

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências da Saúde
Faculdade de Odontologia

Efeitos da expansão rápida da maxila na Maloclusão de Classe
II 1ª Divisão por meio de tomografia computadorizada

Carolina Mascarenhas Baratieri

CD

Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia (Ortodontia).

Rio de Janeiro

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Efeitos da expansão rápida da maxila na Maloclusão de Classe II 1ª Divisão
por meio de tomografia computadorizada

Carolina Mascarenhas Baratieri, CD

Orientador: Prof. Dr. Lincoln Issamu Nojima CD, MO, DO

**Dissertação submetida ao corpo docente da
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do
Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para
obtenção do Título de Mestre em Odontologia
(Ortodontia).**

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Gerson Luiz Ulema Ribeiro

Prof. Dra Monica Tirre Araújo

Prof. Dr. Lincoln Issamu Nojima

Rio de Janeiro

2010

Ficha Catalográfica

BARATIERI, Carolina Mascarenhas

Efeitos da expansão rápida da maxila na Maloclusão de Classe II 1ª

Divisão por meio de tomografia computadorizada Rio de Janeiro: UFRJ /

Faculdade de Odontologia, 2010.

112f.

Tese: Mestrado em Odontologia (Ortodontia) – Universidade

Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia, 2008.

1. Expansão Rápida da Maxila

2. Classe II

3. Tomografia Computadorizada

4. Teses

I. Título

II. Dissertação (Mestrado – UFRJ/Faculdade de Odontologia)

Aos meus pais, **Naira e Luiz**,
Sem os quais, jamais teria conseguido concluir esta etapa, com amor,

Sinceramente dedico

AGRADECIMENTOS

Aos professores do curso de Pós Graduação em Odontologia - Ortodontia da UFRJ, **Dr^a. Ana Maria Bolognese, Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ruellas, Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna, Dr. Lincoln Issamu Nojima, Dr^a. Margareth Maria Gomes de Souza, Dr^a. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima e Dr^a. Mônica Tirre de Souza Araújo**, não apenas pelo grande conhecimento transmitido, mas também pelo grande exemplo, exemplo de luta incansável aos que estão aqui e aos que ainda virão...Muito Obrigada!

Ao meu orientador **Dr. Lincoln Issamu Nojima**, por ter confiado e permitido que nosso trabalho fosse realizado na clínica de Ortodontia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, mesmo conhecendo todas as dificuldades que seriam encontradas pelo caminho, e principalmente pela disponibilidade todas as vezes(foram muitas!) que precisei, sempre com muito carinho e atenção. Agradecimento especial a sua esposa, **Dr^a. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima** e seus filhos, **Vitor Kenji** e **Pedro Eiji**, os quais se privaram de sua companhia, madrugadas, finais de semana e feriados, para que as etapas deste trabalho fossem realizadas em tempo. A esta linda família, minha admiração e eterna gratidão.

A amável professora **Dr^a. Maria Evangelina Monnerat**, a qual suas palavras e doce sorriso jamais serão esquecidos.

Em especial, a Professora Doutora **Ana Maria Bolognese**, pela demonstração de amor à ciência, abnegação e dedicação ao ensino. Santa Catarina, em especial Florianópolis, não mede palavras ao enaltecer sua importância frente nossa formação profissional e pessoal.

Aos também professores do curso de Mestrado em Ortodontia da UFRJ,
Dr. José Fernando Stangler Brazzalle e Dr^a. Tereza Cristina Moreira.

Aos colegas da 44^a turma, **Ana Sabanneff, Diego Coelho Lorenzoni, Donizete D'Andréia Filho, Ilana Miranda Luz**, em especial, **Alexandre Antônio Ribeiro, Cláudia Trindade Mattos e Matheus Alves Júnior.**

Em (mais) especial ao **Matheus** pela exaustiva presença e ajuda em todas as etapas da realização deste trabalho, tornando-o mais leve e prazeroso.

A minha querida amiga e parceira **Ângela Azevedo** por todos os momentos que passamos juntos, foi uma alegria imensa lhe conhecer...espero reencontrá-la, em breve, com o pequeno e grande Rafael.

Ao meu “eterno” primeiro ano, 45^a turma, **Alana Dantas Moreira, Emerson Toffanello Benetti, ÉriKa Machado Caldeira Monteiro, Hibernon Lima Filho, Lúcio Gurgel Maia, Paola Estefan Sass, Tiago Fernandes Oliveira e ao Vicente Telles da Silva**, a sinceridade “peculiar” desta turma cativou minha sincera admiração e respeito, jamais me esquecerei de vocês.

Aos colegas da 43^a, **Amanda Freitas, Bianca Mota, Carina Rodrigues, Joanna Binato, José Muñoz, Letícia Felício, Mariana Marquezan e Thiago Lau**, pela calorosa recepção, carinho e respeito.

Aos funcionários do departamento, **Mônica Mello, Robson França** (grande Robson, imenso prazer em conhecê-lo), **Terezinha Lopes, Diane de Souza Dores, Vanilda Saturnino** e ao singular e querido **Bruno Marques.**

Em muitíssimo especial, ao grande homem, pai e amigo **Waltencir Ferreira (Wal)**, por todos os momentos compartilhados e principalmente pela

grande lição de vida e de viver a vida...minha sincera gratidão e total reconhecimento da sua importância frente ao andamento do curso de mestrado em Ortodontia da UFRJ.

Ao quase funcionário cativo do departamento, Stéfán, pelo seu suporte técnico sempre que necessário, com muita rapidez e precisão.

Aos meus professores do curso de especialização em Ortodontia da Universidade Federal de Santa Catarina, Doutores, **Gerson Luiz Ulema Ribeiro, Luciane Macedo de Menezes, Roberto Rocha, Carla Derech, Arno Locks e Daltro Ritter**, por me propiciarem formação necessária para a realização deste curso, todo meu reconhecimento e gratidão.

À **Tia Ignezita**, pelo carinho e amor pelo qual acolheu a **Mitra**.

Aos meus irmãos **Gabriel e Pedro** pela compreensão, mesmo sem muitas escolhas, e pelo acolhimento, nem sempre tão amorosos, à Mitra. Muito Obrigada

Ao meu grande e sincero amigo **Nei**, sempre presente, mesmo em toda a minha ausência, você foi, é e sempre será especial para mim.

A minha amiga **Carol**, pela compreensão de que, infelizmente, não foi possível estar ao seu lado em um dos anos mais importantes de sua vida, mas com certeza no mais importante eu estarei bem próxima e bem coruja.

A todos os pacientes, pais e responsáveis, pela confiança, ética e profissional, depositada em nós durante todo o período de tratamento.

A toda equipe da **Radiologia Odontológica Doutor Murillo Torres**, pelo

apoio essencial na realização dos exames tomográficos e carinho com o qual nós e nossos pacientes fomos sempre tratados.

Ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UFRJ**, coordenado pelo Dr. Lincoln Issamu Nojima, em especial à coordenadora pela área de concentração em **Ortodontia**, Dr^a. Margareth Maria Gomes de Souza, pela oportunidade de ter feito parte da 44^a turma deste curso, minha eterna e sincera gratidão.

À **CAPES**, pela bolsa de estudos concedida.

À **FAPERJ**, pelo auxílio financeiro destinado ao pagamento dos exames tomográficos realizados neste estudo.

Muito Obrigada!

RESUMO

BARATERI, Carolina Baratieri. **Efeitos da expansão rápida da maxila na Maloclusão de Classe II 1ª Divisão por meio de tomografia computadorizada.** Orientador: Dr. Lincoln Issamu Nojima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2010. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia). 112f.

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), alterações provocadas pela expansão rápida da maxila (ERM), imediatas e após seis meses de contenção, no sentido transversal, anteroposterior e vertical, em pacientes com maloclusão de Classe II, Divisão 1. Foram selecionados 17 pacientes com maloclusão de Classe II, Divisão 1 e atresia maxilar esquelética. Todos foram submetidos ao protocolo de ERM preconizado por Haas. TCFCs foram solicitadas antes do tratamento (T1), imediatamente após ERM (T2) e após seis meses de contenção. Com o *software Dolphin Imaging®*, 11.0 foi possível visualizar cortes sagitais, axiais e coronais, assim como reconstruir a imagem em 3D e realizar as mensurações. A ERM foi efetiva no aumento transversal maxilar, tanto a nível esquelético, quanto dentário. Imediatamente após ERM, a maxila se deslocou para frente e para baixo, influenciando o posicionamento mandibular para trás e para baixo, levando ao aumento significativo do *overjet* e diminuição do *overbite*. Após período de contenção, a mandíbula se deslocou

significativamente para frente, com maior expressão anterior que a posição inicial, enquanto que a maxila não sofreu alterações significativas, mantendo-se inferior e anterior. O protocolo de expansão teve efeito significativamente favorável na relação molar de Classe II em 75% dos pacientes.

SUMMARY

BARATERI, Carolina Baratieri. **Efeitos da expansão rápida da maxila na Malocclusão de Classe II 1ª Divisão por meio de tomografia computadorizada.** Orientador: Dr. Lincoln Issamu Nojima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2010. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia). 112f.

The aim of this study was to examine by computed tomography cone beam (CTCB) responses to rapid maxillary expansion (RME) in the transverse, sagittal and vertical dimensions, immediately and after retention period, in Class II, Division 1 malocclusion. The sample comprised 17 children (mean initial age 10.36 years), with Class II, Division 1 malocclusion and skeletal constricted maxillary. The subjects underwent Haas protocol RME. CBCT were taken before treatment (T1), at the end of the active expansion phase (T2) and after the retention period of six months (T3). The scans were imported in *Dolphin Imaging*®, 11.0, and the sagittal, axial and coronal slices, as well 3D reconstruction of the image, were used to determine landmark positions and subsequently measure. The *paired t-student* test were used to analyze significant differences ($p < 0.05$) between T2 and T1, T3 and T2, and T3 and T1. RME therapy was effective procedure to increase transverse maxillary dimensions, at skeletal and dentoalveolar levels. Immediately after RME, the results showed inferior and anterior displacement of the maxilla, causing a

mandibular downward and forward rotation. The impact in the dental relationship was significantly higher overjet and lower overbite. After the retention period, the mandible displaced anterior significantly, placed anterior than the initial position, while the maxilla did not displaced significantly, staying inferior and anterior. The expansion protocol had a significantly favorable effect on the sagittal occlusal relationship of Class II of 75% of the patients.

LISTA DE FIGURAS

DELINEAMENTO DA PESQUISA		Página
Figura 1	Fotografias intra-bucais de um indivíduo da casuística, caracterizando a maloclusão de Classe II e deficiência maxilar transversal; A, B e C. Lateral direita, frontal e lateral esquerda, em relação cêntrica de oclusão; D e E. Oclusal superior e inferior, mostrando a inclinação axial compensatória dos dentes posteriores; F. Frontal com movimento anterior da mandíbula até relação de Classe I, evidenciando a relação posterior transversal de topo a topo.	7
Figura 2	Cefalograma Lateral.	10
Figura 3	Cefalograma Frontal.	10
Figura 4	Fotografia intra-bucal do aparelho expansor de Haas	11
Figura 5	Fotografia intra-bucal superior com elásticos de separação nos molares.	12
Figura 6	Fotografia intra-bucal superior com nos anéis ortodônticos adaptados aos molares.	12
Figura 7	Molde da arcada superior com os anéis transferidos e fixados.	12
Figura 8	Modelo de trabalho, com os anéis transferidos, para confecção do aparelho expansor.	12
Figura 9	Estrutura metálica de aço inoxidável para confecção do aparelho expansor adaptada aos anéis e dentes no modelo de trabalho.	13
Figura 10	Fotografias do modelo de trabalho para confecção do aparelho de Haas, A. Recobrimento com revestimento das regiões metálica que não foram soldadas, B e C. Soldagem da estrutura metálica aos anéis ortodônticos.	14
Figura 11	Dimensões do parafuso expansor utilizado (catálogo <i>Dentaurum</i>)	14
Figura 12	Posicionamento e fixação com cera pegajosa do parafuso expansor previamente acrilização do aparelho.	15

- Figura 13** Aparelho expansor de Haas após acrilização. 16
- Figura 14** Aparelho expansor de Haas após acabamento e polimento. 16
- Figura 15** Fotografia intra-bucal oclusal durante a ativação do parafuso do aparelho expansor de Haas. 18
- Figura 16** Fotografia intra-bucal oclusal com aparelho Expansor de Haas após a estabilização do parafuso. 19
- Figura 17** Imagem da tela do software Dolphin Imaging, com a reconstrução 3D antes da orientação da cabeça. 20
- Figura 18** Imagem digital da cabeça orientada de acordo com os planos de referência. 21
- Figura 19** Imagem do software na função “*Orientation*”. Marcação do OrD e OrE com a ferramenta “*using lines*”. 22
- Figura 20** Imagem frontal com plano axial (linha horizontal) passando pelos pontos OrD e OrE. 23
- Figura 21** Imagem lateral com plano axial passando pelos pontos PoD e OrD. 23
- Figura 22** Imagem lateral direita com o plano coronal (linha vertical) passando pelo ponto PoD e o plano axial (linha horizontal) já selecionado. 23
- Figura 23** Imagem lateral esquerda com o plano coronal passando pelo ponto PoE. 23
- Figura 24** Imagem frontal com o plano vertical Sagital passando sobre o ponto N. 24
- Figura 25** Imagem do volume e RMPs, **A.** Corte Coronal, **B.** Corte Sagital, **C.** Corte Axial, **D.** Reconstrução em 3D. 24
- Figura 26** Imagem digital de RMP. **A.** Imagem no plano sagital Mediano com as “*landmarks*” (S, N, ENA, ENP, A, B e Me) e os planos axial (linha azul) e coronal (linha verde); **B.** Imagem no plano sagital passando pelo ramo mandibular direito com identificação da “*landmark*” GoD e os planos axila e coronal; **C.** Imagem no plano coronal passando pela cúspide disto vestibular do primeiro molar superior direito com as “*landmarks*” (MXD, MxE, MaD, MaE, McD, McE, MrD e MrE) e os planos axial (linha azul) e sagital (linha vermelha). 27

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Artigo 1

Figura 1 Oclusal oral pictures with the Haas expander appliance. **A.** Before the begging of the screw's activation, **B.** Immediately after the stabilization of the screw. 34

Figura 2 3D Digital image of the head after the orientation by the references planes axial, coronal and sagittal (Software Dolphin Imaging® /Orientation function) 35

Figura 3 **A.** MPR image of the selected Coronal Slice used to identife the landmarks and measure; **B.** 3D reconstruction right lateral image, with the coronal plane passing through distal buccal cusp and root of the right upper first molar (Software Dolphin Imaging® 11.0). 36

Figura 4 Coronal Slice image with the landmarks identified (rMx, IMx, rMa, IMa, rMc, IMc, rMr e IMr) and mearurements. **A.** Linear measurements; **B.** Angular measurements (Software Dolphin Imaging® versão 11.0/Digitize/Measurement function) 37

Figura 5 MPR image of the selected Coronal Slice used to measure at T1, T2 and T3 **A.** Pre-treatment, crossbite not present in centric relation occlusion; **B.** Immediately after the transverse discrepancy correction, showing the opening of the median palatine suture, with slight inferior displacement (arrow) and increase of the dento alveolar angulation; **C.** After 6 months of retention, increased in the transverses dimensions, showing the buccal posterior crossbite tendency and the returned of dento alveolar angulation. (Software Dolphin Imaging® 11.0) 39

Artigo 2

Figura 1 3D Digital image of the head after the orientation by the references planes axial, coronal and sagittal (Software Dolphin Imaging® /Orientation function) 49

- Figura 2** MPR images in the three planes (coronal, sagittal and corona) and the 3D head reconstruction (Software Dolphin Imaging®/Measurement function). 50
- Figura 3** **A.** Landmarks (ANS, PNS and Me) and measurements (ANS-axi, ANS-cor, PNS-axi, PNS-cor, Me-axi and Me-cor) identified in the Mid-Sagittal Slice, **B.** Landmark (rGo) and measurements (rGo-axi and rGo-cor) identified in the right sagittal slice passing through the right mandible ramus.(Software Dolphin Imaging®/Measurement function) 51
- Artigo 3**
- Figura 1** 3D Digital image of the head after the orientation by the references planes axial, coronal and sagittal (Software Dolphin Imaging®/Orientation function) 64
- Figura 2** MPR images in the three planes (coronal, sagittal and corona) and the 3D head reconstruction (Software Dolphin Imaging®/Measurement function). 65
- Figura 3** Digital image of Sagittal slice (MPR) with the *landmarks* S, N, A, B, ANS, Me and measurements. The axial and coronal plane allowed perpendicular distance. **A.**SNA and overjet; **B.** SNB and *ovebite.*; **C.** N-ANS, ANS-Me and N-Me, **D.** rMR.(Software Dolphin Imaging® / Digitize/Measurement function) 66

LISTA DE TABELAS

DELINEAMENTO DA PESQUISA

Tabela 1	Documentação Ortodôntica solicitada e seus objetivos nos diferentes tempos do estudo.	9
Tabela 2	Protocolo de ativação do Aparelho Expansor	17
Tabela 3	Definição dos pontos craniométricos utilizados.	26
Tabela 4	Definição das medidas utilizadas.	28

DSENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Artigo 1

Table I	Descriptive analysis of measurements obtained in pre-treatment (T1), immediately after expansion (T2) and post-retention (T3).	38
Table II	Results regarding transverse changes between pre-treatment and post-expansion (T2-T1), post-retention and post-expansion (T3-T2), and post-retention and initial (T3-T1).	38

Artigo 2

Table I	Descriptive analysis of measurements (mm) obtained in pre-treatment (T1), immediately after expansion (T2) and post-retention (T3).	52
Table II	Results regarding sagittal changes between pre-treatment and post-expansion (T2 - T1), post-retention and post-expansion (T3 - T2), and post-retention and initial (T3 - T1).	52
Table III	Results regarding vertical changes between pre-treatment and post-expansion (T2 - T1), post-retention and post-expansion (T3 - T2), and post-retention and initial (T3 - T1).	53
Gráfico I	Graphic representation of the maxillary and mandibular anteroposterior effects	53
Gráfico II	Graphic representation of the maxillary and mandibular vertical effects	53

Artigo 3

Table I	Descriptive analysis of measurements obtained in pre-treatment (T1), immediately after expansion (T2) and post-retention (T3).	67
Table II	Results regarding sagittal changes between pre-treatment and post-expansion (T2 – T1), post-retention and post-expansion (T3 – T2), and post-retention and initial (T3 – T1).	67
Table III	Patients' Number and percentage that increased (≥ 0.5), unchanged ($- 0.5 >$ and < 0.5) or decreased ($\leq - 0.5$) the measurements in the post-retention time relation to the pre-treatment time (T3-T1).	68

LISTA DE SIGLAS

ERM (RME)	Expansão rápida da maxilla (Rapid maxillary expansion)
TCFC (CBCT)	Tomografia computadorizada de feixe cônico(Cone beam computed tomography)
TC	Tomografia Computadorizada
mm	milímetro
a	anos
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
3D	tridimensional
USA	United States of America
KV	kilovoltagem
mA	miliamperagem
FOV	Field of view (campo de visão)
cm	Centímetro

s	segundos
°	graus
T1	Tempo 1 (inicial)
T2	Tempo 2 (imediate)
T3	Tempo 3 (pós-contenção)
+/-	mais ou menos
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
RMP (MPR)	Reconstruções Multiplanares (Multiplanar reconstruction)
ObD/ObE	Orbital direito/Orbital esquerdo
PoD/PoE	Pório direito/Pório esquerdo
S	Sela (S)
N	Násio
A	Ponto A
B	Ponto B
ENA (ANS)	Espinha Nasal Anterior (anterior nasal spin)
ENP (PNS)	Espinha Nasal Posterior (posterior nasal spin)
God/e (r/lGo)	Gônio
Me	Mentoniano
RMd/e(r/IMR)	Relação molar direita/esquerda (right/left molar relation)
Mxd/e (r/IMx)	Maxilar direito/esquerdo (right/left maxilar)
Mad/e (r/IMa)	Molar alveolar direito/esquerdo (right/left molar alveolar)
Mcd/e (r/IMc)	Molar cúspide direito/esquerdo (right/left molar cuspid)
Mrd/e (r/IMr)	Molar raiz direito/esquerdo (right/left molar root)

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	PROPOSIÇÃO.....	5
3	DELINEAMENTO DA PESQUISA	6
	3.1 Caracterização da casuística.....	6
	3.2 Critérios de inclusão.....	6
	3.3 Documentação ortodôntica.....	7
	3.4 Critérios de exclusão.....	9
	3.5 Expansão rápida da maxila.....	11
	3.5.1 Procedimentos clínicos iniciais.....	11
	3.5.2 Etapa laboratorial da confecção do aparelho expensor.....	13
	3.5.3 Instalação e ativação do aparelho expensor.....	16
	3.5.4 Estabilização do parafuso expensor.....	18
	3.6 Análise das tomografias computadorizadas.....	19
	3.6.1 Orientação da cabeça.....	20
	3.6.1.1 Pontos utilizados para localização dos planos de referência.....	21
	3.6.1.2 Planos de referência utilizados.....	21
	3.6.1.3 Seqüência para orientação da cabeça.....	22
	3.6.2 Mensurações.....	25
	3.6.2.1 Pontos utilizados para a mensuração.....	25
	3.6.2.2 Medidas utilizadas.....	25
	3.7 Análise estatística.....	29

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	30
4.1 Artigo 1	
Transverse Effects of Rapid Maxillary Expansion by Cone Beam Computed Tomography: <i>immediate and post-retention</i>	31
4.2 Artigo 2	
Skeletal Sagittal effects on Class II Malocclusion after Rapid Maxillary Expansion by Computed Tomography: <i>immediate and post-retention</i>	45
4.3 Artigo 3	
Dental and Skeletal Relationship changes in Class II Malocclusion after Rapid Maxillary Expansion by Cone Beam Computed Tomography: <i>A prospective clinical trial</i>	60
5 DISCUSSÃO	74
6 CONCLUSÃO	83
7 RECOMENDAÇÕES	85
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
9 ANEXOS	
9.1 ANEXO 1 Parecer do Comitê de Ética	90
9.2 ANEXO 2 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	91
9.3 ANEXO 3 Mapa de ativação do aparelho expansor.....	93

1 INTRODUÇÃO

Angle, {Angle, 1899 #83} definiu a maloclusão de Classe II como a relação mesial do primeiro molar superior em relação ao primeiro molar inferior. Considerar o fator esquelético, no entanto, é de fundamental importância tanto para o diagnóstico, como, para decisão do tratamento mais adequado. Estudos mais recentes mostraram que além dos problemas nas dimensões sagitais e verticais, as maloclusões de Classe II estão frequentemente associadas a alterações no sentido transversal {Uysal, 2005 #34; Sayin, 2004 #64}. A largura maxilar reduzida encontrada em pacientes com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão quando comparadas a indivíduos com oclusão normal {Sayin, 2004 #64} é considerada uma possível causa da discrepância sagital entre as bases ósseas, por retrusão mandibular {Tollaro, 1996 #16}.

A deficiência maxilar transversal, na maioria das vezes, é camuflada pelo próprio padrão esquelético da Classe II, pois a região anterior da mandíbula, mais estreita, relaciona-se com os dentes posteriores da maxila, evidenciando a maxila com desenvolvimento aparentemente normal no sentido transversal {Will, 1996 #77}. Embora a relação pareça ser normal, mesmo na ausência de mordida cruzada posterior, a deficiência maxilar no sentido transversal pode estar presente {Uysal, 2005 #34; Sayin, 2004 #64}.

As características da maloclusão de Classe II nos três planos do espaço, sagital, vertical e transversal, já estão presentes durante a dentição decídua e

permanecem na dentição mista, sem auto correção {Baccetti, 1997 #14;You, 2001 #62}. Assim que diagnosticada deficiência transversal maxilar, segundo Haas {Haas, 1980 #51;Haas, 2001 #61}, a expansão rápida da maxila (ERM) é recomendada, independentemente de outras alterações esqueléticas, uma vez que a dimensão transversal cessa seu crescimento antes que as demais.

Com a abertura da sutura palatina mediana, ocorrem alterações não apenas no sentido transversal, mas também no sentido anteroposterior e vertical {Haas, 1965 #53}. O aumento do plano mandibular, com conseqüente posicionamento mandibular mais inferior e posterior, tem sido um dos efeitos mais relatados. {Haas, 1961 #56;Akkaya, Apr. 1999 #72;Chung, 2004 #26;Silva Filho, 1991 #70;Sandikçiolu, 1997 #23} Isto desperta questionamentos quando há necessidade da ERM em pacientes com maloclusão de Classe II, já que este efeito seria indesejável, piorando o problema sagital já existente.

