi ativado em 1 volta completa. Somente 17 indivíduos desse grupo se mantiveram dentro dos critérios estabelecidos na pesquisa (10 do gênero feminino e 7 do gênero masculino), com 8,9 anos de idade em média.

O grupo EML foi composto inicialmente por 31 indivíduos tratados através do procedimento de EML – ½ volta (0,4mm) por semana. No momento da instalação do aparelho a ativação foi de ½ volta. Somente 16 indivíduos deste grupo foram mantidos no estudo (8 do gênero feminino e 8 do gênero masculino), com 9 anos de idade em média.

A obtenção das imagens de tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB) ocorreu previamente à instalação dos expansores (T1) e entre 1 e 7 dias após a estabilização do parafuso expensor (T2), dependendo do agendamento na clínica radiológica.

O exame de TCCB foi realizado em tomógrafo do tipo *i-CAT* (*Imaging Sciences International, Hatfield, PA*), com 120kV e 20mA. As imagens tomográficas possuíam espessura de corte axial de 0,25 mm com *voxels* isotrópicos de 0,25mm. Após aquisição, as imagens foram salvas em arquivos *DICOM* (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), reconstruídas em camadas de 0,5mm e manipuladas através do programa *OsiriX Medical Imaging Software 32-bit* (*Open-Source, Pixmeo, Genebra, Suíça, www.osirix-viewer.com*).

Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo operador (M.B.), que não tinha conhecimento a qual grupo pertencia cada exame.

A análise tomográfica empregada foi semelhante à proposta por Bernd.³² O longo eixo da raiz mésovestibular do primeiro molar superior serviu como referência para a padronização dos cortes tomográficos realizados em T1 e T2. Com este propósito, as imagens foram visualizadas, inicialmente, no modo de reconstrução multiplanar (MPR) do *software*. Em seguida, na vista axial, identificou-se a região de furca do dente 16, no ponto em que as raízes vestibulares apresentavam-se levemente separadas. Nesta imagem, se posicionou a linha de referência coronal (linha azul / horizontal) sobre o centro da raiz mésovestibular obedecendo a orientação do longo eixo vestibulopalatino radicular (Figura 2A, página 37).

A etapa seguinte foi ajustar a inclinação da linha coronal (linha azul / vertical), a partir da vista sagital, de maneira que passasse pelo

centro da raiz mésovestibular sobre o seu longo eixo (Figura 2B, página 37).

Finalmente, na vista coronal, a posição do dente 16 foi ajustada de modo que a parede vestibular da raiz mésiodistal ficasse paralela ao plano vertical da tomografia. O mesmo processo de padronização também foi realizado na região do dente 26.

A partir da imagem coronal padronizada foram realizadas, em modo de tela cheia, para os dentes 16 e 26, as medidas NOV e NOVC (Figura 3 / Tabela 1, páginas 38 e 41, respectivamente) referentes à altura da tábua óssea vestibular.

Para realização das medidas relacionadas à espessura da tábua óssea vestibular, se traçou uma linha vertical, com 10mm de comprimento, paralela ao plano vertical da tomografia (Figura 4, página 38). O ponto mais inferior desta linha foi sobreposto à junção cimentoesmalte (JCE) vestibular e uma reta horizontal foi traçada, ligando a porção externa da cortical óssea vestibular à parede externa da raiz vestibular, de maneira que fosse perpendicular e passasse pelo ponto mais superior da linha vertical (Figura 5A, página 39).

Posteriormente, reduziu-se o comprimento da linha vertical para 5mm e 3mm, sempre mantendo seu paralelismo ao plano vertical tomográfico, e duas novas retas horizontais foram delineadas (Figura 5B e 5C, página 39). Assim, se obteve as medidas JCE 3, JCE 5 e JCE 10 (Tabela 1, página 41).

A análise quantitativa da inclinação dos primeiros molares superiores, decorrentes da terapia de expansão maxilar, também foi objeto de avaliação deste estudo. No modo MPR do *software*, em vista axial, foi utilizado um corte na altura da região de furca dos dentes 16 e 26, na região onde as raízes vestibulares de ambos apresentassem-se levemente separadas. Caso necessário, a correção do nivelamento dos dentes foi realizada através da movimentação da linha axial (azul / horizontal) na vista coronal. Desta maneira foi determinada a medida DR (Figura 6A / Tabela 1, páginas 40 e 41, respectivamente). Aproveitando este mesmo corte axial, movimentou-se a linha de referência coronal (azul / horizontal), na janela de visualização axial, de maneira que passasse entre as raízes méso e distovestibulares dos dentes 16 e 26. Uma imagem coronal foi obtida e nela identificados, em modo de tela cheia, a medida DC e o ângulo AI (Figura 6B / Tabela 1, páginas 40 e 41, respectivamente).

Para as variáveis NOV, NOVC, JCE 3, JCE 5 e JCE 10, que possuíam medidas em ambos os lados, foi adotada a média entre os valores.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os cálculos estatísticos foram realizados através do *software* IBM SPSS v.20 (SPSS Inc., Chicago, EUA) adotando nível de significância de 5%. A diferença estatística entre T1 e T2, intragrupos, foi verificada através do teste *Wilcoxon Matched Pairs*. As diferenças das médias entre T1 e T2 foram analisadas através de análise de variância (ANOVA).

O teste de correlação de *Spearman* foi empregado para detectar possíveis relações lineares entre as variáveis. Para averiguação do erro sistemático, 10 exames de cada grupo, selecionados aleatoriamente, foram mensurados novamente após o período mínimo de 15 dias e comparados através de análise de variância (ANOVA).

RESULTADOS

Os valores das médias, desvio padrão, valor mínimo e máximo e a análise estatística, para cada grupo, em T1 e T2, foram dispostos nas Tabelas 2 e 3, páginas 42 e 43, respectivamente. As diferenças das médias das variáveis, entre T1 e T2, e a significância estatística entre os valores foram apresentados na Tabela 4, página 44.

Os resultados obtidos evidenciam deslocamento para vestibular dos primeiros molares superiores, resultante da expansão maxilar, em ambos os grupos estudados. No grupo EMR, ocorreram incrementos significativos para as médias das medidas DC, DR e AI (Tabela 2, página 42). Já para o grupo EML, as mesmas variáveis demonstraram modificações, também significativas, conforme apresentado na Tabela 3, página 43. Quando confrontados os resultados dos dois grupos (Tabela 4, página 44), as diferenças de distância dentária são mínimas na região das coroas (medida DC). Entretanto, a variação dos valores na região de furca, representada pela variável DR, foi menor no grupo EMR.

Ocorreu aumento significativo das médias, relativas à altura óssea, em ambos os grupos demonstrado pela variação das medidas NOV e NOVc (Tabelas 2 e 3, páginas 42 e 43, respectivamente). Além disso, no grupo EML estas alterações apresentaram-se com maior intensidade (Tabela 4, página 44).

As médias das variáveis JCE 3 e JCE 5 apresentaram reduções, entre T1 e T2, nos dois grupos avaliados (Tabela 2 e 3, páginas 42 e 43, respectivamente). JCE 10 apresentou redução significativa das médias no grupo EML (Tabela 3, página 43) e aumento significativo no grupo EMR (Tabela 2, página 42).

A análise estatística intergrupos (Tabela 4, página 44) indicou diferença significativa entre JCE 3 (-0,88mm/EMR / -1,36mm/EML) e JCE 5 (-0,60mm/EMR / -1,49mm/EML). Em termos percentuais, os indivíduos do grupo EMR tiveram a espessura da tábua óssea vestibular reduzida em 45,50%, enquanto os do grupo EML em 81,55%.

Verificou-se presença de relação linear negativa entre a espessura óssea, medida JCE 3, ao início do tratamento e a altura da tábua óssea vestibular, medida NOV, ao final da terapia (grupo EMR $r = -0,65$ / grupo EML $r = -0,77$). Da mesma forma, mas apenas para o grupo EML, existiu correlação negativa entre as variáveis JCE 5 em T1, NOV e NOVC em T2 ($r = -0,70$ e $r = -0,72$).

Não houve significância estatística, entre as medidas avaliadas, na averiguação do erro sistemático (Tabela 5, página 45).

DISCUSSÃO

A utilização de um grupo controle, com padrão facial semelhante ao grupo tratado, não foi possível neste estudo por questões éticas. A observação destes pacientes seria importante para diferenciar o crescimento esquelético do indivíduo das alterações decorrentes do tratamento, principalmente no grupo EML, cuja fase de abertura do parafuso expansor se estendeu por 5 meses.

Torna-se interessante, em estudos que envolvam a investigação dos efeitos da expansão maxilar, a padronização da abertura do parafuso expansor, tendo em vista que variações neste procedimento podem resultar em diferentes graus de deslocamento e inclinação dos dentes de ancoragem do disjuntor palatino³². Assim, no presente estudo a ativação dos aparelhos foi padronizada em 8mm.

Em relação à metodologia de análise tomográfica, a padronização dos cortes tomográficos realizados em T1 e T2, através do longo eixo da raiz mésovestibular do primeiro molar superior, se fez necessária em função do variado grau de inclinação que pode ser provocado, pela disjunção palatina, nos dentes de ancoragem do aparelho.

O erro sistemático deste estudo foi avaliado através de análise de variância (ANOVA). Nenhum dos valores comparados demonstrou significância estatística, o que confere alto grau de confiabilidade às medidas analisadas.

As variações das medidas DR, DC e AI (Tabelas 2, 3 e 4, páginas 42, 43 e 44, respectivamente) comprovam achados prévios que também observaram deslocamento e inclinação para vestibular, dos primeiros molares superiores, como resultado da EMR^{25,30,31,38-41} e EML^{8,12,15,16}.

Apesar de indicarem a mesma tendência, os valores aqui apresentados e os da maior parte da literatura mostram-se discrepantes. Tais variações podem ser atribuídas a diferenças nas amostras (tamanho e idade),⁶ tipo de aparelho,⁶ quantidade de ativação do parafuso expensor,^{6,32} metodologia,⁶ tipo de tomografia computadorizada,³⁸ ajustes do tomógrafo⁴² e metodologia de análise tomográfica.⁸ Rungcharassaeng *et al*,³⁰ embora tenham avaliado cortes tomográficos coronais similares, obtiveram acréscimos de menor magnitude (6,66mm) na distância, bem como na inclinação (6,64°) dos dentes 16 e 26. Possivelmente, pela quantidade de abertura do parafuso expensor, em média de 4,96mm, contra 8mm padronizados no presente estudo. Investigando, através de TCCB, os efeitos dentários da EML, Corbridge *et al*⁸ observaram aumentos de apenas 6,5mm, provavelmente pela diferença de aparelhos empregados (quadrihélice) e pela medida ser realizada entre os sulcos palatinos dos dentes 16 e 26. Os poucos estudos que empregaram disjuntores do tipo Haas associados a procedimentos de ativação lenta^{12,16} encontraram valores reduzidos tanto para a distância quanto para a inclinação intermolares, porém averiguaram modelos em gesso. Em contrapartida, Bernd³² relatou acréscimos (DC=9,26mm e DR=4,86mm) e reduções (AI= -12°) muito próximos aos grupo EMR graças às similaridades - tipos de disjuntores dentomucossuportados, procedimento de ativação de EMR, quantidade de abertura do parafuso expensor (8mm) e método de análise das imagens de TCCB - entre os trabalhos.

Ocorreram incrementos significativos e similares nas médias de DC em ambos os grupos (Tabelas 2 e 3, páginas 42 e 43, respectivamente). Entretanto, no grupo EML, a medida DR sofreu maior acréscimo (Tabelas 3 e 4, páginas 43 e 44, respectivamente) enquanto a variável AI reduziu em menor proporção (Tabela 2 e 4, páginas 42 e 44, respectivamente). As variações nas diferenças das médias, das variáveis AI e DR, no grupo EML (Tabela 4, página 44), indicam menor inclinação dentária e maior deslocamento vestibular da região de furca radicular, fatos compatíveis com movimentação de corpo. O aparelho disjuntor dentomucossuportado (Haas)¹ caracteriza-se pela presença da porção acrílica, justaposta ao palato, que faz a união do parafuso expensor aos fios de 1,0mm de espessura soldados aos anéis. Haas¹ ainda preconiza a soldagem de uma barra vestibular para reforço da ancoragem. Mesmo assim, o disjuntor tipo Haas apresenta menor rigidez estrutural em comparação ao aparelho disjuntor dentossuportado (HyraX),⁴³ cujas hastes mais espessas (1,4mm) ligam diretamente o parafuso expensor aos anéis ortodônticos, dispensando a porção acrílica

intermediária.^{32,38,44} Bernd³² afirmou que esta menor rigidez propicia maior inclinação dos primeiros molares superiores, nos pacientes tratados com disjuntores dentomucossuportados, quando confrontados aos tratados com aparelhos dentossuportados. Desta forma, existe a possibilidade do aparelho tipo Haas, quando associado a procedimentos de EML, onde existe um grande espaçamento entre as ativações, permita a verticalização dos dentes 16 e 26 através da ação do músculo bucinador² ainda durante o tratamento.

Rungcharassaeng *et al*³⁰ relataram que o tipo de movimento dos primeiros molares superiores (movimento de corpo ou inclinação) tem maior relação com a intensidade das forças decorrentes da EMR do que a frequência de ativação, pois não observaram, em seu estudo, correlação entre variáveis e taxa média de ativação do aparelho disjuntor. Contrariamente, houve diferença na resposta dos primeiros molares superiores, em função da frequência de ativação, no presente estudo. Este conflito de informações tem ligação ao fato de ter-se empregado uma técnica exclusiva de EML, com duas ativações semanais, enquanto Rungcharassaeng *et al*³⁰ avaliaram pacientes submetidos à EMR. Além disso, a taxa média de ativação semanal de 0,83mm, considerada pelos autores para correlação, embora compatível, não representa um procedimento específico de EML.

