

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

ANDRÉ WEISSHEIMER

**EFEITOS IMEDIATOS DA EXPANSÃO RÁPIDA DA  
MAXILA NO SENTIDO TRANSVERSAL, COM OS  
DISJUNTORES TIPO HAAS E HYRAX, EM  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA  
*CONE BEAM***

Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes.

Orientador

Porto Alegre

2008

ANDRÉ WEISSHEIMER

**EFEITOS IMEDIATOS DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA NO SENTIDO  
TRANSVERSAL, COM OS DISJUNTORES TIPO HAAS E HYRAX, EM  
TOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Ortodontia e Ortopedia Facial, da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes.

Porto Alegre, 2008

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)**

W433e

Weissheimer, André

Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os disjuntores tipo haas e hyrax, em tomografia computadorizada cone beam / André Weissheimer. - Porto Alegre, 2008.

149 f.

Diss. (Mestrado em Odontologia) - PUCRS, Fac. de Odontologia.

Professor orientador: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes

1. Odontologia. 2. Ortodontia. 3. Técnica de Expansão Palatina. 4. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. 5. Maxila – Expansão Rápida. I. Título.

CDD: 617.643

Alessandra Pinto Fagundes

Bibliotecária

CRB10/1244

ANDRÉ WEISSHEIMER

**EFEITOS IMEDIATOS DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA NO SENTIDO  
TRANSVERSAL, COM OS DISJUNTORES TIPO HAAS E HYRAX, EM  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Ortodontia e Ortopedia Facial, da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

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

**BANCA EXAMINADORA:**

Profa. Dra. Mônica Tirre de Souza Araujo - UFRJ

---

Profa. Dra. Nilza Pereira da Costa - PUCRS

---

Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes - PUCRS

---

*Dedico esse trabalho especialmente a Deus e a minha família.*

*A Deus, por me conduzir com fé e esperança nos tortuosos caminhos da vida, dando-me a força e coragem necessárias para a realização dos meus objetivos e principalmente, por me propiciar crescer em um ambiente familiar feliz e harmonioso.*

*Aos meus pais, Carlos e Neiva, por serem exemplos de dedicação e amor aos seus filhos e que muitas vezes abriram mão de seus próprios sonhos para que eu realizasse os meus. Não existem palavras que expressem a eterna gratidão, orgulho e amor e que tenho por vocês.*

*Ao meu irmão Rafael, pela verdadeira amizade, confiança e apoio em todos os momentos da minha vida, e principalmente, pela ajuda concedida durante esses anos de pós-graduação, serei eternamente grato. O amor de nossos pais nos fez irmãos, por escolha nos tornamos amigos.*

*A minha pequena sobrinha Ana Julia, por trazer entusiasmo e alegria às nossas vidas.*

## AGRADECIMENTOS

---

*Em especial, a Professora Doutora Luciane Macedo de Menezes, pela demonstração de amor à ciência, abnegação e dedicação ao ensino, pelo exemplo de conduta profissional, ética, moral e organização com que conduz o curso de mestrado em Ortodontia. Por ser a principal responsável pela minha formação ortodôntica e constante incentivadora do meu aprimoramento profissional, tenho-a como um exemplo a ser seguido. Agradeço a confiança em mim depositada, a constante presença e auxílio durante todo planejamento e execução deste trabalho e por brindar-me com um ótimo convívio e amizade. Esse sonho não teria sido possível sem a tua ajuda. Muito Obrigado.*

*A minha grande amiga Daniela Marchiori Dias, pela amizade sincera e ótimo convívio durante os anos da especialização, do mestrado e por agora, compartilharmos da conclusão este trabalho. Sou muito grato por me acolher tão bem em Porto Alegre, diminuindo a saudade dos meus familiares com os almoços de domingo junto a sua família, por ceder-me seu consultório sempre que precisei, além da confiança em mim depositada para realizar seu tratamento ortodôntico. Você foi essencial para a realização dessa dissertação, pela sua organização, dedicação e pelo árduo trabalho nas incansáveis manhãs quando construímos essa amostra.*

*Ao Mauricio Barbieri Mezomo, pela grande amizade e convívio durante os anos do mestrado. Tive o privilégio de ter como amigo e colega um ortodontista diferenciado, que contribuiu sobremaneira para a minha evolução como profissional. Tivemos muitos momentos de alegria durante o curso, alguns inesquecíveis e que certamente ficarão gravados na lembrança.*

*A Professora Susana Maria Deon Rizatto, pelo exemplo de dedicação ao ensino da Ortodontia. Por me fazer enxergar o mundo de uma maneira diferente, com outros olhos. A sua grande experiência e satisfação em ensinar certamente estimularam a minha busca pelo conhecimento. Expresso minha gratidão pela amizade, confiança e por abrir as portas da sua clínica particular, ensinando-me as lições que não estão nos livros.*

*Ao Professor Doutor Eduardo Martinelli de Lima, pelo ótimo convívio e amizade, pela maneira simples e humilde de transmitir sua imensa experiência clínica e conhecimentos científicos, que contribuíram sobremaneira para a minha formação profissional.*

*Ao Fernando Martinelli pela amizade construída e ajuda na elucidação de diversas dúvidas, sobre as mais variadas questões ortodônticas.*

*Ao Professor Rogério Belle, não apenas pelos conhecimentos cirúrgicos transmitidos, mas também pela ótima amizade e convívio durante esses anos do curso.*

*Aos demais professores do Programa de Pós-graduação em Odontologia, por contribuírem para o meu aprimoramento profissional.*

*Aos colegas de turma do mestrado, Mauricio, Dani, Stefan, Janise e Patricia pela amizade, convívio e troca de experiências durante o curso.*

*Aos colegas do primeiro ano, Álvaro, Alexandra, Eleonora, Mauro, Laércio e Susiane, pela amizade e convívio.*

*A Fabiane Azeredo pela amizade e ajuda prestada nas mais diversas situações durante todo o curso.*

*Ao amigo Fabiano Goulart Azambuja, pela verdadeira amizade, apoio e companheirismo durante todos esses anos.*

*A minha namorada Mariana por seu amor, carinho, apoio e principalmente, compreensão pelos momentos em que estive ausente.*

*Aos Professores da disciplina de Ortodontia da Universidade Federal de Santa Catarina, Doutores, Arno Locks, Roberto Rocha, Gerson L. U. Ribeiro, Daltró Ritter e Carla Derech, expresso a imensa gratidão por me propiciarem uma formação ortodôntica sólida, desde a graduação até a especialização. Se hoje posso enxergar mais longe é porque me apoiei em ombros de gigantes, gigantes da Ortodontia.*

*Ao Dr. Vinicius Dutra, do Centro de Diagnóstico por Imagem (CDI), pelo apoio na área de Radiologia e as assistentes Cláudia e Gisele, por realizaram os exames tomográficos dos pacientes dessa pesquisa.*

*A Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, representada por seu diretor, Professor Dr. Marcos Túlio Mazzini de Carvalho, pela excelente estrutura e qualidade de ensino proporcionada.*

*Ao coordenador do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUCRS, Professor Dr. José Antonio Poli de Figueiredo, pela organização e profissionalismo com que conduz os cursos de especialização, mestrado e doutorado desta Universidade.*

*Aos funcionários da secretaria de Pós-Graduação, Ana, Carlos, Davenir e Marcos, pela atenção e assistência concebida durante o curso.*

*Aos funcionários Alessandra, Carla, Clesia, Glaci, Denise, Daena, Rejane e Zoila, que sempre auxiliaram nas atividades realizadas durante o curso.*

*A CAPES, pelo apoio financeiro disponibilizado através da bolsa flexível, indispensável para a realização deste curso.*

## RESUMO

---

O objetivo deste estudo prospectivo foi avaliar e comparar, quantitativamente, os efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, através de tomografia computadorizada de feixe cônico (*cone beam*). A amostra foi constituída de 33 indivíduos (11 meninos e 22 meninas, média de idade cronológica de 10 anos e 9 meses) portadores de deficiência maxilar transversal. Esses pacientes foram distribuídos aleatoriamente entre os grupos (1) Haas, composto por 18 indivíduos e (2) Hyrax, composto por 15 indivíduos. Todos os pacientes foram submetidos ao protocolo de expansão rápida da maxila com ativação inicial de 4/4 de volta (0,8 mm) e diária de 2/4 de volta (0,4 mm), até o parafuso expensor alcançar 8 mm. A avaliação foi realizada em tomografias computadorizadas *cone beam* de face nos tempos: pré-expansão (T1) e ao final da fase ativa da expansão (T2). Medidas esqueléticas, dento-alveolares e dentárias foram comparadas através da análise de variância de modelo misto e complementadas pelo ajuste de Tukey-Kramer, considerando o nível de significância de 5%. Os resultados mostraram aumento significativo ( $p < 0,0001$ ) de todas as dimensões esqueléticas, dento-alveolares e dentárias da maxila no sentido transversal. De modo geral o efeito ortopédico foi menor na região posterior da maxila, sendo de 30 a 41,5 % da ativação do parafuso expensor, comparado à região anterior, onde os aumentos foram de 43,5 a 50%. O disjuntor tipo Hyrax apresentou maior efeito ortopédico imediato sobre a dimensão transversal da maxila quando comparado ao disjuntor tipo Haas. A expansão dos processos alveolares foi em geral de 70,2% da ativação do parafuso, e não houve diferenças entre os Grupos Haas e Hyrax. A expansão dentária representou 97,5% da quantidade de ativação do parafuso, sendo que os primeiros molares inclinaram para vestibular, em média,  $7,53^\circ$  do lado direito e  $6,17^\circ$  do lado esquerdo. O disjuntor tipo Haas teve maior tendência significativa ( $p = 0,0008$ ) em inclinar os primeiros molares para vestibular do que disjuntor tipo Hyrax.

**Palavras-chave:** Técnica de Expansão Palatina. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Expansão Rápida da Maxila. Disjuntor tipo Haas. Disjuntor tipo Hyrax.

## ABSTRACT

---

The purpose of this prospective study was to evaluate and compare, quantitatively, the immediate effects of rapid maxillary expansion in the transverse plane, with the tooth tissue-born (Haas-type) and tooth-born (Hyrax) expanders, in cone-beam computed tomography. A sample of 33 subjects (11 boys e 22 girls; mean age, 10 years and 9 months), with transverse maxillary deficiency, were randomly divided into two groups: (1) Haas group with 18 subjects and (2) Hyrax group with 15 subjects. All patients were subjected to rapid maxillary expansion protocol with initial activation of four-quarter turn (0.8 mm), followed by two-quarter turn (0.4 mm) daily up to the expansion screw reach 8 mm. Cone-beam computed tomography were taken before expansion (T1) and at the end of active expansion phase (T2). Skeletal, dentoalveolar and dental measurements were compared by using mixed analysis of variance model and Tukey-Kramer method, at a significance level of 5%. The results showed significant ( $p < 0.0001$ ) increase in all skeletal, dentoalveolar and dental dimensions of the maxilla in transverse plane. In general, skeletal expansion was smaller in the posterior region, accounting for 30 a 41,5 % of screw activation, compared to anterior region, where the increases accounted for 43,5 a 50%. The Hyrax expander produced greater immediate skeletal effect in the transverse dimension of maxilla than the Haas-type expander. The expansion in dentoalveolar region accounted, in general, for 70,2% of screw activation, and there were no significant differences between the two expanders. Dental expansion accounted for 97,5% of screw activation, with the first permanent molars showing significant ( $p < 0.0001$ ) buccal tipping, mean of 7,53 degrees in the right side and 6.17 degrees in the left side. The Haas-type expander had greater significant tendency to tip the first permanent molars buccally than Hyrax expander ( $p = 0.0008$ ).

**Key-words:** Palatal Expansion Technique. Cone-Beam Computed Tomography. Rapid Maxillary Expansion. Tooth Tissue-Born Expander. Tooth-Born Expander.