Entretanto, outros estudos que avaliaram as alterações provocadas apenas pela ERM não especificaram o tipo de maloclusão (Classe I, II ou III) da casuística. Observações clínicas e relato de casos mostraram melhora ou correção da relação sagital de pacientes com maloclusão de Classe II durante a fase de contenção após ERM {Wendling, 2005 #50;Lima Filho, 2003 #35}. Franchi e Bacetti, {Franchi, 2005 #81} em 2005, observaram que indivíduos que apresentavam Classe II leve ou moderada, tratados apenas com expansão rápida da maxila durante a dentição mista, melhoraram espontaneamente a relação de Classe II, após período de contenção.

Ao longo de mais de meio século, as radiografias cefalométricas têm sido padrão para avaliação das alterações provocadas pela ERM {Chang, 1997

{Chung, 2004 #26; Garib, 2007 #40; Silva Filho, 1991 #70; Akkaya, Apr. 1999 #72; Sandikçiolu, 1997 #23}. As medições das estruturas craniofaciais, muitas vezes, não refletem a realidade, uma vez que há projeções e sobreposições de estruturas bilaterais com diferentes magnificações, dificultando a visualização de estruturas e marcação dos pontos. Com o aumento da acessibilidade as tomografias computadorizada (TC) na área odontológica, as imagens tridimensionais (3D) estão sendo cada vez mais utilizadas.

As tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) realizam varredura completa da face em poucos segundos, fornecendo mais informação com maior precisão {Ludlow, 2009 #59} e menor radiação ionizante {Silva, 2008 #82} do que a documentação radiográfica padrão em Ortodontia. O crescente avanço na tecnologia de softwares odontológicos permitiu a combinação dos princípios e ferramentas cefalométricas com as vantagens das TC {Moshiri, 2007 #65}. Os erros de mensurações foram reduzidos, pois é possível a visualização dos pontos anatômicos nos planos, sagital, coronal e axial, sem sobreposição de imagens, permitindo real avaliação das alterações dentárias e esqueléticas após ERM {Ludlow, 2009 #59; Lagravère, 2009 #58}.

Apesar da vasta literatura referente às alterações esqueléticas e dentárias após ERM, ela ainda é escassa em estudos longitudinais que avaliem seus efeitos em pacientes com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão submetidos apenas a esta intervenção. Haja vista a importância da correção da discrepância transversal em pacientes com maloclusão de Classe II, estudos com alta precisão das alterações transversais, sagitais e verticais provocadas pela ERM nesta maloclusão são de alta relevância.

2 PROPOSIÇÃO

Avaliar os efeitos esqueléticos e dentários provocados pela expansão rápida da maxila em pacientes com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico.

2.1 Efeitos imediatos

2.1.1 Transversais

2.1.2 Anteroposteriores

2.1.3 Verticais

2.2 Efeitos após seis meses de contenção

2.2.1 Transversais

2.2.2 Anteroposteriores

2.2.3 Verticais

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

3.1 Caracterização da casuística

Foram selecionados 17 pacientes (8 meninos e 9 meninas, idade média inicial 10.67a e 10.05a, respectivamente) com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão com deficiência maxilar transversal. Todos foram submetidos a expansão rápida da maxila. A fase ativa, inicial, estendeu de 2 a 3 semanas, dependendo da magnitude da atresia maxilar e outra fase passiva, que compreendeu a manutenção do disjuntor na cavidade bucal durante os seis meses seguinte.

O estudo clínico longitudinal prospectivo foi realizado na clínica do Programa de pós-graduação em Odontologia – Ortodontia, da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, aprovado pelo comitê de ética em pesquisas do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva desta instituição (Anexo I).

3.2 Critérios de inclusão

O diagnóstico inicial de maloclusão de Classe II 1ª Divisão e deficiência maxilar transversal foi mediante exame clínico durante as consultas realizadas rotineiramente em pacientes que procuraram por avaliação ortodôntica nesta instituição.

O critério de inclusão exigiu maloclusão de Classe II de Angle, *overjet* maior do que 3 mm, idade entre 7-12 anos e deficiência maxilar transversal com necessidade de expansão rápida da maxila (Figura 1).

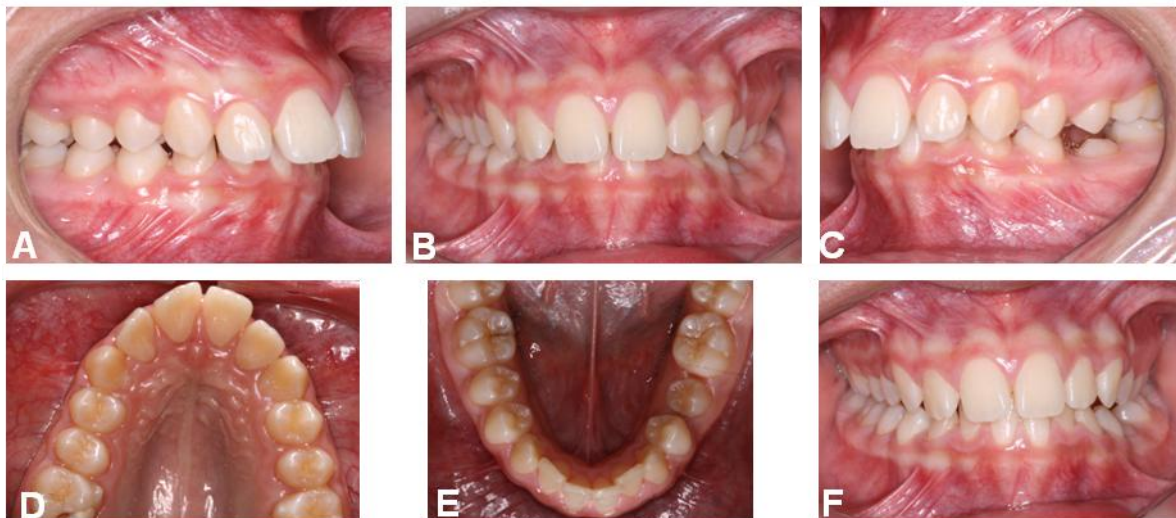


Figura 1 Fotografias intra-buciais de um indivíduo da casuística, caracterizando a maloclusão de Classe II e deficiência maxilar transversal; **A, B e C.** Lateral direita, frontal e lateral esquerda, em relação cêntrica de oclusão; **D e E.** Oclusal superior e inferior, mostrando a inclinação axial compensatória dos dentes posteriores; **F.** Frontal com movimento anterior da mandíbula até relação de Classe I, evidenciando a relação posterior transversal de topo a topo.

Clinicamente, a deficiência maxilar transversal foi diagnosticada quando na presença de mordida cruzada posterior aparente ou relativa (mordida cruzada ou topo quando a mandíbula foi movimentada para frente até atingir relação de Classe I) {Lima, 2007 #1}.

3.3 Documentação ortodôntica

A fim de complementar o diagnóstico clínico inicial foi obtida a documentação, conjunto completo de dados incluindo fotografias padronizadas da face e dos dentes, modelos de estudo, radiografia de mão e punho e exame

tomográfico total do complexo crânio facial. Foram realizados os seguintes registros:

- fotografias extra-bucais: vista lateral e frontal (lábios em repouso e sorrindo);

- fotografias intra-bucais: vista frontal, lateral direita e lateral esquerda em máxima intercuspidação e vista oclusal superior e inferior;

- moldagem das arcadas superior e inferior e obtenção do par de modelos de estudo de acordo com as especificações do Departamento de Ortodontia da UFRJ;

- radiografia de mão e punho para avaliação da maturação esquelética no início do tratamento;

- tomografia computadorizada de feixe cônico, da qual foi possível reproduzir imagens radiográficas necessárias, como a panorâmica, cefalométrica lateral e frontal, assim como a obtenção de modelo 3D de todo complexo crânio facial e reconstruções multiplanares (RMP).

A radiografia de mão e punho e os exames tomográficos foram todos realizados em clínica radiológica privada (Radiologia Odontológica Doutor Murilo Torres). Para a aquisição das TCFC foi utilizado o mesmo tomógrafo (*I-CAT 3D DENTAL IMAGING SYSTEM, Pensilvania, USA*) e padronizado os exames (120 KV, 47 mA, FOV de 22 cm, voxel de 0,4mm e tempo de escaneamento de 30s). O paciente permanecia sentado durante todo o exame, com os dentes em oclusão, sendo a cabeça mantida em posição apenas pelo posicionador localizado no meato acústico externo. O posicionador mandibular, normalmente utilizado, foi removido para evitar qualquer alteração na região mentoniana.

A documentação ortodôntica foi solicitada em três diferentes tempos do tratamento pré-tratamento (T1), imediato após ERM (T2) e pós-contenção (T3). O padrão de documentação está registrado na Tabela 1.

Tabela 1. Documentação ortodôntica solicitada e seus objetivos nos diferentes tempos do estudo.

	Descrição dos Tempos	Objetivos	Padrão de Registros
T1	Prévio (no máximo um mês antes) aos procedimentos clínicos para ERM.	Diagnóstico e plano de tratamento	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografias • Modelos de estudo • Radiografia de mão e punho • TCFC
T2	Após estabilização do parafuso expensor (1-3 dias após).	Avaliação dos efeitos imediatos da expansão rápida da maxila	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografias • Modelos de estudo • TCFC
T3	Após remoção do aparelho expensor (1-3 dias após), quando completado seis meses de contenção.	Avaliação dos efeitos após 6 meses de contenção pós-expansão rápida da maxila	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografias • Modelos de estudo • TCFC

3.4 Critérios de exclusão

Todos os pacientes tiveram previamente aos procedimentos clínicos a confirmação do diagnóstico de maloclusão de Classe II esquelética e deficiência transversal da maxila esquelética. De posse da tomografia computadorizada inicial, foi possível obter imagem cefalométrica lateral e frontal, com auxílio do programa de computação *Dolphin Imaging versão 11 e Dolphin Ceph Tracing* (Dolphin Imaging, Chatsworth, Califórnia, USA).

A imagem digital da cefalométrica lateral foi utilizada para confirmação do diagnóstico de Classe II esquelética, utilizando como referência o ângulo ANB

maior que 3° {Steiner, 1953 #78} e a cefalométrica pósterio-anterior foi diagnosticada atresia maxilar, avaliando a distância do ponto J até a linha facial frontal maior que 12 mm como referência {Ricketts, 1981 #79}. Estas medidas estão representadas nos cefalogramas lateral e frontal nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

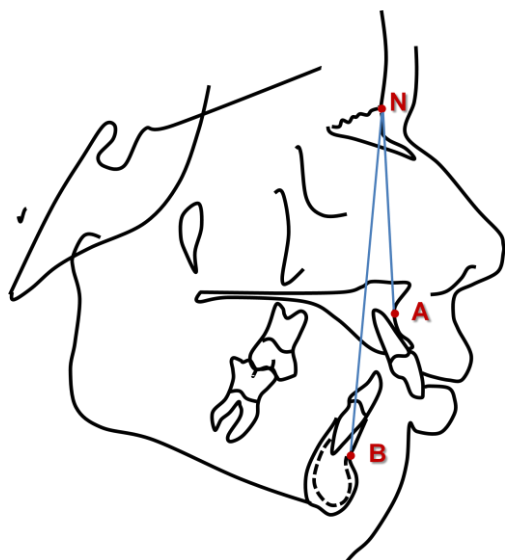


Figura 2. Cefalograma Lateral.

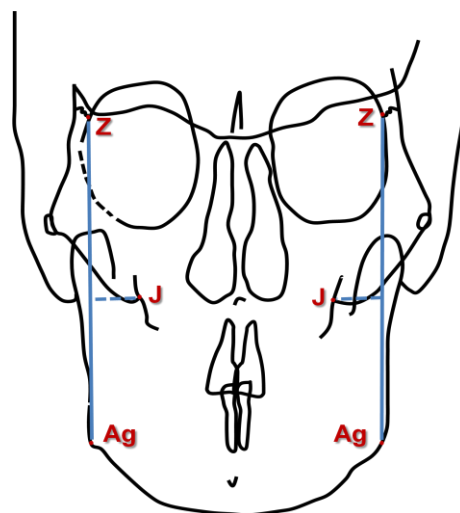


Figura 3. Cefalograma Frontal.

As radiografias de mão e punho também foram previamente avaliadas, sendo que todos os pacientes deveriam encontrar-se no mínimo seis meses antes do pico do surto de crescimento puberal {Fishman, 1982 #2}.

Pacientes e responsáveis foram previamente informados de todos os procedimentos necessários para a realização do tratamento proposto. O paciente só foi incluído na casuística após autorização dos responsáveis mediante assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo II) aprovado pelos Membros da Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da UFRJ.

3.5 Expansão rápida da maxila

Todos os pacientes foram submetidos ao protocolo de expansão rápida da maxila preconizado por Haas {Haas, 1965 #53}. O aparelho é constituído por barras de conexões palatinas e vestibulares (fio de aço inoxidável 0,047 polegadas de diâmetro) soldadas aos anéis de cada hemi-arco, porção acrílica assentada sobre abóbada palatina e parafuso expansor (Figura 4).

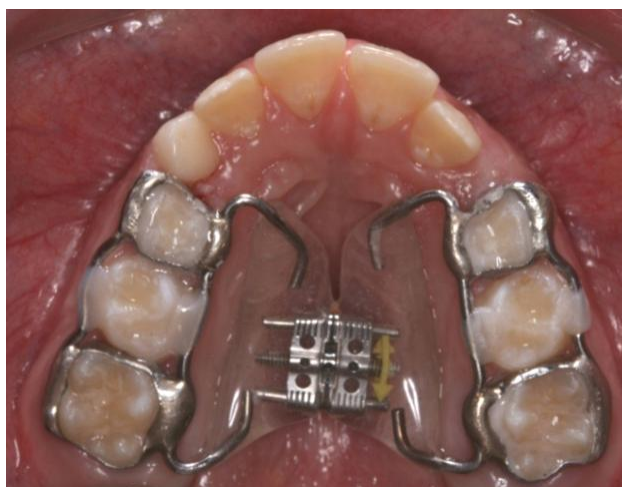


Figura 4. Fotografia intra-bucal do aparelho expensor de Haas.

3.5.1 Procedimentos clínicos iniciais

Na primeira consulta, após profilaxia com taça de borracha e pedra pomes, foram posicionados elásticos para separação dos primeiros molares permanentes e primeiros pré-molares ou primeiros molares decíduos, de acordo com a fase de desenvolvimento da dentição (Figura 5, página 12). Esta conduta teve o intuito de disponibilizar espaço para adaptação de anéis ortodônticos. Após sete dias (+/- 2 dias), os elásticos foram removidos e anéis

ortodônticos (*American Orthodontics*) foram selecionados e adaptados aos dentes previamente separados (Figura 6, página 12).



Figura 5. Fotografia intra-bucal superior com elásticos de separação nos molares.



Figura 6. Fotografia intra-bucal superior com anéis ortodônticos adaptados aos molares.

Em seguida foi realizada moldagem de transferência (Alginato Jeltrate-Dentsply) mantendo os anéis adaptados aos dentes. Após o tempo de geleificação do alginato o molde foi removido da boca e os anéis foram cuidadosamente removidos e transferidos para suas respectivas posições e fixados ao molde com fio ortodôntico (Figura 7). O molde foi armazenado em recipiente umidificador até o final do atendimento clínico e início dos procedimentos de modelagem.

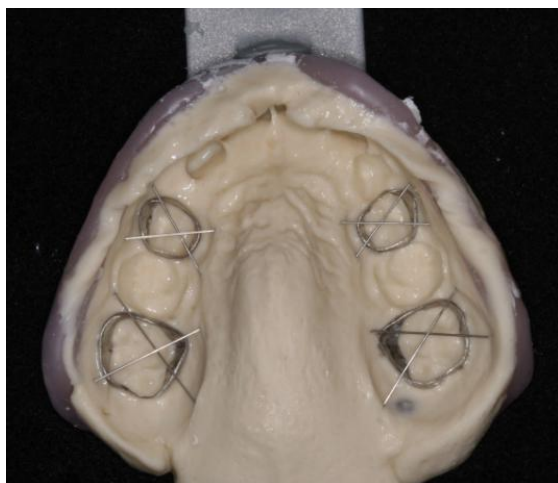


Figura 7. Molde da arcada superior com os anéis transferidos e fixados.

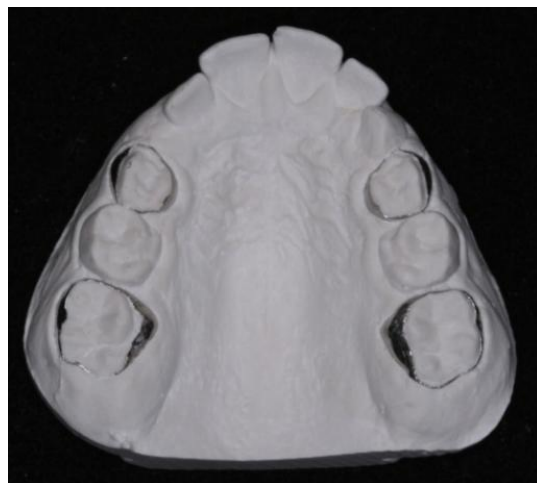


Figura 8. Modelo de trabalho, com os anéis transferidos, para confecção do aparelho expansor

O molde foi enxaguado em água gessada para remoção do ácido algínico e do muco, em seguida, enxágüe em água corrente e secagem do excesso com papel absorvente. Gesso pedra ortodôntico (Max Polo Gesso LTDA- Rio de Janeiro, RJ) foi manipulado em espatulador a vácuo e vazado com auxílio de vibrador de gesso, para obtenção do modelo de trabalho (Figura 8, página 12).

3.5.2 Etapa laboratorial da confecção do aparelho expensor

No período entre a segunda e a terceira consulta, foi necessária etapa laboratorial para confecção do aparelho, feito manualmente sobre o modelo de trabalho. Todos os aparelhos foram padronizados e confeccionados pelo mesmo operador.

A estrutura metálica do aparelho foi confeccionada com quatro barras de fio de aço inoxidável, contornando as superfícies vestibular e palatina dos anéis e dentes adjacentes. A extensão das extremidades em direção à rafe mediana foi afastada levemente da mucosa, para que fosse possível a incorporação do acrílico (Figura 9).



Figura 9. Estrutura metálica de aço inoxidável para confecção do aparelho expensor adaptada aos anéis e dentes no modelo de trabalho.

Previamente a soldagem, foi colocado revestimento sobre os fios com exceção da área a ser soldada. Em seguida, fluxo para solda de prata foi espalhado por toda a área a ser coberta por solda. Com maçarico e solda de prata uniu-se as barras vestibulares e palatinas aos anéis (Figura 10).



Figura 10. Fotografias do modelo de trabalho para confecção do aparelho de Haas, **A.** Recobrimento com revestimento das regiões metálica que não foram soldadas, **B e C.** Soldagem da estrutura metálica aos anéis ortodônticos.

Após remoção do revestimento e limpeza dos fios, o parafuso expensor foi posicionado e fixado no modelo com cera pegajosa perpendicular ao seu longo eixo, de modo que o centro do parafuso ficasse posicionado sobre a linha mediana, 1 a 2 mm afastado do palato. O parafuso expensor foi padronizado (*Dentaurum* - modelo *Magnum* - 600.303.30- Figura 11), sendo de 11 mm de abertura máxima ($\frac{1}{4}$ de volta=0,2 mm). No sentido anteroposterior, o parafuso foi posicionado na região mais posterior do arco maxilar, de modo que o eixo central do mesmo localizasse no ponto de contato entre os segundos molares decíduos e primeiros molares permanentes (Figura 12, página 15).

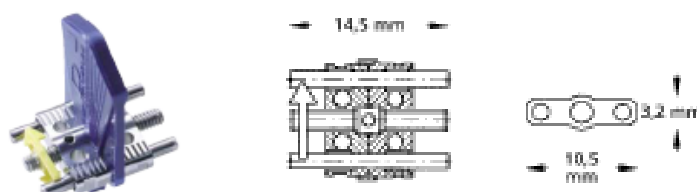


Figura 11. Dimensões do parafuso expensor utilizado (catálogo *Dentaurum*)

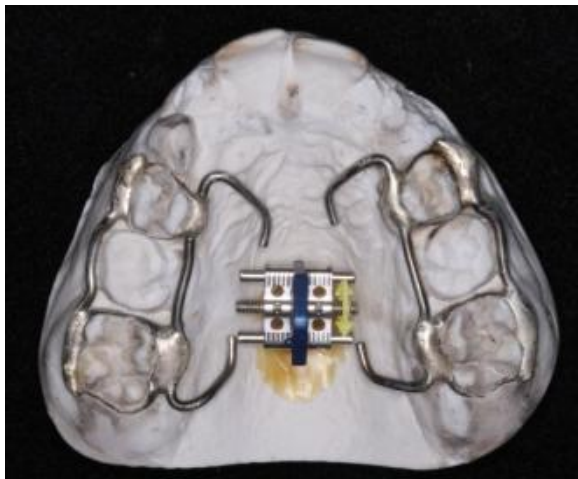


Figura 12. Posicionamento e fixação com cera pegajosa do parafuso expansor previamente acrilização do aparelho.

Antes da acrilização do aparelho, o modelo de gesso foi isolado com vaselina líquida (Cel-Lac, SSWhite, Rio de Janeiro) com auxílio de pincel. Resina acrílica autopolimerizável, líquido incolor e pó cristalino (Orto Clas, Clássico, São Paulo) foi aplicada, de modo a cobrir o parafuso e as barras palatinas, tornando-os uma peça única (Figura 13, página 16).

Em seguida, o aparelho foi removido do modelo de trabalho e a cera eliminada, possibilitando a abertura prévia do parafuso expansor, para afastar as porções acrílicas até o final da extensão do parafuso, propiciando melhor acabamento. O acrílico foi recortado de tal modo que todas as bordas em contato com a mucosa palatal ficassem arredondadas. Este estendeu-se dos primeiros molares decíduos (ou primeiro pré-molares) aos primeiros molares permanentes, respeitando as rugosidades palatinas, margens gengivais livres e o tecido que recobre os forames palatinos posteriores, evitando assim danos aos tecidos ricamente vascularizados. A porção acrílica em contato com a mucosa do palato não foi desgastada nem polida.

Ao concluir os procedimentos laboratoriais incluindo acabamento e polimento, o aparelho estava soldado aos anéis e pronto para ser desinfetado e instalado no ambiente bucal do paciente (Figura 14).

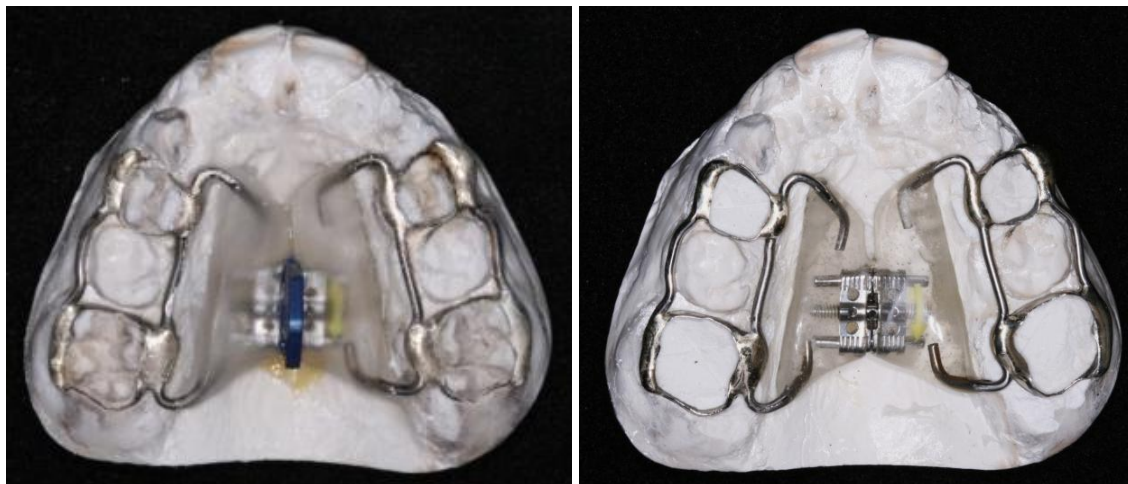


Figura 13. Aparelho expensor de Haas após acrilização.

Figura 14. Aparelho expensor de Haas após acabamento e polimento.