As medidas JCE 3 e JCE 5 localizam-se próximas da extremidade oclusal da crista óssea alveolar, por este motivo, são mais diretamente influenciadas pelas modificações verticais do osso alveolar. A medida JCE 10 situa-se em uma área apical que, provavelmente, sofreu menor influência das alterações ósseas alveolares verticais decorrentes do tratamento, em comparação à JCE 3 e JCE 5. Desta forma, as variações médias de JCE 10 foram também relacionadas à mensuração da inclinação da região radicular dos dentes 16 e 26. O acréscimo significativo em suas médias, para o grupo EMR (Tabelas 2 e 4, páginas 42 e 44, respectivamente), pode ser interpretado como maior inclinação dentária, na região das raízes dos primeiros molares superiores. Já seu decréscimo significativo, no grupo EML (Tabelas 3 e 4, páginas 43 e 44, respectivamente), representa maior movimento de corpo dos dentes 16 e 26, comprovando as variações demonstradas por DR e AI.

Deslocamentos dentários excessivos para vestibular podem ocasionar redução de altura e espessura da tábua óssea vestibular, assim como da camada de gengiva inserida, ao ponto de causar fenestrações, deiscências e recessão gengival.^{28,29,45,46}

A EMR^{30-33,40} e a EML⁸ já foram associadas à perda de altura e espessura óssea alveolar vestibular nos dentes de ancoragem de

aparelhos expansores. As mesmas alterações foram verificadas neste estudo, em ambos os grupos, através das medidas NOV, NOVC, JCE 3 e JCE 5 (Tabelas 2, 3 e 4, páginas 42, 43 e 44, respectivamente). Contudo, existem variações consideráveis quanto aos valores apresentados em literatura e o grupo EMR. A grande diferença entre as amostras,⁶ metodologias,⁶ tipos de tomografia,³⁸ ajustes do tomógrafo⁴² e tipos de cortes tomográficos avaliados⁸ pode ter contribuído para a variação entre os resultados das pesquisas. Estudos que utilizaram tomografia computadorizada convencional verificaram maiores reduções de altura óssea (3,8mm) nos primeiros molares superiores,³³ e menores reduções de espessura óssea alveolar (0,3 a 0,5mm), para os mesmos dentes, em indivíduos tratados com EMR e disjuntores Hyrax.³¹ Outras investigações^{30,40}, cujas amostras e metodologias de análise tomográfica foram diferentes, observaram reduções ósseas verticais (2,92mm³⁰ / 3,3mm⁴⁰) e horizontais (1,24mm)³⁰ mais acentuadas. Inclusive, a amostra avaliada por uma destas investigações⁴⁰ foi consideravelmente diferente, pois avaliou pacientes adultos tratados com expansores Hyrax e EMR cirurgicamente assistida. Além disso, Bernd³² observou perdas de espessura óssea de até 0,5mm, apesar das semelhanças entre sua pesquisa e o presente estudo. As características individuais das amostras, representadas pelas diferenças iniciais entre os valores máximos, mínimos e média da medida E5³² (média 1,85mm/variação 0,15 a 3,44) e da variável JCE 5, do presente estudo (Tabela 2, página 42), possivelmente contribuíram para este quadro.

A EML foi testada em animais^{9,14} e quando estudada em pacientes comumente empregaram-se aparelhos do tipo quadrihélice^{8,10,15} ou molas abertas comprimidas^{4,11,13}. Foram encontradas apenas duas investigações^{12,16} que relacionaram a terapia de EML à disjuntores tipo Haas e dentossuportados sem, no entanto, possuírem qualquer tipo de exame radiográfico ou periodontal. A presente pesquisa é a primeira a avaliar quantitativamente, através de TCCB, os efeitos dentários e periodontais da EML em pacientes tratados com aparelho disjuntor dentomucossuportado. Portanto, não foram possíveis comparações diretas dos resultados do grupo EML com a literatura.

Todas as medidas foram correlacionadas entre si com objetivo de analisar possíveis relações lineares. A existência de correlação negativa entre as medidas JCE 3 em T1 e NOV em T2, em ambos os grupos, assim como de JCE 5 em T1 e NOV / NOVC em T2, para o grupo EML, indicam que quanto maior a espessura óssea ao início do tratamento

menor a perda óssea vertical ao final, concordando com os resultados de Garib *et al.*³³

Os pacientes do grupo EML sofreram maiores consequências periodontais (Tabela 4, página 44). Neste grupo, 9 pacientes apresentaram imagens sugestivas de deiscência, sendo que em seis a medida JCE 3 foi reduzida a zero e em três ocorreu o mesmo para as medidas JCE 3 e JCE5. Os maiores índices de redução óssea periodontal, verificados no grupo EML, podem ser atribuídos à maior movimentação de corpo dos primeiros molares superiores aliada à menor flexão dos processos alveolares neste grupo⁴⁷. Estes fatores facilitam a aproximação das raízes da cortical vestibular externa, favorecendo o aparecimento de alterações periodontais. Clinicamente este tipo de alteração não foi perceptível, embora mensurações periodontais quantitativas não tenham sido realizadas.

A tecnologia de TCCB apresenta inúmeras vantagens em comparação ao exame radiográfico³⁶ e tomográfico convencional.^{35,48,49} Recentemente, um estudo constatou que a altura e espessura ósseas periodontais podem ser aferidas quantitativamente, com grande precisão, através de imagens de TCCB.⁴⁹ Contudo, apesar de ser uma tecnologia inventada há mais de uma década, algumas características e limitações, principalmente na avaliação do osso alveolar, ainda não foram completamente compreendidas e estabelecidas.^{42,49} O osso alveolar apresenta menor espessura em relação aos ossos do crânio e à mandíbula. Desta forma, o tamanho do *voxel* empregado pode influenciar o resultado das mensurações ósseas alveolares lineares. *Voxels* de 0,4mm podem subestimar as modificações ósseas alveolares verticais em 0,9 a 1,2mm ao início do tratamento e superestimá-las em 1,5 a 2mm após a EMR. *Voxels* de 0,25mm se aproximam mais da espessura da tábua óssea alveolar, podendo conferir maior precisão aos resultados.⁴² A capacidade de diferenciação entre dois objetos distintos e próximos entre si definem a resolução espacial das imagens de TCCB.^{8,50} Portanto, a resolução espacial torna-se importante em pequenas mensurações. Variações no sombreamento, tamanho do *voxel* e relação sinal/ruído podem afetá-la.⁵⁰ Consequentemente, a oscilação de algum destes fatores implicaria em redução da resolução espacial influenciando a visualização das imagens e a delimitação entre porção radicular dos dentes e tábua óssea vestibular.

Provavelmente, nos pacientes com imagens sugestivas de deiscência, ainda exista uma fina camada óssea na tábua alveolar vestibular, entretanto, invisível ao corte tomográfico em função de possíveis variações na resolução espacial.⁸ Este fato pode ter ligação

com a ausência de sinais clínicos de alterações no periodonto nos indivíduos do grupo EML. De toda forma, as sequelas periodontais nos dentes de ancoragem do aparelho disjuntor podem torná-los mais suscetíveis a problemas de ordem periodontal, em longo prazo, seja por trauma de escovação, periodontite ou oclusão traumática.¹⁰

O deslocamento vestibular dos primeiros molares superiores, com consequente aumento de inclinação associado à perda óssea alveolar vertical e horizontal, deve ser encarado como parte constituinte do procedimento.^{20,30} Do ponto de vista periodontal a expansão maxilar deve, preferencialmente, ser executada em estágios de dentição decídua ou dentição mista precoce, pois os efeitos periodontais, caso ocorram dentro das variações demonstradas, podem ser minimizados pela erupção dos dentes permanentes.³³

CONCLUSÕES

Após a análise quantitativa dos efeitos imediatos de procedimentos de EMR e EML, sobre o deslocamento dos primeiros molares superiores e consequente repercussão periodontal conclui-se que:

- Os procedimentos de EMR e EML testados provocaram significativo deslocamento vestibular dos primeiros molares superiores com diferença significativa no grau de inclinação entre os grupos. O grupo EMR apresentou maior inclinação enquanto, no grupo EML, os resultados sugerem maior movimentação dentária de corpo;
- Perda vertical e redução de espessura óssea alveolar significativas foram observadas em ambos os grupos, porém, com maior intensidade e significância no grupo EML;
- Modificações na frequência de ativação do aparelho disjuntor podem influenciar os efeitos dentários e periodontais com o tratamento.

REFERÊNCIAS

1. Haas A. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*;31:73-90,1961.

2. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*;35:200-217,1965.
3. Haas AJ. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 57:219-255,1970.
4. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*;20:255-261,1998.
5. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*;21:175-180,1999.
6. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod*;81:32-37,1982.
7. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;91:3-14,1987.
8. Corbridge JK, Campbell PM, Taylor R, Ceen RF, Buschang PH. Transverse dentoalveolar changes after slow maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:317-325,2011.
9. Cotton L. Slow maxillary expansion: Skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod*;73:1-23,1978.
10. Greenbaum K, Zachrisson B. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod*;81:12-21,1982.
11. Hicks EP. Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am J Orthod*;73:121-141,1978.
12. Huynh T, Kennedy D, Joondeph D, Bollen A-M. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;136:331-339,2009.

13. Mossaz-Joëlon K, Mossaz CF. Slow maxillary expansion: a comparison between banded and bonded appliances. *Eur J Orthod*;11:67-76,1989.
14. Storey E. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod*;64:229-247,1973.
15. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;111:321-327,1997.
16. Wong CA, Sinclair PM, Keim RG, Kennedy DB. Arch dimension changes from successful slow maxillary expansion of unilateral posterior crossbite. *Angle Orthod*;81:616-623,2011.
17. Mew J. Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod*;83:56-61,1983.
18. Işeri H, Ozsoy S. Semirapid maxillary expansion--a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod*;74:71-78,2004.
19. Frank SW, Engel GA. The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients. *Am J Orthod*;81:378-389,1982.
20. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;97:194-199,1990.
21. 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*;126:569-575,2004.
22. Cross DL, McDonald JP. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod*;22:519-528,2000.
23. Davis W, Kronman J. Anatomical Changes Induced by Splitting of the Midpalatal Suture*. *Angle Orthod*;39:126-132,1969.

24. da Silva Filho OG, Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;107:268-275,1995.
25. 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*;75:548-557,2005.
26. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*;36:152-164,1966.
27. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod*;58:41-66,1970.
28. Wennström JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod*;2:46-54,1996.
29. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res*;13:127-141,2010.
30. 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*;132:428.e421-428,2007.
31. 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*;79:24-29,2009.
32. Bernd GP. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no periodonto de suporte, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada *Cone Beam* [dissertação de mestrado]. [Porto Alegre (RS)]: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2011. 47 p.

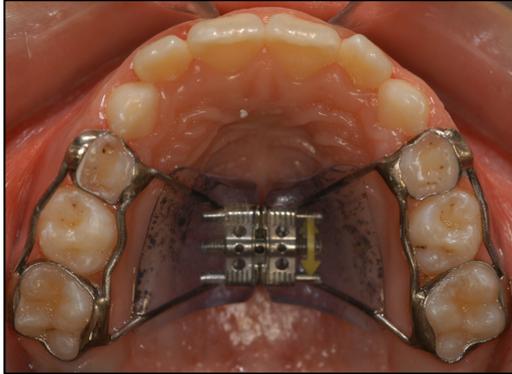
33. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;129:749-758,2006.
34. Garib D, Raymundo Jr. R, Raymundo M, Raymundo D, Ferreira S. 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*;12:139-156,2007.
35. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;125:512-515,2004.
36. Ribeiro G, Locks A, Pereira J, Brunetto M. Análise da expansão rápida da maxila por meio da tomografia computadorizada Cone-Beam. *Dental Press Journal of Orthodontics*;15:107-112,2010.
37. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*;72:75-80,2006.
38. Weissheimer A, Menezes LMD, Mezomo M, Dias DM, Lima EMSd, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:366-376,2011.
39. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;137:304.e301-312,2010.
40. Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompré P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;139:S117-S128,2011.
41. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon H-P. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using

- computer tomography scanning: a pilot study. *Eur J Orthod*;29:37-44,2007.
42. 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 Dentofacial Orthop*;139:e117-127,2011.
43. Biederman W. An hygienic appliance for rapid expansion. *J Pract Orthod*;2:67-70,1968.
44. Braun S, Bottrel JA, Lee KG, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;118:257-261,2000.
45. Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;91:225-232,1987.
46. Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *Eur J Orthod*;5:105-114,1983.
47. Andriani JSP. Avaliação das alterações imediatas após expansão maxilar rápida e lenta por meio de tomografia computadorizada de cone beam [dissertação de mestrado]. [Florianópolis (SC)]: Universidade Federal de Santa Catarina; 2012. 25 p.
48. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res*;6 Suppl 1:95-101; discussion 179-182,2003.
49. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:734-744,2011.
50. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam

computed tomography machine. Am J Orthod Dentofacial Orthop;134:573-582,2008.

FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Vista oclusal do aparelho expansor.



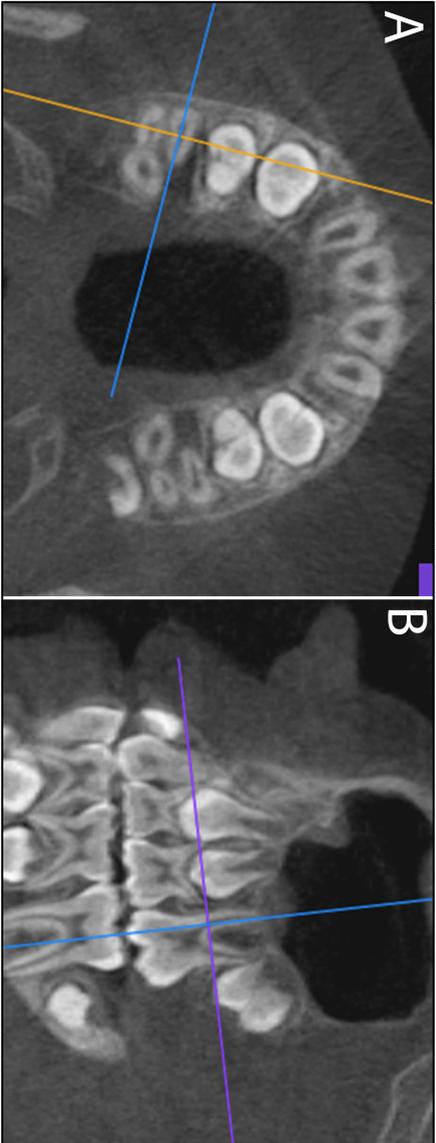


Figura 2 - Posicionamento da linha de referência coronal no corte axial. Ajuste da inclinação da linha de referência coronal a partir da vista sagital (B).