## LISTA DE FIGURAS

---

- Figura 1.** Vista intra-bucal superior mostrando o disjuntor tipo Haas, na fase pós-expansão (T2). .....64
- Figura 2.** Vista intra-bucal superior mostrando o disjuntor tipo Hyrax na fase pós-expansão (T2). .....66
- Figura 3.** Imagem tomográfica inicial T1 (A e B) e pós-expansão T2 (C e D). Na parte superior, os cortes axiais com as linhas MPR1 determinando as áreas a partir das quais foram gerados os cortes coronais (parte inferior da figura) e realizada análise das dimensões transversais da região posterior da maxila. ....72
- Figura 4.** Exemplo da avaliação das alterações angulares dos primeiros molares permanentes superiores antes T1 (A e B) e imediatamente após a expansão rápida da maxila T2 (C e D). .....73
- Figura 5.** Imagem do software EFILM mostrando a região sobre o corte axial (linha verde MPR1 na imagem da esquerda) a partir da qual foi gerada a imagem coronal da região posterior da maxila (imagem do lado direito) e seus pontos tomográficos. ....75
- Figura 6.** Imagem tomográfica, no sentido coronal, mostrando os pontos, distâncias e ângulos utilizados para avaliação das dimensões transversais da região posterior da maxila. ....76
- Figura 7.** Imagem tomográfica inicial T1 (A e B) e pós-expansão T2 (C e D). Na parte superior, observa-se o local da reconstrução multiplanar em volume sobre as imagens axiais. Na parte inferior, são exibidas as imagens coronais provenientes dessa reconstrução em volume, com as mensurações das dimensões transversais da maxila. ....77
- Figura 8.** Imagem do software EFILM mostrando o corte axial, sobre o qual foi realizada reconstrução multiplanar em volume de 12 mm a partir da linha MPR1 (imagem da esquerda) para gerar a imagem coronal (imagem do lado direito) sobre a qual os pontos tomográficos foram determinados. ....79

<b>Figura 9.</b> Imagem tomográfica no sentido coronal gerada a partir da reconstrução multiplanar em volume, mostrando os pontos e distâncias adicionais utilizados para avaliação das dimensões transversais da região posterior da maxila.....	80
<b>Figura 10.</b> Imagem tomográfica inicial T1 (A e B) e imediatamente pós-expansão T2 (C e D). Na parte superior, os cortes axiais com as linhas MPR1 determinam as áreas a partir das quais foram gerados os cortes coronais (parte inferior da figura) e realizada análise das dimensões transversais da região anterior da maxila.....	81
<b>Figura 11.</b> Imagem do software EFILM mostrando a região sobre o corte axial (linha verde MPR1 na imagem da esquerda) a partir da qual foi gerada a imagem coronal da região anterior da maxila (imagem do lado direito) e seus pontos tomográficos.....	83
<b>Figura 12.</b> Imagem tomográfica no sentido coronal exibindo os pontos e distâncias utilizados para avaliação das dimensões transversais da região anterior da maxila.....	84
<b>Figura 13.</b> (A-E) Fotografias intra-bucais do paciente R.F.L (Grupo Haas) em T1.....	108
<b>Figura 14.</b> (A-E) Fotografias intra-bucais do paciente R.F.L (Grupo Haas) em T2.....	109
<b>Figura 15.</b> (A-H) Fotografias intra-bucais do paciente R.F.L. (Grupo Haas). (A-B) Pré-expansão (T1); (C-D) sétimo dia de ERM; (E-F) décimo quarto dia de ERM; (G-H) décimo nono dia de ERM, quando da estabilização do parafuso expensor (T2).....	110
<b>Figura 16.</b> (A-B) Imagens de TC <i>cone beam</i> do paciente R.F.L. (Grupo Haas). (A-B) antes da ERM (T1); (C-D) imediatamente após a ERM (T2).....	111
<b>Figura 17.</b> (A-E) Fotografias intra-bucais do paciente L.C.S. (Grupo Hyrax) em T1.....	112
<b>Figura 18.</b> (A-E) Fotografias intra-bucais do paciente L.C.S. (Grupo Hyrax) em T2.....	113
<b>Figura 19.</b> (A-C) Imagens de TC <i>cone beam</i> do paciente L.C.S. (Grupo Hyrax). (A-B) antes da ERM (T1); (C-D) imediatamente após a ERM (T2).....	114

## LISTA DE GRÁFICOS

---

<b>Gráfico 1.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância ZMD-ZME.....	90
<b>Gráfico 2.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância MAXD-MAXE..	91
<b>Gráfico 3.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 5-6.....	92
<b>Gráfico 4 -</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 11-12.....	93
<b>Gráfico 5.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 15-16.....	94
<b>Gráfico 6.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 17-18.....	95
<b>Gráfico 7.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 21-22.....	96
<b>Gráfico 8.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 3-4.....	97
<b>Gráfico 9.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância PD-PE.....	98
<b>Gráfico 10.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 19-20.....	99
<b>Gráfico 11.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 7-8.....	100
<b>Gráfico 12.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 9-10.....	101
<b>Gráfico 13.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para o ângulo 1MD.....	102
<b>Gráfico 14.</b> Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para o ângulo 1ME.....	103

## LISTA DE QUADROS

---

<b>QUADRO 1</b> - Caracterização da amostra quanto ao número, idade e gênero. ....	60
------------------------------------------------------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 1.</b> Índice de correlação intraclasse (ICC) das medidas utilizadas na metodologia de avaliação transversal da maxila.....	87
<b>Tabela 2.</b> Efeitos da ERM na distância ZMD-ZME para ambos os grupos.....	90
<b>Tabela 3.</b> Efeitos da ERM na distância MAXD-MAXE para ambos os grupos.....	91
<b>Tabela 4.</b> Efeitos da ERM na distância 5-6 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).....	92
<b>Tabela 5.</b> Efeitos da ERM na distância 11-12 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).....	93
<b>Tabela 6.</b> Efeitos da ERM na distância 15-16 para ambos os grupos. ....	94
<b>Tabela 7.</b> Efeitos da ERM na distância 17-18 para ambos os grupos. ....	95
<b>Tabela 8.</b> Efeitos da ERM na distância 21-22 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).....	96
<b>Tabela 9.</b> Efeitos da ERM na distância 3-4, para ambos os grupos. ....	97
<b>Tabela 10.</b> Efeitos da ERM na distância PD-PE, para ambos os grupos. ....	98
<b>Tabela 11.</b> Efeitos da ERM na distância 19-20, para ambos os grupos. ....	99
<b>Tabela 12.</b> Efeitos da ERM na distância 7-8, para ambos os grupos. ....	100
<b>Tabela 13.</b> Efeitos da ERM na distância 9-10 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).....	101
<b>Tabela 14.</b> Efeitos da ERM no ângulo 1MD, para ambos os grupos. ....	102
<b>Tabela 15.</b> Efeitos da ERM no ângulo 1ME, para ambos os grupos. ....	103
<b>Tabela 16.</b> Aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrente da ERM nos dois grupos e percentual dessas alterações em relação à quantidade de ativação no parafuso expensor. ....	104

**Tabela 17.** Aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrente da ERM para o Grupo Haas e percentual dessas alterações em relação à quantidade de ativação no parafuso expensor.....105

**Tabela 18.** Aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrente da ERM para o Grupo Hyrax e percentual dessas alterações em relação à quantidade de ativação no parafuso expensor..... 106

**Tabela 19.** Comparação entre os Grupos Haas e Hyrax em relação ao aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrentes da ERM..... 107

**Tabela 20.** Comparação entre os Grupos Haas e Hyrax em relação à inclinação vestibular dos primeiros molares permanentes decorrentes da ERM. .... 107

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

---

---

<b>ERM</b>	Expansão Rápida da Maxila
<b>TC</b>	Tomografia computadorizada
<b>DIST</b>	Distância
<b>ANG</b>	Ângulo
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>p</b>	Nível de significância
<b>kV</b>	Quilovolt
<b>mA</b>	Miliampere
<b>%</b>	Percentual
<b>°</b>	Grau
<b>mm</b>	Milímetro
<b>"</b>	Polegada
<b>®</b>	Marca registrada
<b>ICC</b>	Índice de correlação intraclasse
<b>IC</b>	Intervalo de confiança
<b>&lt;</b>	Menor
<b>=</b>	Igual
<b>PUCRS</b>	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
<b>kg</b>	Quilograma
<b>g</b>	Grama
<b>s</b>	Segundo

---

## SUMÁRIO

---

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>REVISTA DE LITERATURA</b>	<b>21</b>
2.1	EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA	21
2.2	DISJUNTOR TIPO HYRAX	39
2.3	DISJUNTOR TIPO HAAS	40
2.4	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM	43
2.5	EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	50
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b>	<b>58</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>59</b>
4.1	SELEÇÃO DA AMOSTRA	59
4.2	DOCUMENTAÇÃO SOLICITADA	61
4.3	CONFECÇÃO E CIMENTAÇÃO DOS DISJUNTORES	62
4.3.1	PROCEDIMENTOS GERAIS	62
4.3.2	CONFECÇÃO DO DISJUNTOR TIPO HAAS	63
4.3.3	CONFECÇÃO DO DISJUNTOR TIPO HYRAX	65
4.4	PROTOCOLO DE ATIVAÇÃO	67
4.5	OBTENÇÃO DAS RADIOGRAFIAS DE MÃO E PUNHO	68
4.6	METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA IDADE ESQUELÉTICA	68
4.7	OBTENÇÃO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS CONE BEAM	69
4.8	METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA	70
4.8.1	DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE MENSURAÇÃO DAS TOMOGRAFIAS	70
4.8.2	AVALIAÇÃO DA REGIÃO POSTERIOR DA MAXILA	71
4.8.3	AVALIAÇÃO DA REGIÃO ANTERIOR DA MAXILA	81
4.9	ANÁLISE DE CONCORDÂNCIA	86
4.10	ANÁLISE ESTATÍSTICA	88

<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>89</b>
5.1 RESULTADO ESTATÍSTICOS .....	89
5.1.1 DIMENSÕES ESQUELÉTICAS DA MAXILA.....	90
5.1.2 DIMENSÕES DENTO-ALVEOLARES DA MAXILA.....	97
5.1.3 DIMENSÕES DENTÁRIAS DA MAXILA.....	100
5.2 RESULTADOS CLÍNICOS.....	108
5.2.1 GRUPO HAAS .....	108
5.2.2 GRUPO HYRAX.....	112
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>115</b>
6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	115
6.2 EXPANSÃO ESQUELÉTICA .....	117
6.3 EXPANSÃO DENTO-ALVEOLAR.....	123
6.4 EXPANSÃO DENTÁRIA .....	124
6.5 EVIDÊNCIAS CLÍNICAS.....	128
<b>7 CONCLUSÕES.....</b>	<b>130</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>147</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

A correta identificação das alterações dento-esqueléticas do complexo maxilo-mandibular, considerando os aspectos ântero-posterior, vertical e transversal, constitui a base do tratamento ortodôntico fundamentado em um diagnóstico completo.

A deficiência maxilar no sentido transversal pode ser real ou relativa. A deficiência relativa ocorre quando a maxila apresenta tamanho normal, em relação aos ossos da região superior da face e crânio, enquanto a mandíbula encontra-se mais larga quando comparada a essas estruturas. Já na deficiência real, a maxila apresenta-se verdadeiramente atrésica, constricta. Os dentes posteriores podem estar verticalizados sobre a base óssea maxilar, mas, geralmente encontram-se inclinados para vestibular na tentativa de buscar a oclusão com os dentes inferiores (HAAS, 1965).

Freqüentemente, a manifestação clínica mais característica da deficiência maxilar transversal é a presença de mordida cruzada na região posterior. Entretanto, existem situações onde não há mordida cruzada posterior e a maxila encontra-se atrésica, em virtude das compensações dentárias. A deficiência transversal da maxila pode levar à desvios funcionais da mandíbula e conseqüente crescimento assimétrico, comprometimento da estética do sorriso, respostas periodontais adversas e alterações funcionais decorrentes dessa constrição maxilar (LIMA FILHO; BOLOGNESE, 2007).