3.5.3 Instalação e ativação do aparelho expensor

Na terceira consulta, os elásticos de separação foram removidos e profilaxia prévia dos dentes foi realizada para cimentação do aparelho. Foi realizada a prova do mesmo para avaliar a adaptação dos anéis, adequada justaposição do acrílico ao palato e o contorno preciso das estruturas. Seguindo as instruções do fabricante, cimento ionômero de vidro (Meron C, Voco-Alemanha) foi preparado e aplicado na superfície interna de cada anel com distribuição proporcional. O aparelho foi introduzido na cavidade bucal inserindo os anéis em posição de correta adaptação. Este procedimento requereu isolamento relativo à umidade, para manter as propriedades do material de cimentação.

Após remoção do excesso de cimento dos dentes anelados, iniciaram-se os procedimentos adesivos dos demais dentes, envolvidos no aparelho, à estrutura metálica. Qualquer resíduo de saliva foi removido, com auxílio de sugador e roletes de algodão, em seguida, realizou-se o condicionamento destas superfícies com ácido fosfórico 37% (Acid gel-Villevie- Joinvile, SC) durante 20 segundos. O ácido foi removido com água e os dentes, secos. Resina Composta (Transbond TM XT, 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) foi inserida em quantidade para cobrir o fio em direção oclusal e gengival e penetrar entre o fio e a superfície dentária. Foi realizado acabamento da resina com discos e borrachas, evitando espículas traumatizantes.

Após instalação do aparelho, foi realizada a ativação inicial do parafuso. O protocolo de ativação do parafuso expensor utilizado foi o preconizado por Haas para pacientes abaixo de 14 anos {Haas, 2001 #61} e está descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Protocolo de ativação do Aparelho Expensor.

	Ativações	Padrão das ativações
		2/4 de volta=realizado pela profissional
Inicial (no dia da instalação)	4 ativações (1 volta completa)	...30 minutos depois ¼ de volta=profissional demonstra ao responsável ¼ de volta=realizada pelo responsável
Diárias (após instalação)	2 ativações (2/4 de volta)	¼ de volta de manhã= responsável ¼ de volta de noite = responsável

Após a ativação inicial, foi explicado ao responsável pelo paciente como ele deveria realizar as ativações diárias (Tabela 2). Nesta consulta foi entregue a chave do parafuso, amarrada a um pedaço de fio, para evitar a deglutição ou aspiração da mesma (Figura 15, página 18) e uma folha na qual

deveria ser registradas todas as ativações (Anexo III). A quantidade de dias de ativação foi individualizada, dependendo do grau de atresia maxilar diagnosticada inicialmente. Os pacientes foram observados, semanalmente durante a fase ativa.

Os responsáveis e pacientes também receberam instruções adicionais quanto à higienização bucal enquanto o aparelho expansor esteve em boca. Todos foram instruídos a complementar a higienização com o auxílio de seringa hipodérmica preenchida de água ou colutório bucal a base de clorexedina, injetada sob forte pressão na região das rugosidades palatinas, entre a mucosa e o acrílico, e sob as áreas soldadas{Tanaka, 2004 #95}.

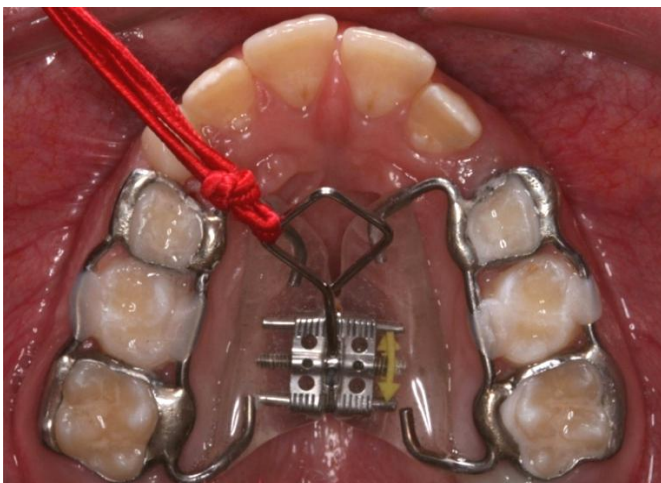


Figura 15. Fotografia intra-bucal oclusal durante a ativação do parafuso do aparelho expansor de Haas.

3.5.4 Estabilização do parafuso expansor

O final do período ativo caracterizou-se pela estabilização do parafuso expansor com fio de amarrilho metálico duplo 0,012 polegadas de diâmetro (Morelli, Brasil), a fim de evitar a movimentação do mesmo durante a fase de contenção (Figura 16, página 19). No dia da estabilização foram realizadas

novas fotografias, moldagens e solicitada nova tomografia computadorizada (T2).

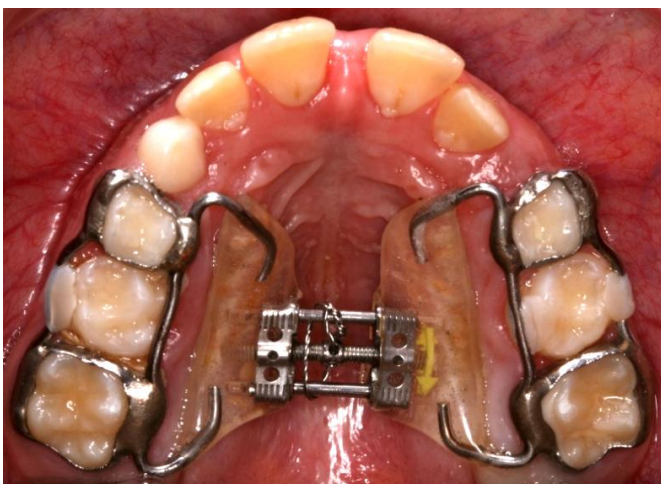


Figura 16. Fotografia intra-bucal oclusal com aparelho Expansor de Haas após a estabilização do parafuso.

O período de contenção teve início na estabilização do parafuso e requereu consultas mensais de acompanhamento dos pacientes, avaliando as condições de saúde bucal, fixação do aparelho e evolução do tratamento. Depois de completado seis meses de contenção, o aparelho expansor foi removido e solicitada nova tomografia computadorizada (T3).

3.6 Análise das tomografias computadorizadas

As alterações provocadas pela ERM foram avaliadas nas tomografias realizadas em T1, T2, e T3. As TCFC de cada paciente, nos três tempos, foram recebidas da clínica radiológica em arquivos DICOM (*digital imaging and communications in medicine*). Estas foram armazenadas em estação de trabalho independente do Programa de Pós-Graduação em Odontologia-Ortodontia da UFRJ. Com o auxílio do software *Dolphin Imaging®*, versão 11.0 (Dolphin Imaging, Chatsworth, Califórnia, USA) foi possível a leitura dos

arquivos em DICOM e realizar a reconstrução das imagens 3D e reconstruções multiplanares (RMP), em vista sagital, coronal e axial.

3.6.1 Orientação da Cabeça

A posição da imagem da cabeça após a reconstrução em 3D aparece na tela exatamente como foi realizado o exame tomográfico (Figura 17). Para que fosse possível a padronização da posição da cabeça em todos os tempos, esta foi orientada de acordo com planos de referências (axial, coronal e sagital) antes de realizar as mensurações. Isto foi possível utilizando ferramentas específicas do *software*.

Os planos, além de servirem para orientar a cabeça e padronizá-las, eles também foram referências fixa para algumas medidas realizadas.

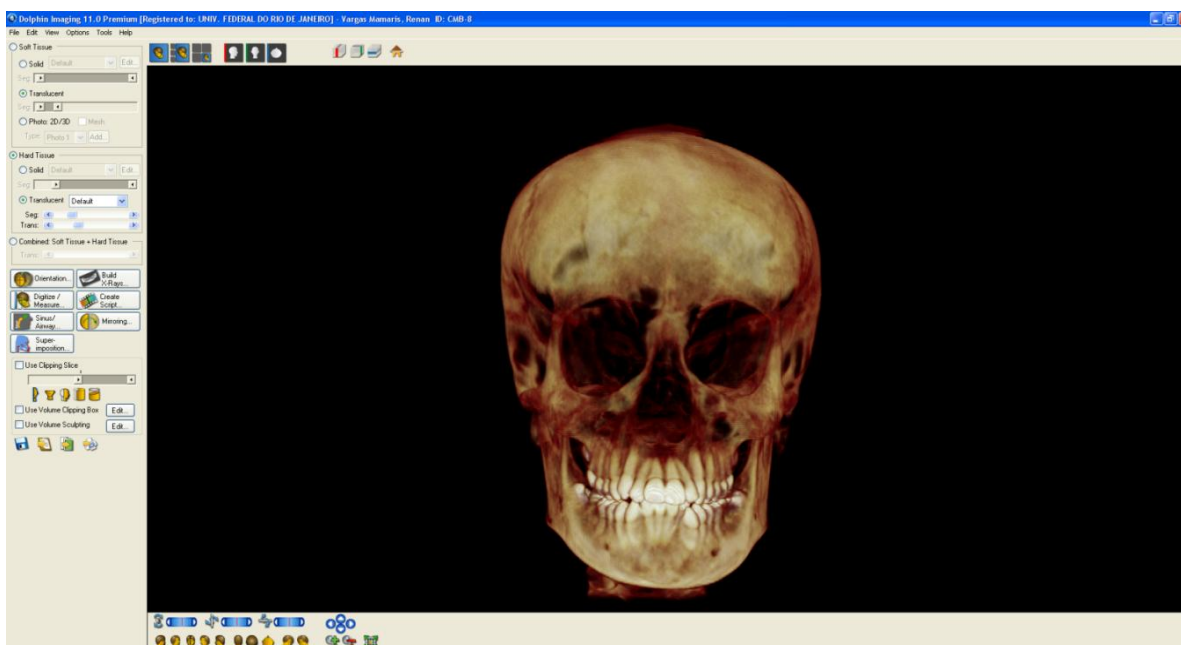


Figura 17. Imagem da tela do software Dolphin Imaging, com a reconstrução 3D antes da orientação da cabeça.

3.6.1.1 Pontos utilizados para localização dos planos de referência

Orbital direito (OrD) e esquerdo (OrE), ponto mais inferior do contorno inferior da órbita direita e esquerda, respectivamente.

Pório direito (PoD) e esquerdo (PoE), ponto mais superior do meato acústico externo direito e esquerdo, respectivamente.

Násio (N) ponto localizado na intersecção da sutura frontonasal com a sutura internasal.

3.6.1.2 Planos de referência utilizados (Figura 18)

Plano Axial passando pelos pontos Orbital Direito, Orbital Esquerdo e Pório Direito.

Plano Coronal passando pelo pontos Pório Direito e Pório Esquerdo, sendo perpendicular ao plano axial selecionado.

Plano Sagital passando pelo Ponto Násio, sendo perpendicular ao plano axial e coronal selecionados.

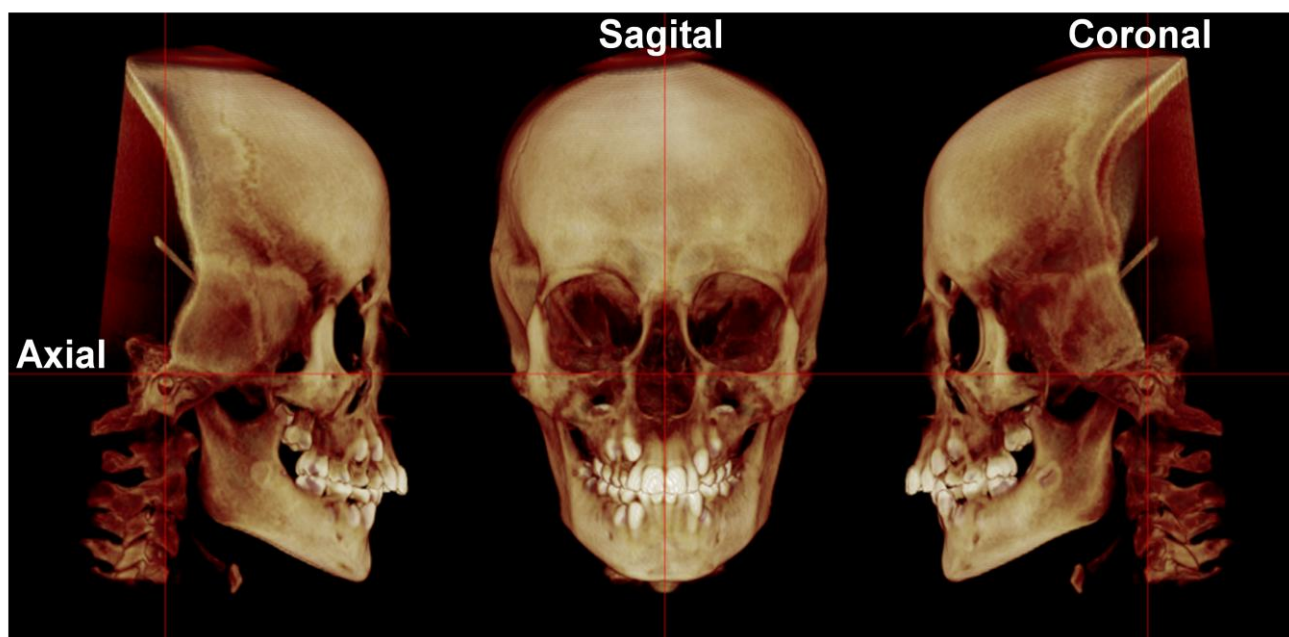


Figura 18. Imagem digital da cabeça orientada de acordo com os planos de referência.

3.6.1.3 Seqüência para orientação da cabeça

As ferramentas “*using line*”, “*make horizontal*” e “*make vertical*” dentro da função “Orientation” foram utilizadas para orientar e padronizar a posição das cabeças de acordo com os planos de referência selecionados.

O primeiro passo foi selecionar na imagem frontal os pontos OrD e OrE com auxílio da ferramenta *using line* (Figura 19) e, com a *make horizontal*, os pontos foram orientados de forma a passarem sobre o plano axial (Figura 20, página 23).

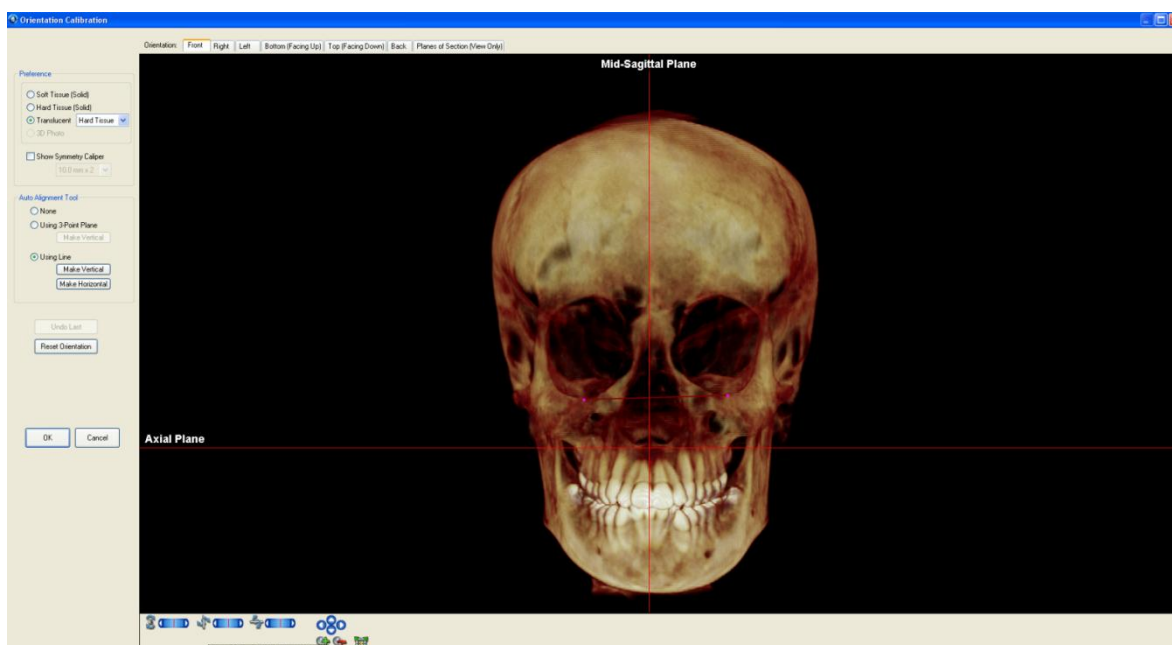


Figura 19. Imagem do software na função “Orientation”. Marcação do OrD e OrE com a ferramenta “*using lines*”.

Em norma lateral, foi selecionado o ponto PoD e o OrD, selecionado previamente, e feito com que estes passassem pelo plano axial (Figura 21, página 23).

Com a seleção destes três pontos foi definido o Plano Axial, utilizado como plano base, para que as demais referências fossem perpendicular a ele.

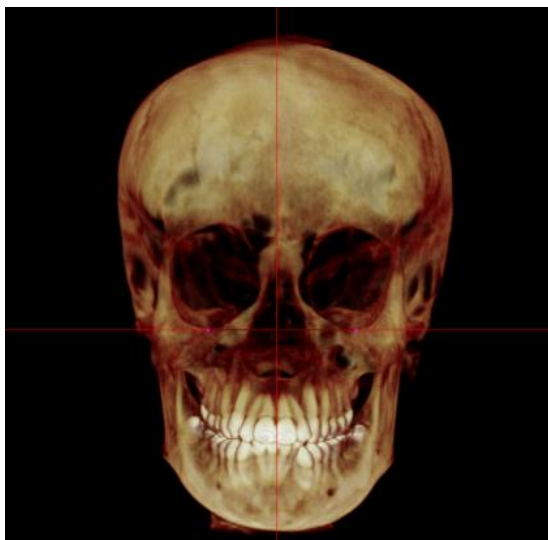


Figura 20. Imagem frontal com plano axial (linha horizontal) passando pelos pontos OrD e OrE .



Figura 21. Imagem lateral com plano axial passando pelos pontos PoD e OrD.

O segundo plano selecionado foi o coronal. Em imagem lateral direita foi marcado o ponto PoD e feito com que o plano coronal passasse sobre ele (Figura 22). Na vista lateral esquerda este plano deveria passar pelo ponto PoE (Figura 23). Para que isto fosse possível foi utilizada a ferramenta que movimenta a cabeça apenas no sentido lateral, não alterando o plano axial previamente selecionado.



Figura 22. Imagem lateral direita com o plano coronal (linha vertical) passando pelo ponto PoD e o plano axial (linha horizontal) já selecionado.

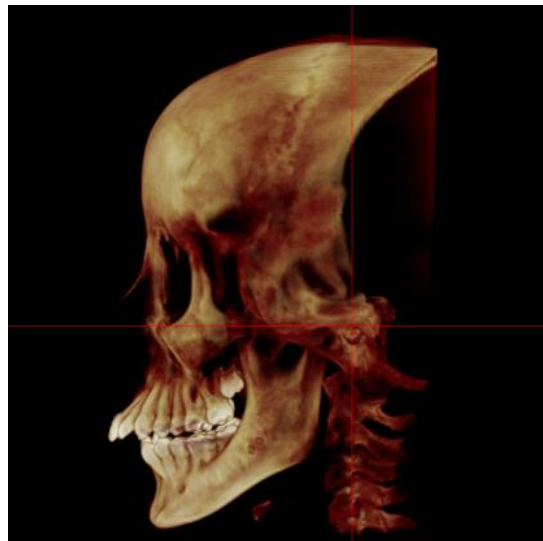


Figura 23. Imagem lateral esquerda com o plano coronal passando pelo ponto PoE.

O terceiro plano selecionado foi o sagital. Em visão frontal, a linha horizontal deveria passar sobre o ponto N, e esta automaticamente estava perpendicular aos demais planos (Figura 24).

Com a orientação da cabeça foi possível visualizar o volume e as reconstruções multiplanares (RMP) nos três planos (Figura 25).

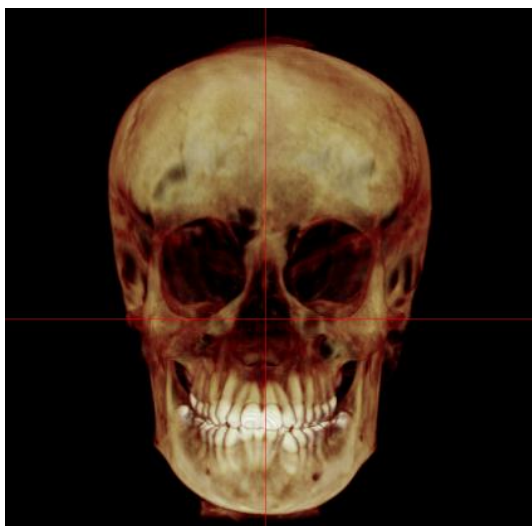


Figura 24. Imagem frontal com o plano vertical Sagital passando sobre o ponto N.

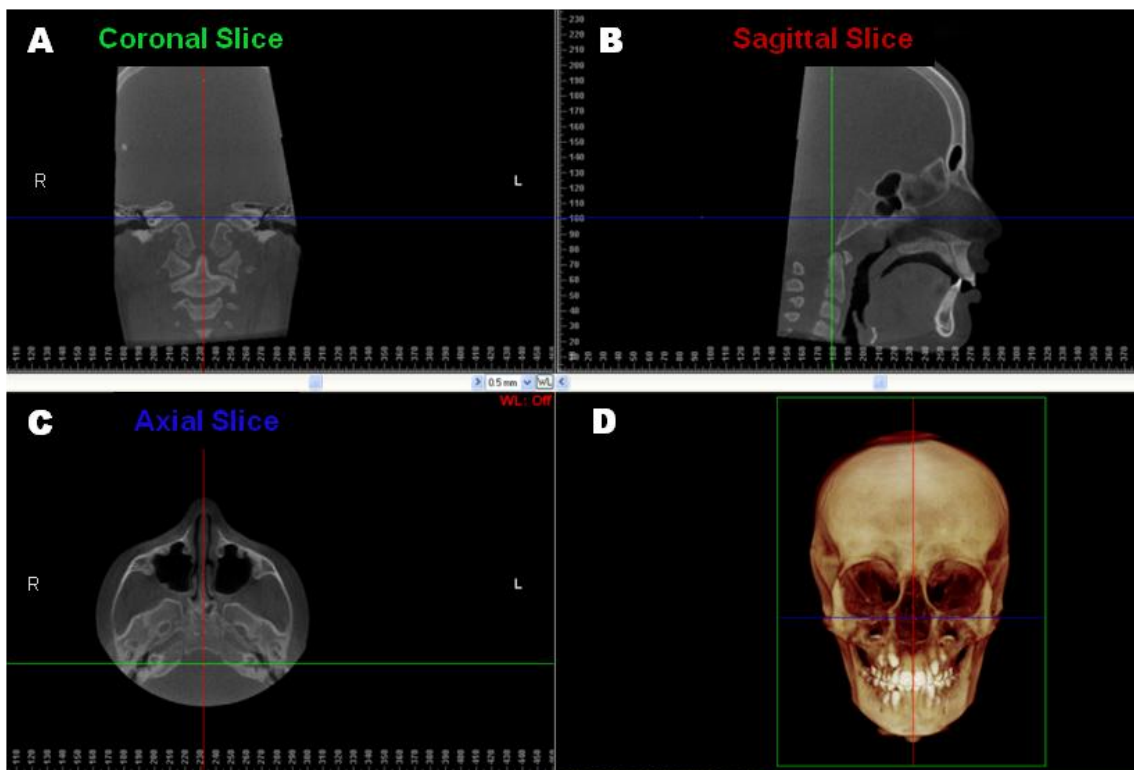


Figura 25. Imagem do volume e RMPs, **A.** Corte Coronal, **B.** Corte Sagital, **C.** Corte Axial, **D.** Reconstrução em 3D.

3.6.2 Mensurações

Os pontos anatômicos foram identificados nas RMP, com auxílio da visualização do volume, e marcados com “landmarks” de 0,025 mm de diâmetro. A localização destes pontos em TC já foi previamente descrita em estudos anteriores{Podesser, 2007 #93;Ludlow, 2009 #59}.

Para minimizar possíveis erros de mensuração, foram utilizados dois monitores semelhantes com o mesmo *software*, lado a lado. Isto permitiu a manipulação simultânea das TCFC para localização dos planos e das “landmarks” nos 3 tempos do estudo para cada paciente, sendo o T1 sempre a referência. As medidas em cada tempo (T1, T2 e T3), foram realizadas separadamente, com intervalo de uma semana, pelo mesmo avaliador.