Figura 3 - Medidas NOV e NOVc.



Figura 4 - Determinação da reta paralela ao plano vertical da tomografia.



Figura 5 - Delineamento das medidas JCE 10, JCE 5 e JCE 3, respectivamente, em A, B e C.

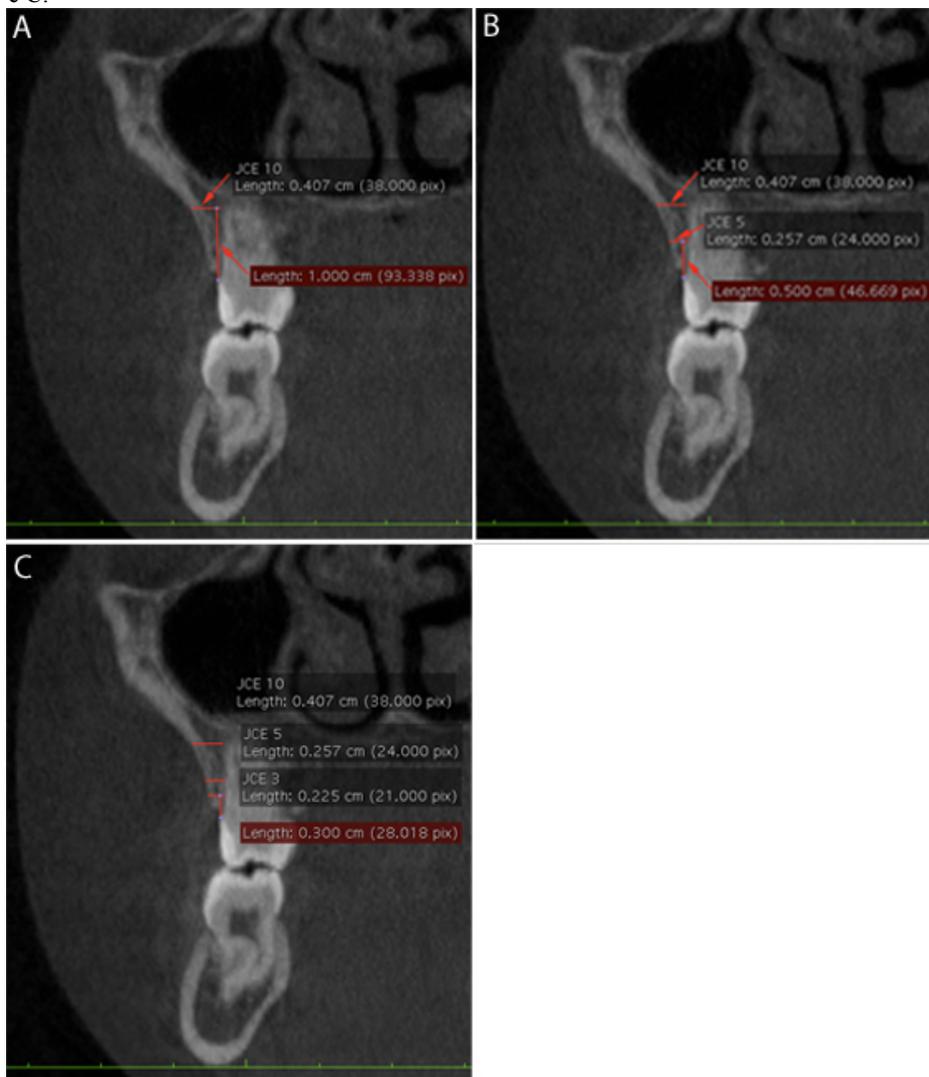




Figura 6 - Medida DR (A). Medida DC e ângulo AI (B).

Tabela 1 - Definição das medidas empregadas na análise tomográfica.

Medida	Definição	Finalidade
NOV (mm)	Distância entre a junção cimentoesmalte (JCE) vestibular e o ponto mais oclusal da crista óssea vestibular.	Altura óssea
NOVC (mm)	Distância entre a ponta da cúspide vestibular e o ponto mais oclusal da crista óssea vestibular.	Altura óssea
JCE 3 (mm)	Distância entre a porção externa da cortical óssea vestibular e a parede externa da raiz vestibular realizada 3mm acima da JCE.	Espessura óssea
JCE 5 (mm)	Distância entre a porção externa da cortical óssea vestibular e a parede externa da raiz vestibular realizada 5mm acima da JCE.	Espessura óssea
JCE 10 (mm)	Distância entre a porção externa da cortical óssea vestibular e a parede externa da raiz vestibular realizada 10mm acima da JCE.	Espessura óssea / Inclinação dentária
DC (mm)	Distância entre as pontas de cúspide vestibulares dos primeiros molares superiores.	Movimentação / Inclinação dentária
DR (mm)	Distância entre os pontos mais vestibulares dos condutos radiculares das raízes mésiovestibulares dos primeiros molares superiores.	Movimentação / Inclinação dentária
AI (°)	Ângulo formado pela intersecção de duas retas traçadas, em direção à linha mediana, que tangenciam a ponta da cúspide vestibular e palatina de cada molar superior.	Inclinação dentária

Tabela 2 - Média, desvio padrão (DP), valor mínimo, máximo e significância estatística, em T1 e T2, para o grupo EMR.

* - Estatisticamente significante ($p < 0,05$).

Medida	T1			T2			p
	Média	SD	Min-Max	Média	SD	Min-Max	
NOV (mm)	0,93	0,25	0,60 – 1,56	1,68	0,84	0,97 – 4,12	< 0,001*
NOVC (mm)	7,85	0,52	6,85 – 8,81	8,64	0,92	7,13 – 10,67	< 0,001*
JCE 3 (mm)	1,98	0,59	0,89 – 3,16	1,10	0,56	0,00 – 2,37	< 0,001*
JCE 5 (mm)	2,42	0,88	1,01 – 4,19	1,82	0,87	0,48 – 3,54	< 0,001*
JCE 10 (mm)	5,18	2,05	2,23 – 8,86	5,95	2,13	2,5 – 10,02	< 0,001*
DR (mm)	47,14	2,19	44,58 – 53,65	52,00	2,49	47,58 – 57,36	< 0,001*
DC (mm)	49,92	1,84	47,51 – 53,79	59,19	2,70	55,21 – 63,96	< 0,001*
AI (°)	158,17	9,80	138,91 – 178,18	145,29	8,93	117,22 – 155,26	< 0,001*

Tabela 3 - Média, desvio padrão, valor mínimo, máximo e significância estatística, em T1 e T2, para o grupo EML.

* - Estatisticamente significante ($p < 0,05$).

Medida	T1			T2			P
	Média	DP	Min-Max	Média	DP	Min-Max	
NOV (mm)	1,43	0,53	0,89 – 3,01	4,37	1,86	1,17 – 7,08	< 0,001*
NOVC (mm)	7,87	0,81	6,80 – 9,98	11,15	2,17	7,52 – 14,66	< 0,001*
JCE 3 (mm)	1,68	0,58	0,43 – 2,75	0,31	0,45	0,00 – 1,33	< 0,001*
JCE 5 (mm)	2,18	0,71	1,05 – 3,65	0,69	0,59	0,00 – 1,90	< 0,001*
JCE 10 (mm)	5,65	1,73	4,16 – 10,33	3,84	1,96	1,72 – 9,62	< 0,001*
DR (mm)	45,82	2,68	41,39 – 51,01	52,22	2,66	48,04 – 57,57	< 0,001*
DC (mm)	48,75	3,16	44,08 – 53,59	57,78	3,27	51,80 – 62,68	< 0,001*
AI (°)	155,62	13,52	127,24 – 179,69	147,75	14,34	116,98 – 167,33	< 0,001*

Tabela 4 – Diferenças das médias, entre T2 e T1, para ambos os grupos e análise estatística. * - Estatisticamente significante ($p < 0,05$).

Medida	Grupo EMR (n=17)		Grupo EML (n=16)		p
	T2-T1	DP	T2-T1	DP	
NOV (mm)	0,75	0,72	2,94	1,74	0.0004*
NOVC (mm)	0,78	0,72	3,28	1,68	0.0000*
JCE 3 (mm)	-0,88	0,28	-1,36	0,44	0.0082*
JCE 5 (mm)	-0,60	0,25	-1,49	0,39	0.0000*
JCE 10 (mm)	0,77	0,76	-1,81	0,74	0.0000*
DR (mm)	4,85	1,31	6,39	1,12	0.0011*
DC (mm)	9,26	2,05	9,02	1,70	0.7194
AI (°)	-12,88	9,35	-7,87	6,80	0.9050

Tabela 5 - Verificação do erro sistemático (teste ANOVA). *- Estatisticamente
significante $p < 0,05$

Variável	1ª MEDIDA	2ª MEDIDA	Diferença	p
NOVT1	1,11	1,13	0,02	0,85
NOV T2	3,15	3,22	0,07	0,89
NOVC T1	7,74	7,76	0,02	0,88
NOVC T2	9,79	9,98	0,19	0,75
JCE 3 T1	1,84	1,87	0,03	0,90
JCE 3 T2	0,69	0,67	-0,02	0,94
JCE 5 T1	2,21	2,22	0,01	0,96
JCE 5 T2	1,12	1,12	-0,00	0,98
JCE 10 T1	4,98	4,99	0,01	0,97
JCE 10 T2	4,27	4,19	-0,08	0,89
DR T1	46,47	46,64	0,17	0,84
DR T2	52,45	52,57	0,12	0,87
DC T1	49,01	49,40	0,39	0,63
DC T2	58,52	58,66	0,14	0,88
AI T1	153,71	154,42	0,71	0,81
AI T2	144,28	145,18	0,90	0,81

2.2 ARTIGO VERSÃO EM INGLÊS

COMPARISON OF THE IMMEDIATE DENTAL AND PERIODONTAL EFFECTS OF RAPID AND SLOW MAXILLARY EXPANSION BY MEANS OF CONE-BEAM COMPUTERIZED TOMOGRAPHY.

ABSTRACT

Introduction: The purpose of this study was to analyze and compare the immediate effects of rapid maxillary expansion (RME) and slow maxillary expansion (SME) protocols on the positioning of the upper first molars as well as on the buccal alveolar bone of these teeth by means of cone-beam computerized tomography (CBCT). **Methods:** The sample consisted of 33 children, 18 female, and 15 male, with mean age of 9 years, randomly distributed into two groups: RME (n = 17) and SME (n = 16). Patients in the RME group received two turns (0.4 mm) per day and those in the SME group received two turns (0.4 mm) per week until 8 mm of expansion was achieved in both groups. CBCT images were taken before treatment (T1) and after the stabilization of jackscrews (T2). Data were gathered through a standardized analysis of CBCT images. Intragroup statistical analysis was accomplished by a Wilcoxon matched-pairs test, and intergroup statistical analysis was accomplished through analysis of variance (ANOVA). Linear relationships among all variables were determined by Spearman correlation. **Results and Conclusions:** Both protocols caused buccal displacement of the upper first permanent molars. The upper first molars demonstrated more body displacement in the SME group, while more inclination was observed in the RME group. Vertical and horizontal bone loss was detected in both groups; however, the SME group presented major bone loss. Modifications in the frequency of activation of the palatal expander might influence the dental and periodontal effects of palatal expansion.

INTRODUCTION

Recovery of maxillary transverse discrepancy is essential for treatment of various types of malocclusions. The most employed method for restoration of transverse dimensions of the upper jaw is palatal disjunction. Three different types of protocol of palatal disjunction are shown in literature. Rapid maxillary expansion (RME),¹

³ slow maxillary expansion (SME)⁴⁻¹⁶ and semirapid maxillary expansion (SRME).^{15,17} The latter and its variations¹⁸ aroused little interest, the first two being evaluated and cited more frequently.

RME is often associated to tooth-tissue-born appliances (Haas-type) and SME to quad-helix appliances or coil springs.^{4,8,10,15,5,9,11} Lack of anchorage of these latter devices may not overcome tensile strength of sutures^{1,3,6} thus SME protocols are associated to higher rates of tooth movement.^{7,8,15,19} Great controversy exists about the advantages and disadvantages of each protocol. Differences between devices and methodologies interfere with comparisons and contribute to the lack of agreement in literature.⁶

However, dentoalveolar effects arising from the RME and SME protocols are similar and characterized by lateral flexion of the alveolar processes and buccal displacement of anchorage teeth with varying degrees of inclination.^{1,3,7,10-13,20-27} Displacement of the teeth out of alveolar anatomical limits can damage the periodontium^{28,29} compromising the longevity of teeth.¹⁰ Therefore, periodontal modifications resulting from maxillary expansion aroused the interest of researchers many years ago.²⁶ Conversely, there are few studies aimed at quantitative analysis of these changes³⁰ possibly because of the difficulty of observation of height and thickness of alveolar bone on conventional radiographic exam.³⁰⁻³³

Recently, the cone beam computerized tomography (CBCT) has been used for quantitative analysis of skeletal,^{38,39} dentoalveolar^{8,30,32,38-40} and periodontal^{8,30,32,40} changes derived from RME and SME due to numerous advantages over conventional radiography and conventional CT.³⁴⁻³⁷ Nevertheless, literature lacks of comparative studies between two protocols, especially using the same type of appliance and advantages of CBCT.