Dentre os métodos terapêuticos para aumentar a largura maxilar, tem-se a expansão rápida da maxila (ERM). Essa técnica caracteriza-se por utilizar forças de elevada magnitude com o intuito de obter resposta esquelética máxima, através da abertura da sutura palatina mediana, com movimento dental mínimo. Dentre os aparelhos expansores, os mais utilizados e eficientes em termos de resposta ortopédica são os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax. A principal diferença entre eles consiste na presença de um bloco acrílico apoiado sobre as paredes laterais do palato (disjuntor tipo Haas) cuja função seria aumentar a ancoragem do disjuntor

para potencializar o efeito ortopédico, além da melhor distribuição das forças produzidas durante a expansão, de maneira a não sobrecarregar os dentes de ancoragem e paredes ósseas vestibulares correspondentes. Também seria útil durante a fase de contenção, onde atuaria como anteparo, para evitar a recidiva da região dento-alveolar-alta (HAAS, 1970). Já o disjuntor tipo Hyrax, por não possuir o corpo acrílico, apresenta a vantagem de ser mais higiênico, e assim, evitaria irritações na mucosa palatina decorrentes da impacção alimentar (BIEDERMAN, 1968).

O método mais preciso para avaliar as discrepâncias transversais da maxila seria através de radiografias cefalométricas em norma frontal (WILL, 2007). Entretanto, esse tipo de exame fornece imagens bidimensionais com muita sobreposição de estruturas ósseas, dificultando a identificação precisa de estruturas anatômicas e pontos de referência utilizados pelas análises cefalométricas.

A tomografia computadorizada (TC) *cone beam* (de feixe cônico) representa um novo método de diagnóstico por imagem que está revolucionando a Odontologia. Utiliza a radiação X e permite a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos 3 planos de espaço: axial, coronal e sagital (GARIB et al., 2007). Diferentemente das radiografias convencionais, que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios X, a TC evidencia as relações estruturais em profundidade, mostrando imagens em “fatias” do corpo humano. A TC *cone beam* permite visualizar todas as estruturas em camadas, especialmente os tecidos mineralizados, com ótima definição, permitindo a identificação de discrepâncias tridimensionalmente (PARKS, 2000).

O presente trabalho visa contribuir com a comunidade científica na elucidação dos reais efeitos imediatos decorrentes da ERM no sentido transversal, com os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax, através de TC *cone beam* de alta resolução.

## 2 REVISTA DE LITERATURA

---

### 2.1 EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA

A expansão rápida da maxila (ERM) é um importante método terapêutico para correção de discrepâncias maxilares transversais. Esse procedimento vem sendo utilizado na prática ortodôntica há quase dois séculos, sendo pela primeira vez relatada em um periódico científico, em 1860, por E.H. Angell. Na época, a falta de espaço para os dentes, principalmente para os caninos superiores em irrupção, era tratada pela extração dos próprios caninos ou dos primeiros pré-molares. Angell apresentou um novo método para tratar esses casos de discrepância negativa através do alargamento da maxila e expansão do arco maxilar. O autor descreveu o primeiro caso da história sobre expansão maxilar, realizado em uma menina, com 14 anos e meio de idade, portadora de discrepância negativa no arco superior representado clinicamente pelo canino superior esquerdo totalmente fora do arco. Angell utilizou um expansor palatino fixado ao primeiro e ao segundo pré-molar do lado direito, cruzando o palato transversalmente, até o segundo pré-molar esquerdo. A fixação desse aparelho era mecânica, ou seja, pela própria ativação da rosca a qual produzia pressão suficiente para manter o aparelho fixado aos pré-molares. As ativações eram realizadas através de uma chave fornecida ao paciente e na quantidade que gerasse pressão constante para manter o expansor fixado aos dentes. Como resultado, Angell observou que: "... ao final das duas semanas o maxilar foi tão alargado que deixou espaços nos incisivos centrais, mostrando de maneira conclusiva que os ossos maxilares se separaram..." (ANGELL, 1860).

Como nessa época ainda não havia a disponibilidade de exames radiográficos, os primeiros relatos sobre a expansão maxilar eram baseados apenas em observações, dificultando a comprovação da separação das maxilas (LIMA FILHO; BOLOGNESE, 2007).

Durante as primeiras décadas do século XX, ortodontistas como Angle, Case, Ketcham e Dewey foram responsáveis pelo desuso da técnica de ERM nos Estados Unidos. Devido à grande influência desses ortodontistas, os quais acreditavam na teoria funcional de desenvolvimento (na qual a expansão poderia ser obtida de maneira mais fisiológica, por meio de arcos ortodônticos, ou seja, movimentando-se suavemente os dentes para seu correto alinhamento e função haveria estímulo para o crescimento ósseo) a ERM quase foi completamente abandonada. Entretanto, a ERM continuou a ser utilizada na Europa sendo que, em 1956, Korkhaus, ao visitar o departamento de Ortodontia da Universidade de Illinois, deu início à reintrodução desta técnica nos Estados Unidos (HAAS, 1965).

Nessa visita a Chicago (EUA), em outubro de 1956, o ortodontista alemão Gustav Korkhaus, apresentou o “Pensamento ortodôntico atual na Alemanha” que em 1960 veio a ser publicado, onde o autor descreveu a correlação do correto desenvolvimento da maxila com a respiração normal: “Em muitos casos, a respiração nasal livre pode ser alcançada apenas pelo amplo alargamento da maxila e palato”. Também relatou que nos casos com disto-oclusão, mordida cruzada unilateral ou bilateral, ou mesio-oclusão existia sempre um estreitamento em maior ou menor quantidade da maxila. Segundo Korkhaus, a separação da sutura palatina mediana seria acompanhada do alargamento da região interna do nariz, do aumento nasal interno no sentido vertical e, freqüentemente, da retificação do septo desviado. Segundo o autor, a expansão maxilar seria um método indolor e que forneceria um ganho de espaço no trato respiratório muito favorável à substituição da respiração bucal pela respiração fisiológica nasal (KORKHAUS, 1960).

A influência de Korkhaus levou o Dr. Andrew J. Haas a pesquisar o método de ERM, tornando-se o principal responsável pela reintrodução desta técnica nos Estados Unidos, no início da década de 60. Em 1959, Haas descreveu resumidamente as principais reações decorrentes do alargamento do arco maxilar em porcos através da separação do palato duro. O objetivo do estudo era determinar a possibilidade de abertura da sutura palatina mediana e, em caso afirmativo, em que extensão. Concluiu que a sutura palatina mediana poderia ser aberta em quantidade suficiente para produzir alargamento do arco maxilar de forma significativa bem como aumentar a capacidade intranasal (HAAS, 1959).

Para estudar os efeitos da expansão maxilar, Krebs colocou implantes metálicos na região palatina dos caninos superiores e nos processos zigomáticos. O estudo foi realizado em 9 pacientes, utilizando modelos de gesso, radiografias oclusais, radiografias cefalométricas laterais e frontais. Como resultado, encontrou que o aumento das distâncias intercaninos e intermolares foi maior que o aumento da base apical (distância entre os implantes nos processos zigomáticos) durante a fase ativa de expansão. Já na região alveolar (distância entre os implantes na região palatina dos caninos) o aumento foi intermediário ao encontrado no arco dentário e a base apical. Também houve aumento significativo da cavidade nasal, porém, menor que a base apical maxilar (KREBS, 1959).

Alguns anos mais tarde, Haas descreveu detalhadamente o estudo experimental realizado em animais bem como um estudo clínico em seres humanos. No estudo animal, realizou ERM em oito porcos *Duroc-Poland China*. As avaliações foram realizadas em modelos de gesso e radiografias cefalométricas seriadas, antes, durante e após a ativação dos disjuntores. Injeções de Alizarina foram aplicadas após a ativação dos parafusos, nos intervalos de 4, 14 e 30 dias. Os animais foram sacrificados e partes da maxila incluídas em resina poliéster e na seqüência, seccionadas para possibilitar avaliação histológica. A principal conclusão foi que a sutura palatina mediana pode ser aberta em magnitude suficiente para expandir significativamente o arco maxilar, além de aumentar a capacidade intranasal. O sucesso dos resultados obtidos nesse estudo animal levou a realização do estudo clínico em humanos. Dentre 45 pacientes, portadores de atresia maxilar e tratados com ERM, foram selecionados 10 casos com características similares, ou seja, tratados com o mesmo tipo de disjuntor e protocolo de ativação. A avaliação foi realizada em modelos de gesso, radiografias cefalométricas em norma lateral e frontal além de fotografias e comentários dos próprios pacientes sobre os sintomas subjetivos provocados pela ERM. Foi utilizado um disjuntor dento-muco-suportado, com protocolo de ativação de 4/4 de volta inicialmente. A partir do segundo dia, ativação diária de 2/4 de volta, sendo 1/4 de volta no período matutino e outro 1/4 de volta à noite. As ativações foram realizadas durante 21 dias, quando então o parafuso expensor foi estabilizado. A contenção foi realizada com o próprio aparelho durante os primeiros 3 meses após a estabilização e, na seqüência, com uma placa

acrílica removível. Dentre os achados clínicos, o autor encontrou ausência de sintomatologia dolorosa. Alguns pacientes relataram leve pressão durante a ativação do parafuso, mas que se dissipava em poucos minutos. Essa pressão era sentida nos processos alveolares, abóboda palatina, e nas articulações da maxila com os ossos nasais e frontal. Metade dos pacientes relatou pressão na região das suturas zigomáxicomaxilares enquanto que alguns também sentiram pressão nas suturas zigomáxicotemporais. Os pacientes também notaram melhora na respiração. A análise dos traçados cefalométricos em norma lateral mostrou movimentação da maxila para anterior em todos os casos e também para inferior em cinco casos. Houve avanço do ponto A, com aumento do ângulo SNA e aumento do ângulo de convexidade. Entretanto, no período de contenção, essas medidas tenderam a retornar aos seus valores iniciais. Foi observado diastema entre os incisivos centrais superiores, sendo que a quantidade do mesmo foi aproximadamente a metade da ativação do parafuso expansor. Também se evidenciou a abertura da mordida, com alterações do plano mandibular e movimentação do Pogônio para posterior. Assim como no estudo em animais, a resposta do arco mandibular à ERM foi caracterizada pela tendência de verticalização dos dentes inferiores posteriores. Como conclusão, Haas indicou o procedimento de ERM no tratamento da classe III, pseudo-classe III, casos de severa atresia maxilar (incluindo alguns pacientes com fissura palatina) e pacientes com insuficiência nasal acentuada (HAAS, 1961).

Até então, as ativações dos aparelhos expansores eram realizadas de forma altamente empírica. Somente em 1964, surgiram as primeiras evidências científicas em relação às forças produzidas durante a ERM.

Isaacson e Ingram conduziram um estudo em cinco pacientes com idades variando entre 8 e 15 anos, portadores de mordida cruzada posterior bilateral com algum grau de atresia maxilar. Foi utilizado um disjuntor dento-muco-suportado, contendo bandas nos primeiro molares e nos primeiros pré-molares, barra com fio de aço 0,040" unindo as bandas por vestibular, e fio 0,060" unindo as bandas por palatino e suportando a base de acrílico do aparelho em apenas um dos lados. No lado oposto, um dinamômetro foi acoplado ao parafuso e às bandas. Concluíram que a quantidade de força produzida em cada ativação, ou seja, cada 1/4 de volta (0,2 mm) de abertura do parafuso gerava aproximadamente 3 a 10 libras de força

(1,36 a 4,53 kg de força). Para os autores, de uma maneira geral, as ativações realizadas em pacientes mais jovens geravam forças menores, quando comparadas a mesma quantidade de ativação em pacientes com maior idade, sugerindo que o esqueleto facial aumenta sua resistência à expansão a medida que ocorre aumento da idade ou maturidade. Concluíram que a principal resistência a ERM aparentemente não é a sutura palatina mediana e sim, as demais articulações da maxila. Portanto, a contenção depende mais da criação da relação estável das articulações da maxila e outros ossos do esqueleto facial do que da presença de osso na sutura palatina mediana aberta. A presença de novo osso na sutura não garante a estabilidade da expansão, pois se essas forças estiverem ainda presentes nas articulações da maxila, elas podem causar reabsorção do osso na sutura da mesma maneira que as forças de expansão causam a sua deposição (ISAACSON; INGRAM, 1964).