3.6.2.1 Pontos utilizados para a mensuração (Tabelas 3, página 26-
Figura 26, página 27)

3.6.2.2 Medidas utilizadas (Tabelas 4, página, 28)

Tabela 3. Definição dos pontos anatômicos utilizados.

Pontos (Abreviações)	Definição
Sela (S)	Ponto localizado no centro geométrico da sela túrcica (osso esfenóide) no plano sagital mediano.
Násio (N)	Ponto localizado na intersecção da sutura fronto-nasal com a sutura internasal
Ponto A (A)	Ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da maxila entre espinha nasal anterior e próstio no plano sagital
Ponto B (B)	Ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da mandíbula no plano sagital
Espinha Nasal Anterior (ENA)	Ponto mais anterior da espinha nasal anterior no limite mais anterior do assoalho nasal na imagem sagital.
Espinha Nasal Posterior (ENP)	Ponto mais posterior da espinha nasal posterior no limite mais posterior assoalho nasal na imagem sagital.
Gônio (Go)*	Ponto mais posterior e inferior do ângulo da mandíbula na imagem sagital.
Mentoniano (Me)	Ponto mais inferior da sínfise mandibular na imagem sagital.
Maxilar (Mx)*	Pontos direito e esquerdo, em que o plano axial tangenciando o contorno mais inferior da cavidade nasal encontra o contorno alveolar vestibular da maxila no lado direito e esquerdo no corte coronal passando pela cúspide disto vestibular do primeiro molar superior direito.
Molar alveolar (Ma)*	Ponto mais inferior e medial do processo alveolar vestibular na altura do primeiro molar superior permanente.
Molar cúspide (Mc)*	Ponto mais inferior e medial localizado na cúspide mésio-vestibular do primeiro molar permanente superior.
Molar raiz (Mr)*	Ponto mais superior e medial localizado na raiz palatina do primeiro molar superior permanente superior.

*pontos bilaterais (direito e esquerdo)

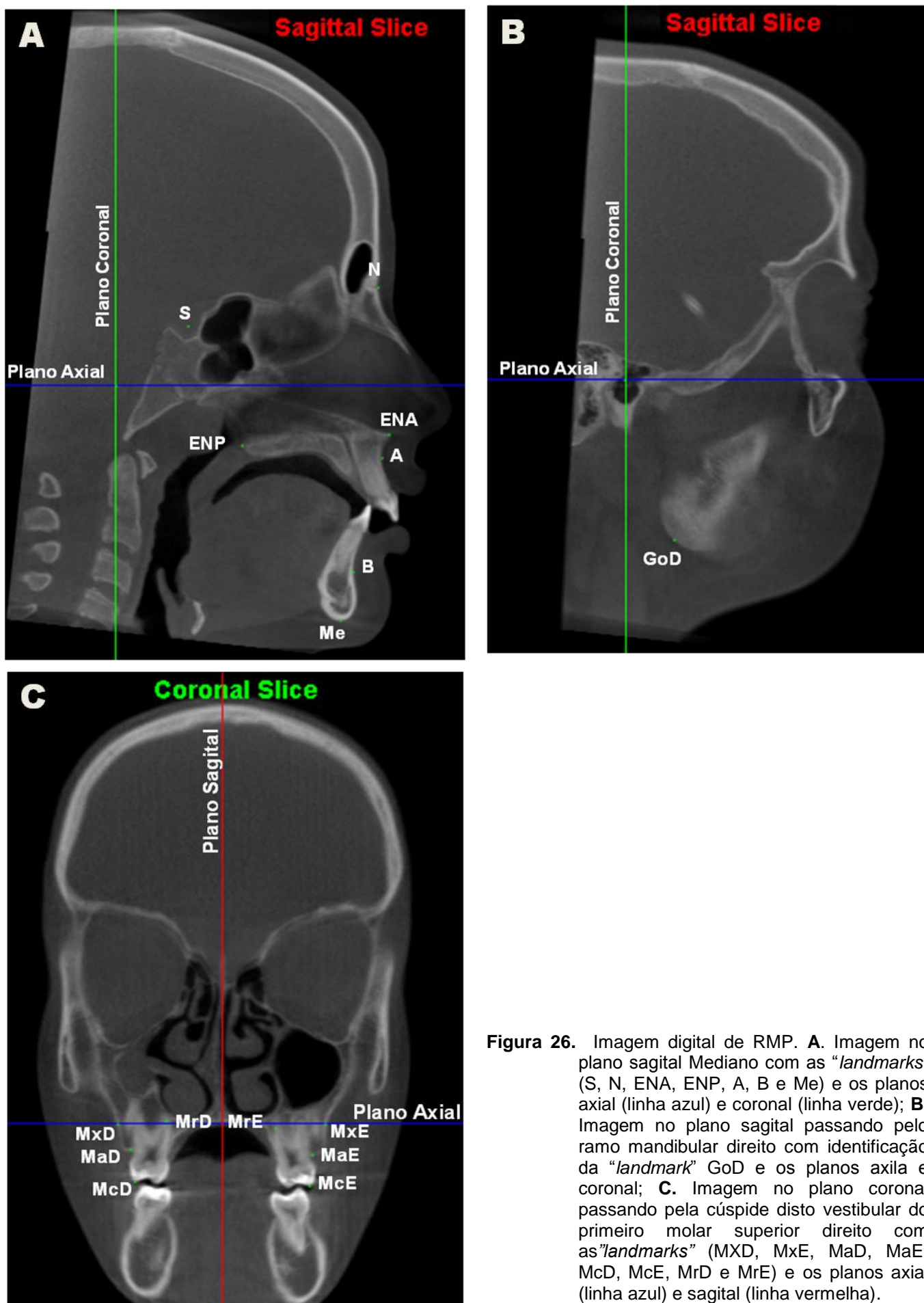


Figura 26. Imagem digital de RMP. **A.** Imagem no plano sagital Mediano com as “landmarks” (S, N, ENA, ENP, A, B e Me) e os planos axial (linha azul) e coronal (linha verde); **B.** Imagem no plano sagital passando pelo ramo mandibular direito com identificação da “landmark” GoD e os planos axila e coronal; **C.** Imagem no plano coronal passando pela cúspide disto vestibular do primeiro molar superior direito com as “landmarks” (MXD, MxE, MaD, MaE, McD, McE, MrD e MrE) e os planos axial (linha azul) e sagital (linha vermelha).

Tabela 4. Definição das medidas utilizadas.

	Medidas	Definições
Anteroposterior	SNA	Ângulo formado pelos pontos S, N e A (relacionamento anteroposterior da maxila com a base do crânio)
	SNB	Ângulo formado pelos pontos S, N e B (relacionamento anteroposterior da mandíbula com a base do crânio)
	ANB	Ângulo formado pelos pontos A, N e B (relacionamento anteroposterior da maxila com a mandíbula)
	ENA-Coronal	Distância perpendicular do ponto ENA ao plano coronal
	ENP-Coronal	Distância perpendicular do ponto ENP ao plano coronal
	Me-coronal	Distância perpendicular do ponto Me ao plano coronal
	Go-coronal*	Distância perpendicular do ponto GoD e GoE ao plano coronal
	Overjet (Oj)	Distância perpendicular do ponto mais vestibular e incisal do incisivo central superior a linha que tangencia a superfície vestibular do incisivo central inferior.
	Relação Molar* (RM)	Distância perpendicular da cúspide méso vestibular do primeiro molar superior permanente até o sulco méso vestibular do primeiro molar inferior permanente do mesmo lado (direito e esquerdo)
Verticais	N-ENA	Distância perpendicular do ponto N ao ponto ENA (altura facial anterior superior)
	ENA-Me	Distância perpendicular do ponto ENA ao ponto Me (altura facial anterior inferior)
	N-Me	Distância perpendicular do ponto N ao ponto Me (altura facial anterior)
	ENA-axial	Distância perpendicular do ponto ENA ao plano axial
	ENP-axial	Distância perpendicular do ponto ENP ao plano axial
	Me-axial	Distância perpendicular do ponto Me ao plano axial
	Go-axial*	Distância perpendicular do ponto GoD e GoE ao plano axial
	Overbite (Ob)	Distância perpendicular da superfície incisal do incisivo central superior a linha que tangencia a superfície incisal do incisivo central inferior
Transversais	MxD-MxE	Distância entre os pontos MxD e MxE (Largura Maxilar Esquelética)
	MaD-MaE	Distância entre os pontos MaD e MaE (Largura Maxilar Alveolar)
	McD-McE	Distância entre os pontos McD e McE (Largura Maxilar Dentária)
	M.sagital*	Ângulo formado pelos pontos Mc*, Mr* com o plano sagital

*medidas bilaterais (direito e esquerdo)

3.7 Análise Estatística

Previamente as mensurações, com o intuito de determinar a reprodutibilidade das medidas do presente estudo, 15 tomografias foram selecionadas, aleatoriamente, reposicionadas as cabeças, identificados os pontos anatômicos e realizadas as medidas em dois tempos diferentes, com 2 semanas de intervalo entre as mesmas, sob as mesmas condições. Foi aplicado o teste de correlação intraclassa para verificação da concordância intra-examinador (95% confidence interval) para todas as medidas.

As médias, desvios padrão, valores mínimo e máximo foram calculados para cada variável nos tempos T1, T2 e T3, assim como as alterações ocorridas entre T1 e T2, T2 e T3 e entre T1 e T3. Depois de constatada a distribuição normal dos dados através do teste não-paramétrico *Kolmogorov-Smirnov*, foi utilizado o teste *t-student* pareado para identificar as diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) entre os tempos T2 e T1, T3 e T2 e T3 e T1. A análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL).

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

4.1 ARTIGO 1

Transverse Effects of Rapid Maxillary Expansion by Cone Beam Computed Tomography: *immediate and post-retention.*

Carolina Baratieri; Margareth Maria Gomes de Souza Matilde da Cunha Gonçalves Nojima; Lincoln Issamu Nojima.

Submetido ao American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

4.2 ARTIGO 2

Skeletal Sagittal effects on Class II Malocclusion after Rapid Maxillary Expansion by Computed Tomography *immediate and post-retention.*

Carolina Baratieri; Matheus Alves Jr.; Eduardo Franzotti Sant'Anna;
Lincoln Issamu Nojima.

Submetido ao Angle Orthodontics

4.3 ARTIGO 3

Dental and Skeletal Relationship Changes in Class II Malocclusion after Rapid Maxillary Expansion by Computed Tomography

A prospective clinical study

Carolina Baratieri; Ana Maria Bolognese; Matilde da Cunha Gonçalves Nojima; Lincoln Issamu Nojima

Submetido ao American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

Transverse Effects of Rapid Maxillary Expansion by Cone Beam

Computed Tomography: immediate and post-retention evaluation.

*Carolina Baratieri; Eduardo Franzotti Sant'Anna; Matilde da Cunha
Gonçalves Nojima; Lincoln Issamu Nojima.*

Abstract

The aim of this study was to examine by cone beam computed tomography (CBCT) transversal responses to rapid maxillary expansion (RME), immediately and after retention period. The sample comprised 17 children (mean initial age 10.36 years old), with Class II, Division 1 malocclusion and skeletal constricted maxillary. The subjects underwent Haas' protocol RME. CBCT were taken before treatment (T1), at the end of the active expansion phase (T2) and after the retention period of six months (T3). The scans were managed in *Dolphin Imaging®*, 11.0 software, where landmarks were positioned on the first molar coronal slice and measured. The *paired Student's t-test* were used to analyze significant differences ($p < 0.05$) between T2 and T1, T3 and T2, and T3 and T1. After RME, the mean increase in maxillary basal, alveolar and dental width were found to represent 29.1%, 65.38%, and 102.84% of the screw expansion, respectively. This was accompanied by buccal inclination of the right (7.31°) and left (6.46°) first molars. At the end of the retention period, all the increased transverse dimension was maintained and the dento alveolar inclination resumed. The RME therapy was an effective procedure to increase transverse maxillary dimensions, at both skeletal and dento alveolar levels.

Introduction

Class II, Division 1 malocclusions are strongly related to transverse problems, with maxilla presenting a significantly reduced width compared to normal occlusion.¹⁻⁴ However, its diagnosis is often passed unnoticed at clinical examination as transverse deficiency is camouflaged by the Class II skeletal pattern itself, that is, maxillary teeth occlude more anterior in the mandibular region in which maxilla exhibits an apparently normal transverse development even in the absence of posterior crossbite.⁵ The maxillary molar teeth tend to incline buccally to compensate the insufficient skeletal and alveolar base. For that reason, rapid maxillary expansion (RME) may be considered before the treatment of patients with Class II division 1 malocclusion ¹

RME has been the treatment chosen by many orthodontists for correction of skeletal maxillary constriction in growing patients.⁶⁻⁷ The key characteristic of RME refers to the fact that the force being applied to teeth and alveolar processes through activation of expander screw promotes the opening of median palatine suture. The stability of the new transverse dimension is one of the objectives of the skeletal expansion, making the retention phase so important as the active phase,⁸ with the expander appliance having to remain in place for at least three months.⁹ The Haas expander appliance is largely used in orthodontics because its screw is covered by an acrylic block that enhances the contact with the lateral walls of palate, thus increasing the anchorage, improving the orthopedic effect, and decreasing the orthodontic.⁷

Until recently, frontal cephalometric radiographs were the most precise methods for evaluating the transverse effects of RME. However, the difficulties inherent to the technique not always allowed location and identification of craniofacial structures to be precisely achieved. In the case of the cone beam computed tomography (CBCT), not only a three-dimensional visualization of the whole craniofacial complex is possible, but also precise and reliable measurements of the changes caused by RME, since there is neither image superposition nor size distortion.¹⁰

Despite the numberless articles on transverse effects of the rapid maxillary expansion using Haas expander,^{8,11-12} the literature is still scanty regarding the ideal amount of screw activation for achieving the desired dental and skeletal effects following the retention period. The objective of the present study was to evaluate through CBCT the immediate and post-retention transverse dental and

skeletal effects of rapid maxillary expansion resulting from the Haas expander appliance.

Material and Methods

This prospective clinical study was performed at the Federal University of Rio de Janeiro Department of Orthodontics after being approved by the research ethics committee of the Institute of Collective Health Studies. Seventeen children (8 boys and 9 girls with mean ages of 10.67 and 10.05 years old, respectively) presenting Class II, Division 1 malocclusion needing rapid maxillary expansion were selected for study.

All patients had relative posterior crossbite, which was clinically diagnosed when the patient was asked to project the mandible until reached Class I relationship, and the posterior relationship in level bite or crossbite.¹³ Definitive diagnosis of maxillary skeletal atresia was confirmed through initial CBCT.¹⁴ Hand-wrist radiograph was used to screen those patients who had not yet reached the pubertal growth spurt.¹⁵

Patients were submitted to RME protocol established by Haas for patients younger than 14 years old.^{7,9} All the appliances were made of 0.047-inch stainless steel wire (Rocky Mountain Orthodontics) and the expander screw was 11-mm of maximum opening, 0.8 mm *per* turn (Dentaurum – model Magnum – 600.303.30) (Fig. 1A). Appliance was activated by one complete turn on the day of installation and then by 2/4 turn a day. Active phase varied from 2 to 3 weeks, depending on the level of atresia which had been initially diagnosed, when the expander screw was stabilized with 0.012-inch double thread ligature (Fig. 1B). The expander appliance was kept within the oral cavity during the six next months for retention. CBCT was performed before the

treatment (T1), immediately after stabilization of the expander screw (T2), and after six months of retention, that was, when the appliance was removed (T3).

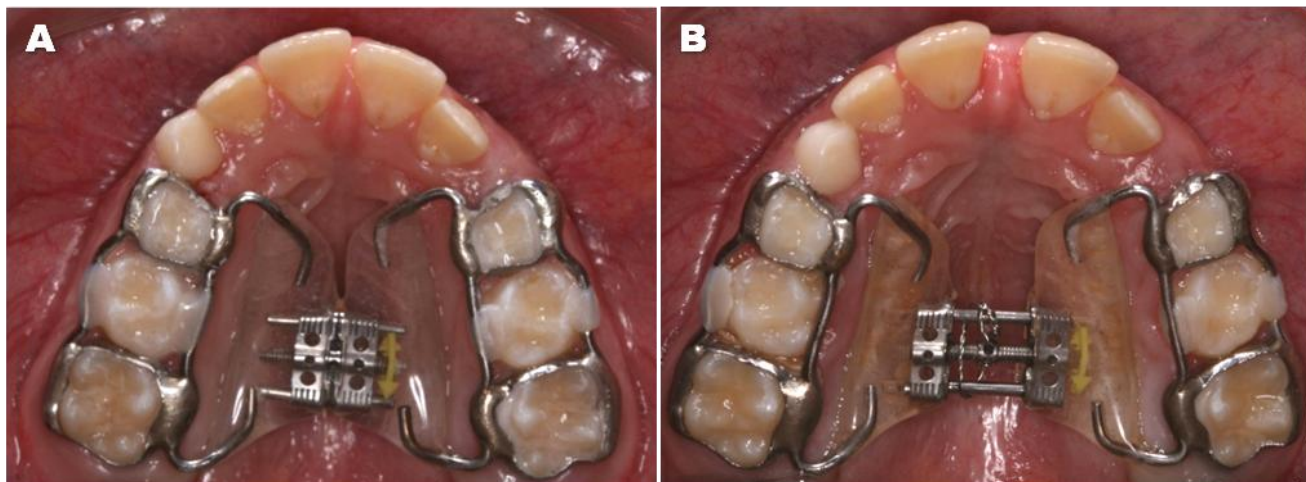


Fig 1. Occlusal oral pictures with the Haas expander appliance. **A.** Before the begging of the screw's activation, **B.** Immediately after the stabilization of the screw.

The tomography images were obtained through cone beam computed tomography (I-CAT 3D Dental Imaging System, Pennsylvania, USA). All exams were performed in the same machine according to a standard protocol (120 KV, 47 mA, FOV = 22 cm, voxel = 0.4 mm, and scan time = 30 s).

The exams performed at T1, T2, and T3 were expressed in DICOM (digital imaging and communication in medicine) format, and by means of the Dolphin Imaging software® version 11.0 (Dolphin Imaging, Charsworth, California, USA), it was possible to reconstruct 3D tomographic images for analysis.

By using specific software functions, it was possible to position the digital image of the head according to axial, coronal, and sagittal planes¹⁶ at all study times. These three planes are described as follows (Fig 2): axial plane, passing through right and left orbital points as well as right porium; coronal plane, passing through left and right porium, perpendicular to the chosen axial plane; and sagittal plane, passing through nasion point, perpendicular to the chosen axial and coronal planes.



Fig 2. 3D Digital image of the head after the orientation by the references planes axial, coronal and sagittal (*Software Dolphin Imaging®/Orientation function*)

After orienting the head, it was possible to visualize both volume and multiplanar reconstructions (MPR) at the three planes. All points were identified on coronal slice provided that right and left upper first molars were visualized (Fig. 3A). The coronal plane was selected by means of the 3D reconstruction, passing through distal buccal cusp and root of the right upper first molar (Fig. 3B). Points and measurements were previously described by Podesser et al.¹⁷ being represented by landmarks of 0.025 mm in diameter (Fig. 4) as follows:

Right and left Maxillary (rMx and lMx): Right and left points in which axial plane, by passing tangentially at the more inferior contour of nasal cavity, meets the buccal-alveolar contour of the maxilla.

Right and left Maxillary alveolar (rMa and lMa): The most inferior and medial point of the buccal-alveolar process in relation to the upper first permanent molar.

Right and left molars cusp (rMc and lMc): The most inferior and medial point of the mesial-buccal cusp of the upper first permanent molar.

Right and left root molars (**rMr** and **lMr**): The most superior and medial point of the palatine root of the upper first permanent molar.

Linear measurements (mm) were maxillary basal width (rMx-lMx), maxillary alveolar width (rMa-lMa), and maxillary dental width (rMc-lMc), whereas angular measurements were right (rMc.rMr.sagittal plane) and left (lMc.lMr.sagittal plane) dental-alveolar angulation.

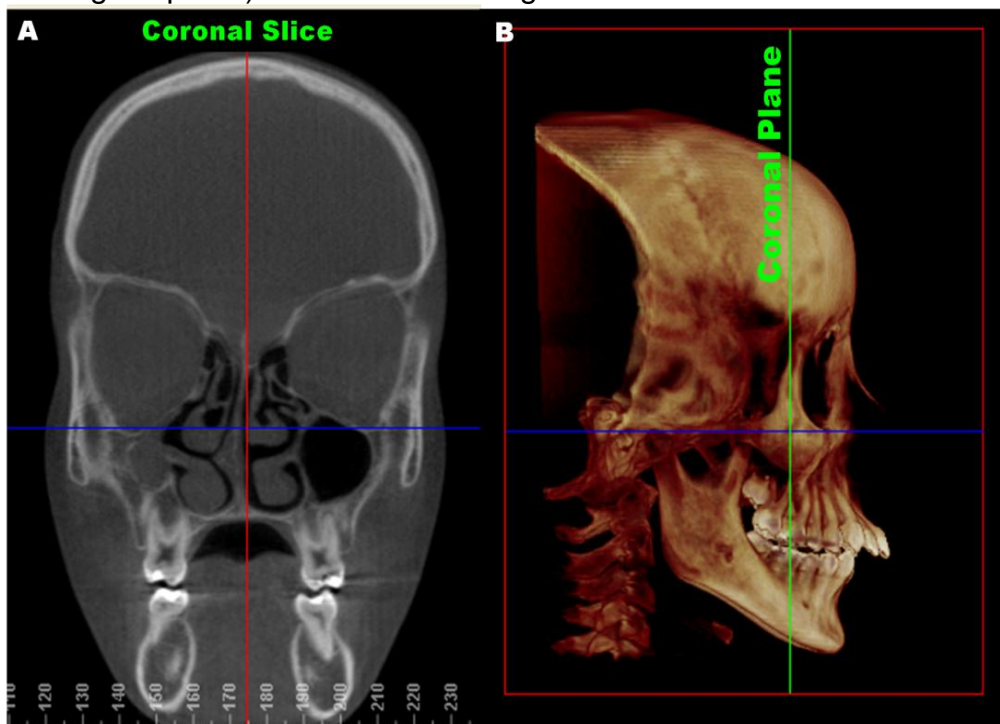


Fig 3. **A.** MPR image of the selected Coronal Slice used to identify the landmarks and measure; **B.** 3D reconstruction right lateral image, with the coronal plane passing through distal buccal cusp and root of the right upper first molar (Software *Dolphin Imaging*® 11.0).

In order to avoid possible measurement errors, two similar monitors were used, including software. This allowed tomography to be simultaneously handled for locating planes and landmarks in all three study times for each patient, where T1 is always reference. Measurements regarding each period of time (T1, T2 T3) were made separately by the same examiner within a 1-week interval.

Prior to the measurements, 15 tomography were randomly chosen in order to determine the reproducibility of measurements being evaluated in the

present study, that is, at two different periods of time within a 2-week interval under the same conditions. Intra-class correlation test was applied to verify the intra-rater concordance (95% interval confidence) for all variables. Concordance index was greater than 0.95 for all variables studied.