Therefore, the purpose of this study was to analyze and compare quantitatively the immediate effects of RME and SME protocols over the positioning of upper first molars as well as modifications of buccal alveolar bone of these teeth using the same appliance and CBCT.

MATERIAL AND METHODS

Sample selection was carried out in a public school of Florianópolis - Brazil and in orthodontic patients who sought treatment at the Federal University of Santa Catarina – Florianópolis - Brazil. All parents and / or guardians signed the informed consent, duly approved by the Ethics committee in human research.

The inclusion criteria were the presence of clinical maxillary transverse deficiency and age ranging from 7 to 10 years (inter-transitory period of mixed dentition). Patients with syndromes, physical and/or psychological limitations and presence of metallic restorations in first permanent molars were excluded. 59 individuals were randomly selected and divided in two groups – RME group and SME group. All patients used the tooth-tissue-borne palatal expander recommended by Haas¹ (Figure 1). Each appliance was composed by a screw expander with maximum aperture of 11.0 mm (Dentaurum, Inspringen, Germany) and bands in first primary molars and first permanent molars. Individuals from both groups underwent 8mm of opening of the screw, total of 40 activations. At the end of activation devices were stabilized with 0,12mm ligature wire (Morelli, Sorocaba, Brazil) and maintained as retainers for 5 months in RME group and 1 month in SME group.

Patients who did not correctly followed the protocol of activation, cementation of appliance has failed, molars were exfoliated during treatment, did not return to control dental appointments, did not undergo the final examination within 7 days after the stabilization of the screw or whose CT scans showed difficulty of visualization of dental structures due to artifact from palatal expander were excluded.

RME group was initially composed by 28 individuals but only 17 were kept in the study (10 female and 7 male). Mean age was 8,9 years and patients were treated by RME protocol¹ - ½ turn (0.4 mm) per day. Palatal disjunctor was activated a full turn on the first day. 31 individuals formed the SME group but only 16 were evaluated in final sample (8 female and 8 male). Mean age was 9 years and patients were treated by SME protocol - ½ turn (0.4 mm) weekly¹¹. Upon cementation of appliance activation was ½ turn.

Patients were submitted to CBCT examination prior to orthodontic treatment (T1) and between 1 and 7 days after stabilization of the screw (T2).

CBCT exams were carried out in i-CAT device (Imaging Sciences International, Hatfield, PA) with 120 kV and 20 mA. Images had 0.25mm thickness with 0.25mm isotropic voxels. After acquisition, images were saved in DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) files, built and manipulated in layers of 0.5mm by means of OsiriX Medical Imaging Software 32-bit software (Open-Source, Pixmeo, Geneva, Switzerland, -www.osirix viewer.com).

All measurements were performed by the same operator (MB) who was unaware of which group belonged each examination.

Tomographic analysis performed was similar to that proposed by

Bernd.³² The long axis of the mesiobuccal root of maxillary first molar served as reference for the standardization of CT slices performed in T1 and T2. For this purpose, the images were initially viewed in multiplanar reconstruction mode (MPR) of the software. Then, in axial view, the furcation region of tooth 16 was identified at the point where the buccal roots were slightly separated. In this image, coronal reference line (blue line / horizontal) was positioned on the center of the mesiobuccal root following the direction of buccolingual long axis of the root (Figure 2A).

Next step consisted in adjust the inclination of coronal (blue line / vertical) in the sagittal view so that passed through the center of mesiobuccal root about its long axis (Figure 2B).

Finally in the coronal view the position of tooth 16 has been adjusted so that the buccal surface of the root was parallel to the tomographic vertical plane. The same patterning process was performed in tooth 26 as well.

From the standard coronal image variables NOVC and NOV (Figure 3 / Table 1) related to height of buccal alveolar bone were determined in full screen mode for teeth 16 and 26.

For determination of measurements related to thickness of the buccal bone plate a vertical line with 10mm in length was drawn parallel to the tomographic vertical plane (Figure 4). The most inferior point of this line was superimposed on the buccal cement enamel junction (CEJ). At this time, a horizontal line perpendicular and passing through the highest point of the vertical 10mm line was traced connecting the outer portion of the buccal cortical bone to the outer wall of the buccal root (Figure 5A).

After the length of the vertical line was reduced to 5mm and 3mm always maintaining its parallel aspect to the tomographic vertical plane and two new horizontal lines were outlined (Figure 5B and 5C). Three measures were obtained CEJ 3, CEJ 5 and CEJ 10 (Table 1).

Quantitative analysis of the inclination of the first permanent molars was also subject of this evaluation study. For this purpose, in axial view of MPR mode, a cut in furcation area of the teeth 16 and 26 where both buccal roots were slightly separated was employed. If necessary, correction of leveling of the teeth was performed by moving the axial line (blue / horizontal) in the coronal view. Thus, measure DR was determined (Figure 6A / Table 1). In this same axial cut the reference coronal line (blue / horizontal) was moved so that it passed between mesiobuccal and distobuccal roots of teeth 16 and 26. In the coronal image obtained the angle AI and measure DC were determined

(Figure 6B / Table 1).

For bilateral variables (NOV, NOVC, CEJ 3, CEJ 5 and CEJ 10) mean of values was considered.

STATISTICAL ANALYSIS

Statistical calculations were performed using IBM SPSS v.20 software (SPSS Inc., Chicago, USA) adopting a significance level of 5%. Wilcoxon matched pairs test determined the intragroup statistical analysis between T1 and T2. The mean differences between T1 and T2 were analyzed by analysis of variance (ANOVA).

Spearman correlation test was used to detect any possible linear relationships between variables. For systematic error investigation, 10 tests of each group were randomly chosen and measured again after the minimum period of 15 days and compared by using analysis of variance (ANOVA).

RESULTS

Means, standard deviation, range, and statistical analysis for each group at T1 and T2 are shown in Tables 2 and 3. The differences of means and statistical analysis between groups are presented in Table 4.

Results demonstrate buccal displacement of the first permanent molars in both groups. In the RME group, significant increases occurred for the means of DC, DR and AI (Table 2). For the SME group, same variables showed similarly significant modification as shown in Table 3. When comparing the results of the two groups (Table 4) differences of teeth inclination are minor in the region of the crowns as demonstrated by variation of DC. However, changes in furcation area represented by the variable DR were lower in RME group.

Significant increase was detected of means related to bone height in both groups demonstrated by measures NOV and NOVC (Tables 2 and 3). Furthermore, these changes in SME group presented with greater intensity (Table 4).

Means of CEJ 3 and CEJ 5 decreased between T1 and T2 in both groups (Table 2 and 3). CEJ 10 showed significant reduction in SME group (Table 3) and increase in the RME group (Table 2).

Statistical analysis between groups (Table 3) indicated a significant difference between CEJ 3 (-0.88 mm / RME / -1.36 mm / SME) and CEJ 5 (-0.60 mm / RME / -1.49 mm / SME). The individuals in the RME group presented buccal bone plate thickness decrease of

45.50%, while in SME group of 81.55%.

Presence of a negative linear relationship was detected between bone thickness (CEJ 3) at the beginning of treatment and height of the buccal bone plate (NOV) at the end of therapy ($r = -0.65$ RME group / SME group $r = -0.77$). Likewise, but only for the SME group, negative correlation existed between variables CEJ 5 in T1, NOVC and NOV in T2 ($r = -0.70$ and $r = -0.72$).

Regarding systematic error no statistical significance existed between measurements (Table 5).

DISCUSSION

The inclusion of a control group in this study with similar facial pattern as the treated sample was not possible for ethical reasons. The observation of these patients would be important to differentiate natural skeletal growth of changes due to treatment especially in SME group where opening of the screw extended for five months.

Activation of palatal expanders was standardized in 8mm because of differences in this procedure may result in varying degrees of displacement and inclination of the anchorage teeth of the palatal expander³¹

Regarding the methodology for tomographic analysis, standardization of CT slices performed in T1 and T2, through the long axis of the mesiobuccal root of maxillary first molar, was necessary due to the varying degree of inclination that may be caused by rapid palatal expansion in the anchorage teeth of the apparatus.

Concerning the systematic error of this study none of the compared values showed statistical significance conferring a high degree of reliability to analyzed measures.

The variations of DR, DC and AI (Tables 2, 3 and 4), concerning the movement of first permanent molars, confirm previous findings that also observed displacement and buccal inclination of these teeth as a result of RME^{25, 30,31,38 41} and SME.^{8, 12,15,16} Although indicate the same trend, the values presented here and most of the literature are discrepant. Such variations can be attributed to differences in samples (size and age),⁶ type of unit,⁶ amount of activation of the screw,^{6,32} methodology,⁶ type of CT³⁸, settings of device⁴² and methodology of tomographic analyzes⁸. Rungcharassaeng et al,³⁰ although evaluated similar coronal slices, obtained increases of lesser magnitude (6.66 mm) in the distance and inclination (6.64°) of 16 and 26 teeth. Possibly due to the amount of opening of the expansion screw, on average 4.96 mm, against the

standardized 8 mm in this study. Investigating dental effects of SME by means of CBCT, Corbridge et al⁸ observed increase of only 6.5 mm, probably because of differences in appliances (quad-helix) and measurements made between palatal grooves of 16 and 26. The few studies which associated Haas-type expanders with SME protocols^{12,16} found lower values for both distance and intermolar inclination, however they investigated plaster models. On the other hand, Bernd³² reported increases (DC and DR = 9.26 mm = 4.86 mm) and reduction (AI = -12 °) very close to RME group possibly because of similarities between the researches- Haas-type palatal expander, frequency of activation in RME procedure, amount of screw activation (8mm) and method of analysis of CBCT images.

Variable DC demonstrated significant and similar increases in both groups (Tables 2 and 3). DR showed larger increase (Tables 3 and 4) and AI angle less reduction in SME group (Table 2 and 4). DR and AI variations denote lower inclination of teeth and larger displacement of the vestibular region of root furcation hence indicating predominance of body movement of anchorage permanent molars in SME group. The tooth-tissue-borne expander¹ is characterized by the presence of the acrylic pad close to the palate, which makes the union between the screw and 1.0 mm thick wire soldered to bands. Haas¹ also recommends welding a bar to the buccal aspect of the bands for anchorage reinforcement. Nevertheless, Haas-type expander has less structural rigidity against the tooth-borne expander (Hyrax)⁴³. In Hyrax-type expander, a thicker wire (1.4 mm) connects directly the expansion screw to bands eliminating the intermediary acrylic portion.^{32, 38, 44} The lower rigidity of tooth-tissue-borne expanders might collaborate to higher upper molar inclination in patients treated with this type of appliance in comparison to those treated with tooth-borne devices³². Thus, there is the possibility of Haas-type expanders when associated with SME procedures where a large interval exists between activations allow uprighting of upper first permanent molars by buccinators muscle action² still during treatment

Rungcharassaeng et al³⁰ reported that the type of movement of first molars (body movement or inclination) more closely relates to the intensity of the forces arising from the RME than the activation protocol. In contrast, differences in the response of the first molars due to the activation protocol were detected in this study. This conflicting information relates to the fact that in this research SME group was submitted to a specific SME protocol, with two weekly activations, while Rungcharassaeng et al³⁰ evaluated patients undergoing RME.

Furthermore, the weekly mean rate of activation of 0.83mm reported by Rungcharassaeng et al³⁰ although compatible do not represent a specific SME protocol.

Measures CEJ 3 and CEJ 5 are located near the occlusal edge of the alveolar bone crest, therefore more directly influenced by changes in vertical alveolar bone. On the other hand, CEJ 10 is located in a cervical area that probably suffered less influence of vertical alveolar bone changes due to treatment, compared to the CEJ 3 and CEJ 5. Hence, the mean variation of JCE 10 was also associated with measurement of inclination of the root region of 16 and 26 teeth. The significant increase in their mean in group RME (Tables 2 and 4) can be interpreted as greater tooth inclination in the region of the roots of maxillary first molars and the significant decrease in the SME group (Tables 3 and 4) possibly representing greater body movement of teeth 16 and 26, confirming variations shown by DR and AI.

Excessive buccal tooth displacement may result in reduction of height and thickness of the buccal bone plate as well as width of attached gingiva to the point of causing fenestrations, dehiscences and gingival recession^{28, 29,45,46}.

RME^{30-33, 40} and SME⁸ procedures have been related to loss of buccal alveolar bone height and thickness of anchorage teeth of expansion appliances. The same changes represented by variations in NOV, NOVC, CEJ 3 and CEJ 5 were observed in both groups of this study (Tables 2, 3 and 4). However, considerable variations exists when compared literature and the RME group. Differences between the samples⁶, methodologies,⁶ types of CT,³⁸ tomographic device settings⁴² and tomographic slices evaluated⁸ may have contributed for such variation. Researches using conventional CT found greater reductions in bone height (3.8 mm) in the first molars,³³ and smaller reductions of alveolar bone thickness (0.3 to 0.5 mm) to the same teeth in subjects treated with RME and Hyrax-type expanders.³¹ Other investigations, whose tomographic analysis methodologies were different,^{30,40} observed more pronounced vertical (2.92 mm³⁰ / 3,3mm⁴⁰) and horizontal (1.24 mm)³⁰ bone loss. Nevertheless, one research⁴⁰ evaluated adult patients treated with Hyrax-type expanders and surgically assisted RME. Bernd³² observed bone loss in thickness of 0.5 mm. Despite the afore mentioned similarities between Bernd study and the present study, the individual characteristics of the samples represented by initial differences between the range and mean of measures as E5³² (average 1.85 mm / range from 0.15 to 3.44) and the variable CEJ 5 (Table 2), possibly contributed to such discrepancy.

The SME protocol was tested in animals^{9,14} and when tested in patients quad-helix appliance^{8,10,15}, or coil springs^{4,11,13} were commonly employed. Only two investigations found^{12,16} related SME procedures to Haas-type palatal expanders, however without any periodontal or radiographic examination. Apparently, this is the first study to assess quantitatively dental and periodontal effects of SME in patients treated with Haas-type expanders by means of CBCT. Therefore, direct comparisons between SME group and literature were not possible.