Um ano mais tarde, Zimring e Isaacson deram continuidade ao estudo conduzido por Isaacson e Ingram em 1964, avaliando as forças produzidas pela ERM durante o período de contenção. A amostra foi constituída de 4 pacientes, com idades variando de 11 a 15 anos, portadores de mordida cruzada posterior com algum grau de atresia maxilar. No início da expansão, a força gerada em cada ativação era dissipada em um período de 12 horas. Entretanto, esse padrão de dissipação era alterado, com o acúmulo de força residual gerando forças totais mais altas devido a falhas na dissipação dessas forças no período entre as ativações. Foi observada influência da idade sobre o tempo requerido para dissipar as forças geradas pela expansão. Os pacientes mais jovens dissiparam as forças, produzidas segundo protocolo diário de ativação de 2/4 de volta (0,4 mm), antes que o acúmulo dessas forças residuais pudesse danificar o dinamômetro. Na paciente com maior idade (sexo feminino, 15 anos) houve acúmulo de força residual tão rapidamente que a quantidade de ativação teve que ser reduzida para apenas 1/4 de volta diariamente, a partir do quarto dia de expansão. Nos pacientes mais jovens, o protocolo de ativação de 1/4 de volta diário causou forças que eram dissipadas em 12 horas, entretanto, mesmo 1/4 de volta de ativação gerava acúmulo de força residual na paciente com maior idade. Outro achado importante foi que durante a abertura da sutura palatina mediana não houve registro de queda na força. Os autores constataram a presença de força residual ao final da fase de expansão em

todos os 4 pacientes. Durante a fase de contenção, as forças residuais se dissiparam em aproximadamente 6 semanas, com a maior queda da força ocorrendo na primeira semana. Portanto, o tempo requerido para o reajuste esquelético durante o período de contenção dependeria da quantidade de força residual remanescente ao final da fase ativa da expansão (ZIMRING; ISAACSON, 1965).

Em um artigo considerado clássico da literatura ortodôntica Haas, em 1970, descreveu os efeitos decorrentes da expansão palatal. Segundo o autor, quando essa expansão fosse realizada em pacientes com idades inferiores a 16 ou 17 anos e fosse evidenciada a abertura da sutura palatina mediana, os seguintes fenômenos ocorreriam:

- (1) No sentido ântero-posterior, a abertura da sutura palatina mediana ocorreria de forma paralela; no sentido ínfero-superior, a abertura seria triangular com o ápice voltado para a cavidade nasal.
- (2) O comportamento dos incisivos centrais superiores estaria relacionado à existência das fibras transeptais elásticas que unem um incisivo central ao outro. À medida que a sutura abre as coroas convergiram enquanto que as raízes iriam divergir. As fibras transeptais seriam responsáveis pela aproximação das coroas dos incisivos centrais até o momento em que ocorreria o contato entre as coroas. A partir daí, essas fibras levariam as raízes a convergirem até suas inclinações axiais originais. Esse ciclo duraria aproximadamente 4 meses.
- (3) Os processos alveolares se inclinariam e movimentariam-se lateralmente com a maxila, enquanto que os processos palatinos girariam inferiormente na região das suas bordas.
- (4) Ocorreria movimentação da maxila para frente e para baixo. Provavelmente devido à disposição das suturas crânio-maxilares.
- (5) A mudança na posição maxilar invariavelmente causaria rotação mandibular para baixo e para trás, diminuindo o comprimento efetivo da mandíbula e aumentando a dimensão vertical do terço inferior da face (HAAS, 1970).

A ERM com abertura da sutura palatina mediana seria favorável no tratamento de (1) casos cirúrgicos e não cirúrgicos de Classe III, (2) casos de deficiência maxilar real ou relativa, (3) casos de pacientes com problemas respiratórios crônicos, apresentando capacidade nasal inadequada, (4) pacientes

com fissura palatina e (5) casos selecionados de deficiência no comprimento do arco, para evitar alterações no perfil devido à extração de dentes (HAAS, 1970).

As alterações esqueléticas e dentárias decorrentes da abertura da sutura palatina mediana também foram descritas por Wertz. Esse autor avaliou 60 pacientes portadores de atresia maxilar bilateral, tratados pela técnica de ERM utilizando o disjuntor dento-muco-suportado. Foram utilizadas radiografias cefalométricas em norma lateral e frontal, além de radiografias oclusais e modelos de estudo. Essa documentação foi realizada em 3 tempos: inicial, estabilização da expansão e 3 meses de contenção. Também foram utilizados 2 crânios secos (um adulto e outro na dentadura mista) os quais foram submetidos a ERM e avaliados sobre as alterações esqueléticas. Os efeitos da ERM no momento da estabilização da expansão foram:

- (1) Deslocamento da maxila para baixo na ordem de 1 a 2 mm (em quase todos os casos) e deslocamento anterior apenas em alguns casos.
- (2) O ganho médio na largura da cavidade nasal foi de 1,9 mm.
- (3) O fulcro da rotação maxilar localizou-se na sutura fronto-maxilar. A partir da região do Nasio, em direção inferior, a separação das hemimaxilas tornou-se mais pronunciada sendo evidente a inclinação das mesmas.
- (4) Além da inclinação das hemimaxilas, ocorreu inclinação dos processos alveolares e extrusão dos dentes.
- (5) não houve alterações na forma do septo nasal.
- (6) A abertura da sutura palatina mediana ocorreu de forma não paralela, com maior abertura na região anterior e menor na região posterior.

Ao final do período de contenção (3 meses) foi observado:

- (1) tendência da maxila em retornar a sua posição original. A total recuperação da posição maxilar original ocorreu em apenas 50% dos casos.
- (2) Tendência do plano mandibular em retornar a sua posição original.
- (3) Grande tendência de verticalização dos incisivos superiores, ajudando no fechamento do diastema e, ao mesmo tempo, diminuindo o comprimento do arco maxilar (WERTZ, 1970).

Também foi observado que quanto maior a maturidade maior era a rigidez das estruturas esqueléticas, limitando o grau de correção ortopédica. Em pacientes mais velhos, devido à maior rigidez dos ossos com os quais a maxila se articula, o autor recomendou uma redução na quantidade de ativação a fim de permitir um tempo maior para o ajuste celular nas suturas. Entretanto, um protocolo mais lento de ativação favoreceria a extrusão dentária, inclinação dos processos alveolares e movimentação dentária. Desta forma, apesar do arco dentário poder ser corrigido em pacientes mais velhos, o reposicionamento esquelético seria menor que o esperado. Em relação ao comportamento dos incisivos centrais superiores durante a contenção da expansão maxilar, Wertz afirmava que os mesmos sempre se moveriam mesialmente e, geralmente, se verticalizariam, promovendo diminuição do comprimento do arco, o que ajudaria no fechamento do diastema mediano. Isso ocorreria devido ao aumento da tensão muscular na região anterior associado à ação das fibras interseptais (WERTZ, 1970).

As 6 indicações da ERM foram descritas de maneira detalhada por Haas, em 1980. Segundo o autor, esse método de expansão estaria indicado nos seguintes casos:

- (1) Casos de deficiência maxilar real ou relativa: a deficiência real seria caracterizada por uma maxila verdadeiramente atrésica, constricta, quando comparada aos outros ossos faciais e a mandíbula. A deficiência relativa seria caracterizada por uma maxila de tamanho aparentemente normal quando comparada aos ossos faciais, associada a uma mandíbula excessivamente larga em relação aos demais ossos.
- (2) Casos de estenose nasal: casos de paciente respiradores bucais em tempo integral que possuem a cavidade nasal constricta, com as conchas nasais literalmente comprimindo o septo.
- (3) Todos os tipos de casos classe III: casos de pseudo-classe III, classe III dentária e casos de classe III cirúrgicos. Nesses casos, em aproximadamente 3 semanas a mordida cruzada posterior seria corrigida em virtualmente todos os tipos de classe III além de melhorar a mordida cruzada anterior.
- (4) Pacientes portadores de fissura palatina com maturação esquelética: a ERM não seria de grande vantagem em casos de pacientes jovens com fissura palatina uma

vez que seria muito fácil expandir as paredes laterais da maxila com outros métodos menos complexos.

(5) Casos de deficiência maxilar no sentido ântero-posterior: casos com ângulo ANB negativo, ponto A negativo em relação ao plano facial, ou Wits negativo. A expansão maxilar seria um pré-requisito para “afrouxar” a maxila e assim facilitar a protração maxilar.

(6) Casos selecionados de deficiência no comprimento do arco: casos de pacientes com 14,5 a 16 anos com um ótimo padrão esquelético em que o tratamento com extração de primeiros pré-molares ou até mesmo de segundos pré-molares retificaria o perfil. Além disso, Haas também comentou sobre a importância do correto diagnóstico e da necessidade da correção das más oclusões nos três planos de espaço (sagital, vertical e transversal) (HAAS, 1980).

Neste trabalho citado anteriormente foram apresentados resultados da avaliação em longo prazo de 10 casos submetidos à expansão rápida da maxila, sendo que 6 deles foram apresentados em suas publicações dos anos de 1961, 1965 e 1970. Nesses 10 casos o aumento médio da base apical foi de 9 mm e da cavidade nasal, de 4,5 mm. Todos os casos estavam sem a contenção superior por 6 a 14 anos e não houve recidiva em nenhum dos casos com relação às dimensões transversais da base apical maxilar e da cavidade nasal obtidas com a ERM. Dois casos apresentaram leve diminuição da largura do arco maxilar enquanto que em dois casos ocorreu um ligeiro aumento. Nos 6 casos restantes não houve alteração na largura do arco maxilar tanto durante o período de contenção quanto no pós-contenção. Para Haas, esse sucesso incomum em relação à estabilidade se deve ao método de tratamento empregado e ao longo tempo de contenção. A chave do sucesso estaria na expansão maxilar realizada de forma rápida e utilizando um disjuntor de máxima ancoragem com conseqüente obtenção de resposta ortopédica máxima. O autor alertou que qualquer modificação no disjuntor que enfraqueça ou diminua a ancoragem seria totalmente inaceitável para qualquer pessoa, mesmo aquelas com pouco entendimento sobre Ortopedia dento-facial. Também afirmou que os disjuntores apenas dento-suportados seriam inquestionavelmente inferiores em relação aos dento-muco-suportados, uma vez que a ancoragem estaria comprometida. Isso seria mais relevante em pacientes não tão jovens, onde a resistência da sutura palatina mediana a abertura seria maior. Citou ainda, que a

principal desvantagem do disjuntor tipo Hyrax ocorreria durante o período de contenção, enquanto os dentes eram mantidos expandidos pelo disjuntor. Durante as primeiras 6 a 8 semanas após a expansão, existiriam forças que tenderiam a comprimir a maxila recém expandida. Considerando a fisiologia da movimentação dentária, esse sistema de forças e resistências só poderia resultar em considerável recidiva das dimensões da base apical maxilar e cavidade nasal conseguidas durante a expansão. As forças sobre a maxila seriam direcionadas em parte, para a superfície vestibular das raízes dos dentes superiores posteriores. O resultado seria a reabsorção das paredes ósseas alveolares vestibulares com concomitante movimento medial da maxila (HAAS, 1980).