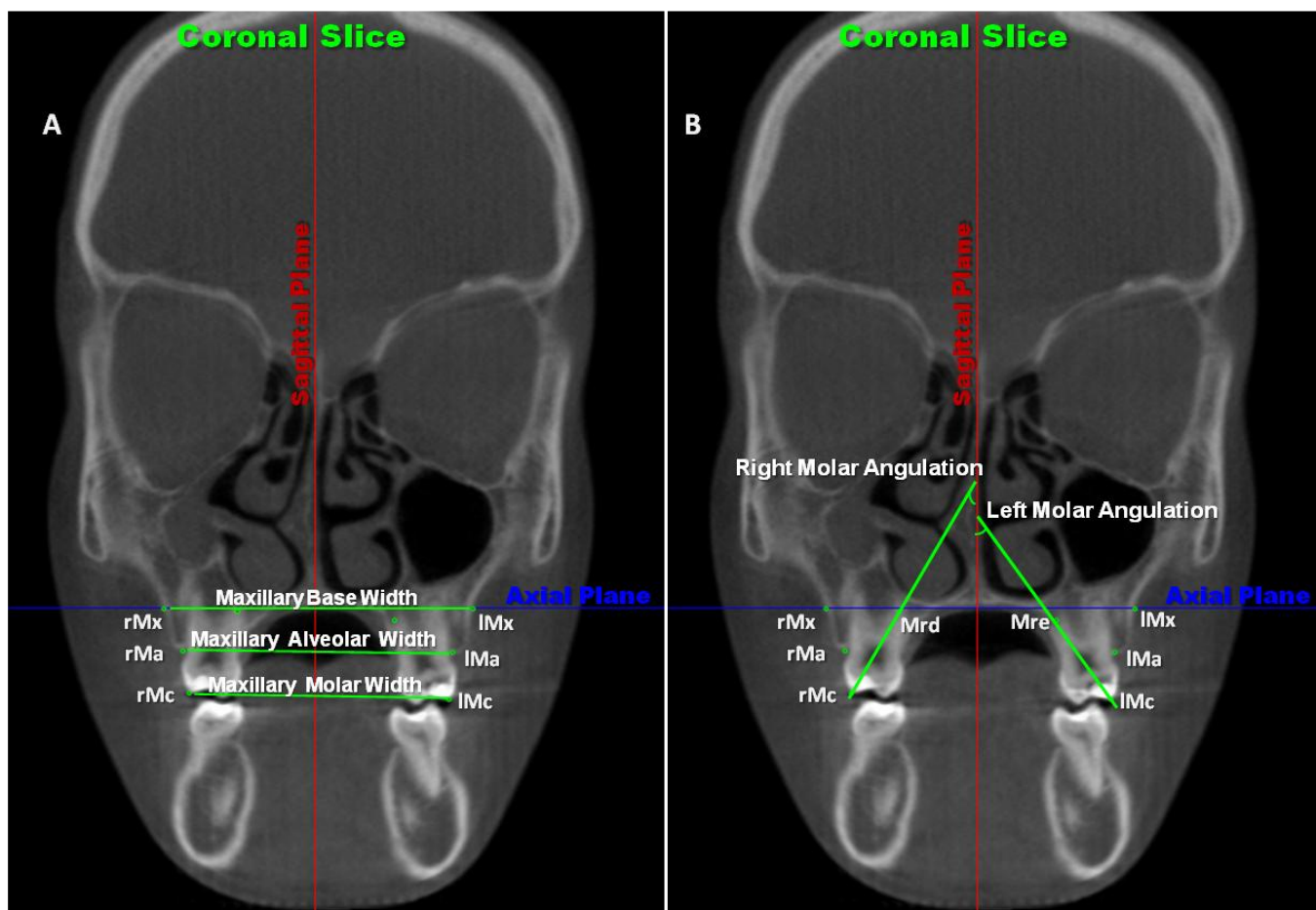


Fig 4. Coronal Slice image with the landmarks identified (rMx, IMx, rMa, IMa, rMc, IMc, rMr e IMr) and measurements. **A.** Linear measurements; **B.** Angular measurements (Software *Dolphin Imaging*® 11.0/Digitize/Measurement function)

Means, standard deviations, minimum and maximum values were calculated for each variable at T1, T2, and T3, whereas changes occurring between T1 and T2, T2 and T3, and T1 and T3 were recorded. After finding the normal data distribution by means of Kolmogorov-Smirnov non-parametric test, statistically significant differences were identified by using paired Student's t test ($P < 0.05$) between T2 and T1, T3 and T2, and T3 and T1. Statistical analysis

was carried out using the SPSS software version 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

Results

Opening of the median palatal suture was clinically confirmed in all patients with opening of inter-incisor diastema within 3-5 days following activation of expansor screw and then confirmed by computed tomography at T2 (Fig 5B).

The mean screw expansion was 7 mm (min., 5.6 mm and max., 9 mm).

During the retention period one of the patients returned without the appliance, which had been replaced by a removable retention plaque, but data at T3 were not computed though.

The results regarding descriptive analysis and Student's t test are presented in Tables I, II, and III as well as Graphic I and II.

Tabela I. Descriptive analysis of measurements obtained in pre-treatment (T1), immediately after expansion (T2) and post-retention (T3).

	T1 (n=17)				T2 (n=17)				T3 (n=16)			
	Mean	Min.	Max.	S.D	Mean	Min.	Max.	S.D	Mean	Min.	Max.	S.D
Maxillary Base Width	60.13	54.96	66.28	3.24	62.08	56.55	67.45	3.43	61.78	56.30	65.92	3.29
Maxillary Alveolar Width	53.53	46.98	57.70	3.17	57.83	51.41	61.68	2.88	58.22	51.87	61.88	3.27
Maxillary Molar Width	51.39	47.79	55.25	2.34	58.19	53.22	61.47	2.38	57.28	52.23	61.13	2.62
Right Molar Angulation	36.23	30.96	43.81	3.80	43.54	35.07	51.74	5.44	37.82	27.51	49.40	5.53
Left Molar Angulation	36.88	30.31	44.19	4.17	43.34	37.16	54.12	5.10	38.15	30.29	45.69	4.58

n = sample number; Min = minimum; Max = maximum; SD = standard deviation.

Tabela II. Results regarding transverse changes between pre-treatment and post-expansion (T2 – T1), post-retention and post-expansion (T3 – T2), and post-retention and initial (T3 – T1).

	T2-T1 (n=17)				T3-T2 (n=16)			T3-T1 (n=16)			%abertura parafuso
	Mean	SE	SD	%screw activation	Mean	SE	SD	Mean	SE	SD	
Maxillary Base Width	1.95***	0.18	0.74	29.10	-0.29	0.16	0.64	1.66***	.23	.92	24.97
Maxillary Alveolar Width	4.30***	0.30	1.20	65.38	0.39	.22	0.89	4.69***	0.33	1.32	72.32
Maxillary Molar Width	6.89***	0.33	1.31	102.84	-0.91**	0.24	0.95	5.89***	0.34	1.38	91.08
Right Molar Angulation	7.31***	0.85	3.40	—	-5.71***	0.81	3.26	1.74	0.92	3.66	—
Left Molar Angulation	6.46***	0.95	3.79	—	-5.19***	0.76	3.05	1.27	0.56	2.22	—

n = sample number; SE=standard error; SD = standard deviation; Level of significance = * p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001



Fig 5. MPR image of the selected Coronal Slice used to measure at T1, T2 and T3 **A.** Pre-treatment, crossbite not present in centric relation occlusion; **B.** Immediately after the transverse discrepancy correction, showing the opening of the median palatine suture, with slight inferior displacement (arrow) and increase of the dento-alveolar angulation; **C.** After 6 months of retention, increased in the transverse dimensions, showing the buccal posterior

Discussion

Rapid maxillary expansion has been widely used since the middle of 1960's.⁶ Since then, numberless protocols and appliances have been proposed for correction of transverse skeletal discrepancies. In 1961, Haas,¹⁸ described a technique for building a dento-mucus supported expansion appliance and its effects have been evaluated since then.^{7,12} The objective of the present study

was to evaluate the transverse effects of a Haas expansion appliance immediately after RME as well as during and after the retention period.

The expansion protocol was shown to be efficient in all patients. Opening of median palatine suture was confirmed by computed tomography at T2 for all patients, with none of them reporting pain during the retention period but only a mild discomfort in the first 3 days of activation. The timing of treatment was an important issue being considered, since it has been demonstrated that patients undergoing RME before the peak of pubertal growth spurt exhibited greater skeletal effects as well as greater bone stability compared to later treatment.¹⁹ The successful results observed in our study can be attributed to both appliance, which provided maximum anchorage, and appropriate skeletal period for using it.⁹

Standardization of the amount of activation of the expansion appliance would be ideal to evaluate the transverse effects. However, we thought that this was ethically wrong as the patients had different orthodontic needs, that is, some might need more expansion while for others the amount of activation might not be enough. In order to make it possible to evaluate the results and compare them to previous studies, the transverse effects were proportionally analyzed according to the screw activation in each patient.

Immediately after stabilization of the expander screw, all transverse measurements were found to be significantly increased (Table II). Maxillary basal width increased, on average, 1.95 mm (29.10% of the screw activation), which was a result similar to that found by Podesser et al.²⁰ Alveolar and dental widths showed significantly greater results in our study, 4.3 and 6.9 mm, respectively, compared to 2.6 and 3.6 mm found elsewhere.¹⁷ Such a difference

may be related to the fact that the expansion appliance have been, removed soon after the active phase for performing CBCT, which might allowed some relapse, unlike our that was removed only at the end of the retention phase.

Several studies shown a downward movement of the maxillary arch during the opening of the midpalatal suture following RPE.^{18,21-23} This happens because the centre of resistance of the maxilla is located more superiorly, thus provoking a buccal inclination of the dental-alveolar structures of the maxilla and causing the palatine raphe to move downward.²⁴⁻²⁶ This effect can also be observed in our study (Fig. 5B) through the significantly increased buccal inclination in the region of the upper first molars ($7.31^\circ / 6.46^\circ$) and increased dental width compared to the amount of activation of the expansion screw (102.84%).

During the retention period (T3-T2), basal and alveolar maxillary widths suffered no significant alteration. The 6-month retention using Haas expansion appliance not only keep the new transverse dimensions, but also allowed a significant decrease in initial dental-alveolar angulation ($-5.71^\circ / -5.19^\circ$), resulting consequently in a decreased dental width (- 0.91 mm). As reported by previous studies,^{7,11,21} the increase in transverse dimension, on frontal view, in this study occurred as triangular form with the apex being superior. At the end of the retention period, it was observed that basal, alveolar, and dental widths were significantly greater than those measured at T1 (1.66 mm, 4.69 mm. and 5.89 mm, respectively), corresponding to 24.97%, 72.32%, and 91.08% of expansion screw. Similar results were found by Ballanti et al.²⁷, who used computed tomography to evaluate the RME effects after a 6-month retention with Hyrax-type appliance. The molar widths at the apex and crown

increased, respectively, 5.1 mm and 6.1 mm for a total activation of 7 mm. While, Garib et al.²⁸ found greater results at the basal and dental (crown) levels by using Hass appliance, respectively, 5.5 mm and 8.1 mm. Nevertheless, the retention time was shorter and some relapse may be expected to occur.

The strong association between skeletal transverse deficiency and Class II, Division 1 malocclusions patients, even in the absence of posterior crossbite, reveals the importance of correcting this discrepancy to avoiding dental compensations.¹⁻⁴ Our results showed that the use of Haas expansion appliance for rapid maxillary expansion in patients with Class II, Division 1 malocclusion did not change significantly the upper molar angulation. At the end of the retention phase, dento alveolar inclination was not found to be statistically different from that recorded at T1 despite the changes observed during the evaluation period. This demonstrates that the increase in dental width caused by RME had indeed promoted an effective translation movement in the anchorage teeth. Ballanti et al.²⁷ also obtained the same results using Hyrax-type appliance, whereas Garib et al.,²⁸ found significantly increased inclination of the molars at the end of their study. The 3-month retention may not have been enough for molars to resume their initial inclination.

Conclusions

The use of Haas appliance for rapid maxillary expansion has yielded a significant increase in the skeletal and dental transverse dimensions at the level of first molars. The 6-month retention period allowed skeletal transverse gain to be maintained and initial dental-alveolar inclination to be resumed. At the end of the evaluation period, the basal, alveolar, and dental widths increased, respectively, 24.97%, 72.32%, and 91.08% in relation to the activation of

expansion screw without caused significant changes in the dental-alveolar angulation of the molars.

Acknowledgments

Brazilian government agency-CAPES foundation (Foundation for the Coordination of Higher Education and Graduate Training)

Federal University of Rio de Janeiro Financial support-FAPERJ (Foundation of Research Assistance in the State of Rio de Janeiro)

References

1. Uysal T, Memili B, Usumez S, Sari Z. Dental and Alveolar Arch Widths in Normal Occlusion, Class II division 1 and Class II division 2. *The Angle Orthodontist* 2005;75:941-947.
2. Sayin MO, Turkkahraman H. Comparison of Dental Arch and Alveolar Widths of Patients with Class II, Division 1 Malocclusion and Subjects with Class I Ideal Occlusion. *The Angle Orthodontist* 2004;74:356-360.
3. Alarashi M, Franchi L, Marinelli A, Defraia E. Morphometric Analysis of the Transverse Dentoskeletal Features of Class II Malocclusion in the Mixed Dentition. *Angle Orthod* 2003;73:21-25.
4. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L, Tanasescu CD. Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1996;110:417-422.
5. Will L. Transverse maxillary deformities: diagnosis and treatment. *Oral Maxillofac Surg* 1996;5:1-28.
6. Haas AJ. The Treatment Of Maxillary Deficiency By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist* 1965;35:200-217.
7. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1970;57:219-255.
8. Lima Filho RMA, de Oliveira Ruellas AC. Long-term maxillary changes in patients with skeletal Class II malocclusion treated with slow and rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008;134:383-388.
9. Haas AJ. Entrevista. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2001;6:1-10.
10. Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H et al. Accuracy and Landmark Error Calculation Using Cone-Beam Computed Tomography-Generated Cephalograms. *The Angle Orthodontist* 2010;80:286-294.
11. Silva Filho OG, Prado Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1995;107:268-275.

12. Haas AJ. Long-Term Posttreatment Evaluation of Rapid Palatal Expansion. *The Angle Orthodontist* 1980;50:189-217.
13. Lima R, Bolognese AM. Ortodontia: Arte e Ciência. In: edição P, editor. Maringá: Dental Press Editora; 2007: p. 496.
14. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. *Angle Orthod* 1981;51:115-150.
15. Fishman LS. Radiographic evaluation of Skeletal Maturation: A clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist* 1982;52:88-112.
16. Cevidanes L, Oliveira AEF, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. *The Angle Orthodontist* 2009;79:971-977.
17. Podesser B, Williams S, Bantleon HP, Imhof H. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *European Journal of Orthodontics* 2004;26:209-215.
18. Haas AJ. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist* 1961;31:73-90.
19. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-Term Dental Arch Changes After Rapid Maxillary Expansion Treatment: A Systematic Review. *The Angle Orthodontist* 2005;75:155-161.
20. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon HP. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *Eur. J. Orthod.* 2007;29:37-44.
21. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:569-575.
22. Akkaya S, Lorenz S, Üçem TTA. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur. J. Orthod.* Apr. 1999;21:175-180.
23. Silva Filho OG, Boas CV, Capelozza LFO. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1991;100:171-179.
24. Wertz R. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1970;58:41-65.
25. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1965;35:178-186.
26. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:322-328.
27. Ballanti F, Lione R, Fanucci E, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Immediate and Post-Retention Effects of Rapid Maxillary Expansion Investigated by Computed Tomography in Growing Patients. *The Angle Orthodontist* 2009;79:24-29.
28. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion-Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-557.

Skeletal Sagittal effects on Class II Malocclusion after Rapid Maxillary Expansion by Computed Tomography *immediate and post-retention.*

Carolina Baratieri; Eduardo Franzotti Sant'Anna; Matilde da Cunha Gonçalves Nojima; Lincoln Issamu Nojima.

ABSTRACT

Objective: To examine by cone-beam computed tomography (CBCT), responses to rapid maxillary expansion (RME) in sagittal and vertical dimensions, immediately and after retention period.

Materials and Methods: The sample comprised 17 children (8 males and 9 females), with Class II, Division 1 malocclusion and skeletal maxillary constriction. The subjects underwent Haas protocol for RME. CBCT was performed before treatment (T1), at the end of the active expansion phase (T1) and after the retention period of 6 months (T3). To investigate the anteroposterior effects, all the maxillary and mandibular landmarks (ANS, PNS, Me, rGo and lGo) were measured in relation the coronal plane and for the vertical effects, the axial plane. All the measurements were realized in sagittal slices.

Results: From T1 to T2 maxilla moved forward and backward, displaying the mandible to a downward and backward position, significantly ($p < 0.05$). During the retention period (T2 to T3) the maxilla shifted significantly only vertically and did not return to the initial sagittal position, whereas the mandible moved significantly forward, even remaining at inferior position.

Conclusions: The retention period of 6 months after ERM in Class II, Division 1 malocclusion patients appears to have a significantly favorable effect on mandible in sagittal but not in the vertical dimension.

KEY WORDS: Rapid maxillary expansion; Class II malocclusion; Computed tomography

INTRODUCTION

Rapid maxillary expansion (RME) has been successfully used to correct skeletal transversal discrepancy in growing patients.¹ Opening the median palatine suture, not only transversal changes but also vertical and sagittal changes occur.² The increase in mandibular plane resulting from the more inferior-posterior positioning of the mandible has been one of the most reported effects.³⁻⁷ This finding raises questions about the need for RME in

patients with Class II malocclusion, since such an effect would be undesirable and worsen the existing sagittal problem.

Because of the significant reduction in maxillary width found in individuals with Class II division 1 malocclusion compared to individuals with normal occlusion,⁸⁻⁹ correction of this transverse discrepancy has caused concern among several authors.¹⁰⁻¹³ It has been reported that narrow maxilla could influence Class II malocclusion causing sagittal discrepancy between bone bases, resulting in functional retrusion of the mandible.⁹ Franchi and Bacetti,¹⁴ in 2005, observed that individuals with mild or moderate Class II malocclusion, when treated with only RME during mixed dentition, have their Class II relationship spontaneously improved following the retention period.

For more than 50 years, cephalometric radiographs have been a standard means for evaluating sagittal and vertical alterations resulting from RME.^{4-7,15-16} Measurements of the craniofacial structures do not always reflect the reality, since there are projections and overlaps of the bilateral structures, as well as different magnifications, thus making visualization and point marking difficult. With the increasing access to computed tomography (CT) in the field of dentistry, three-dimensional (3D) images are being increasingly used. Cone beam computed tomography (CBCT) allows complete scan of the face in a few seconds, providing more accurate information¹⁷ and less ionizing irradiation¹⁸ than the traditional orthodontics radiographic documentation. The advance in dental software technology allows cephalometric concepts and tools to be combined with the advantages of the CBCT.¹⁹⁻²⁰

Studies evaluating sagittal skeletal effects of RME on maxilla and mandible show controversial results though. All had evaluated such effects by

lateral cephalometric radiographs or did not distinguishing type of malocclusion (i.e. Class I, Class II, and Class III) in the treated patients. In view of the importance of correcting transverse discrepancy in Class II malocclusion patients, the objective of the present study was to evaluate sagittal and vertical changes resulting from RME, both immediately and after 6 months of retention, by using CBCT, Class II division 1 malocclusion patients.

MATERIAL AND METHODS

A sample of 17 children (8 boys and 9 girls, respectively, mean ages of 10.67 and 10.05 years old) presenting Class II division 1 malocclusion and transverse skeletal discrepancy of the maxilla was selected. This clinical prospective study was performed in the Department of Orthodontics of the Federal University of Rio de Janeiro after the approval by the local Research Ethics Committee and informed consent was obtained from the parents.

Inclusion criteria were Class II of Angle, overjet greater than 3 mm, age ranging from 7 and 12 years old and transverse maxillary discrepancy requiring RME. Hand-wrist radiograph was used to screen all patients who were at least 6 months before the peak of pubertal growth spurt²¹, and the initial computed tomography was used for diagnosis of skeletal Class II malocclusion (ANB greater than 3°)²² and skeletal maxillary atresia.²³

All patients were submitted to RME Haas protocol for children under 14 years old.²⁴⁻²⁵ The appliances were standardized using stainless steel wire of 0.047 inch in diameter (Rocky Mountain Orthodontics) and expansion screw of 11 mm (Dentaurum, Magnum – 600.303.30). The expander was activated one complete turn (0.8 mm) in the first day and 2/4 turn daily during 2-3 weeks, depending on the diagnosed maxillary atresia, and further was left in place for

six months as retention. CBTC were taken before treatment (T1), immediately after stabilization of expansion screw (T2), and after 6-month retention, when expander was removed (T3).

The scans were performed by a single cone beam computed tomography (I-CAT 3D Dental Imaging System, Pennsylvania, USA), with standard setting (120 KV, 47 mA, FOV 22 of cm, voxel of 0.4 mm, and scanning time of 30 s). During the scanning the patients were instructed to keep their teeth in occlusion and the mandibular positioner was removed to avoid any alteration in the menton region. Those examinations not following this pattern were repeated.

The volume data at T1, T2, and T3 were exported in DICOM (digital imaging and communication in medicine) format into Dolphin Imaging software ® (version 11.0, Dolphin Imaging, Charsworth, Calif), and it was possible to reconstruct 3D tomographic images for analysis.

By using specific software functions, it was possible to obtain head positions according to axial, coronal, and sagittal planes.²⁶ This was necessary in order to replicate the head positions in all experimental times as well as to evaluate skeletal alterations regarding such fixed planes. The three planes used were the following (Figure 1) axial plane (axi), passing through right and left *infraorbitale* points as well as right porium; coronal plane (cor), passing through left and right porium, perpendicular to the chosen axial plane; and sagittal plane (sag), passing through nasion point, perpendicular to the chosen axial and coronal planes.



Figure 1. 3D Digital image of the head after the orientation by the references planes axial, coronal and sagittal (*Software Dolphin Imaging®/Orientation function*)

After orienting the head image, it was possible to view both volume and multiplanar reconstructions (MPR) at the three planes (Figure 2). Reference plane positions were recorded to allow the initial position to be resumed whenever necessary.

On the sagittal MPR images, measurements were performed at the mandible and maxilla. The select anatomic points, were defined in previous study by Ludlow, et al.¹⁷ They were: anterior nasal spine (ANS), posterior nasal spine (PNS), menton (Me), right and left gonio (rGo and lGo). The selected anatomic points were marked with 0.025 mm diameter landmarks in the sagittal MPR and identified by means of 3D reconstruction and coronal and axial MPR.

Measurement of the distance between all selected landmarks in relation to coronal and axial planes were performed to verify, respectively, anteroposterior and vertical changes (Figure 3). In order to avoid possible measurement errors, two similar monitors with the software were used. This enabled simultaneous manipulation of CBCT images for location of planes and

landmarks in the three experimental time periods for each patient, with T1 serving as reference. Measurements at T1, T2, and T3 were performed separately within a 1-week interval by the same examiner.

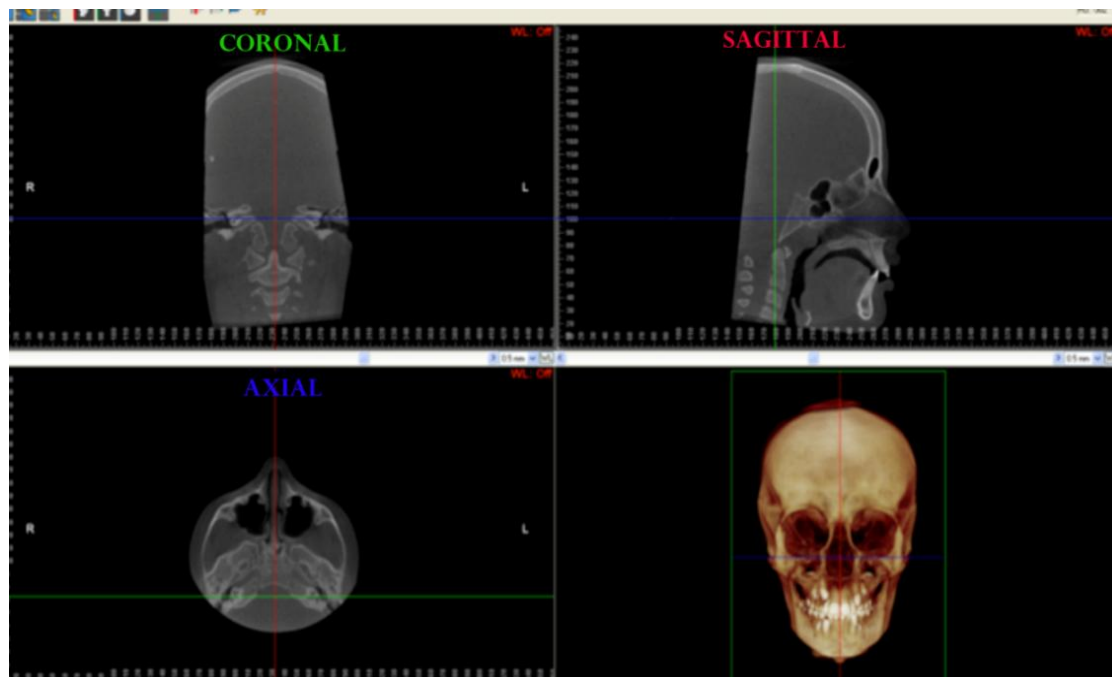


Figure 2. MPR images in the three planes (coronal, sagittal and coronal) and the 3D head reconstruction (*Software Dolphin Imaging®/Measurement function*).

Prior to the measurements, 15 tomography were randomly selected so that heads could be re-positioned, anatomical points identified, and measurements were made at two different times within a 2-week interval under the same conditions. Intra-class correlation test was applied in order to verify the intra-rater concordance (95% confidence interval) for all measurements (ANS-cor, ANS-axi, PNS-cor, PNS-axi, Me-cor, Me-axi, rGo-cor, rGo-axi, IGo-cor and IGo-axi). Concordance index was greater than 0.95 for all variables analyzed, except for rGo-cor, rGo-axi, IGo-cor, IGo-axi, and rGo, which was 0.91.