All measurements were correlated in order to examine possible linear relationships. The negative correlations between measurements CEJ 3 in T1 and NOV in T2 in both groups, as well as CEJ 5 in T1 and NOV / NOVC in T2 for the SME group, indicate that the greater the bone thickness at the beginning of treatment the lower vertical bone loss at the end of therapy, agreeing with the results of Garib et al.³³

Patients in group SME suffered major periodontal consequences (Table 4). In this group, 9 patients had signs of dehiscence. Of this total, 6 had CEJ 3 reduced to zero and in 3 occurred the same but for CEJ 3 and CEJ 5. The highest rates of periodontal bone loss, which occurred in the SME group can be attributed to the greater body movement first permanent molars combined with lower flexion of the alveolar processes in SME group⁴⁷. This pattern of displacement facilitates the approximation of the roots to buccal alveolar bone, allowing the onset of periodontal changes. Clinically, this type of change was not noticeable, although periodontal quantitative measurements have not been performed.

The CBCT technology has many advantages compared to conventional radiographic³⁶ and CT^{35, 48,49}. A recent study observed that the periodontal bone height and thickness can be measured quantitatively with great precision, using images from CBCT.⁴⁹ Despite being invented for over a decade, certain characteristics and limitations of CBCT technology particularly in the evaluation of the alveolar bone, are not fully established and understood.^{42,49} Alveolar bone has reduced thickness in relation to skull and jaw. Thus, the voxel size used can influence the results of linear measurements of alveolar bone. Voxels of 0.4 mm may underestimate the vertical alveolar bone changes from 0.9 to 1.2 mm at the start of treatment and overestimate them at 1.5 to 2 mm after RME procedure. Voxels of 0.25 mm are closer to alveolar bone thickness and may provide greater accuracy to results.⁴² The ability to differentiate between two distinct objects close to each other defines spatial resolution of images of CBCT.^{8,50} Therefore, the spatial resolution becomes important in small measurements. Variations in

shading, voxel size and signal-to-noise ratio can affect space resolution.⁵⁰ Consequently, the oscillation these factors would imply in reduction of spatial resolution influencing the display of images and the limits between the root portion of teeth and the buccal bone plate.

Probably, in patients with suggestive images of dehiscence, a thin buccal alveolar bone layer remains, however invisible to the CT slice because of variations in spatial resolution.⁸ This fact may be related to absence of clinical signs of periodontal alterations in patients of group SME. Anyway, periodontal sequels to anchorage teeth of palatal expander can make them more susceptible to periodontal problems in the long term, either by traumatic brushing, periodontal disease or occlusion trauma.¹⁰

The buccal displacement of the first upper permanent molars, with consequent increase of inclination and alveolar bone loss should be regarded as a constituent of palatal expansion procedure.^{20,30} From a periodontal point of view maxillary expansion should be preferably be performed in deciduous or early mixed dentition, because eruption of permanent teeth may minimize periodontal effects produced by RME or SME.³³

CONCLUSIONS

After quantitative analysis and comparison of the immediate effects of RME and SME protocols over the positioning of upper first molars as well as modifications of buccal alveolar bone of these teeth it can be concluded that:

- The RME and SME procedures tested caused significant buccal displacement of maxillary permanent first molars with a significant difference in the degree of inclination between the groups. RME group demonstrated higher inclination while results suggest greater body movement of teeth in SME group;
- Loss and reduction of height and thickness of were detected in both groups, but with greater intensity and significance in SME group;
- Changes in the frequency of activation of palatal expander may influence the dental and periodontal effects of maxillary expansion treatment.

REFERENCES

1. Haas A. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*;31:73-90,1961.
2. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*;35:200-217,1965.
3. Haas AJ. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 57:219-255,1970.
4. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*;20:255-261,1998.
5. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*;21:175-180,1999.
6. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod*;81:32-37,1982.
7. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;91:3-14,1987.
8. Corbridge JK, Campbell PM, Taylor R, Ceen RF, Buschang PH. Transverse dentoalveolar changes after slow maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:317-325,2011.
9. Cotton L. Slow maxillary expansion: Skeletal versus dental response to low magnitude force in Macaca mulatta. *Am J Orthod*;73:1-23,1978.
10. Greenbaum K, Zachrisson B. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod*;81:12-21,1982.
11. Hicks EP. Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am J Orthod*;73:121-141,1978.
12. Huynh T, Kennedy D, Joondeph D, Bollen A-M. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax,

and quad-helix appliances: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;136:331-339,2009.

13. Mossaz-Joëls K, Mossaz CF. Slow maxillary expansion: a comparison between banded and bonded appliances. *Eur J Orthod*;11:67-76,1989.

14. Storey E. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod*;64:229-247,1973.

15. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;111:321-327,1997.

16. Wong CA, Sinclair PM, Keim RG, Kennedy DB. Arch dimension changes from successful slow maxillary expansion of unilateral posterior crossbite. *Angle Orthod*;81:616-623,2011.

17. Mew J. Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod*;83:56-61,1983.

18. Işeri H, Ozsoy S. Semirapid maxillary expansion--a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod*;74:71-78,2004.

19. Frank SW, Engel GA. The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients. *Am J Orthod*;81:378-389,1982.

20. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;97:194-199,1990.

21. 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*;126:569-575,2004.

22. Cross DL, McDonald JP. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod*;22:519-528,2000.

23. Davis W, Kronman J. Anatomical Changes Induced by Splitting of the Midpalatal Suture*. *Angle Orthod*;39:126-132,1969.
24. da Silva Filho OG, Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;107:268-275,1995.
25. 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*;75:548-557,2005.
26. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*;36:152-164,1966.
27. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod*;58:41-66,1970.
28. Wennström JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod*;2:46-54,1996.
29. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzellis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res*;13:127-141,2010.
30. 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*;132:428.e421-428,2007.
31. 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*;79:24-29,2009.
32. Bernd GP. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and Hyrax-type palatal expanders over support periodontium in cone beam computerized tomography. [master's thesis]. [Porto Alegre (RS)]: Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul; 2011. 47 p.

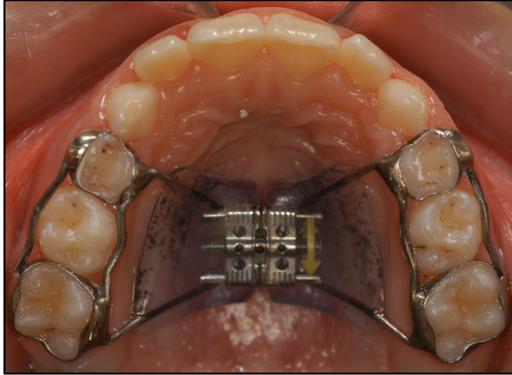
33. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;129:749-758,2006.
34. Garib D, Raymundo Jr. R, Raymundo M, Raymundo D, Ferreira S. 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*;12:139-156,2007.
35. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;125:512-515,2004.
36. Ribeiro G, Locks A, Pereira J, Brunetto M. Análise da expansão rápida da maxila por meio da tomografia computadorizada Cone-Beam. *Dental Press Journal of Orthodontics*;15:107-112,2010.
37. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*;72:75-80,2006.
38. Weissheimer A, Menezes LMD, Mezomo M, Dias DM, Lima EMSd, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:366-376,2011.
39. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;137:304.e301-312,2010.
40. Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompré P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;139:S117-S128,2011.
41. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon H-P. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using

- computer tomography scanning: a pilot study. *Eur J Orthod*;29:37-44,2007.
42. 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 Dentofacial Orthop*;139:e117-127,2011.
43. Biederman W. An hygienic appliance for rapid expansion. *J Pract Orthod*;2:67-70,1968.
44. Braun S, Bottrel JA, Lee KG, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;118:257-261,2000.
45. Artun J, Krogstad O. Periodontal status of mandibular incisors following excessive proclination. A study in adults with surgically treated mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;91:225-232,1987.
46. Thilander B, Nyman S, Karring T, Magnusson I. Bone regeneration in alveolar bone dehiscences related to orthodontic tooth movements. *Eur J Orthod*;5:105-114,1983.
47. Andriani JSP. Evaluation of changes immediately after rapid and slow maxillary expansion using cone beam computed tomography [master's thesis]. [Florianópolis (SC)]: Federal University of Santa Catarina; 2012. 150 p.
48. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res*;6 Suppl 1:95-101; discussion 179-182,2003.
49. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:734-744,2011.
50. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam

computed tomography machine. Am J Orthod Dentofacial Orthop;134:573-582,2008.

FIGURES AND TABLES

Figure 1 - Palatal expander.



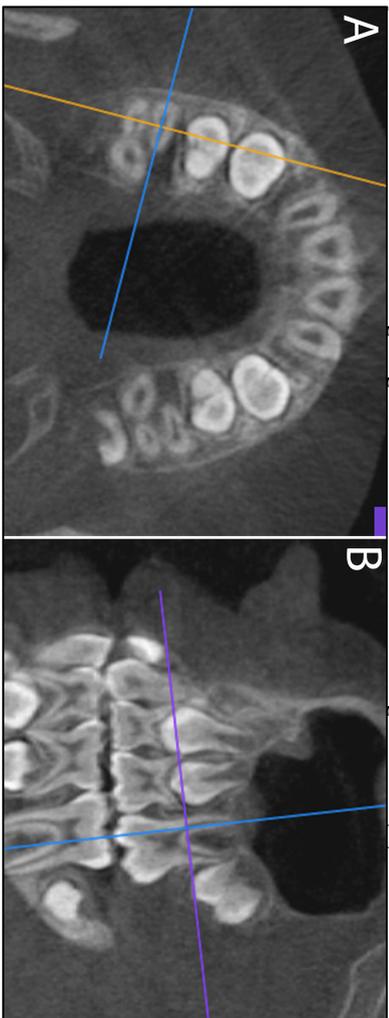


Figure 2 - Positioning of coronal reference line on axial cut (A). Adjustment of inclination of coronal reference line following long axis of mesiobuccal root on sagittal view (B).

Figure 3 - NOV and NOVC measures.



Figure 4 - Tracing of 10mm line parallel to tomographic vertical plane.

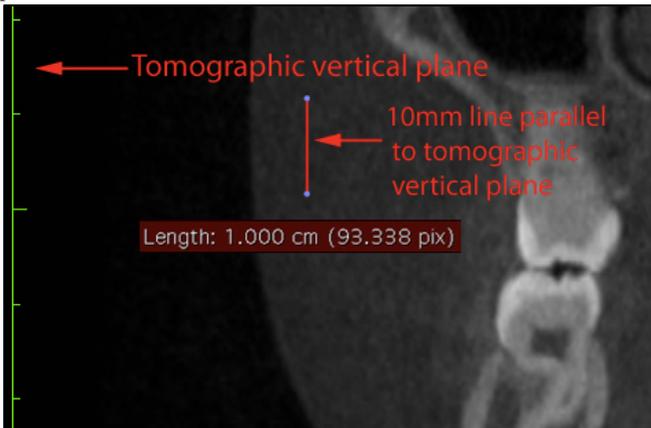


Figure 5 - Determination of CEJ 10, CEJ 5 and CEJ 3 measures, respectively, in A, B and C.

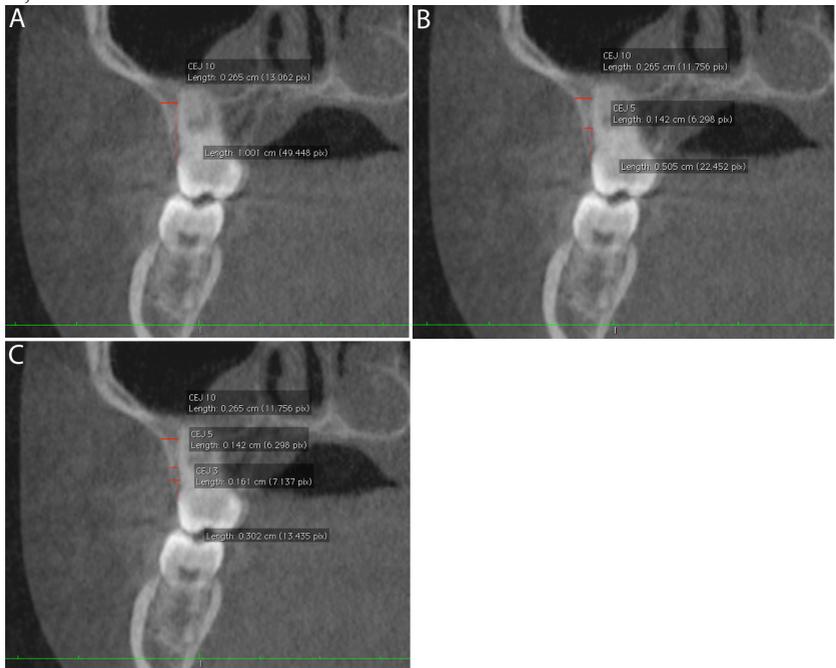




Figure 6 - DR measure (A). DC measure and AI angle (B).

Table 1 - Definition of variables of tomographic analysis.

Variable	Definition	Purpose
NOV (mm)	Distance between buccal cementenamel junction (CEJ) and the most occlusal point of buccal alveolar crest	Alveolar bone height
NOVC (mm)	Distance between buccal cusp tip and the most occlusal point of buccal alveolar crest	Alveolar bone height
CEJ 3 (mm)	Distance between the outer surface of buccal alveolar plate and the outer wall of buccal root 3mm above CEJ.	Alveolar bone thickness
CEJ 5 (mm)	Distance between the outer surface of buccal alveolar plate and the outer wall of buccal root 5mm above CEJ.	Alveolar bone thickness
CEJ 10 (mm)	Distance between the outer surface of buccal alveolar plate and the outer wall of buccal root 10mm above CEJ.	Alveolar bone thickness / tooth inclination
DC (mm)	Distance between buccal cusp tips of maxillary first permanent molars.	Tooth displacement and inclination
DR (mm)	Distance between the most buccal points of root canals of mesiobuccal roots of maxillary first permanent molars.	Tooth displacement and inclination
AI (°)	Angle formed by intersection of two lines traced toward midline and tangent to both cusp tips of each maxillary first permanent molar.	Tooth inclination

Table 2 - Mean, standard deviation (SD), range and statistical significance in T1 and T2 for RME group. * - $p < 0,05$.