O protocolo de ativação recomendado por Haas para a técnica ERM está descrito a seguir: em pacientes até os 14 anos de idade o protocolo seria de 4/4 de volta inicialmente (1 mm) e 2/4 de volta diariamente (0,5 mm); em pacientes entre 15 e 18 anos seria de 2/4 de volta inicialmente e 1/4 de volta diariamente; Indivíduos entre 20 e 25 anos seria de 1/4 de volta inicial e 1/4 de volta dia sim dia não. Acima dos 25 anos o preconizado seria 1/4 de volta inicial e 1/4 de volta dia sim dia não com cautela, e, em caso de desconforto, o parafuso seria ativado apenas 2/4 de volta por semana. O conforto seria sempre a referência. O autor comentou ainda, que nos indivíduos adultos, a sutura palatina mediana raramente se abre. Nesses casos haveria duas opções: A primeira, e menos utilizada, seria a corticotomia (assistência cirúrgica) previamente à expansão com o aparelho e indicada: (1) nos casos onde existissem problemas periodontais com pelo menos 30% de perda óssea; (2) quando os dentes posteriores estivessem ausentes (ancoragem comprometida); (3) em casos extremos em que cada milímetro de espaço fosse fundamental. A segunda opção (95 % dos casos em adultos) seria a realização da expansão palatal lenta, referindo-se como uma alteração ortopédica da base-alveolar-alta ou apical-baixa. Para Haas os blocos acrílicos do disjuntor iriam comprimir as artérias palatinas durante a expansão e na tentativa de evitar essa compressão arterial, a natureza reabsorveria osso palatino abaixo das artérias. Associado a isto, as forças de 4.000g a 5.000g que se irradiariam através da maxila, causariam torque e tensões sobre a mesma, estimulando, assim, a aposição óssea na superfície externa da maxila e, como resultado final, um palato com a morfologia semelhante aos casos onde a sutura era aberta (HAAS, 2001).

Existem algumas variáveis que poderiam interferir nos resultados ortopédicos e ortodônticos decorrentes da ERM. Dentre elas, a idade do paciente, a quantidade de expansão, a magnitude da força aplicada, o tipo de aparelho expensor empregado bem como os procedimentos de contenção pós-tratamento. A resposta esquelética mais favorável seria durante o período de crescimento, ou seja, antes do embricamento e calcificação da sutura palatina mediana. Uma das vantagens da correção precoce da mordida cruzada posterior ainda no período da dentição decídua e mista, seria a possibilidade do redirecionamento normal da erupção dos dentes permanentes além da correção de assimetrias do posicionamento condilar e a oclusão normal, eliminando os desvios funcionais da mandíbula e diminuindo os fatores de crescimento anatômico e funcionais deletérios (BELL, 1982).

Para avaliar a distribuição de forças ortopédicas produzidas sobre o complexo crânio-facial, Chaconas e Caputo, em 1982, utilizaram um modelo anatômico tridimensional constituído de diferentes materiais birrefringentes o qual foi duplicado a partir de um crânio humano. Nesse experimento foram avaliados cinco tipos de aparelhos expansores, sendo 4 aparelhos expansores fixos (disjuntor tipo Haas, disjuntor tipo Hyrax, aparelho *minne-expander* e quadriélice) e um removível (placa acrílica com grampos e parafuso expensor). A análise de luz polarizada mostrou que as forças produzidas pelos aparelhos tipo Haas, tipo Hyrax e *minne-expander* se concentraram na região anterior do palato. O efeito inicial da ativação dos aparelhos foi observado na região alveolar entre os incisivos centrais e irradiada em direção ao forame incisivo. À medida que as ativações eram realizadas, as forças se irradiavam posteriormente ao longo da sutura palatina mediana até as suturas maxilo-palatinas. Com as sucessivas ativações, os aparelhos tipo Haas, tipo Hyrax e o *minne-expander* produziram forças que se irradiavam a partir da área mediana aos ossos palatinos em direção superior, ao longo das lâminas perpendiculares dos ossos palatinos até as estruturas anatômicas mais profundas, como as lâminas pterigoídeas mediais do osso esfenoíde. As forças também eram irradiadas em direção aos ossos zigomáticos, afetando principalmente as suturas zigomaticomaxilares e zigomaticotemporais. As forças então eram irradiadas supra medialmente em direção a parede medial da órbita, concentrando-se na união dos ossos nasais e lacrimais. Concluíram que a distribuição das forças, quando do

emprego do aparelho removível, era similar a dos aparelhos fixos. Porém, o aumento nas ativações diminuiria a retenção do aparelho com conseqüente redução das forças. O aparelho quadriélice foi o menos eficiente do ponto de vista ortopédico. Dentre os aparelhos fixos, os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax apresentaram forças com características semelhantes durante as ativações e dentro da faixa considerada ortopédica. Clinicamente, os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax, seriam mais eficientes em produzir alterações ortopédicas nas suturas e assim expandir o complexo maxilar (CHACONAS; CAPUTO, 1982).

A resistência dos processos pterigóides do osso esfenóide e ossos zigomáticos ao movimento de inclinação da maxila durante a ERM foi descrita por diversos autores (ISAACSON; INGRAM, 1964; BIEDERMAN; CHEN, 1973; BISHARA; STANLEY, 1987). Como conseqüência da resistência dessas estruturas, a abertura da sutura palatina mediana, no aspecto axial, ocorreria de forma triangular, com a base voltada para a região anterior e o vértice situado na junção dos ossos palatinos (CHACONAS; CAPUTO, 1982; BISHARA; STANLEY, 1987; LIONE et al., 2008). Entretanto, para outros autores, a abertura da sutura palatina mediana ocorreria de forma paralela, quando observada no aspecto axial (HAAS, 1970; HAAS, 1980; GARRETT et al., 2008b). No aspecto coronal, o padrão de abertura também seria triangular, com o fulcro localizado próximo á sutura frontonasal e maior quantidade de expansão em direção inferior, ou seja, a base do triângulo voltada para oclusal (HAAS, 1965; BIEDERMAN; CHEN, 1973; BISHARA; STANLEY, 1987).

Para analisar a distribuição de forças sobre as suturas crânofaciais e o deslocamento das estruturas maxilofaciais decorrentes do procedimento de ERM foi realizado um estudo que utilizou o método de elemento finito em um crânio seco jovem (aproximadamente 7 anos de idade). Foi observado que a maxila se moveu para baixo e para frente, associada a uma rotação no sentido horário; Os processos pterigóides foram deslocados lateralmente, sendo que a porção inferior foi deslocada mais que a superior. Dentre os processos pterigóides, o medial foi deslocado para anterior e o processo pterigóide lateral para posterior, indicando que o centro de rotação das hemimaxilas estaria situado em algum lugar entre os processos pterigóides mediais e laterais. Os ossos zigomáticos, temporais e frontal também

foram afetados pelas forças ortopédicas transversais. Os ossos zigomáticos foram deslocados lateralmente e póstero-superiormente, da mesma maneira que os processos zigomáticos dos ossos temporais. As paredes da cavidade nasal foram deslocadas lateralmente, indicando aumento na largura da cavidade nasal associado ao abaixamento dos processos palatinos da maxila. Os ossos nasais se deslocaram medialmente durante a ERM, devido ao centro de rotação maxilar estar situado em algum lugar próximo à fissura orbitária superior, quando observado pelo plano frontal. As suturas zigomáticomaxilares, zigomáticotemporais e zigomáticofrontais foram associadas com forças compressivas e também com forças de tensão (GAUTAM; VALIATHAN; ADHIKARI, 2007).

Para avaliar tridimensionalmente a distribuição das forças produzidas pela ERM foi utilizado o método de elemento finito realizado a partir do escaneamento tomográfico de um crânio seco em idade adulta. Os resultados dessa simulação mostraram que a maior força de tensão foi encontrada nos processos palatinos e a maior força de compressão nos processos alveolares. Forças de tensão também foram encontradas na região das suturas frontomaxilares e forças de compressão sobre os processos zigomáticos e margem infraorbitária (BORYOR et al., 2008).

Objetivando determinar o centro de resistência da maxila foi realizado um estudo de interferometria holográfica realizado em um crânio humano seco. Segundo os autores, em uma vista lateral, o centro de resistência da maxila estaria situado na metade da distância de uma reta que vai de forma perpendicular ao plano oclusal funcional, passando pela face distal do primeiro molar permanente superior, até a borda inferior da órbita. Em uma vista frontal, considerando uma linha mediana que passa pela crista gali, o centro de resistência de cada hemimaxila estaria localizado à 63% da distância a partir desta linha mediana até a borda inferior da sutura zigomáticomaxilar bilateralmente, e aproximadamente a 13% da distância a partir do eixo zigomáticomaxilar à borda inferior da órbita (LEE et al., 1997).

A biomecânica da ERM foi pesquisada através de holografia a laser. Com esse método, têm-se a possibilidade de observar e registrar o padrão inicial de micro forças, ou seja, essa técnica permite a visualização das micro-movimentações esqueléticas e dentárias decorrentes da aplicação de forças a partir de aparelhos

expansores. Nesse estudo as forças foram produzidas pelo disjuntor tipo Hyrax com quatro anéis e aplicadas sobre um crânio seco. Durante o início da expansão maxilar os padrões de micro-deslocamentos indicaram a sutura frontonasal como o centro de rotação das duas hemimaxilas enquanto na vista oclusal, o centro de rotação se localizou na região posterior da sutura palatina mediana, próximo ao nível do terço distal dos terceiros molares. Os autores recomendaram que nos casos onde fosse importante minimizar a inclinação das hemimaxilas, como uma separação mais paralela (tanto no aspecto frontal como no coronal) deveria ser utilizado um disjuntor com ancoragem mais rígida. O aumento nessa rigidez poderia ser obtido utilizando disjuntores com armação metálica de aço inoxidável com o maior diâmetro possível. Em uma vista oclusal, a abertura mais paralela da sutura palatina mediana poderia ser conseguida pelo posicionamento do parafuso expensor o mais posteriormente possível. Isso ocorreria pela aproximação da linha de ação de força exercida pelo parafuso expensor ao centro de resistência da maxila e, conseqüentemente, produção de um momento menor (BRAUN et al., 2000).