Means, standard deviations, minimum and maximum values were calculated for each variable at T1, T2, and T3 as well as the changes observed between T1 and T2, T2 and T3, and T1 and T3. After finding the normal data distribution by means of Kolmogorov-Smirnov non-parametric test, statistically significant differences were identified by using paired Student's t test ($P < 0.05$) between T2 and T1, T3 and T2, and T3 and T1. Statistical analysis was carried out using the SPSS software version 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

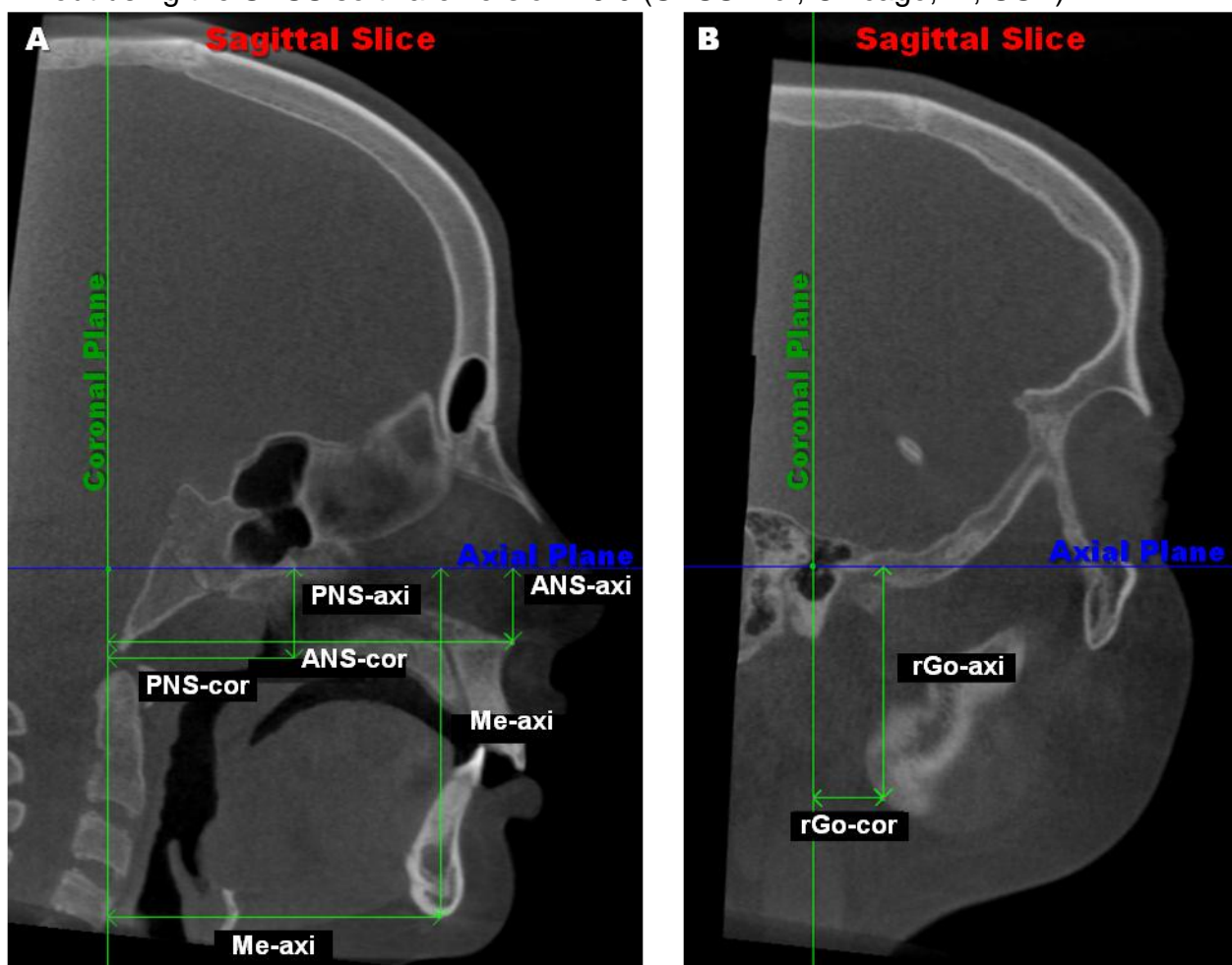


Figure 3. A. Landmarks (ANS, PNS and Me) and measurements (ANS-axi, ANS-cor, PNS-axi, PNS-cor, Me-axi and Me-cor) identified in the Mid-Sagittal Slice, B. Landmark (rGo) and measurements (rGo-axi and rGo-cor) identified in the right sagittal slice passing through the right mandible ramus. (Software *Dolphin Imaging®* /Measurement function)

Results

Opening of the median palatal suture was clinically confirmed in all patients with the inter-incisor diastema within 3-5 days following activation of expansor screw and then confirmed by CT at T2.

During the retention period one of the patients returned without the appliance, which had been replaced by a removable retention plaque, but data at T3 were not computed though.

The results regarding descriptive analysis and Student's t test are presented in Tables I, II, and III as well as Graphic I and II.

Table I. Descriptive analysis of measurements (mm) obtained in pre-treatment (T1), immediately after expansion (T2) and post-retention (T3).

	T1 (n=17)				T2 (n=17)				T3 (n=16)			
	Mean	Min.	Max.	D.P	Mean	Min.	Max.	D.P	Mean	Min.	Max.	D.P
ANS-cor	88.50	78.97	101.7	5.91	89.09	78.44	102.39	6.35	89.01	80.83	101.77	5.86
PNS-cor	41.00	34.75	47.61	3.50	42.01	36.02	48.17	3.45	41.74	35.78	48.47	3.23
Me-cor	71.93	58.91	88.33	7.07	70.38	55.82	84.23	7.20	72.43	57.73	87.05	6.96
rGo-cor	18.37	11.41	26.73	3.76	17.78	9.40	26.39	3.99	18.56	10.67	26.40	3.83
IGo-cor	18.13	12.76	28.48	3.70	17.41	10.87	26.61	3.59	18.48	11.55	27.12	3.52
ANS-axi	17.05	9.64	22.84	3.28	17.72	10.47	22.84	3.43	18.12	10.75	24.66	3.53
PNS-axi	21.10	17.19	24.48	2.35	22.00	17.94	26.18	2.37	21.93	17.77	26.53	2.48
Me-axi	77.43	68.05	87.22	5.21	79.34	69.04	87.77	5.07	78.97	69.01	88.67	5.37
rGo-axi	49.19	43.87	57.45	4.02	50.24	43.88	57.26	4.11	50.12	44.65	57.92	4.12
IGo-axi	49.41	42.66	58.08	3.90	50.16	42.49	58.15	4.31	50.64	44.43	59.07	4.34

n = sample number; Min = minimum; Max = maximum; SD = standard deviation.

Table II. Results regarding sagittal changes between pre-treatment and post-expansion (T2 – T1), post-retention and post-expansion (T3 – T2), and post-retention and initial (T3 – T1).

	T2-T1 (n=17)		T3-T2 (n=16)		T3-T1 (n=16)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
ANS-cor	0.59*	0.98	-0.08	0.93	0.51*	0.82
PNS-cor	1.01***	0.57	-0.27	0.83	0.74**	0.92
Me-cor	-1.54*	2.35	2.04***	1.84	0.5*	1.6
rGo-cor	-0.58	1.79	0.78*	1.22	0.19	1.48
IGo-cor	-0.72	1.38	1.07***	0.91	0.35	1.79

(Mean + forward and – backward)

n=number of patients; SD= Standard Deviation; Level of significance = * p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001

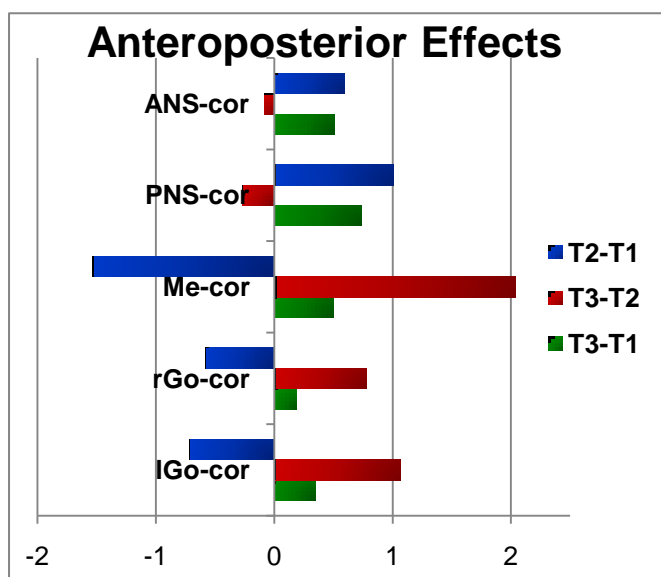
Table III. Results regarding vertical changes between pre-treatment and post-expansion (T2 – T1), post-retention and post-expansion (T3 – T2), and post-retention and initial (T3 – T1).

	T2-T1 (n=17)		T3-T2 (n=16)		T3-T1 (n=16)	
	Mean	DP	Mean	DP	Mean	DP
ANS-axi	0.67*	1.04	0.4*	0.67	1.07***	0.89
PNS-axi	0.9***	0.51	-0.07	0.54	0.83***	0.57
Me-axi	1.91***	1.23	-0.37	1.06	1.54***	1.11
dGo-axi	1.05**	1.3	-0.12	1.04	0.93**	1.09
IGo-axi	0.75*	1.2	0.47	1.2	1.23**	1.28

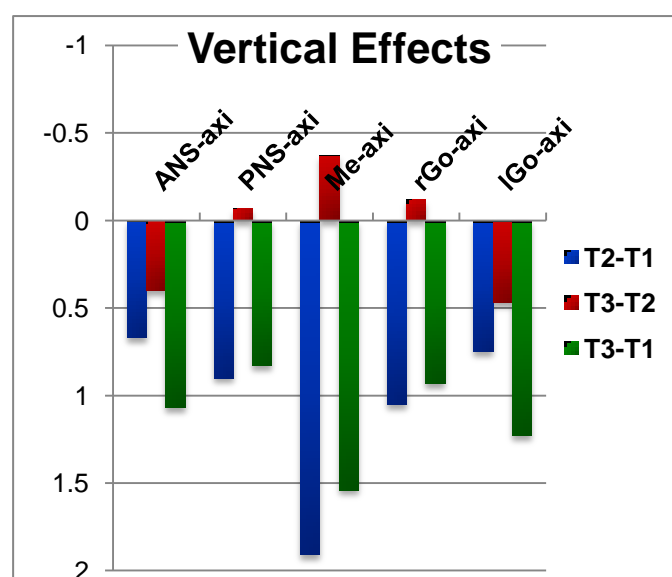
(Mean + downward and – upward)

n=number of patients; SD= Standard Deviation; Level of significance = * p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001

Graphic I. Graphic representation of the maxillary and mandibular anteroposterior effects



Graphic II. Graphic representation of the maxillary and mandibular vertical effects



Discussion

Rapid maxillary expansion has been a must for transverse skeletal discrepancies correction in growing individuals¹. The objective of this prospective clinical study was to evaluate and quantify vertical and anteroposterior skeletal changes after correction of transverse discrepancy in patients with Class II malocclusion during both active and retention periods. The

results obtained here have shown that significant changes occur in maxilla and mandible at the end of retention period.

With regard to immediate changes after active phase (T2 – T1), maxilla was found to move significantly forward (ANS-cor increased 0.59 mm and PNS-cor increased 1.01 mm) and downward (ANS-axi increased 0.67 mm and PNS-axi increased 0.9 mm). These results are in accordance with previous findings by Haas³, Chung and Blanca,⁵ and Akkaya et al.⁴, despite not being corroborated by Silva Filho et al.⁶, who found no significant anteroposterior changes in the maxilla but only vertical ones. Based on our results, it was not possible to state that sagittal movement was different for both maxillary landmarks (ANS and PNS), indicating that maxilla was moved forwardly inclined. Vertical measurements confirmed that posterior portion of the maxilla, despite the small difference, moved more downwardly than anteriorly, thus showing a slight counter-clockwise rotation. Such a finding was not reported by Haas³ and Chung and Blanca,⁵, who showed that palatal plane (ANS-PNS) moved virtually in parallel.

The anterior region of the mandible moved significantly backward (Me-cor decreased 1.54 mm) and downward (Me-axi increased 1.91 mm) during the active phase. The right and left mandibular angles followed the changes in the same orientation, but backward movement was smaller and non-significant (rGo-cor and lGo-cor decreased 0.58 and 0.72, respectively) whereas vertical downward movement was significant (rGo-axi and lGo-axi increased 1.05 and 0.75 mm, respectively). Studies evaluating the immediate effect after RME are unanimous in stating that backward and downward movement of the mandible leads to both opening of mandibular plane and increase in facial height .³⁻⁷

Such displacement may have been the result of either premature contact involving over-expanded palatine cuspids or dental inclinations and the inferior maxillary displacement caused by RME.²⁷⁻²⁸

In the initial evaluation (T2 – T1), the changes found had indeed worsened the Class II malocclusion despite the lack of clinical evidence. During the period of retention (T2-T3), the increase in transverse dimension allowed the mandible to move forward significantly. As reported in earlier studies, the mandible seems to be slightly forward, in a more comfortable occlusal position, thus reducing the posterior cross-bite tendency caused by RME.²⁹ Controlling the maxillary shift, mainly vertically, in order to avoid downward movement of the maxilla during the RME active phase would probably allow greater anterior expression of the mandible^{25,30-32}, a finding deserving further investigation.

The RME retention period is part of the treatment protocol and should last three months at least.²⁵ This period not only involves maintenance of the transverse results obtained, but also adaptation of the maxillo-mandibular and dental-alveolar complex to the new transverse dimension.²⁹ During the retention period (T3-T2), no significant vertical alteration was observed, that is, the maxilla and mandible tended to reduce their distance in relation to the axial plane without resuming their initial position, except for ANS which moved downward 0.4 mm compared to initial position.

Differently from the active phase lasting only 2-3 weeks, the retention period was longer (6 months) and vertical growth of the maxilla might have had some influence on such changes. Wendling et al.³³ observed a 0.2 mm increase in the inferior facial height of children treated with an encapsulated expander, a value far lesser than that expected for untreated boys and girls (1.5 mm and 1.2 mm

per year, respectively, from 9 years old).³⁴ The increase in vertical dimensions was found to be significant at the end of the retention period (T3-T1) for all measurements studied (ANS, PNS, Me, RGo and LGo, respectively, 1.07, 0.83, 1.54, 0.93 and 1.23 mm).

Sagittal changes during the retention period were significant only for mandible, which had a more anterior positioning. The greatest sagittal displacement occurred during this phase (Me, rGo, and lGo increased, respectively, 2.04, 0.78, and 1.07 mm), thus allowing the mandible to stay in a more anterior position compared to the initial position (Me-cor 0.5 mm) despite the , even maintaining a more inferior positioning. On the other hand, maxilla tended to resume the initial position despite the significant anterior positioning at the end (ANS and PNS, respectively, 0.51 and 0.74 mm). No estudo de Wending et al. found that maxilla was also forwardly positioned, with significant increase of 0.4° in SNA, whereas mandible was kept without changes in the SNB.³³ Studies evaluating the long-term effect of RME found no significant sagittal, anteroposterior and vertical, alterations in maxilla and mandible.¹⁵⁻¹⁶

The very small number of studies evaluating Class II patient submitted by RME as single intervention must have been one of the causes for the different results found in our study. Based on earlier studies and clinical reports^{9,29,35-36} we do believe that different types of malocclusions have different responses to RME, mainly mandibular, thus emphasizing the importance of evaluating the results of each type of malocclusion. Recently, McNamara et al.³⁶, evaluated radiographs of 58 patients with Class II molar relationship who had been submitted to RME during mixed dentition phase, and they observed

improvement in 81% of the patients but no significant skeletal alterations compared to control group.

Despite the consecrated use of cephalometric radiographs for evaluation of anteroposterior and vertical changes, they have indeed limitations inherent to the technique itself. The use of tomography allowed points and structures to be viewed three-dimensionally (sagittal, coronal, and axial) without superposition of images, thus yielding real evaluation of skeletal alterations.^{17,19} The high intra-class correlation coefficient observed in our study shows the precision in the measurements obtained by means of cone beam computed tomography.

Conclusions

Immediately after the rapid maxillary expansion with Hass expander, it was observed that maxilla moved forward and downward, thus influencing significantly the mandibular positioning as mandible moved backward and downward. The 6-month period of retention in patients with Class II division 1 malocclusion allowed mandible to shift anteriorly, exhibiting a greater anterior expression compared to the initial position despite remaining in a more inferior positioning, whereas maxilla suffered only vertical but no significant anteroposterior changes.

Acknowledgments

Brazilian government agency-CAPES foundation (Foundation for the Coordination of Higher Education and Graduate Training)

Federal University of Rio de Janeiro Financial support-FAPERJ (Foundation of Research Assistance in the State of Rio de Janeiro)

References

1. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-Term Dental Arch Changes After Rapid Maxillary Expansion Treatment: A Systematic Review. *The Angle Orthodontist* 2005;75:155-161.
2. Haas AJ. The Treatment Of Maxillary Deficiency By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist* 1965;35:200-217.
3. Haas AJ. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist* 1961;31:73-90.
4. Akkaya S, Lorenzon S, Üçem TTA. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur. J. Orthod. Apr.* 1999;21:175-180.
5. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:569-575.
6. Silva Filho OG, Boas CV, Capelozza LFO. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1991;100:171-179.
7. Sandikçiolu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;111:321-327.
8. Sayin MO, Turkkahraman H. Comparison of Dental Arch and Alveolar Widths of Patients with Class II, Division 1 Malocclusion and Subjects with Class I Ideal Occlusion. *The Angle Orthodontist* 2004;74:356-360.
9. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L, Tanasescu CD. Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1996;110:417-422.
10. Alarashi M, Franchi L, Marinelli A, Defraia E. Morphometric Analysis of the Transverse Dentoskeletal Features of Class II Malocclusion in the Mixed Dentition. *Angle Orthod* 2003;73:21-25.
11. Lima RMA, Lima AL. Long-term outcome of skeletal Class II Division 1 malocclusion treated with rapid palatal expansion and KloeHN cervical headgear *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2003;124:216-224.
12. Lima RMA, Ruellas ACdO. Long-term maxillary changes in patients with skeletal Class II malocclusion treated with slow and rapid palatal expansion *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:383-388
13. Marcel Marchiori Farret, Lima EMSd, Araújo VP, Rizzato SMD, Menezes LMD, Grossi ML. Molar Changes with Cervical Headgear Alone or in Combination with Rapid Maxillary Expansion. *Angle Orthodontist* 2008;78:847-851.
14. Franchi L, Baccetti T. Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. *Orthod Craniofac Res* 2005;8.
15. Chang JY, McNamara JJA, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;112:330-337.
16. Garib DG, Henriques JFC, Carvalho PEG, Gomes SC. Longitudinal Effects of Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2007;77:442-448.
17. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009;136:312.e311-312.e310.
18. Silva MAG, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsh E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133.

19. Lagravère MO, Gordon JM, Guedes IH, Flores-Mir C, Carey JP, Heo G et al. Reliability of Traditional Cephalometric Landmarks as Seen in Three-Dimensional Analysis in Maxillary Expansion Treatments. *The Angle Orthodontist* 2009;79:1047-1056.
20. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;132:550-560.
21. Fishman LS. Radiographic evaluation of Skeletal Maturation: A clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist* 1982;52:88-112.
22. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am. J. Orthod* 1953 39:729-755.
23. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. *Angle Orthod* 1981;51:115-150.
24. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1970;57:219-255.
25. Haas AJ. Entrevista. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2001;6:1-10.
26. Cevidanes L, Oliveira AEF, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. *The Angle Orthodontist* 2009;79:971-977.
27. Wertz R. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1970;58:41-65.
28. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1965;35:178-186.
29. Wendling LK, McNamara JA, Franchi L, Baccetti T. A Prospective Study of the Short-term Treatment Effects of the Acrylic-splint Rapid Maxillary Expander Combined with the Lower Schwarz Appliance. *The Angle Orthodontist* 2005;75:7-14.
30. Schudy FF. Vertical Growth Versus Anteroposterior Growth As Related To Function And Treatment. *The Angle Orthodontist* 1964;34:75-93.
31. Schudy FF. The Rotation Of The Mandible Resulting From Growth: Its Implications In Orthodontic Treatment. *The Angle Orthodontist* 1965;35:36-50.
32. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:322-328.
33. Wendling LK, McNamara JA, Franchi L, Baccetti T. A Prospective Study of the Short-term Treatment Effects of the Acrylic-splint Rapid Maxillary Expander Combined with the Lower Schwarz Appliance. *The Angle Orthodontist* 2004;75:7-14.
34. Riolo ML, Moyers RE, McNamara JA, Hunter W. An atlas of craniofacial growth - Cephalometric standards from the University School Growth Study Michigan: University of Michigan-Monograph Craniofacial Series 1974.
35. Lima Filho RMA, Lima AC, de Oliveira Ruellas AC. Spontaneous Correction of Class II Malocclusion After Rapid Palatal Expansion. *The Angle Orthodontist* 2003;73:745-752.
36. McNamara JA, Sigler LM, Franchi L, Guest SS, Baccetti T. Changes in Occlusal Relationships in Mixed Dentition Patients Treated with Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2010;80:230-238.

Skeletal and dental relationship changes in Class II malocclusion after rapid maxillary expansion by cone beam computed tomography

A prospective clinical study

Carolina Baratieri, Ana Maria Bolognese, Matilde da Cunha Gonçalves Nojima and Lincoln Issamu Nojima

Abstract

The aim of this study was to examine by cone beam computed tomography (CBCT), the skeletal and dental relationship in Class II malocclusion responses to rapid maxillary expansion (RME), immediately and after retention period. The sample comprised 17 children (mean initial age 10.36 years) with Class II, Division 1 malocclusion and skeletal constricted maxillary. The subjects underwent Haas protocol RME. CBCT were taken before treatment (T1), at the end of the active expansion phase (T2) and after the retention period of 6 months (T3). On scanned images, measurements were performed at anteroposterior (SNA, SNB, ANB, overjet and MR) and vertical dimensions (N-ENA, ENA-Me, N-Me and overbite). Immediately after RME, the results showed anterior displacement of the maxilla and a mandibular downward and forward rotation, causing higher overjet and lower overbite. These unfavorable skeletal and dental sagittal changes resulting immediately after RME were temporary. During the retention period, the maxilla returned backward and the mandible displaced anterior significantly. The expansion protocol had a significantly favorable effect on the sagittal occlusal relationship of Class II of 75% of the patients. However, the anterior facial height had a significant increase, showing that vertical control could improve mandibular response.

Introduction

In 1899, Angle¹ defined Class II malocclusion as being the mesial relationship of the upper first molar in relation to the lower first molar. Taking into account the skeletal aspects is, however, of fundamental importance for both diagnosis and adequate treatment decision-making. More recent studies have shown that in addition to the problems related to sagittal and vertical dimensions, Class II malocclusions are frequently associated to transverse changes.²⁻³ The significantly reduced maxillary width found in patients with Class II, Division 1 malocclusion compared to individuals with normal occlusion

³ is considered a possible cause of sagittal discrepancy between bone bases as a result of functional mandibular retrusion.⁴

Transverse maxillary deficiency is often camouflaged by the Class II skeletal pattern itself, since the narrower anterior mandibular region relates to the posterior teeth of the maxilla, which undergoes an apparently normal transverse development,⁵ even in the absence of posterior cross-bite, the transverse maxillary deficient is present.²⁻³ The Class II malocclusion characteristics in all three spatial planes (sagittal, vertical, and transversal) are already present during deciduous dentition and remain in the mixed dentition with no self correction.⁶⁻⁷ According to Haas,⁸⁻⁹ as soon as transverse maxillary deficiency is diagnosed, rapid maxillary expansion (RME) is recommended regardless of other skeletal alterations because transverse dimension increase end earlier than other dimensions.

The majority of studies evaluating changes resulting from only RME showed that mandible assumes a more downward and backward position¹⁰⁻¹¹, which is an unwanted effect in Class II patients. However, these studies did not specify the type of malocclusion in the cases studied. Clinical observations and case reports showed either improvement or correction of sagittal relationship in Class II patients during retention phase following RME.¹²⁻¹³ McNamara et al.¹⁴ have recently evaluated radiographs of 58 patients during the mixed dentition period and they observed improvement in Class II relationship in 81% of the cases submitted to RME.