Variable	T1			T2			p
	Mean	SD	Min-Max	Mean	SD	Min-Max	
NOV (mm)	0,93	0,25	0,60 – 1,56	1,68	0,84	0,97 – 4,12	< 0,001*
NOVC (mm)	7,85	0,52	6,85 – 8,81	8,64	0,92	7,13 – 10,67	< 0,001*
CEJ 3 (mm)	1,98	0,59	0,89 – 3,16	1,10	0,56	0,00 – 2,37	< 0,001*
CEJ 5 (mm)	2,42	0,88	1,01 – 4,19	1,82	0,87	0,48 – 3,54	< 0,001*
CEJ 10 (mm)	5,18	2,05	2,23 – 8,86	5,95	2,13	2,5 – 10,02	< 0,001*
DR (mm)	47,14	2,19	44,58 – 53,65	52,00	2,49	47,58 – 57,36	< 0,001*
DC (mm)	49,92	1,84	47,51 – 53,79	59,19	2,70	55,21 – 63,96	< 0,001*
AI (°)	158,17	9,80	138,91 – 178,18	145,29	8,93	117,22 – 155,26	< 0,001*

Table 3 - Mean, standard deviation (SD), range and statistical significance in T1 and T2 for SME group. * - $p < 0,05$.

Variable	T1			T2			p
	Mean	SD	Min-Max	Mean	SD	Min-Max	
NOV (mm)	1,43	0,53	0,89 – 3,01	4,37	1,86	1,17 – 7,08	< 0,001*
NOVC (mm)	7,87	0,81	6,80 – 9,98	11,15	2,17	7,52 – 14,66	< 0,001*
CEJ 3 (mm)	1,68	0,58	0,43 – 2,75	0,31	0,45	0,00 – 1,33	< 0,001*
CEJ 5 (mm)	2,18	0,71	1,05 – 3,65	0,69	0,59	0,00 – 1,90	< 0,001*
CEJ 10 (mm)	5,65	1,73	4,16 – 10,33	3,84	1,96	1,72 – 9,62	< 0,001*
DR (mm)	45,82	2,68	41,39 – 51,01	52,22	2,66	48,04 – 57,57	< 0,001*
DC (mm)	48,75	3,16	44,08 – 53,59	57,78	3,27	51,80 – 62,68	< 0,001*
AI (°)	155,62	13,52	127,24 – 179,69	147,75	14,34	116,98 – 167,33	< 0,001*

Table 4 - Differences of means between T1 and T2 for both groups and statistical analysis. * - $p < 0,05$.

Variable	RME Group (n=17)		SME Group (n=16)		p
	T2-T1	SD	T2-T1	SD	
NOV (mm)	0,75	0,72	2,94	1,74	0.0004*
NOVC (mm)	0,78	0,72	3,28	1,68	0.0000*
CEJ 3 (mm)	-0,88	0,28	-1,36	0,44	0.0082*
CEJ 5 (mm)	-0,60	0,25	-1,49	0,39	0.0000*
CEJ 10 (mm)	0,77	0,76	-1,81	0,74	0.0000*
DR (mm)	4,85	1,31	6,39	1,12	0.0011*
DC (mm)	9,26	2,05	9,02	1,70	0.7194
AI (°)	-12,88	9,35	-7,87	6,80	0.9050

Table 5 - Systematic error analysis (ANOVA test). * - $p < 0,05$.

Variable	1st Measure	2nd Measure	Difference	p
NOVT1	1,11	1,13	0,02	0,85
NOV T2	3,15	3,22	0,07	0,89
NOVC T1	7,74	7,76	0,02	0,88
NOVC T2	9,79	9,98	0,19	0,75
CEJ 3 T1	1,84	1,87	0,03	0,90
CEJ 3 T2	0,69	0,67	-0,02	0,94
CEJ 5 T1	2,21	2,22	0,01	0,96
CEJ 5 T2	1,12	1,12	-0,00	0,98
CEJ 10 T1	4,98	4,99	0,01	0,97
CEJ 10 T2	4,27	4,19	-0,08	0,89
DR T1	46,47	46,64	0,17	0,84
DR T2	52,45	52,57	0,12	0,87
DC T1	49,01	49,40	0,39	0,63
DC T2	58,52	58,66	0,14	0,88
AI T1	153,71	154,42	0,71	0,81
AI T2	144,28	145,18	0,90	0,81

REFERÊNCIAS

1. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult teeth. *Dent Cosmos*;1:540-544,1860.
2. Haas A. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod*;31:73-90,1961.
3. Haas AJ. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 57:219-255,1970.
4. Davis W, Kronman J. Anatomical Changes Induced by Splitting of the Midpalatal Suture*. *Angle Orthod*;39:126-132,1969.
5. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod*;58:41-66,1970.
6. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Am J Orthod*;71:367-381,1977.
7. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;91:3-14,1987.
8. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;97:194-199,1990.
9. da Silva Filho OG, Boas MC, Capelozza Filho L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;100:171-179,1991.
10. da Silva Filho OG, Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;107:268-275,1995.
11. Moussa R, O'Reilly MT, Close JM. Long-term stability of rapid palatal expander treatment and edgewise mechanotherapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;108:478-488,1995.
12. Ribeiro GLU. Avaliação Esquelética e dentária em casos com disjunção palatina e susequente tratamento ortodôntico com sistema

edgewise (estudo pós-contenção) [tese de doutorado]. [Rio de Janeiro]: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1999. 274 p.

13. Bramante FS. Estudo cefalométrico em norma lateral das alterações dentoalveolares produzidas por três tipos de expansores: colado, tipo Haas e Hyrax [dissertação de mestrado]. [Bauru (SP)]: Faculdade de Odontologia de Bauru - USP; 2000. 196 p.

14. Cross DL, McDonald JP. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod*;22:519-528,2000.

15. 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*;126:569-575,2004.

16. Braun S, Bottrel JA, Lee KG, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;118:257-261,2000.

17. Isaacson R, Ingram A. Forces Produced By Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthod*;34:261-270,1964.

18. Zimring J, Isaacson R. Forces Produced By Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthod*;35:178-186,1965.

19. Hicks EP. Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am J Orthod*;73:121-141,1978.

20. Işeri H, Ozsoy S. Semirapid maxillary expansion--a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod*;74:71-78,2004.

21. Kiliç N, Kiki A, Oktay H. A comparison of dentoalveolar inclination treated by two palatal expanders. *Eur J Orthod*;30:67-72,2008.

22. Huynh T, Kennedy D, Joondeph D, Bollen A-M. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;136:331-339,2009.

23. Mew J. Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod*;83:56-61,1983.
24. Storey E. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod*;64:229-247,1973.
25. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;111:321-327,1997.
26. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod*;81:32-37,1982.
27. Cotton L. Slow maxillary expansion: Skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod*;73:1-23,1978.
28. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod*;50:189-217,1980.
29. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*;21:175-180,1999.
30. Corbridge JK, Campbell PM, Taylor R, Ceen RF, Buschang PH. Transverse dentoalveolar changes after slow maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:317-325,2011.
31. Frank SW, Engel GA. The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients. *Am J Orthod*;81:378-389,1982.
32. Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod*;20:255-261,1998.
33. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;137:304.e301-312,2010.

34. Işeri H, Tekkaya AE, Oztan O, Bilgiç S. Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. *Eur J Orthod*;20:347-356,1998.
35. Starnbach H, Bayne D, Cleall J, Subtelny JD. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*;36:152-164,1966.
36. Greenbaum K, Zachrisson B. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod*;81:12-21,1982.
37. Mossaz-Joëls K, Mossaz CF. Slow maxillary expansion: a comparison between banded and bonded appliances. *Eur J Orthod*;11:67-76,1989.
38. 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*;75:548-557,2005.
39. Wennström JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod*;2:46-54,1996.
40. 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*;132:428.e421-428,2007.
41. Joss-Vassalli I, Grebenstein C, Topouzelis N, Sculean A, Katsaros C. Orthodontic therapy and gingival recession: a systematic review. *Orthod Craniofac Res*;13:127-141,2010.
42. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;129:749-758,2006.
43. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod*;53:721-745,1967.
44. Watson WG. Expansion and fenestration or dehiscence. *Am J Orthod*;77:330-332,1980.

45. 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*;79:24-29,2009.
46. Bernd GP. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no periodonto de suporte, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada *Cone Beam* [dissertação de mestrado]. [Porto Alegre (RS)]: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2011. 47 p.
47. Timms DJ, Preston CB, Daly PF. A computed tomographic assessment of maxillary movement induced by rapid expansion - a pilot study. *Eur J Orthod*;4:123-127,1982.
48. Hatcher DC, Aboudara CL. Diagnosis goes digital. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;125:512-515,2004.
49. Garib D, Raymundo Jr. R, Raymundo M, Raymundo D, Ferreira S. 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*;12:139-156,2007.
50. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon H-P. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *Eur J Orthod*;29:37-44,2007.
51. Maki K, Inou N, Takanishi A, Miller AJ. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res*;6 Suppl 1:95-101; discussion 179-182,2003.
52. Ribeiro G, Locks A, Pereira J, Brunetto M. Análise da expansão rápida da maxila por meio da tomografia computadorizada Cone-Beam. *Dental Press Journal of Orthodontics*;15:107-112,2010.
53. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*;72:75-80,2006.

54. Timock AM, Cook V, McDonald T, Leo MC, Crowe J, Benninger BL et al. Accuracy and reliability of buccal bone height and thickness measurements from cone-beam computed tomography imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:734-744,2011.
55. Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompré P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;139:S117-S128,2011.
56. Weissheimer A, Menezes LMD, Mezomo M, Dias DM, Lima EMSd, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;140:366-376,2011.
57. 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 Dentofacial Orthop*;139:e117-127,2011.
58. Leung CC, Palomo L, Griffith R, Hans MG. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for measuring alveolar bone height and detecting bony dehiscences and fenestrations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;137:S109-119,2010.
59. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*;134:573-582,2008.

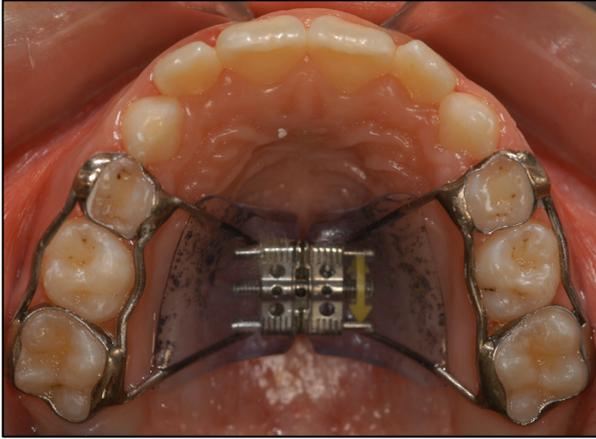
APÊNDICE A – Metodologia Expandida

Este é um estudo clínico prospectivo com 2 grupos paralelos, em que a seleção da amostra foi realizada em escolares da rede pública da cidade de Florianópolis/SC em pacientes que procuraram atendimento ortodôntico na Universidade Federal de Santa Catarina. Todos os pais e/ou responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) dessa Universidade.

Os critérios de inclusão dos indivíduos foram a presença de deficiência transversal maxilar clínica e estar no período intertransitório da dentição mista, entre 7 e 10 anos de idade. Pacientes com síndromes, alterações físicas e/ou psicológicas que impossibilitassem a colaboração com o tratamento e presença de restaurações metálicas nos primeiros molares permanentes superiores foram excluídos do estudo.

Foram selecionados 59 indivíduos divididos aleatoriamente em dois grupos – grupo EMR e grupo EML. Utilizou-se o aparelho expensor dentomucossuportado nos dois grupos avaliados, conforme preconizado por Haas². Os aparelhos (Figura 1, página 80) foram confeccionados de forma padronizada, por meio dos seguintes procedimentos: 1) seleção e adaptação dos anéis; 2) moldagem de transferência, realizada com alginato (*Jeltrate, Dentsply, Woodbridge, Canadá*), da qual resultou o modelo de trabalho em gesso pedra; 3) confecção da estrutura metálica do expensor, com fio de aço inoxidável de 1,0mm de diâmetro (*Dentaurum, Inspringen, Alemanha*), adaptada sobre as faces vestibulares e palatinas dos segundos molares decíduos e soldada aos anéis dos primeiros molares permanentes e decíduos superiores pelas faces vestibular e palatina; 4) posicionamento do parafuso expensor, sobre a rafe palatina, na altura do segundo molar decíduo; 5) acrilização do aparelho, acabamento e polimento.

Figura 1 - Vista oclusal do aparelho expansor.



Previamente à cimentação, foi realizada profilaxia com taça de borracha e pedra pomes. Todos os disjuntores foram cimentados com cimento de ionômero de vidro marca Meron (*Voco GmbH, Cuxhaven, Alemanha*). Os indivíduos de ambos os grupos foram submetidos à 8mm de abertura do parafuso expansor, totalizando 40 ativações. Todos os pacientes receberam um mapa de ativação e foram monitorados, a cada 15 dias, para verificação da ativação. A conferência da quantidade de abertura foi realizada através de paquímetro digital (ref. #0400-EEP, *Orthopli, Philadelphia, EUA*). Ao término da ativação o parafuso expansor foi estabilizado, com fio de amarrilho 0,12mm (Morelli, Sorocaba, Brasil) duplo, e os aparelhos mantidos em boca como forma de contenção por mais 5 meses no grupo EMR e 1 mês no grupo EML.