Ribeiro, em sua tese de doutorado, analisou as alterações esqueléticas e dentárias decorrentes dos procedimentos de disjunção palatal e subsequente tratamento ortodôntico com aparelho fixo pelo sistema Edgewise. Foram avaliados 30 pacientes, tratados ortodonticamente na clínica do Professor Andrew Haas em Cuyahoga Falls – Ohio – Estados Unidos. A média de idade dos pacientes, ao início do tratamento, era de 16 anos e 4 meses. O tempo médio de ativação foi de 30,7 dias (ativação inicial de 4/4 de volta e ativação diária de 2/4 de volta). O tempo médio de estabilização do parafuso expensor foi de 4,9 meses. O tempo médio de utilização do aparelho ortodôntico corretivo foi de 2 anos e 2 meses e o tempo médio de ausência de contenção de 6 anos e 2 meses. Foram analisadas, estatisticamente, medidas angulares e lineares, obtidas a partir de traçados cefalométricos laterais e frontais e de modelos de gesso das arcadas dentárias nas fases, inicial, estabilização do aparelho disjuntor, remoção do aparelho disjuntor, remoção do aparelho ortodôntico corretivo e na fase de pós-contenção ao tratamento ortodôntico. O autor concluiu que a maxila foi deslocada significativamente para frente durante a fase ativa da disjunção, porém, tendendo a retornar a sua posição inicial, nas fases subsequentes; as larguras da base óssea maxilar, cavidade nasal e largura interorbital, após a disjunção da sutura palatina

mediana aumentaram significativamente, com tendência a retornar aos valores iniciais na fase pós-contenção; a maxila foi deslocada para baixo, sem significância estatística, enquanto a mandíbula sofreu rotação para baixo e para trás e o ângulo do plano mandibular aumentou significativamente. Foi observado aumento nas distâncias intercaninos e intermolares maxilar e mandibular, perímetro do arco maxilar, comprimento do arco maxilar e diminuição significativa das irregularidades dos dentes anteriores superiores e inferiores. Entretanto, na fase pós-contenção, as distâncias intercaninos e intermolares, perímetro dos arcos e comprimento dos arcos maxilar e mandibular, recidivaram para valores próximos aos da fase após tratamento corretivo. O índice de irregularidades dos dentes anteriores superiores e inferiores recidivou para valores maiores do que os observados no final do tratamento ortodôntico corretivo. Segundo o autor, como não foi constatado o deslocamento da maxila para frente, com resultados clínicos significativos, seria recomendado, nos casos onde houvesse a necessidade de avanço do ponto A, a protração maxilar logo após a fase ativa da expansão rápida da maxila, aproveitando os efeitos produzidos pela disjunção sobre as suturas maxilofaciais. Já nos casos de Classe II, poderia-se indicar a associação de ancoragem extra-bucal durante a fase de contenção da expansão maxilar. Em relação às alterações ocorridas no sentido vertical, o aumento da altura facial ântero-inferior, com o abaixamento da mandíbula, girando-a no sentido horário, seria consequência direta da expansão dos maxilares. Nos casos onde a ERM estaria indicada, porém, o paciente apresenta o terço inferior da face aumentado, seria recomendada a associação de ancoragem extra-oral com tração occipital ou parietal para diminuir esse efeito adverso. Como última conclusão, salientou que a ERM como método para aumentar o comprimento do arco dentário inferior, não poderia ser justificado. Quando for impossível rearticular os dentes no desejado alinhamento, com os incisivos sobre o osso basal e sem expandir a distância entre os caninos, as extrações dentárias estariam definitivamente indicadas (RIBEIRO, 1999).

Para avaliar, cefalometricamente, os efeitos da expansão rápida da sutura palatina mediana sobre o posicionamento vertical e sagital da maxila, comparando os disjuntores tipo Haas e Hyrax foi realizado um estudo utilizando 93 telerradiografias obtidas de 31 pacientes jovens, brasileiros, de ambos os gêneros, na faixa etária inicial média de 13 anos e 2 meses. As radiografias foram realizadas

ao início do tratamento (pré-disjunção), imediatamente após a disjunção (pós-disjunção) e ao final do nivelamento. Os autores concluíram que os dois disjuntores apresentaram resultados semelhantes, com a ocorrência de deslocamento da maxila em direção inferior, sem rotação, que se manteve ao final do nivelamento e ocorrência de deslocamento anterior logo após a disjunção, que retornou aos valores pré-disjunção ao final do nivelamento (SCANAVINI et al., 2006).

Objetivando avaliar os efeitos da ERM sobre a atividade eletromiográfica dos músculos temporal anterior e masseter superficial foi realizada pesquisa, prospectiva, com 18 pacientes (11 meninas e 7 meninos; média de idade 12,5 anos) portadores de mordida cruzada unilateral ou bilateral, envolvendo 3 ou mais dentes posteriores. Os pacientes foram tratados com o disjuntor tipo Haas e protocolo de ativação de 2/4 de volta diariamente (0,5 mm). Os autores concluíram que a ERM alterou a atividade eletromiográfica dos músculos temporal anterior e masseter superficial. Houve aumento gradual da atividade eletromiográfica desses músculos durante as deglutições nos períodos de estabilização da expansão (T2), 1,5 meses pós-estabilização (T3) e 3 meses pós-estabilização (T4). Para os autores, esse aumento na atividade muscular poderia estar relacionado com o padrão de deglutição dificultado após a instalação do disjuntor (ARAT; ARAT; ACAR et al., 2008).

Como a rápida separação da maxila resulta em alterações oclusais que podem causar modificações nas cargas funcionais sobre os côndilos foi realizado um estudo sobre os efeitos da ERM sobre os côndilos em uma amostra com 18 pacientes (11 meninas e 7 meninos; média de idade 12,5 anos) portadores de mordida cruzada unilateral ou bilateral. Esses pacientes foram tratados com o disjuntor tipo Haas com protocolo de ativação de 2/4 de volta diariamente (0,5 mm). Imagens de ressonância magnética da articulação temporo-mandibular do lado direito e esquerdo de cada paciente foram obtidas em três tempos: (T1) antes da expansão; (T2) 6 semanas pós-expansão; (T3) 18 semanas pós-expansão. Os resultados demonstraram resposta condilar ao procedimento de ERM. Esses sinais de remodelação condilar foram observados 18 semanas após a expansão, sendo que das 36 articulações têmporo-mandibulares avaliadas, 22 apresentaram início de remodelação da cabeça do côndilo e 10 da cabeça e colo do côndilo. Não foram

observados sinais de remodelação da fossa glenóide nesse período de 18 semanas pós-expansão (ARAT; ARAT; TOMPSON; TANJU et al., 2008).

Para investigar a posição do côndilo e disco articular antes e após a expansão rápida da maxila, Arat e colaboradores realizaram um estudo prospectivo com 18 pacientes (11 meninas e 7 meninos; média de idade 12,5 anos) portadores de mordida cruzada unilateral ou bilateral. Os pacientes foram tratados com o disjuntor tipo Haas com protocolo de ativação de 2/4 de volta diariamente (0,5 mm). Nenhum desses pacientes apresentava sinais e sintomas de disfunção têmporo-mandibular. Imagens de ressonância magnética da articulação têmporo-mandibular foram realizadas antes da expansão (T1) e 18 semanas após a expansão (T2) em ambos os planos sagital e coronal. Os resultados mostraram que 18 semanas após a ERM, a posição côndilo-disco permaneceu inalterada, exceto por um paciente o qual apresentou deslocamento anterior do disco unilateralmente e sem apresentar sinais e sintomas de disfunção têmporo-mandibular. Concluíram que a ERM não aumentou nem diminuiu o risco de disfunção têmporo-mandibular (ARAT; ARAT; TOMPSON; TANJU, 2008).

Para avaliar a relação entre a ERM e as alterações na posição natural da cabeça foi realizado um trabalho com 43 pacientes com idades variando de 10 a 16 anos, portadores de mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral submetidos à ERM com um protocolo de ativação de 2/4 de volta diariamente. Radiografias cefalométricas, em norma lateral, foram tiradas na posição natural da cabeça, nos tempos T1 (antes da expansão), T2 (imediatamente após a expansão) e T3 um ano pós-expansão. Não foram encontradas alterações na posição da cabeça imediatamente após a expansão rápida da maxila. Entretanto, os resultados mostraram que um ano pós-expansão houve redução da elevação da cabeça associada com melhor respiração nasal. Segundo os autores, a ERM causaria diminuição da resistência nasal durante a respiração, resultando em redução da elevação da cabeça com provável efeito no estiramento dos tecidos moles. Tal mudança seria benéfica para os pacientes que sofrem de obstruções na respiração nasal e dimensão facial vertical aumentada como consequência desse padrão de respiração (MCGUINNESS; MCDONALD, 2006).

Os efeitos da ERM com a utilização de três tipos de disjuntores foi estudado em uma dissertação de mestrado. As avaliações foram realizadas em radiografias cefalométricas em norma frontal, sendo a amostra constituída de 63 indivíduos divididos em três grupos: Grupo I: 20 pacientes, com média de idade 13 anos e 5 meses, submetidos a ERM com o disjuntor tipo Haas modificado; Grupo II: 21 pacientes, com média de idade 12 anos e 10 meses, submetidos a expansão com o disjuntor tipo Hyrax modificado; Grupo III: 22 indivíduos, com média de idade 12 anos e 5 meses, que utilizaram o aparelho dento-muco-suportado, com cobertura acrílica, colado aos dentes superiores. Os pacientes realizaram radiografias cefalométricas em norma frontal antes, imediatamente após a expansão e após 3 meses de contenção com o próprio aparelho. Os resultados mostraram que todos os grupos apresentaram respostas ortopédicas semelhantes, como aumento da porção inferior da cavidade nasal e largura maxilar, que se mantiveram estáveis durante o período de contenção; os primeiros molares superiores (dentes de ancoragem) apresentaram comportamento semelhante; os incisivos centrais superiores demonstraram comportamento semelhante nos três grupos, durante o período de expansão e contenção, caracterizado pela inclinação com divergência apical e convergência das coroas; em relação à sobremordida e altura facial ântero-inferior, os 3 tipos de aparelho provocaram alterações semelhantes devido a ERM (SIQUEIRA, 2000).

Para analisar as alterações morfológicas do palato decorrentes da utilização de 2 tipos de disjuntores (tipo Haas e tipo Hyrax) foi realizado um estudo retrospectivo através da técnica de escaneamento de superfície a laser e análise computadorizada de modelos, associado à avaliação em radiografia cefalométrica frontal. A amostra foi constituída de 19 indivíduos portadores de mordida cruzada posterior uni ou bilateral, provenientes de 3 universidades americanas distintas e de uma clínica privada. Os pacientes foram divididos em 2 grupos: Grupo Haas, composto por 9 pacientes com média de idade de 11,9 anos e o Grupo Hyrax, composto por 10 pacientes, com média de idade de 11,1 anos. Todos os pacientes foram submetidos à ERM com protocolo de ativação de 2/4 de volta por dia (0,5 mm) até que fosse obtida sobrecorreção adequada. A documentação foi constituída de modelos de estudo e radiografias cefalométricas em norma frontal, realizadas antes da expansão (T1) e quando da remoção do aparelho (T2), que ocorria geralmente 3

meses após a expansão. Os modelos foram escaneados através do scanner a laser sem contato de superfície (Vivid 700, Minolta, Ramsey, NJ). Essa tecnologia de escaneamento é utilizada na indústria e na medicina, como uma alternativa não invasiva para produzir imagens computadorizadas em 3D. As imagens obtidas a partir do escaneamento dos modelos foram armazenadas e analisadas através de 5 programas (Studio 4.1, Minolta Measure, Adobe Photoshop 6.0, UIC Orthodontics 3DCeph, e Microsoft Excel). Concluíram que os dois disjuntores não resultaram em expansões similares, apresentando mecanismos de expansão diferentes. Os resultados mostraram que a expansão basal, pelo aumento da largura interpalatal, foi maior no grupo Haas, enquanto a expansão dento-alveolar, pelo aumento na angulação palatal, foi maior no grupo do Hyrax. A hipótese seria que o bloco acrílico do disjuntor tipo Haas direcionaria as forças de maneira mais próxima ao centro de resistência da maxila, causando menor tendência a inclinação das hemimaxilas. Portanto, o disjuntor tipo Haas seria o aparelho de escolha para o tratamento de pacientes com atresia maxilar severa. Os autores concluíram que a terapia de expansão maxilar, de maneira geral, foi efetiva nos grupos Haas e Hyrax. Entretanto, os resultados sugeriram que o disjuntor tipo Haas produziu expansão com maior componente ortopédico (maior ganho interpalatal), enquanto o aparelho tipo Hyrax produz expansão com maior componente dento-alveolar (maior angulação interpalatal) (OLIVEIRA et al., 2004).