The growing technological advance in dental software allows cephalometric concepts and tools to be combined with the computed tomography (CT) advantages.¹⁵ Measurement errors are reduced because it is

possible to visualize anatomical points at sagittal, coronal, and axial planes with no image superposition, thus allowing real evaluation of dental and skeletal changes after RME.¹⁶⁻¹⁷

The objective of this study was to evaluate changes in dental and skeletal relationships immediately after RME as well as after the 6-month retention period in Class II, Division 1 malocclusion patients by cone beam computed tomography (CBCT)

Material and Methods

A sample of 17 children (8 boys and 9 girls, respectively, mean ages of 10.67 and 10.05 years old) presenting Class II division 1 malocclusion and transverse skeletal discrepancy of the maxilla was selected. This clinical prospective study was performed in the Department of Orthodontics of the Federal University of Rio de Janeiro after the approval by the local Research Ethics Committee and informed consent was obtained from the parents.

Inclusion criteria were Class II of Angle, overjet greater than 3 mm, age ranging from 7 and 12 years old and transverse maxillary discrepancy requiring RME. Hand-wrist radiograph was used to screen all patients who were at least 6 months before the peak of pubertal growth spurt²¹, and the initial computed tomography was used for diagnosis of skeletal Class II malocclusion (ANB greater than 3°)²² and skeletal maxillary atresia.²³

All patients were submitted to RME Haas protocol for children under 14 years old.²⁴⁻²⁵ The appliances were standardized using stainless steel wire of 0.047 inch in diameter (Rocky Mountain Orthodontics) and expansion screw of 11 mm (Dentaurum, Magnum – 600.303.30). The expander was activated one complete turn (0.8 mm) in the first day and 2/4 turn daily during 2-3 weeks,

depending on the diagnosed maxillary atresia, and further was left in place for six months as retention. CBTC were taken before treatment (T1), immediately after stabilization of expansion screw (T2), and after 6-month retention, when expander was removed (T3).

The scans were performed by a single cone beam computed tomography (I-CAT 3D Dental Imaging System, Pennsylvania, USA), with standard setting (120 KV, 47 mA, FOV 22 of cm, voxel of 0.4 mm, and scanning time of 30 s). During the scanning the patients were instructed to keep their teeth in occlusion and the mandibular positioner was removed to avoid any alteration in the menton region .Those examinations not following this pattern were repeated.

The volume data at T1, T2, and T3 were exported in DICOM (digital imaging and communication in medicine) format into Dolphin Imaging software ® (version 11.0, Dolphin Imaging, Charsworth, Calif), and it was possible to reconstruct 3D tomography images for analysis.

By using specific software functions, it was possible to obtain head positions according to axial, coronal, and sagittal planes.²⁶ This was necessary in order to replicate the head positions in all experimental times as well as to evaluate skeletal alterations regarding such fixed planes. The three planes used were the following (Fig 1) axial plane (axi), passing through right and left infraorbitale points as well as right porium; coronal plane (cor), passing through left and right porium, perpendicular to the chosen axial plane; and sagittal plane (sag), passing through nasion point, perpendicular to the chosen axial and coronal planes.

After orienting the head image, it was possible to view both volume and multiplanar reconstructions (MPR) at the three planes (Fig 2). The anatomical points (S, N, A, B, ENA, and Me)²³ were identified through MPR images and landmarks of 0.025 mm in diameter were used. To minimize possible measurement errors, two similar monitors were used. This allowed CBCT to be simultaneously handled for localization of planes and landmarks in all 3 study time for each patient, with T1 serving as reference. The measurements at each time (T1, T2, and T3) were performed separately by the same examiner within a 1-week interval.



Fig 1. 3D Digital image of the head after the orientation by the references planes axial, coronal and sagittal (*Software Dolphin Imaging®/Orientation function*)

The following measurements were performed (Fig 3 and 4): SNA (anteroposterior maxillary position), SNB (anteroposterior mandibular position), ANB (anteroposterior maxillo-mandibular relationship), N-ANS (upper anterior facial height), ANS-Me (lower anterior facial height), N-Me (anterior facial height), overjet (Oj), overbite (Ob), rMR (right molar relationship), and lMR (left molar relationship). Molar relationship was the perpendicular distance from the tip of mesio-buccal cusps of the upper first permanent molar to the mesio-buccal sulcus of the lower first permanent molar on the same side. rMR and

IMR were not measured at T2 because of artefacts caused by orthodontic bands in these tomography images

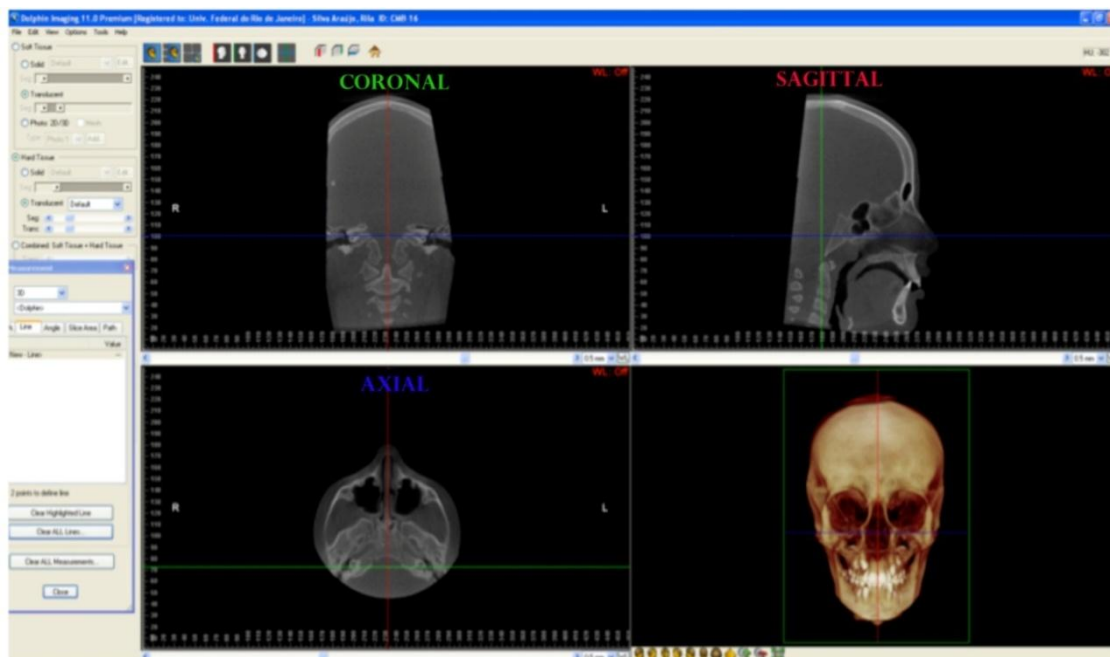


Fig 2. MPR images in the three planes (coronal, sagittal and coronal) and the 3D head reconstruction (*Software Dolphin Imaging@Measurement* function).

To evaluated reproducibility 15 tomography were randomly selected so that heads could be re-positioned, anatomical points identified, and measurements were made at two different times within a 2-week interval under the same conditions. Intra-class correlation test was applied in order to verify the intra-rater concordance (95% confidence interval) for all measurements. Concordance index was greater than 0.95 for all variables analyzed, except for rMR and IMR were 0.91.

Means, standard deviations, minimum and maximum values were calculated for each variable at T1, T2, and T3 as well as the changes observed between T1 and T2, T2 and T3, and T1 and T3 and the patients' percentage that had the same qualitative behavior in the mean difference of T1 to T3 (positive mean difference, ≥ 0.5 ; no chance, $-0.5 >$ and < 0.5 ; negative mean difference, ≤ -0.5). After finding the normal data distribution by means of Kolmogorov-Smirnov non-parametric test, statistically significant differences

were identified by using paired Student's t test ($P < 0.05$) between T2 and T1, T3 and T2, and T3 and T1. Statistical analysis was carried out using the SPSS software version 16.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

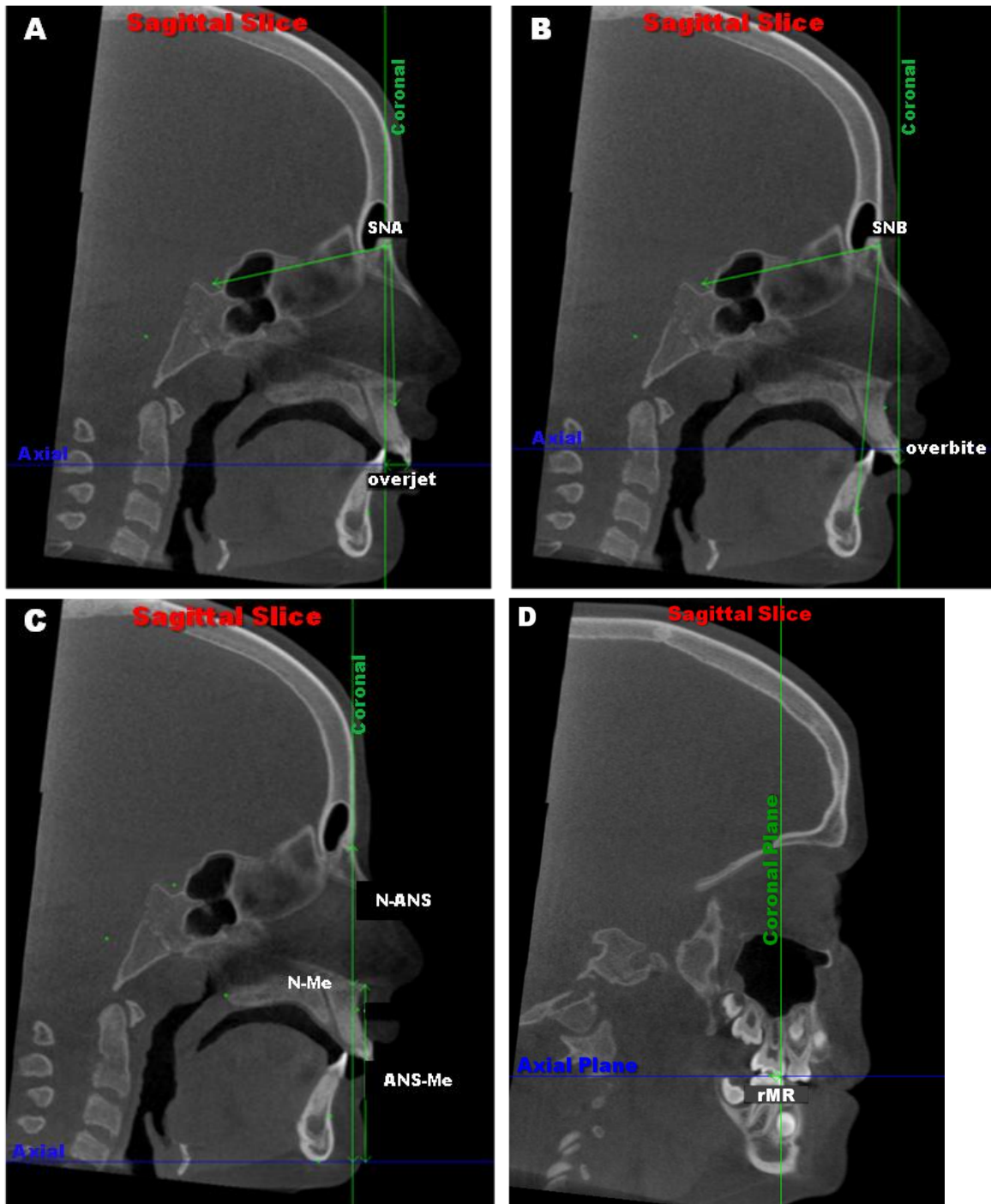


Fig 3. Digital image of Sagittal slice (MPR) with the landmarks S, N, A, B, ANS, Me and measurements. The axial and coronal plane allowed perpendicular distance. **A.** SNA and overjet; **B.** SNB and overbite.; **C.** N-ANS, ANS-Me and N-Me, **D.** rMR. (Software Dolphin Imaging® / Digitize/Measurement function)

Results

Opening of the median palatal suture was clinically confirmed in all patients with the inter-incisor diastema within 3-5 days following activation of expansor screw and then confirmed by CBCT at T2.

During the retention period one of the patients returned without the appliance, which had been replaced by a removable retention plaque, but data at T3 were not computed though.

The results regarding descriptive analysis and Student's t test are presented in Tables I, II, and III as well as Graphic I and II.

Table I. Descriptive analysis of measurements obtained in pre-treatment (T1), immediately after expansion (T2) and post-retention (T3).

	T1 (n=17)				T2 (n=17)				T3 (n=16)			
	Mean	Min.	Max.	S.D	Mean	Min.	Max.	S.D	Mean	Min.	Max.	S.D
SNA	79.71	74.38	86.20	3.31	80.92	76.88	86.07	2.99	80.09	76.53	86.07	2.98
SNB	73.15	66.8	77.2	3.41	72.92	67.71	76.6	2.66	73.7	69.34	77.6	2.72
ANB	6.61	3.4	9.49	2.10	8.00	4.24	10.70	2.25	6.39	2.50	10.03	2.03
N-ANS	46.87	36.94	55.80	4.54	47.27	36.84	56.52	5.34	47.92	37.93	56.66	4.76
ANS-Me	60.33	53.96	71.87	4.16	61.30	56.59	74.23	4.31	60.75	54.92	73.97	4.41
N-Me	107.2	95.21	116.7	6.06	108.6	94.96	117.57	6.66	108.7	96.18	119.22	6.51
Overjet	7.98	3.5	13.7	3.56	9.38	3.51	14.67	3.49	7.5	3.94	12.4	2.78
Overbite	4.36	1.35	6.68	1.61	2.59	0	5.5	1.79	4.51	1.62	7.67	1.78
rMR	3.18	0.5	9.09	2.5	---	---	---	---	1.84	-2.68	6.83	2.76
IMR	3.56	0.5	8.33	2.27	---	---	---	---	2.04	-2.83	7.7	2.59

n = sample number; Min = minimum; Max = maximum; SD = standard deviation.

Table II. Results regarding sagittal changes between pre-treatment and post-expansion (T2 – T1), post-retention and post-expansion (T3 – T2), and post-retention and initial (T3 – T1).

	T2-T1 (n=17)		T3-T2 (n=16)		T3-T1 (n=16)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
SNA	1.21*	1.96	-0.83*	1.28	0.38	1.32
SNB	-0.23	2.05	0.78*	1.26	0.55	1.76
ANB	1.39***	1.09	-1.61***	1.32	0.22	0.84
N-ANS	0.40	1.88	0.65	1.31	1.06*	1.45
ANS-Me	0.97*	1.40	-0.55*	0.90	0.42	1.40
N-Me	1.44***	1.82	0.02	1.18	1.46***	1.42
Overjet	1.4*	1.96	-1.87***	1.50	-0.47	1.33
Overbite	-1.76***	0.72	1.91***	0.92	0.15	0.56
rMR	---	---	---	---	-1.33**	1.23
IMR	---	---	---	---	-1.55**	1.55

n=number of patients; SD= Standard Deviation; Level of significance = * p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001

Table III. Patients' Number and percentage that increased (≥ 0.5), unchanged ($-0.5 >$ and < 0.5) or decreased (≤ -0.5) the measurements in the post-retention time relation to the pre-treatment time (T3-T1).

T3-T1 (N=16)			
	increased n(%)	unchanged n(%)	decreased n(%)
SNA	6(37.5)	9 (56.25)	1 (6.25)
SNB	8 (50)	5 (31.25)	3 (18.75)
ANB	5 (31.25)	3 (18.75)	8 (50)
N-ANS	13 (81.25)	3 (18.75)	----
ANS-Me	8 (50)	5 (31.25)	3 (18.75)
N-Me	13 (81.25)	2 (12.50)	1(6.25)
Overjet	4 (25)	2 (12.5)	10 (62.5)
Overbite	3 (18.75)	11 (68.75)	1 (6.25)
rMR	1 (6.25)	3 (18.75)	12 (75)
IMR	1 (6.25)	3 (18.75)	12 (75)

N=total number of patients; n = number of patients

Discussion

The knowledge of the actual skeletal and dental effects of the rapid maxillary expansion in Class II, Division 1 malocclusion patients is of fundamental importance in view of the maxillary atresia frequently observed in such a condition.³ Haas' expander was shown to be efficient for opening the median palatine suture in all patients, and none of them reported pain during the retention period except for a mild discomfort in the 3 first days of activation.

The changes occurring immediately after the RME worsen Class II malocclusion, showing a significant increase of 1.39° in ANB. The maxilla moved forward significantly (SNA increased 1.21°), whereas mandible moved backward at a lower proportion (SNB decreased 0.23°). With regard to the vertical dimension, the impact on mandible was greater than on maxilla (ENA-Me and N-ENA increased, respectively, 0.97 and 0.40 mm). Such alterations had already been reported by Haas²⁴ and the results were also confirmed by meta-analysis, in both, anteroposterior (ANB, SNA and SNB $1.17^\circ, 0.87^\circ$ and -

0.62°, respectively) and vertical (SN/mandibular plane, palatal plane/mandibular plane, and SN/palatal plane, respectively, 1.97°, 1.65° and 0.30°).²⁵ The occlusal aspects evaluated accompany skeletal alterations, showing significant increase in overjet (1.4 mm) and decrease in overbite (1.76 mm).

This initial worsening, also reported by Lima Filho¹³, in dental and skeletal Class II relationship can be more attributed to both premature contacts involving palatine cusps and dental-alveolar inclination caused by RME,²⁶⁻²⁷ than to inferior displacement of the maxilla.

Studies evaluating untreated Class II malocclusions patients revealed that dental and skeletal pattern cannot self-correct⁶⁻⁷, even becomes worse.²⁸⁻²⁹ Wendling³⁰ observed that some patients had spontaneous correction of their Class II relationship after RME. Increase in maxillary width favored a mandibular anterior positioning during the retention period (6-12 months following RME) in those cases of moderate Class II malocclusions. In our study, after correcting the transverse discrepancy, Haas expansor appliance was passively maintained during the following six months. It was observed that mandible shifted forward more than upward (SNB increased 0.78° and ENA-Me decreased 0.55 mm), which improved skeletal and dental relationship as overjet decreased 1.87 mm and overbite increased 1.91 mm.

The skeletal changes were not found to be significant at the end of evaluation compared to initial data, except for vertical dimension. On the other hand, dental relationship was found to be significantly improved (rMR and IMR decreased on average, respectively, 1.33 mm and 1.55 mm) in 75% of the patients, with only one worse in molar relationship (Table III). Recently, McNamara et al.¹⁴ observed a significant improvement in the molar relationship

after RME protocol (encapsulated appliance followed by removable plaque and transpalatal arch at the end of mixed dentition) in 81% of the 58 Class II patients compared to non-treated ones, respectively, 1.8 mm and 0.3 mm. The use of transpalatal arch containing 1MS of natural mesial migration following dentition change was raised as a factor favoring occlusal relation. In our study, the follow-up time was shorter and only one patient had the deciduous second molar exfoliated during the retention period.

The inferior displacement of maxilla was not found to be significant immediately after RME, differently from other studies.^{10-11,31-32} However, a significant increase superior anterior facial height at the final period of retention was observed in 81.25% of the patients (N-ENA increase 1.06 mm), a finding possibly attributed to some vertical growth of maxilla.^{12,33} McNamara et al.¹⁴ observed a 3.4-mm increase in the facial height at the end of study, a figure smaller than the 4.2 mm found in the control group (mean observation time 3.7 years). This vertical growth of maxilla is within the yearly estimation expected for children older than 9 years (1.5 mm for boys and 1.2 mm for girls).³³

The fact is that the vertical component, resulting either from RME or growth, limits the horizontal mandibular component, thus impeding anterior positioning of the menton.³⁴⁻³⁵ Control of the maxilla, mainly vertically, during active and retention phases would likely allow a further anterior positioning of the mandible.³⁶

Table I shows case standardization. The greatest variation was observed for the initial anterior facial height. Although mandibular retrusion is the main factor contributing to Class II malocclusions, the great variability within the same skeletal pattern³⁷ may have determined different responses to the

same treatment. Of course, increasing both number of patients and observation time, including the presence of a control group, would be ideal to perform a more accurate evaluation, but ethical reasons make it impossible to follow up Class II malocclusions patients without intervening when the diagnosed transverse discrepancy is present.⁸⁻⁹

Conclusions

Rapid maxillary intervention allowed more anterior than inferior positioning of the mandible during the retention period, thus improving the Class II dental relationship significantly in 75% of the patients studied. Vertical control of maxilla might allow an optimal anterior positioning of the mandible in Class II, Division malocclusion patients following correction of transverse discrepancy.

Acknowledgments

Brazilian government agency-CAPES foundation (Foundation for the Coordination of Higher Education and Graduate Training)

Federal University of Rio de Janeiro Financial support-FAPERJ (Foundation of Research Assistance in the State of Rio de Janeiro)

References

1. Angle EH. Treatment of malocclusion of the teeth. Philadelphia: SS White Manufacturing Company; 1899.
2. Uysal T, Memili B, Usumez S, Sari Z. Dental and Alveolar Arch Widths in Normal Occlusion, Class II division 1 and Class II division 2. *The Angle Orthodontist* 2005;75:941-947.
3. Sayin MO, Turkkahraman H. Comparison of Dental Arch and Alveolar Widths of Patients with Class II, Division 1 Malocclusion and Subjects with Class I Ideal Occlusion. *The Angle Orthodontist* 2004;74:356-360.
4. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L, Tanasescu CD. Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1996;110:417-422.
5. Will L. Transverse maxillary deformities: diagnosis and treatment. *Oral Maxillofac Surg* 1996;5:1-28.
6. Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA, Tollaro I. Early dentofacial features of Class II malocclusion: A longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;111:502-509.

7. You Z-H, Fishman LS, Rosenblum RE, Subtelny JD. Dentoalveolar changes related to mandibular forward growth in untreated Class II persons. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2001;120:598-607.
8. Haas AJ. Long-Term Posttreatment Evaluation of Rapid Palatal Expansion. *The Angle Orthodontist* 1980;50:189-217.
9. Haas AJ. Entrevista. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2001;6:1-10.
10. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:569-575.
11. Silva Filho OG, Boas CV, Capelozza LFO. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1991;100:171-179.
12. Wendling LK, McNamara JA, Franchi L, Baccetti T. A Prospective Study of the Short-term Treatment Effects of the Acrylic-splint Rapid Maxillary Expander Combined with the Lower Schwarz Appliance. *The Angle Orthodontist* 2005;75:7-14.
13. Lima Filho RMA, Lima AC, de Oliveira Ruellas AC. Spontaneous Correction of Class II Malocclusion After Rapid Palatal Expansion. *The Angle Orthodontist* 2003;73:745-752.
14. McNamara JA, Sigler LM, Franchi L, Guest SS, Baccetti T. Changes in Occlusal Relationships in Mixed Dentition Patients Treated with Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2010;80:230-238.
15. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;132:550-560.
16. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009;136:312.e311-312.e310.
17. Lagravère MO, Gordon JM, Guedes IH, Flores-Mir C, Carey JP, Heo G et al. Reliability of Traditional Cephalometric Landmarks as Seen in Three-Dimensional Analysis in Maxillary Expansion Treatments. *The Angle Orthodontist* 2009;79:1047-1056.
18. Fishman LS. Radiographic evaluation of Skeletal Maturation: A clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist* 1982;52:88-112.
19. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am. J. Orthod* 1953 39:729-755.
20. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. *Angle Orthod* 1981;51:115-150.
21. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1970;57:219-255.
22. Cevidanes L, Oliveira AEF, Motta A, Phillips C, Burke B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. *The Angle Orthodontist* 2009;79:971-977.
23. Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H et al. Accuracy and Landmark Error Calculation Using Cone-Beam Computed Tomography-generated Cephalograms. *The Angle Orthodontist* 2010;80:286-294.
24. Haas AJ. The Treatment Of Maxillary Deficiency By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist* 1965;35:200-217.

25. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc* 2006;137:44-53.
26. Wertz R. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1970;58:41-65.
27. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1965;35:178-186.
28. Fröhlich FJ. Changes in untreated Class II type malocclusions. *Angle Orthod* 1962;32:167-179.
29. Stahl F, Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA. Longitudinal growth changes in untreated subjects with Class II Division 1 malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008;134:125-137.
30. Wendling LK, McNamara JA, Franchi L, Baccetti T. A Prospective Study of the Short-term Treatment Effects of the Acrylic-splint Rapid Maxillary Expander Combined with the Lower Schwarz Appliance. *The Angle Orthodontist* 2004;75:7-14.
31. Haas AJ. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. *The Angle Orthodontist* 1961;31:73-90.
32. Akkaya S, Lorenzon S, Üçem TTA. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur. J. Orthod. Apr.* 1999;21:175-180.
33. Riolo ML, Moyers RE, McNamara JA, Hunter W. An atlas of craniofacial growth - Cephalometric standards from the University School Growth Study Michigan: University of Michigan-Monograph Craniofacial Series 1974.
34. Schudy FF. Vertical Growth Versus Anteroposterior Growth As Related To Function And Treatment. *The Angle Orthodontist* 1964;34:75-93.
35. Schudy FF. The Rotation Of The Mandible Resulting From Growth: Its Implications In Orthodontic Treatment. *The Angle Orthodontist* 1965;35:36-50.
36. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994;106:322-328.
37. McNAMARA JA. Components of Class II Malocclusion in Children 8–10 Years of Age. *The Angle Orthodontist* 1981;51:177-202.

5. DISCUSSÃO

A expansão rápida da maxila tem sido amplamente utilizada desde meados de 1960{Haas, 1965 #53}. Desde então, inúmeros protocolos e aparelhos tem sido propostos para a correção de discrepâncias transversais esqueléticas. Haas {Haas, 1961 #56}, descreveu a técnica de confecção do aparelho expensor dento mucoso suportado, e os efeitos por ele provocado tem sido avaliados desde então {Haas, 1970 #4;Haas, 1980 #51}.

O protocolo de expansão utilizado neste estudo se mostrou eficaz em todos os pacientes. A abertura da sutura palatina mediana foi confirmada na TCFC realizada em T2 para todos os pacientes, sendo que nenhum relatou sintomatologia dolorosa durante o período de contenção, apenas leve desconforto nas ativações dos três primeiros dias. A época do tratamento foi um aspecto importante a ser considerado, pois já foi referido em revisão sistemática que pacientes submetidos à ERM antes do pico do surto de crescimento puberal apresentam maiores efeitos esqueléticos e maior estabilidade do que quando utilizado mais tardiamente {Lagravere, 2005 #43}. Com o auxílio da radiografia de mão e punho, foi possível avaliar o estágio em que cada paciente avaliado encontrava-se na curva do surto de crescimento puberal, todos se encontravam antes do pico. O sucesso da terapia neste estudo está intimamente atribuído a este fator.

Apesar de consagrado o uso das radiografias cefalométricas para avaliação de alterações provocadas pela ERM, elas apresentam limitações inerentes a técnica. Programas computadorizados específicos permitem a reconstrução 3D do volume, além da visualização multiplanar de imagens axiais, coronais e sagitais, com alta definição e contraste. O uso das imagens tomográficas permitiu visualizar pontos e estruturas nos 3 planos do espaço, sem sobreposição de imagens, permitindo real avaliação das alterações dentárias e esqueléticas {Ludlow, 2009 #59; Lagravère, 2009 #58}. O alto coeficiente de correlação intraclasse obtido neste estudo mostra a precisão na localização dos pontos e conseqüente reprodução das medidas obtidas por meio de TCFC.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos transversos, anteroposteriores e verticais em indivíduos com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão após a correção da deficiência transversa da maxila e após período de contenção por meio de TCFC. Os resultados obtidos confirmam que mudanças significativas ocorrem tanto na maxila quanto na mandíbula ao final do período de contenção.

Em relação as alterações transversais, imediatamente após a estabilização do parafuso expensor, todas as medidas transversais apresentaram aumento altamente significativo. A largura basal da maxila aumentou em média 1.95 mm (29.10% da ativação do parafuso expensor) resultado similar encontrado por Podesser *et al.*, que também avaliaram os efeitos da ERM por meio de TCFC, porém com o aparelho expensor de *Hyrax* {Podesser, 2007 #93}. A largura alveolar e dentária apresentaram resultados significativamente maiores em nosso estudo, 4.3 e 6.9 mm, contra 2.6 e 3.6

mm, sendo que a quantidade média total do parafuso foi semelhante {Podesser, 2004 #89}. A diferença pode estar relacionada ao fato do aparelho expensor ter sido removido para a realização da TCFC imediatamente após a fase ativa, o que pode ter permitido alguma recidiva, diferentemente de nosso estudo, em que o aparelho só foi removido ao final da fase de contenção.

Durante a abertura da sutura palatina mediana, já foi relatado por alguns estudos que a maxila se desloca para baixo {Haas, 1961 #56; Chung, 2004 #26; Akkaya, Apr. 1999 #72; Silva Filho, 1991 #70} Isto acontece em razão do centro de resistência da maxila estar localizado mais superior, provocando inclinação vestibular dento alveolar das maxilas, posicionando a região da rafe palatina mais inferior {Wertz, 1970 #90; Zimring, 1965 #91; Majourau, 1994 #92}. Este efeito pode ser confirmado em nosso estudo, nas imagens tomográficas em T2, nos cortes sagitais, pelo aumento significativo das distâncias dos pontos ENA e ENP ao plano axial, e nos cortes coronais, pelo aumento significativo da inclinação dento alveolar para vestibular na região dos primeiros molares superiores ($7.31^\circ/6.46^\circ$) e do aumento da largura dentária maior do que a quantidade de ativação do parafuso expensor (102.84%).

Durante o período de contenção (T3-T2) as larguras basal e alveolar da maxila alcançadas após ERM não sofreram alteração significativa. O aparelho expensor de Haas mantido durante os seis meses, além de assegurar as novas dimensões transversais, permitiu a diminuição significativa da inclinação dento alveolar ocorrida inicialmente ($-5.71^\circ/-5.19^\circ$), com conseqüente diminuição da largura dentária (-0.91mm). Isto foi visualmente expressivo nos cortes coronais analisados (Figura 5, artigo 1).

Como relatado em estudos prévios,{Haas, 1970 #4;Silva Filho, 1995 #22;Chung, 2004 #26} o aumento transversal ocorrido, neste estudo, pelas forças da expansão ocorreu de forma triangular, com o ápice localizado superior. Ao final do período de contenção as larguras basal, alveolar e dentária encontravam-se significativamente maiores que a inicial, em média de 1.66mm, 4.69mm e 5.89mm, respectivamente, o que correspondeu a 24.97%, 72.32% e 91.08% da abertura total do parafuso expensor. Resultados similares foram encontrado por Ballanti et al.{Ballanti, 2009 #46}, os quais avaliaram, também por meio de TCFC, a ERM após 6 meses de contenção com o expensor do tipo *hyrax*. A largura entre os molares aumentou 5.1mm e 6.1mm, ao nível da raiz e coroa, respectivamente, sendo a ativação total do parafuso de 7mm. Já Garib et al,{Garib, 2005 #94} encontraram resultados maiores com o aparelho de Haas, ao nível basal o aumento foi de 5.5mm e dentário (coroa) de 8.1mm. No entanto, o tempo de contenção foi inferior, sendo que alguma recidiva ainda pode ser esperada.

A forte associação de deficiência transversal esquelética da maxila em pacientes com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão, mesmo na ausência de mordida cruzada posterior, ressalta a importância da correção desta discrepância evitando compensações dentárias {Uysal, 2005 #63;Sayin, 2004 #64;Alarashi, 2003 #9;Tollaro, 1996 #16}. Os resultados deste estudo mostraram que a expansão rápida da maxila com aparelho expensor de Haas em pacientes com maloclusão de Classe II não alterou significativamente a inclinação dos molares superior. A inclinação dento alveolar em T3 não se mostrou estatisticamente diferente da inicial. Isto demonstra que o aumento na largura dentária provocada pela ERM promoveu movimento de translação

efetivo dos dentes de ancoragem. Ballanti et al. {Ballanti, 2009 #46} também obteve o mesmo resultado com o aparelho de Hyrax, enquanto que ao final do estudo de Garib et al. {Garib, 2005 #94} os molares encontravam-se com inclinação aumentada significativamente. O tempo de contenção de 3 meses pode não ter sido o suficiente para os molares retornarem a inclinação inicial.

O conhecimento dos reais efeitos esqueléticos e dentários da expansão rápida da maxila em pacientes com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão é de fundamental importância frente a grande frequência de atresia maxilar nesta maloclusão {Sayin, 2004 #64}. No entanto, após a correção desta discrepância transversal com a ERM, não ocorrem alterações apenas no sentido transversal, mas também no sentido anteroposterior e vertical. Os estudos que avaliaram os efeitos esqueléticos sagitais e verticais na maxila e mandíbula após ERM ainda mostram resultados controversos. Todos avaliaram por meio de radiografias cefalométricas laterais ou não distinguiram quanto ao tipo de maloclusão (classe I, II ou III) dos pacientes avaliados.

Em relação às alterações imediatas (T2-T1) no sentido anteroposterior, a maxila se deslocou significativamente para frente e para baixo. Estes resultados estão de acordo com achados prévios de Haas {Haas, 1961 #56}, Chung e Blanca {Chung, 2004 #26} e Akkaya et al. {Akkaya, Apr. 1999 #72} e discorda de Silva Filho et al. {Silva Filho, 1991 #70}, que não encontraram alterações significativas na maxila no sentido anteroposterior, apenas no sentido vertical.

Na mandíbula, durante a fase ativa, a região anterior deslocou-se significativamente para trás e para baixo. A região do ângulo mandibular direito e esquerdo acompanhou as alterações no mesmo sentido, porém o

deslocamento para trás foi inferior e não significativo. Os estudos em que avaliaram o efeito imediato do aparelho expensor, sendo a única aparatologia empregada, são unânimes em afirmar este posicionamento para trás e para baixo da mandíbula, levando assim, a abertura do plano mandibular e aumento da altura facial {Haas, 1961 #56;Akkaya, Apr. 1999 #72;Chung, 2004 #26;Silva Filho, 1991 #70;Sandikçiolu, 1997 #23}.

Estas alterações imediatas AA ERM pioraram significativamente o relacionamento maxilomandibular anteroposterior (ANB aumentou 1.39°) e vertical (N-Me aumentou 1.44 mm). Os aspectos oclusais avaliados acompanharam as alterações esqueléticas, mostrando significativo aumento do overjet (1.4 mm) e diminuição do overbite (1.76 mm). Este agravamento inicial, também relatado por Lima Filho{Lima Filho, 2003 #35}, no relacionamento dentário e esquelético da Classe II pode ser atribuído aos contatos prematuros nas cúspides palatinas sobreexpandidas e inclinação dento-alveolar provocadas pela ERM e deslocamento inferior da maxila {Wertz, 1970 #90;Zimring, 1965 #91}.

O período de contenção da ERM faz parte do protocolo e deve ser no mínimo de 3 meses {Haas, 2001 #61}. Este período foi importante, não apenas para a manutenção dos resultados transversais obtidos no tratamento, mas também para adaptação de todo complexo maxilo-mandibular e dento-alveolar a nova dimensão transversal {Wendling, 2005 #74}. Durante este período (T3-T2) as respostas imediatas tenderam a retornar a posição inicial. No entanto, ocorreu aumento vertical na região da maxila, quando comparado ao inicial.

Diferentemente da fase ativa, na qual o tempo foi curto (2-3 semanas), o período de contenção, foi mais longo (6 meses), sendo que o crescimento

vertical da maxila pode ter tido alguma influência nas alterações. Wendling et al. {Wendling, 2004 #50} observou, em crianças tratadas com expansor encapsulado, aumento de 0.2 mm na altura facial inferior, sendo este menor do que o esperado para meninos e meninas (1.5 mm e 1.2 mm por ano, respectivamente a partir dos 9 anos de idade){Riolo, 1974 #88}.

O aumento das dimensões verticais se mostrou significativo ao final do período de contenção (T3-T1) em todas as medidas analisadas.

As alterações anteroposteriores durante o período de contenção (T2-T3) foram significativas apenas para mandíbula. O aumento da dimensão transversal permitiu que ela se encontrasse significativamente em posição mais anterior que a inicial, mesmo mantendo-se mais inferior. Como relatado em estudo anterior, a mandíbula se acomoda em posição oclusal de maior conforto, reduzindo a tendência da mordida cruzada vestibular posterior causada pela ERM.{Wendling, 2005 #50}. O posicionamento mandibular permitiu melhora no relacionamento esquelético e dentário, com diminuição do overjet em 1.87mm e aumento do overbite de 1.91 mm.

A maxila tendeu a retornar a posição sagital inicial, mas ainda permaneceu significativamente mais anterior. No estudo de Wendling et al. a maxila também se manteve a frente, com aumento significativo do SNA de 0.4° e a mandíbula se manteve, sem alteração do SNB {Wendling, 2004 #50}. Estudos em que foi avaliado em longo prazo o efeito da ERM não encontraram alterações sagitais e verticais significativas na maxila e mandíbula {Chang, 1997 #76;Garib, 2007 #40}.

No entanto, as mudanças esqueléticas, não se mostraram significativas, com exceção da vertical, ao final da avaliação quando comparada com o inicial.

Já o relacionamento dentário mostrou significativa melhora (RMD e RME diminuíram em média 1.33 e 1.55 mm) em 75% dos pacientes, sendo que apenas em um a relação piorou. Recentemente, McNamara et al. {McNamara, 2010 #57} observou melhora significativa na relação molar após protocolo de ERM (aparelho encapsulado, seguido de placa removível e arco transpalatino no final da dentição mista) em 81% dos 58 pacientes com relação molar de classe II, melhora em média de 1.8 mm, contra apenas 0.3 mm em pacientes com relação molar de Classe II não tratados. O uso da barra transpalatina contendo o 1MS da migração natural para mesial após a troca dentária foi levantado como fator de melhora na relação oclusal. Em nosso estudo o tempo de acompanhamento foi menor, sendo que apenas um dos pacientes esfoliou o segundo molar decíduo durante o período de contenção.

O fato é que o componente vertical, seja por consequência da ERM ou por crescimento, limita o componente horizontal, impedindo a expressão anterior do mento {Schudy, 1964 #86; Schudy, 1965 #85}. O controle da maxila, principalmente vertical, durante a fase ativa e contenção, provavelmente permitiria maior expressão anterior da mandíbula {Majourau, 1994 #92}.

A escassez de trabalhos que avaliem a ERM apenas em pacientes Classe II pode ter sido uma das causas da diferença dos resultados encontrado em nosso estudo. Acreditamos sim, a partir de estudos prévios e relatos clínicos {Tollaro, 1996 #16; Lima Filho, 2003 #35; McNamara, 2010 #57; Wendling, 2005 #50} que os diferentes tipos de maloclusões tenham respostas, principalmente mandibular, diferentes para ERM, sendo assim importante avaliar os resultados em cada tipo de maloclusão.

Para avaliação mais completa, indica-se aumentar o número de indivíduos e o tempo de observação. Além disso, comparar com um grupo controle seria recomendado, porém, por razões éticas, o acompanhamento de pacientes com maloclusão de classe II e atresia maxilar, sem intervenção no problema assim que diagnosticado torna-se pouco ético {Haas, 1980 #51; Haas, 2001 #61}.

6 CONCLUSÃO

Os efeitos esqueléticos e dentários provocados pela expansão rápida da maxila em pacientes com maloclusão de Classe II, 1ª Divisão foram:

6.1 Efeitos imediatos

- 6.1.1 No sentido transversal ocorreu aumento significativo da dimensão transversa maxilar a nível basal, alveolar e dentário, com inclinação dento alveolar significativa na região dos molares.
- 6.1.2 No sentido anteroposterior, a maxila se deslocou para frente e a mandíbula para trás, levando ao aumento significativo do *overjet*.
- 6.1.3 No sentido vertical, a maxila e mandíbula deslocaram-se para baixo, levando a diminuição do *overbite*. Tanto o relacionamento esquelético, quanto o dentário pioraram na maloclusão de Classe II, 1ª Divisão no sentido anteroposterior e vertical.

6.2 Efeitos após seis meses de contenção

- 6.2.1 No sentido transversal, o período de contenção permitiu a manutenção do ganho transversal esquelético e o retorno

das inclinações dento alveolares. Ao final a largura maxilar basal aumentou 24.97%, a alveolar 72.32% e a dentária 91.08% da ativação do parafuso expensor, sem provocar alteração significativa na inclinação dento alveolar dos molares.

6.2.2 No sentido anteroposterior, a mandíbula se deslocou significativamente para frente, com maior expressão anterior que a posição inicial, enquanto que a maxila não sofreu alterações significativas neste período. O relacionamento dentário posterior melhorou em 75% dos pacientes avaliados.

6.2.3 No sentido vertical, tanto a maxila quanto a mandíbula encontraram-se em posição mais inferior que a inicial.

7 RECOMENDAÇÕES

Futuros estudos sobre o controle vertical, com aparelho extra-bucal, durante a expansão rápida da maxila em pacientes com maloclusão de Classe II seriam relevantes, para avaliar e comparar o comportamento mandibular no sentido anteroposterior e vertical.

As tomografias computadorizadas neste estudo forneceram informações valiosas e ainda não exploradas. Avaliar as suturas envolvidas, assim como suas densidades antes, durante e após o período de contenção parece ser interessante tanto para o entendimento das respostas frente a ERM, quanto a estabilidade deste procedimento.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akkaya, S., S. Lorenzon, *et al.* A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. Eur. J. Orthod., v.21, n.2, p.175-180. Apr. 1999.

Alarashi, M., L. Franchi, *et al.* Morphometric Analysis of the Transverse Dentoskeletal Features of Class II Malocclusion in the Mixed Dentition. Angle Orthod, v.73, n.1, p.21-25. 2003.

Angle, E. H. Treatment of malocclusion of the teeth. Philadelphia: SS White Manufacturing Company. 1899

Baccetti, T., L. Franchi, *et al.* Early dentofacial features of Class II malocclusion: A longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.111, n.5, p.502-509. 1997.

Ballanti, F., R. Lione, *et al.* Immediate and Post-Retention Effects of Rapid Maxillary Expansion Investigated by Computed Tomography in Growing Patients. The Angle Orthodontist, v.79, n.1, p.24-29. 2009.

Chang, J. Y., J. J. A. McNamara, *et al.* A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.112, n.3, p.330-337. 1997.

Chung, C.-H. e B. Font. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.126, n.5, p.569-575. 2004.

Fishman, L. S. Radiographic evaluation of Skeletal Maturation: A clinically oriented method based on hand-wrist films. The Angle Orthodontist, v.52, n.2, p.88-112. 1982.

Franchi, L. e T. Baccetti. Transverse maxillary deficiency in Class II and Class III malocclusions: a cephalometric and morphometric study on postero-anterior films. Orthod Craniofacial Res, v.8. 2005.

Fröhlich, F. J. Changes in untreated Class II type malocclusions. Angle Orthod, v.32, n.3, p.167-179. 1962.

Garib, D. G., J. F. C. Henriques, *et al.* Longitudinal Effects of Rapid Maxillary Expansion. The Angle Orthodontist, v.77, n.3, p.442-448. 2007.

_____. Rapid Maxillary Expansion-Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. Angle Orthod, v.75, n.4, p.548-557. 2005.

Haas, A. J. Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture. The Angle Orthodontist, v.31, n.2, p.73-90. 1961.

_____. The Treatment Of Maxillary Deficiency By Opening The Midpalatal Suture. The Angle Orthodontist, v.35, n.3, p.200-217. 1965.

_____. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.57, p.219-55. 1970.

_____. Long-Term Posttreatment Evaluation of Rapid Palatal Expansion. The Angle Orthodontist, v.50, n.3, p.189-217. 1980.

_____. Entrevista. R Dental Press Ortodon Ortop Facial, v.6, n.1, p.1-10. 2001.

Lagravère, M. O., J. M. Gordon, *et al.* Reliability of Traditional Cephalometric Landmarks as Seen in Three-Dimensional Analysis in Maxillary Expansion Treatments. The Angle Orthodontist, v.79, n.6, p.1047-1056. 2009.

Lagravere, M. O., P. W. Major, *et al.* Long-Term Dental Arch Changes After Rapid Maxillary Expansion Treatment: A Systematic Review. The Angle Orthodontist, v.75, n.2, p.155-161. 2005.

Lima Filho, R. M. A., A. C. Lima, *et al.* Spontaneous Correction of Class II Malocclusion After Rapid Palatal Expansion. The Angle Orthodontist, v.73, n.6, p.745-752. 2003.

Lima, R. e A. M. Bolognese, Eds. Ortodontia: Arte e Ciência. Maringá: Dental Press Editora, p.496, Primeira ed. 2007.

Ludlow, J. B., M. Gubler, *et al.* Precision of cephalometric landmark identification: Cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.136, n.3, p.312.e1-312.e10. 2009.

Majourau, A. e R. Nanda. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.106, n.3, p.322-8. 1994.

Mcnamara, J. A., L. M. Sigler, *et al.* Changes in Occlusal Relationships in Mixed Dentition Patients Treated with Rapid Maxillary Expansion. The Angle Orthodontist, v.80, n.2, p.230-238. 2010.

Moshiri, M., W. C. Scarfe, *et al.* Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography.

American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.132, n.4, p.550-560. 2007.

Podesser, B., S. Williams, *et al.* Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. European Journal of Orthodontics, v.26, n.2, p.209-215. 2004.

_____. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. Eur. J. Orthod., v.29, p.37-44. 2007.

Ricketts, R. M. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. Angle Orthod., v.51, n.2, p.115-50. 1981.

Riolo, M. L., R. E. Moyers, *et al.* An atlas of craniofacial growth -Cephalometric standards from the University School Growth Study Michigan: University of Michigan-Monograph Craniofacial Series 1974

Sandikçiolu, M. e S. Hazar. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.111, n.3, p.321-327. 1997.

Sayin, M. O. e H. Turkkahraman. Comparison of Dental Arch and Alveolar Widths of Patients with Class II, Division 1 Malocclusion and Subjects with Class I Ideal Occlusion. The Angle Orthodontist, v.74, n.3, p.356-360. 2004.

Schudy, F. F. Vertical Growth Versus Anteroposterior Growth As Related To Function And Treatment. The Angle Orthodontist, v.34, n.2, p.75-93. 1964.

_____. The Rotation Of The Mandible Resulting From Growth: Its Implications In Orthodontic Treatment. The Angle Orthodontist, v.35, n.1, p.36-50. 1965.

Silva Filho, O. G., C. V. Boas, *et al.* Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.100, n.2, p.171-179. 1991.

Silva Filho, O. G., L. A. Prado Montes, *et al.* Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.107, n.3, p.268-275. 1995.

Silva, M. A. G., U. Wolf, *et al.* Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.133, n.5. 2008.

Stahl, F., T. Baccetti, *et al.* Longitudinal growth changes in untreated subjects with Class II Division 1 malocclusion. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.134, n.1, p.125-137. 2008.

Steiner, C. C. Cephalometrics for you and me. Am. J. Orthod, v.39, n.10, p.729-55. 1953

Tanaka, O., B. Orellana, *et al.* Detalhes singulares nos procedimentos operacionais da disjunção palatina. R Dental Press Ortodon Ortop Facial, v.9, n.4, p.98-107. 2004.

Tollaro, I., T. Baccetti, *et al.* Role of posterior transverse interarch discrepancy in Class II, Division 1 malocclusion during the mixed dentition phase. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.110, n.4, p.417-422. 1996.

Uysal, T., B. Memili, *et al.* Dental and Alveolar Arch Widths in Normal Occlusion, Class II division 1 and Class II division 2. The Angle Orthodontist, v.75, n.6, p.941-947. 2005.

Wendling, L. K., J. A. Mcnamara, *et al.* A Prospective Study of the Short-term Treatment Effects of the Acrylic-splint Rapid Maxillary Expander Combined with the Lower Schwarz Appliance. The Angle Orthodontist, v.75, n.1, p.7-14. 2004.

_____. A Prospective Study of the Short-term Treatment Effects of the Acrylic-splint Rapid Maxillary Expander Combined with the Lower Schwarz Appliance. The Angle Orthodontist, v.75, n.1, p.7-14. 2005.

Wertz, R. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. Am J Orthod Dentofacial Orthop, v.58, p.41-65. 1970.

Will, L. Transverse maxillary deformities: diagnosis and treatment. Oral Maxillofac Surg, v.5, p.1-28. 1996.

You, Z.-H., L. S. Fishman, *et al.* Dentoalveolar changes related to mandibular forward growth in untreated Class II persons. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v.120, n.6, p.598-607. 2001.

Zimring, J. F. e R. J. Isaacson. Forces produced by rapid maxillary expansion. Angle Orthod, v.35, p.178-86. 1965.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)