Os pacientes que não seguiram corretamente o procedimento de ativação, apresentaram falha na cimentação do aparelho expansor, tiveram molares decíduos esfoliados durante o tratamento, não retornaram para as consultas de controle, não realizaram o exame final dentro de 7 dias após a estabilização do parafuso expansor ou cujos exames tomográficos apresentaram dificuldade de visualização das estruturas dentárias, em função de artefato proveniente do aparelho disjuntor, foram excluídos do estudo.

O grupo EMR foi composto inicialmente por 28 indivíduos tratados através do procedimento de EMR – ½ volta (0,4mm) por dia – sendo que na instalação do aparelho, o parafuso expansor foi ativado em 1 volta completa. Somente 17 indivíduos desse grupo se mantiveram

dentro dos critérios estabelecidos na pesquisa (10 do gênero feminino e 7 do gênero masculino), com 8,9 anos de idade em média.

O grupo EML foi composto inicialmente por 31 indivíduos tratados através do procedimento de EML – ½ volta (0,4mm) por semana. No momento da instalação do aparelho a ativação foi de ½ volta. Somente 16 indivíduos deste grupo foram mantidos no estudo (8 do gênero feminino e 8 do gênero masculino), com 9 anos de idade em média.

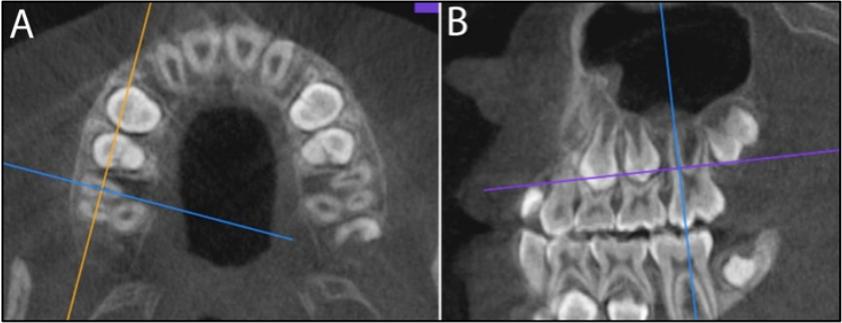
A obtenção das imagens de tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB) ocorreu previamente à instalação dos expansores (T1) e entre 1 e 7 dias após a estabilização do parafuso expansor (T2), dependendo do agendamento na clínica radiológica.

O exame de tomografia computadorizada de *cone-beam* (TCCB) foi realizado em tomógrafo do tipo *i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA)*, com 120kV, 20mA e tempo de escaneamento de 14,7 segundos. As imagens tomográficas possuíam espessura de corte axial de 0,25 mm com *voxels* isotrópicos de 0,25mm. Após aquisição as imagens foram salvas em arquivos *DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)*. As imagens foram reconstruídas em camadas de 0,5mm de espessura e manipuladas através do programa *OsiriX Medical Imaging Software 32-bit (Open-Source, Pixmeo, Genebra, Suíça, www.osirix-viewer.com)* em um computador *Macbook Pro 15"*, processador 2.4Ghz *Intel Core 2 Duo*, memória *RAM* de 4Gb 667Mhz DDR2 e placa de vídeo *NVIDIA Geforce 8600M GT*.

Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo operador (M.B.), que não tinha conhecimento a qual grupo pertencia cada exame.

As variáveis utilizadas foram baseadas no estudo de Bernd⁴⁶ para avaliação das alterações periodontais, nos dentes primeiros molares superiores (16 e 26). O longo eixo da raiz méso-vestibular do primeiro molar superior foi utilizado como referência para a padronização dos cortes tomográficos realizados em T1 e T2. As imagens foram reconstruídas no modo de reconstrução multiplanar (MPR) do *software*. Em seguida, na vista axial, identificou-se a região de furca do primeiro molar superior direito no ponto em que as raízes vestibulares apresentavam-se levemente separadas. Nesta imagem posicionou-se a linha de referência coronal (linha azul / horizontal), sobre o centro da raiz méso-vestibular (Figura 2A, página 82).

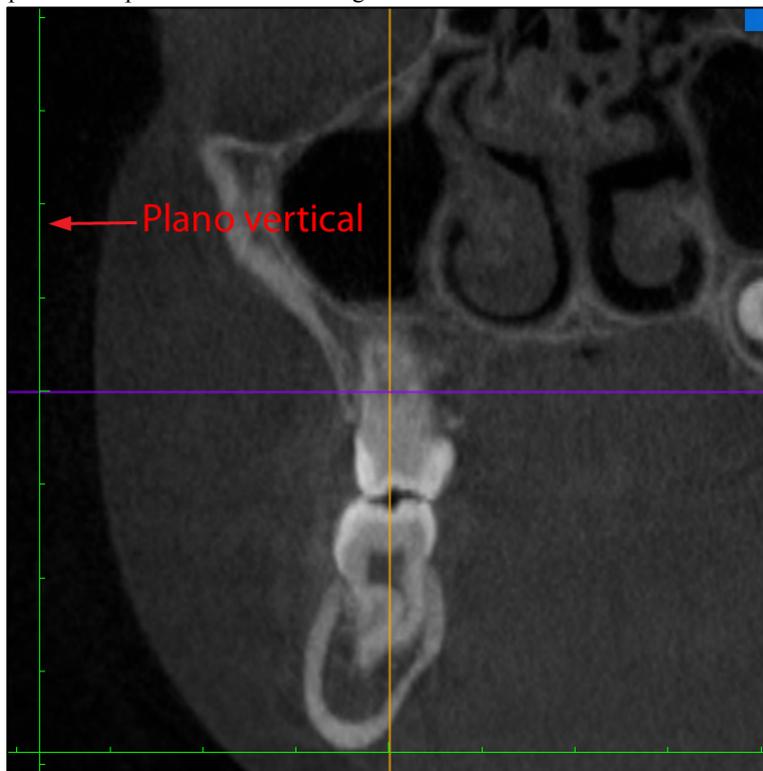
Figura 2 – Posicionamento da linha de referência coronal no corte axial (A). Ajuste da inclinação da linha de referência coronal a partir da vista sagital (B).



A inclinação da linha coronal (linha azul / vertical) na vista sagital foi centralizada longo eixo da raiz méso-vestibular do primeiro molar(Figura 2B, página 82).

Na vista coronal a posição do dente 16 foi ajustada de forma que a parede vestibular da raiz méso-distal ficasse paralela ao plano vertical da tomografia (Figura 3, página 83).

Figura 3 - Parede externa da raiz vestibular do primeiro molar superior paralela ao plano vertical da tomografia.



O mesmo processo de padronização foi realizado na região do primeiro molar superior esquerdo.

A partir da imagem coronal padronizada (Figura 3, página 83) foram realizadas, em modo de tela cheia, para os dentes 16 e 26, as seguintes medidas referentes à altura da tábua óssea vestibular (Figura 4, página 84):

- NOV – distância entre a junção cimento-esmalte (JCE) vestibular e o ponto mais oclusal da crista óssea vestibular;
- NOVC - distância entre a ponta da cúspide vestibular e o ponto mais oclusal da crista óssea vestibular;

Figura 4 - Medidas NOV e NOVC.



A determinação das medidas relacionadas à espessura da tábua óssea vestibular se deu através de uma linha vertical, com 10mm de comprimento, paralela ao plano vertical da tomografia (Figura 5, página 85). O ponto mais inferior desta linha foi sobreposto à JCE vestibular e traçou-se uma reta horizontal, perpendicular e passando pelo ponto mais superior da linha vertical, ligando a porção externa da cortical óssea vestibular à parede externa da raiz vestibular (Figura 6A, página 87).

Figura 5 - Determinação da reta paralela ao plano vertical da tomografia.



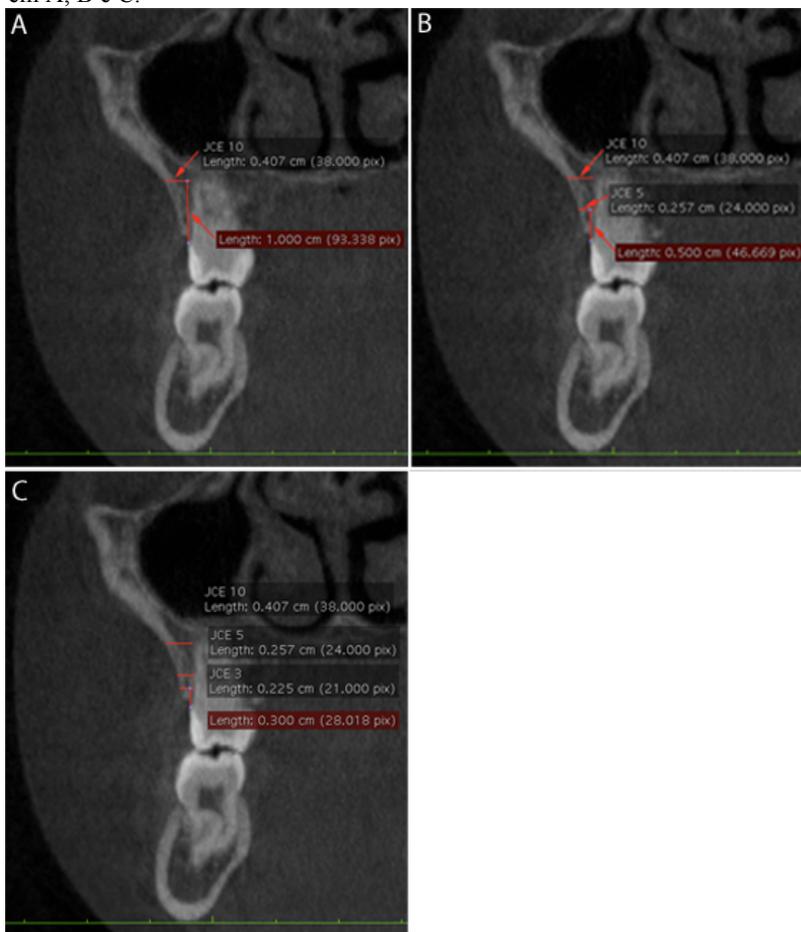
Posteriormente, reduziu-se o comprimento da linha vertical para 5mm e 3mm, e duas novas retas horizontais foram delineadas (Figura 6B e 6C, página 87). Assim, obteve-se as seguintes medidas para mensuração da espessura óssea vestibular:

- JCE 3 – distância entre a porção externa da cortical óssea vestibular e a parede externa da raiz vestibular realizada 3mm acima da JCE;
- JCE 5 – distância entre a porção externa da cortical óssea vestibular e a parede externa da raiz vestibular realizada 5mm acima da JCE;
- JCE 10 – distância entre a porção externa da cortical óssea vestibular e a parede externa da raiz vestibular realizada 10mm acima da JCE.

A análise quantitativa da inclinação dos primeiros molares superiores, decorrentes da terapia de expansão maxilar, também foi

objeto de avaliação deste estudo. No modo MPR do *software*, em vista axial, foi utilizado um corte na altura de furca dos dentes 16 e 26, na região em que as raízes vestibulares de ambos se apresentassem levemente separadas. Caso necessário, a correção do nivelamento dos dentes foi realizada, através da movimentação da linha axial (azul / horizontal), na vista coronal. Desta maneira, foi determinada a medida DR, que pode ser definida pela distância entre os pontos mais vestibulares dos condutos radiculares das raízes méso-vestibulares dos primeiros molares superiores (Figura 7, página 88). Aproveitando este mesmo corte axial, movimentou-se a linha de referência coronal (azul / horizontal), na janela de visualização axial, de maneira que passasse entre as raízes méso e distovestibulares dos dentes 16 e 26. Desta forma, uma imagem coronal foi obtida e nela identificada, em modo de tela cheia, a medida DC definida como a distância entre as pontas de cúspide vestibulares dos primeiros molares superiores (Figura 8, página 89).

Figura 6 - Delineamento das medidas JCE 10, JCE 5 e JCE 3, respectivamente, em A, B e C.

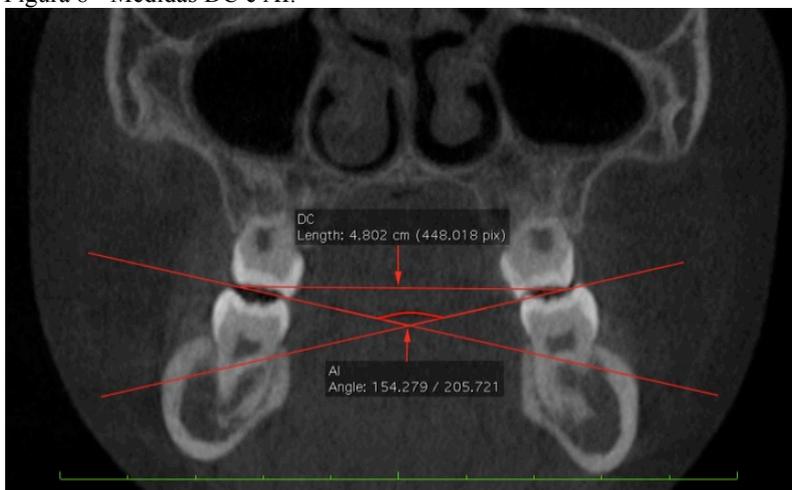


Na sequência, duas retas foram traçadas, em direção à linha mediana, tangenciando as pontas das cúspides vestibular e palatina de cada molar superior. O ângulo formado pela intersecção destas duas retas foi mensurado e denominado AI (Figura 8, página 89).

Figura 7- Medida DR.



Figura 8 - Medidas DC e AI.



Todas as medidas lineares e angulares foram anotadas em tabelas considerando os centésimos de milímetros e graus. Para as variáveis NOV, NOVC, JCE 3, JCE 5 e JCE 10, que possuíam medidas em ambos os lados, foi adotada a média dos valores.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os cálculos estatísticos foram realizados através do *software* IBM SPSS v.20 (SPSS Inc., Chicago, EUA) adotando nível de significância de 5%. A diferença estatística entre T1 e T2, intragrupos, foi verificada através do teste *Wilcoxon matched pairs*. As diferenças das médias entre T1 e T2 foram analisadas através de análise de variância (ANOVA).