## 2.2 DISJUNTOR TIPO HYRAX

William Biederman, em 1968, descreveu a técnica de confecção de um expensor higiênico para ERM, também conhecido como expensor maxilar tipo Hyrax. Entretanto, a origem do termo HYRAX não é conhecida. Talvez esse nome derive do título do artigo publicado por Biederman em 1968, intitulado "A **HY**gienic appliance for **RA**pid **eX**pansion". Esse aparelho, por ser apenas dento-suportado, apresenta a vantagem de ser mais higiênico, uma vez que não possui corpo acrílico e assim evitaria irritação na mucosa palatina decorrente de impação alimentar. A confecção desse disjuntor seria iniciada pela adaptação de bandas nos primeiros molares

superiores permanentes e primeiros pré-molares, seguido da moldagem de transferência e obtenção do modelo de gesso contendo as bandas. A seguir, o parafuso expensor era posicionado sobre um pequeno montículo de gesso para mantê-lo afastado do palato, e lateralmente, eqüidistante de ambos os processos alveolares da maxila. O parafuso era orientado para que a ativação fosse realizada de anterior para posterior. A armação metálica caracterizava-se pela adaptação de segmentos de fio aço redondo 0,040" na superfície vestibular das bandas e de um outro fio redondo 0,059" adaptado ao parafuso expensor e a superfície palatina das bandas. A soldagem era realizada inicialmente nas barras vestibulares e posteriormente, nas barras palatinas e no parafuso expensor. Neste mesmo artigo, Biederman apresentou um novo parafuso expensor pré-fabricado, o qual apresentava as espessas barras palatinas já soldadas ao parafuso, facilitando a confecção do aparelho expensor higiênico (BIEDERMAN, 1968).

### 2.3 DISJUNTOR TIPO HAAS

Haas, em 1961, descreveu a técnica de confecção do aparelho expensor dento-muco-suportado, mundialmente conhecido como disjuntor tipo Haas. Segundo o autor, a fabricação era realizada pela técnica direta-indireta. Bandas eram feitas ou selecionadas e adaptadas aos primeiros molares permanentes superiores e aos primeiros pré-molares superiores ou primeiros molares decíduos superiores. A seguir, era realizada moldagem de transferência e obtenção do modelo de trabalho com as bandas já transferidas. Barras de conexão eram soldadas às superfícies vestibulares e palatinas de cada par de bandas. As barras palatinas se estendiam anteriormente e posteriormente, contornando o palato em direção à rafe palatina e atuando como retenções para unir as bandas aoacrílico palatino. Um parafuso expensor era adaptado a uma lâmina de cera, de modo que o longo eixo do parafuso ficasse perpendicular a essa lâmina de cera. A seguir, a cera era cortada para se adaptar ao contorno do palato, estando o centro do parafuso sobre a rafe

palatina mediana e as margens laterais do parafuso afastadas 1 mm do palato. Resina acrílica auto polimerizável era então aplicada ao modelo, cobrindo o parafuso e as barras palatinas. Na seqüência, o disjuntor era removido do modelo de gesso e desgastes eram realizados para garantir que todas as bordas e arestas que entrariam em contato com a mucosa palatina estivessem arredondadas. Para o autor, o disjuntor dento-muco-suportado seria preferível em relação ao disjuntor dento-suportado, pois, assim as forças de expansão não seriam transmitidas apenas contra os dentes e sim, contra os processos alveolares e base óssea (HAAS, 1961).

Para Haas, o disjuntor deveria ser projetado para potencializar o efeito ortopédico e diminuir o efeito ortodôntico, utilizando para tal, máxima ancoragem possível. O autor acrescenta que as barras vestibulares e palatinas deveriam ser adaptadas o mais gengivalmente possível, contornado com o máximo de contato as bandas e os segundos pré-molares não bandados. Idealmente, as soldas deveriam cobrir toda superfície vestibular e palatina das bandas, não havendo solda apenas nas áreas interproximais, a fim de permitir a inserção do aparelho. Também seria desejável bandar a maior quantidade de dentes possível. Quando as barras vestibulares soldadas não eram utilizadas, ocorria enfraquecimento da ancoragem levando a diminuição do efeito ortopédico e aumento do efeito ortodôntico. Eventualmente, seria vantajoso estender as barras vestibulares e palatinas aos caninos e segundos molares. O corpo acrílico deveria repousar sobre a mucosa apenas na região entre os primeiros molares permanentes e os primeiros pré-molares, a fim de evitar danos aos tecidos ricamente vascularizados, como as rugas palatinas, margens gengivais e os tecidos que recobrem os forames alveolares posteriores (HAAS, 1970).

Haas citou algumas desvantagens do disjuntor dento-suportado em relação ao dento-muco-suportado. Segundo o autor, a eliminação do corpo acrílico do disjuntor, tornando sua armação constituída apenas de fios (dento-suportado), poderia ser arriscada. Nessas circunstâncias, a força de expansão gerada pelo parafuso seria transmitida apenas contra os dentes e a fina parede óssea alveolar enquanto que, nos disjuntores com o corpo acrílico, a maior parte da força ortopédica seria também distribuída contra as paredes inclinadas da abóboda palatina, as paredes ósseas vestibulares, dentes posteriores e fibras periodontais,

potencializando o efeito ortopédico e diminuindo o ortodôntico. Para Haas, apesar do disjuntor dento-suportado ser relativamente eficiente durante a dentadura mista e permanente jovem, ele seria, sem dúvida, inferior quando comparado ao dento-muco-suportado, principalmente em pacientes com mais idade. A utilização de disjuntores dento-suportados poderia, quando da não abertura da sutura palatina mediana, causar dor intensa nos dentes e perfurações nas tábuas ósseas vestibulares. A principal desvantagem do disjuntor dento-suportado (Hyrax) seria durante o período de contenção, quando os dentes estariam mantidos expandidos com o próprio disjuntor. Nessas primeiras 6 a 8 semanas, forças compressivas atuariam sobre a maxila expandida. Considerando a fisiologia do movimento dental, esse sistema de forças e de resistência poderia resultar apenas em recidiva parcial da expansão na cavidade nasal e base apical maxilar. A pressão sobre a maxila seria direcionada, em parte, contra a superfície vestibular das raízes dos dentes posteriores superiores. Como resultado, haveria reabsorção da tábua óssea vestibular com conseqüente movimentação medial da maxila. Esse fenômeno não ocorreria quando era utilizado o disjuntor dento-muco-suportado, devido ao suporte acrílico (HAAS, 1970).

O disjuntor dento-muco-suportado também foi descrito e preconizado por Wertz. A única diferença desse aparelho em relação ao disjuntor preconizado por Haas, em 1961, seria a ausência das barras de aço soldadas nas faces vestibulares dos anéis, que segundo o próprio Wertz, apenas dificultariam a cimentação do disjuntor. O autor também comentou sobre as deficiências dos disjuntores dento-suportados, os quais poderiam abrir a sutura, entretanto, a falta do bloco acrílico para ajudar na estabilização das hemimaxilas recém posicionadas, permitiria que as forças residuais causassem a recidiva dos processos alveolares em direção medial enquanto os dentes permaneciam fixos em suas novas posições. Com isso, a quantidade de ganho esquelético seria diminuída (WERTZ, 1970).

## 2.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA *CONE BEAM*

A tomografia computadorizada (TC) é um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X e que permite a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos três planos de espaço (GARIB et al., 2007).

O advento da tomografia computadorizada *cone beam* (de feixe cônico) está levando a Odontologia a uma nova era na área do diagnóstico. Contrariamente aos aparelhos de tomografia tradicionais, os quais são grandes e apresentam custo elevado para compra e manutenção, o tomógrafo *cone beam* supre as necessidades da Odontologia, por ter tamanho reduzido e poder ser instalado em espaços físicos pequenos além de escanear apenas a cabeça do paciente. Essa tecnologia permite a reprodução de imagens tridimensionais dos tecidos mineralizados com mínima distorção, menor custo e menor dose de radiação em comparação à tomografia computadorizada tradicional (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006), estando indicado para a área maxilofacial (HATCHER; ABOUDARA, 2004; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006; LUDLOW; IVANOVIC, 2008).

O primeiro relato na literatura sobre TC *cone beam* ocorreu em 1998, quando pesquisadores italianos da Universidade de Verona, apresentaram os resultados preliminares de um novo aparelho de tomografia computadorizada (NewTom-9000, *Quantitative Radiology, Verona, Italy*) o qual era baseado na técnica de feixe cônico (*cone beam*), e indicado para a região maxilofacial. Os resultados mostraram que a qualidade das imagens supria as necessidades específicas de diagnóstico. A acurácia foi considerada boa, com um tempo de escaneamento reduzido associado à dose de radiação significativamente baixa. Essas características, somadas ao baixo custo efetivo do aparelho (US\$ 150.000) bem como a facilidade em seu manuseio, tornaram-no apropriado para ser utilizado até mesmo em pequenos centros de diagnóstico (MOZZO et al., 1998).

Embora os princípios da TC *cone beam* tenham sido usados nas últimas 2 décadas apenas recentemente, devido ao desenvolvimento de tubos de raios X de

baixo custo associado a sistemas de detectores de alta qualidade e computadores pessoais de alta performance, tem-se a disponibilidade comercial desses aparelhos. O primeiro tomógrafo *cone beam* disponível comercialmente foi o NewTom QR DVT 9000 (*Quantitative Radiology, Verona, Italy*) no ano de 2001, seguido por outros aparelhos como o CB MercuRay (Hitachi Medical Corp., Kashiwa-shi, Chiba-ken, Japan), 3D Accuitomo – XYZ Slice View Tomograph (J. Morita Mfg Corp., Kyoto, Japan) and i-CAT (Xoran Technologies, Ann Arbor, Mich., and Imaging Sciences International, Hatfield, PA) (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

O aparelho de TC *cone beam* caracteriza-se por ser compacto, de dimensões semelhantes ao aparelho de radiografia panorâmica. Geralmente, o paciente é posicionado sentado, embora em alguns aparelhos o paciente seja posicionado deitado (GARIB et al., 2007). O tomógrafo possui dois componentes principais, posicionados em extremos opostos da cabeça do paciente: a fonte ou tubo de raios X e um detector de raios X. Na técnica de feixe cônico, a fonte de raios X realiza, de maneira sincronizada com o detector, uma única volta de 360 graus ao redor da cabeça do paciente, a qual permanece estabilizada por um fixador do próprio equipamento. A cada determinado grau de giro, o aparelho adquire uma projeção da imagem da cabeça do paciente, conhecida como imagem base. Essa seqüência de imagens base (*raw data*) é processada por um programa contendo algoritmos sofisticados para então gerar a imagem volumétrica em 3D, a qual pode ser usada para produzir reconstruções primárias das imagens nos 3 planos ortogonais: axial, sagital e coronal. Como o tomógrafo *cone beam* adquire todas as imagens base em uma única volta de 360 graus ao redor da cabeça, o tempo de escaneamento é rápido (10 a 70 segundos) (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006). Todo o volume de dados pode então ser exportado para um CD (*compact digital disc*) no formato DICOM (*Digital Imaging Communication in Medicine*) e transferidos para qualquer computador onde as imagens podem ser reconstruídas e visualizadas através de programas específicos disponíveis (HATCHER; ABOUDARA, 2004).

Um aspecto interessante da TC *cone beam* é que os programas que executam a reconstrução computadorizada das imagens podem ser instalados em computadores convencionais, não necessitando de uma *Workstation* como as tomografias tradicionais, embora ambas sejam armazenadas na linguagem DICOM.

Assim, se o profissional possuir um programa específico instalado em seu computador pessoal, poderá manipular as imagens tridimensionalmente, segundo sua conveniência, bem como, mostrá-las em tempo real aos pacientes. As imagens de maior interesse podem ser salvas e arquivadas no prontuário como parte da documentação (GARIB et al., 2007).

Os programas de TC *cone beam*, igualmente a tomografia tradicional, permitem tanto reconstrução multiplanar como reconstrução em 3D. A reconstrução multiplanar caracteriza-se por ser um recurso que permite a reconstrução dos cortes axiais originais em outros planos de espaço, como os planos coronal, sagital e oblíquo, sem a necessidade de expor o paciente novamente à radiação. Também é possível gerar imagens bidimensionais, semelhantes às radiografias convencionais utilizadas na Odontologia, como a panorâmica e as radiografias cefalométricas em norma lateral e frontal, função denominada de reconstrução multiplanar em volume (MAKI et al., 2003; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

Os cortes axiais, selecionados pelo operador em uma visão lateral da cabeça, semelhante ao *scout*, são considerados reconstrução primária ou direta. Cada corte contíguo pode apresentar espessura mínima inferior a 1 mm. A partir dos cortes axiais são obtidas as reconstruções secundárias (reconstruções coronais, reconstruções sagitais e os cortes perpendiculares ao contorno dos arcos dentários chamados de ortorradiais ou transaxiais), as reconstruções 3D e as imagens convencionais bidimensionais. Sobre essas imagens o programa permite a realização de mensurações digitais lineares e angulares (GARIB et al., 2007).