O teste de correlação de *Spearman* foi empregado para detectar possíveis relações lineares entre as variáveis. Para averiguação do erro sistemático, 10 exames de cada grupo, selecionados aleatoriamente, foram mensurados novamente após o período mínimo de 15 dias e comparados através de análise de variância (ANOVA).

APÊNDICE B

Tabela 1 - Medidas para grupo EMR em T1.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
1	0,70	7,16	2,44	2,30	4,88	44,69	47,51	160,98
2	0,78	8,38	1,80	3,05	7,57	46,11	47,75	178,18
3	1,14	8,17	2,78	3,71	7,79	48,26	52,91	152,32
4	0,85	8,33	3,16	4,19	8,87	46,65	51,32	138,91
5	0,60	7,33	2,47	3,13	7,90	47,66	49,54	171,58
6	1,06	7,94	0,89	1,16	2,93	47,35	49,30	150,43
7	1,00	8,07	1,51	2,04	5,14	47,86	50,24	169,04
8	0,91	7,99	1,57	2,33	3,90	45,69	50,49	149,94
9	0,92	8,11	2,05	2,24	3,82	45,55	49,84	163,36
10	1,19	7,07	1,80	1,68	4,19	46,27	47,64	158,78
12	1,05	8,19	1,88	2,02	3,72	47,70	51,75	157,05
15	1,57	7,86	1,28	1,01	2,61	50,20	50,80	161,11
16	0,84	8,81	1,51	1,98	4,56	46,48	48,56	167,39
17	0,62	7,45	1,67	2,57	5,34	44,58	48,44	151,76
18	1,23	6,85	1,90	2,41	4,88	47,51	48,17	157,49
19	0,84	8,19	2,38	1,73	2,23	53,65	53,79	152,85

20	0,69	7,71	2,70	3,74	7,78	45,31	50,73	147,85
----	------	------	------	------	------	-------	-------	--------

APÊNDICE C

Tabela 2 - Medidas para o grupo EMR em T2.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
1	1,65	7,71	0,81	1,34	5,04	51,33	60,70	154,18
2	1,78	9,08	0,97	2,57	8,13	50,83	57,18	150,91
3	1,22	8,90	1,68	2,59	7,97	53,69	62,52	150,78
4	1,07	8,77	2,38	3,54	9,25	54,47	63,96	117,22
5	0,97	7,71	1,57	2,77	8,32	51,96	59,24	145,19
6	3,43	10,31	0,20	0,63	3,50	52,11	59,36	145,94
7	1,13	8,21	0,82	1,56	6,39	52,82	60,52	144,61
8	1,63	8,87	1,04	1,65	4,01	47,58	55,21	146,03
9	1,29	8,31	1,09	1,49	3,91	50,93	56,73	147,91
10	1,61	7,66	0,80	1,36	5,70	49,71	55,28	150,27
12	1,53	8,73	1,31	1,43	4,94	52,42	59,34	155,26
15	4,13	10,67	-	0,49	4,63	56,34	61,39	136,28
16	1,43	9,60	1,06	1,73	6,54	51,13	58,65	148,84
17	1,84	8,52	0,78	1,92	5,39	49,69	57,27	137,69
18	1,74	7,13	1,05	1,36	4,96	52,44	55,49	152,44
19	0,98	8,54	1,52	1,16	2,50	57,36	62,85	141,87

20	1,32	8,19	1,66	3,43	10,03	49,21	60,61	144,58
----	------	------	------	------	-------	-------	-------	--------

APÊNDICE D

Tabela 3 - Medidas para o grupo EML em T1.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
1	1,21	7,59	1,78	2,91	8,20	43,32	44,55	164,20
2	0,89	7,67	1,54	1,77	5,14	44,04	46,57	162,70
3	0,94	7,85	1,86	2,10	4,32	45,18	45,38	157,40
4	0,98	7,97	2,00	2,43	4,27	46,14	44,08	165,22
5	1,16	6,80	2,50	2,69	4,55	46,90	48,62	162,48
6	1,40	8,30	1,70	1,96	4,82	45,37	46,40	159,71
7	1,63	9,07	0,93	1,06	5,68	48,16	48,89	154,34
8	1,05	7,76	2,03	2,37	4,65	43,51	45,68	168,16
9	1,42	7,71	1,22	1,60	4,59	41,39	47,50	141,22
10	3,01	9,98	0,44	1,13	5,22	50,69	52,15	179,69
11	1,46	7,02	2,15	3,18	7,41	43,46	51,50	127,24
12	1,12	6,97	1,72	2,13	5,52	47,55	52,49	147,97
13	1,81	7,39	2,76	3,65	10,34	44,69	51,80	135,43
14	2,10	8,44	1,08	1,43	4,16	47,66	52,21	145,98
15	1,16	7,26	1,71	2,37	7,07	44,18	48,60	151,22
16	1,63	8,24	1,57	2,21	4,59	51,01	53,59	167,10

APÊNDICE E

Tabela 4 - Medidas para o grupo EML em T2.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
1	3,29	9,56	-	1,13	6,52	51,53	53,78	157,45
2	6,26	12,38	-	0,23	2,61	51,10	55,98	156,56
3	2,61	9,18	0,77	1,07	3,38	51,39	53,98	150,42
4	5,62	12,07	-	0,50	1,72	53,06	51,80	164,41
5	1,17	7,53	0,74	0,80	2,78	52,43	57,92	159,95
6	6,85	13,43	-	-	2,97	53,76	58,71	141,47
7	5,00	11,81	0,34	0,40	3,03	52,98	55,00	137,03
8	3,15	11,26	0,28	0,47	2,82	50,99	57,45	167,33
9	5,93	12,87	-	0,42	3,03	48,19	54,61	140,92
10	7,09	14,67	-	-	4,33	56,85	61,02	160,19
11	2,22	7,92	1,21	1,91	5,66	48,04	59,23	116,98
12	4,80	11,56	-	0,91	3,95	53,99	62,40	135,14
13	2,01	7,96	1,34	1,84	9,63	49,41	59,65	124,04
14	5,51	12,87	-	-	2,12	53,51	60,16	145,66
15	3,11	10,35	0,42	0,99	3,52	50,77	60,07	150,97
16	5,41	13,13	-	0,41	3,44	57,57	62,68	155,53

APÊNDICE F

Tabela 5 – Medidas do grupo EMR em T1 para verificação do erro sistemático.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
1	0,70	7,16	2,44	2,30	4,88	44,69	47,51	160,98
3	1,14	8,17	2,78	3,71	7,79	48,26	52,91	152,32
4	0,85	8,33	3,16	4,19	8,87	46,65	51,32	138,91
6	1,06	7,94	0,89	1,16	2,93	47,35	49,30	150,43
9	0,92	8,11	2,05	2,24	3,82	45,55	49,84	163,36
12	1,05	8,19	1,88	2,02	3,72	47,70	51,75	157,05
15	1,57	7,86	1,28	1,01	2,61	50,20	50,80	161,11
17	0,62	7,45	1,67	2,57	5,34	44,58	48,44	151,76
18	1,23	6,85	1,90	2,41	4,88	47,51	48,17	157,49
19	0,84	8,19	2,38	1,73	2,23	53,65	53,79	152,85

Tabela 6 - Medidas do grupo EMR em T2 para verificação do erro sistemático.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
1	1,65	7,71	0,81	1,34	5,04	51,33	60,70	154,18
3	1,22	8,90	1,68	2,59	7,97	53,69	62,52	150,78
4	1,07	8,77	2,38	3,54	9,25	54,47	63,96	117,22
6	3,43	10,31	0,20	0,63	3,50	52,11	59,36	145,94
9	1,29	8,31	1,09	1,49	3,91	50,93	56,73	147,91
12	1,53	8,73	1,31	1,43	4,94	52,42	59,34	155,26
15	4,13	10,67	0,00	0,49	4,63	56,34	61,39	136,28
17	1,84	8,52	0,78	1,92	5,39	49,69	57,27	137,69
18	1,74	7,13	1,05	1,36	4,96	52,44	55,49	152,44
19	0,98	8,54	1,52	1,16	2,50	57,36	62,85	141,87

APÊNDICE G

Tabela 7 - Medidas do grupo EML em T1 para verificação do erro sistemático.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
2	0,89	7,67	1,54	1,77	5,14	44,04	46,57	162,70
3	0,94	7,85	1,86	2,10	4,32	45,18	45,38	157,40
4	0,98	7,97	2,00	2,43	4,27	46,14	44,08	165,22
5	1,16	6,80	2,50	2,69	4,55	46,90	48,62	162,48
6	1,40	8,30	1,70	1,96	4,82	45,37	46,40	159,71
7	1,63	9,07	0,93	1,06	5,68	48,16	48,89	154,34
9	1,42	7,71	1,22	1,60	4,59	41,39	47,50	141,22
11	1,46	7,02	2,15	3,18	7,41	43,46	51,50	127,24
12	1,12	6,97	1,72	2,13	5,52	47,55	52,49	147,97
15	1,16	7,26	1,71	2,37	7,07	44,18	48,60	151,22

Tabela 8 - Medidas do grupo EML em T2 para verificação do erro sistemático.

Paciente	NOV (mm)	NOVC (mm)	JCE 3 (mm)	JCE 5 (mm)	JCE 10 (mm)	DR (mm)	DC (mm)	AI (°)
2	6,26	12,38	0,00	0,23	2,61	51,10	55,98	156,56
3	2,61	9,18	0,77	1,07	3,38	51,39	53,98	150,42
4	5,62	12,07	0,00	0,50	1,72	53,06	51,80	164,41
5	1,17	7,53	0,74	0,80	2,78	52,43	57,92	159,95
6	6,85	13,43	0,00	0,00	2,97	53,76	58,71	141,47
7	5,00	11,81	0,34	0,40	3,03	52,98	55,00	137,03
9	5,93	12,87	0,00	0,42	3,03	48,19	54,61	140,92
11	2,22	7,92	1,21	1,91	5,66	48,04	59,23	116,98
12	4,80	11,56	0,00	0,91	3,95	53,99	62,40	135,14
15	3,11	10,35	0,42	0,99	3,52	50,77	60,07	150,97

APÊNDICE H - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Pós-Graduação em Odontologia
Disciplina de Ortodontia

Pesquisa: Avaliação comparativa dos efeitos dentoalveolares resultantes da expansão rápida e lenta da maxila através de tomografia computadorizada.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, alunos de Mestrado em Ortodontia da UFSC, Juliana da Silva Pereira e Mauricio Brunetto, sob a orientação do prof. Dr. Gerson Luiz Ulema Ribeiro, estamos convidando seu filho para participar de uma pesquisa para saber se existe diferença entre dois tipos de uso do mesmo aparelho. Para tratar de crianças com estreitamento (atresia) da maxila (dentes de cima), existe um tipo de aparelho mas existem duas maneiras de usá-lo.. Queremos saber qual das duas é a melhor, usando um exame de tomografia pois este é mais preciso que o raio X comum.

Ao usar um aparelho, o principal cuidado é com a limpeza dos dentes, para não ter cárie, nem inflamar a gengiva O exame (tomografia) não vai ser cobrado para ser feito e usa um tipo de radiação parecido

com o do raio X comum mas, em quantidade um pouco maior, que não vai prejudicar seu filho.

Também pedimos sua licença para publicação de fotos e imagens dos outros exames (modelos em gesso e tomografia computadorizada) de seu filho (a), que forem feitos durante o estudo, em jornais e revistas de odontologia. Garantimos que seu filho(a) não vai ser identificado, e o senhor pode retirar seu consentimento, sem que seu filho sofra a interrupção do tratamento..

Caso o senhor(a) ainda tenha qualquer dúvida ou quiser retirar seu consentimento, pode telefonar para (48) 3721-5141 – Disciplina de Ortodontia UFSC ou (48) 8805-1595 – Juliana Pereira.

Florianópolis, ___/___/___

Pai ou Responsável
RG:

Pesquisador
RG:

APÊNDICE I – Trabalhos publicados durante o curso

1. RIBEIRO GLU, LOCKS A, PEREIRA JS, BRUNETTO M . Análise da expansão rápida da maxila por meio da tomografia computadorizada *cone-beam*. Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial;15:107-112, 2010.
2. RIBEIRO GLU, PEREIRA JS, BARATIERI C, RHULAND L, BRUNETTO M. Assimetria esquelética mandibular: relato de caso clínico. Rev Clin Ortod Dental Press;10:116-122, 2011.

APÊNDICE J – Trabalhos enviados para publicação durante o curso

1. PEREIRA JS, RITTER D, RIBEIRO GL, LOCKS A, BRUNETTO M. Plano inclinado fixo: alternativa para o tratamento da mordida cruzada dentária. Rev Clin Ortod Dental Press.
2. RIBEIRO GLU, BRUNETTO M, ANDRIANI JSP, DERECH CD, CORREA LR, LOCKS A. Considerações sobre recessão gengival e sua resolução através da Ortodontia e Periodontia. Rev Clin Ortod Dental Press.
3. BRUNETTO M, CORREA M, ANDRIANI JSP, TANAKA OM, RIBEIRO GLU, LOCKS A. Aspectos relevantes sobre forma do arco e estabilidade em longo prazo. Rev Clin Ortod Dental Press.

ANEXO A - Certificado de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO Nº 1834

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0584/GR.99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o contido no Regimento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP.

PROCESSO: 1834

FR: 405799

TÍTULO: Avaliação comparativa dos efeitos dento-esqueléticos resultantes da expansão rápida e lenta da maxila em tomografia computadorizada.

AUTOR: Gerson Luiz Ulema Ribeiro, Juliana da Silva Pereira, Maurício Brunetto

FLORIANÓPOLIS, 25 de Abril de 2011.

Coordenador do CEPSH/UFSC