O volume da área escaneada apresenta formato cilíndrico, de tamanho variável, de acordo com a marca comercial do aparelho, sendo composto unitariamente pelo *voxel* (GARIB et al., 2007). O *voxel* é uma pequena estrutura em forma de cubo, que representa um grau específico de absorção de raios X. O tamanho desses *voxels* determina a resolução da imagem. Nas TC *cone beam*, os *voxels* são classificados como isotrópicos, ou seja, possuem largura, comprimento e profundidade com dimensão exatamente igual. Isso produz uma resolução sub-milimétrica que varia de 0,4 mm até 0,125 mm (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC,

2006). Devido à essa ótima resolução, tem-se a possibilidade de se distinguir esmalte, dentina, cavidade pulpar e cortical alveolar.

Tratando-se da região maxilofacial, a utilização da TC *cone beam* apresenta uma série de vantagens em comparação com as tomografias computadorizadas convencionais:

(1) Limitação do feixe de raios X: a redução da área irradiada através da colimação do feixe primário de raios X à área de interesse minimiza a dose de radiação. A maioria dos aparelhos de TC *cone beam* pode ser ajustado para escanear pequenas regiões enquanto outros, podem escanear o complexo craniofacial inteiro quando necessário (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

(2) Acurácia da imagem: o conjunto de dados volumétricos é constituído por um bloco 3D de pequenas estruturas cubóides (voxels). Como na tomografia *cone beam* os voxels são isotrópicos, a resolução torna-se sub-milimétrica (0,4 mm a 0,125 mm). Já nas tomografias convencionais, a superfície do voxel pode ser tão pequena quanto 0,625 milímetros quadrados, mas em sua profundidade geralmente apresenta-se com 1 a 2 mm. Alguns trabalhos na área de validação da TC *cone beam* para análises qualitativas e quantitativas mostraram alta acurácia da imagem (MOZZO et al., 1998; HILGERS et al., 2005; MISCH; YI; SARMENT, 2006; LAGRAVÈRE et al., 2008). Comparando a acurácia das mensurações lineares realizadas na radiografia cefalométrica em norma lateral e na imagem cefalométrica lateral bidimensional, reconstruída a partir da tomografia *cone beam*, os autores concluíram que a TC *cone beam* apresentou melhor acurácia na maioria das medidas em comparação com o método radiográfico convencional (MOSHIRI et al., 2007). A acurácia das medidas realizadas nas imagens providas pelo *software* do tomógrafo *cone beam* i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) foi avaliado em estudo recente. Os autores concluíram que as imagens fornecidas por esse tomógrafo são satisfatórias para medições lineares nos 3 planos de espaço. Houve tendência da TC *cone beam* em subestimar o tamanho real dos objetos quando comparado ao paquímetro de precisão. Entretanto, essas diferenças foram menores que 0,1 mm, sendo, portanto, insignificantes clinicamente na maioria das situações (BALLRICK et al., 2008).

(3) Tempo de escaneamento rápido: como a aquisição de todas as imagens base ocorre em um único giro de 360 graus, o tempo de escaneamento torna-se rápido (10 a 70 segundos) em comparação aos sistemas de tomografia médica computadorizada espiral. Apesar de tempos de escaneamento mais rápidos representarem menos imagens base para reconstrução dos dados volumétricos, os artefatos decorrentes da movimentação do paciente durante a aquisição da imagem são reduzidos (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

(4) Dose de radiação: A dose de radiação efetiva varia de acordo com a marca comercial do aparelho e com as especificações técnicas selecionadas durante a tomada, como campo de visualização, tempo de exposição, miliamperagem e quilovoltagem (LUDLOW; IVANOVIC, 2008). De maneira geral, a dose de radiação efetiva da TC *cone beam* apresenta-se reduzida em comparação a tomografia computadorizada tradicional (MOZZO et al., 1998; HATCHER; ABOUDARA, 2004; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

Como os riscos dos raios X são cumulativos, torna-se imperativo buscar estratégias que visem à redução na dose de radiação, como por exemplo, a escolha do aparelho de TC *cone beam*. Foi realizado um estudo para avaliar e comparar a dose de radiação apresentada pelos seguintes tomógrafos *cone beam*: NewTom 3G (QR, Verona, Italy); CB Mercuray (Hitachi Medical of America, Twinsburg, OH); Promax 3D (Planmeca OU, Helsinki, Finland) Prexion 3D (Terarecon, San Mateo, CA); Galileos (Sirona, Charlotte, NC); Classic i-CAT (Imagem Sciences International, Hatfield, PA); Next Generation i-CAT (Imaging Sciences International); Iluma (Imtec Imaging, Ardmore, OK) e um tomógrafo 64-slice multiple-row-detector CT (MDCT). Os resultados mostraram que a dose efetiva decorrente de um protocolo padrão de escaneamento com o tomógrafo convencional (MDCT) foi de 1.5 a 12.3 vezes maior quando comparado ao escaneamento com os tomógrafos *cone beam* (LUDLOW; IVANOVIC, 2008).

Para alguns pesquisadores, a TC *cone beam* (aparelho NewTom 9000) apresenta dose de radiação similar a um levantamento periapical completo da dentição (HATCHER; ABOUDARA, 2004). Outros autores encontraram que a

exposição efetiva e dose de radiação da TC *cone beam* (aparelho NewTom 9000) é 10 vezes maior que a da radiografia panorâmica (COHNEN et al., 2002). Em outro estudo, utilizando o tomógrafo *cone beam* (NewTom 9000), foi encontrada dose de radiação de 36.3  $\mu\text{Sv}$  ou seja, 3 a 7 vezes maior que a radiografia panorâmica (2 a 9  $\mu\text{Sv}$ ) (LUDLOW; DAVIES-LUDLOW; BROOKS, 2003). Entretanto, em comparação a uma radiografia convencional, o potencial do exame da TC em prover informações complementares é muito superior. Adicionalmente, com um único exame de TC *cone beam*, pode-se obter reconstruções de todas as tomadas radiográficas convencionais odontológicas como a panorâmica, telerradiografia em norma lateral e frontal, periapicais, *bite-wings* e oclusais, associado a informações ímpares obtidas pelas reconstruções multiplanares e em 3 dimensões. As imagens podem ainda serem enviadas para prototipagem, obtendo-se um modelo da região escaneada em material siliconado (GARIB et al., 2007).

Objetivando comparar a radiação absorvida e a dose efetiva das radiografias panorâmica e cefalométrica, TC *cone beam* e TC *multi-slice*, foi realizado um estudo com os seguintes equipamentos: Tomógrafos *cone beam*: NewTom 9000 (QR, Verona, Italy) e i-CAT (Imagem Sciences International, Hatfield, PA). O aparelho de radiografia panorâmica foi o Orthophos Plus DS (Sirona Dental Systems) e o tomógrafo *multi-slice* foi o Somatom Sensation 64 (Siemens Medical Solutions). Os resultados mostraram que os maiores valores de dose efetiva foram observados, em ordem decrescente, para a TC *multi-slice* (429,7  $\mu\text{Sv}$ ), i-Cat (61,1  $\mu\text{Sv}$ ), NewTom 9000 (56,2  $\mu\text{Sv}$ ) e radiografias panorâmica e cefalométrica (10,4  $\mu\text{Sv}$ ). A dose efetiva apresentada pela TC *cone beam* foi maior quando comparada às radiografias convencionalmente utilizadas no tratamento ortodôntico. Portanto, a indicação da tomografia *cone beam* deve ser precisa, avaliando sempre, o custo benefício de submeter o paciente a maior dose de radiação em detrimento de informações mais precisas. Dentre os dois tomógrafos *cone beam*, o i-Cat apresentou a maior dose de radiação. Os autores concluíram que quando imagens tridimensionais forem requeridas na prática ortodôntica, a TC *cone beam* deveria ser a opção de escolha ao invés da TC *multi-slice*. As tomografias tradicionais, como a *multislice*, seriam indicadas na Ortodontia apenas nos casos onde houvesse real necessidade de um grande campo de visualização (FOV – maior que 30 cm) ou avaliação de tecidos moles (SILVA et al., 2008).

Outra vantagem da TC *cone beam* em relação às TC convencionais seria a menor produção de artefatos decorrentes da presença de metal (HOLBERG et al., 2005; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006).

Os exames radiográficos convencionais, até então muito utilizados na Odontologia, apresentam limitações em relação à visualização precisa de determinadas áreas anatômicas. A TC *cone beam* veio para suprir essas deficiências, constituindo uma importante ferramenta clínica na prática ortodôntica.

Dentre suas indicações na Ortodontia, destacam-se: no diagnóstico e plano de tratamento ortodôntico; na avaliação do posicionamento tridimensional de dentes retos e sua relação com os dentes e estruturas vizinhas (NAKAJIMA et al., 2005; WALKER; ENCISO; MAH, 2005; BJERKLIN; ERICSON, 2006); análise do crescimento e desenvolvimento maxilofacial (MAKI et al., 2003; SUKOVIC, 2003); visualização das tábuas ósseas vestibulares e linguais e sua remodelação após a movimentação dentária (FUHRMANN, 2002; SARIKAYA et al., 2002; GARIB et al., 2006); avaliação das dimensões transversas das bases apicais (PODESSER, 2004; GARIB et al., 2005); avaliação da movimentação dentária para região de osso atrésico (GUNDUZ et al., 2004); avaliação de enxerto ósseo na região de fissuras lábio-palatais (HAMADA; KONDOH; NOGUCHI, 2005); análise quantitativa e qualitativa do osso alveolar prévio a colocação de mini-implantes para ancoragem ortodôntica (POGGIO et al., 2006); análise da dentadura mista através da medição do diâmetro méso-distal dos caninos e pré-molares não irrompidos; avaliações cefalométricas (HALAZONETIS, 2005; FARMAN; SCARFE, 2006; SWENNEN; SCHUTYSER, 2006); além de planejamento de casos ortodônticos e ortodôntico-cirúrgicos com assimetrias (LUDLOW; IVANOVIC, 2008).

## 2.5 EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A utilização da tomografia computadorizada na Ortodontia, especificamente para a avaliação das dimensões transversais da maxila data desde a década de 80, quando, pela primeira vez, foi utilizada a tomografia computadorizada para avaliar os resultados da expansão rápida da maxila seguida de protração maxilar no tratamento de um caso com suave maloclusão de classe III de Angle e mordida cruzada posterior (TIMMS; PRESTON; DALY, 1982).

No início deste século, em 2004, foi desenvolvido e avaliado um novo método para quantificação das dimensões transversais da maxila através de TC convencional. A amostra foi constituída de 10 pacientes adultos, submetidos ao exame de tomografia computadorizada (Tomoscan 7000SR- Philips, Eindhoven, The Netherlands). A TC foi obtida utilizando o plano de orientação frontal de forma padronizada, ou seja, o paciente era posicionado com a face voltada para baixo e o pescoço hiperextendido e o escaneamento realizado em 90 graus com o plano do palato duro. O intervalo entre os cortes era de 1,5 mm e a espessura dos cortes de 1,5 mm. As mensurações eram realizadas em dois cortes: o primeiro (corte molar), era o corte mais anterior que mostrava toda a raiz palatina do primeiro molar superior. O Segundo (corte canino), o corte mais anterior que mostrava a coroa e raiz do canino em toda sua extensão. Sobre esses cortes foram identificados e marcados diversos pontos de referência, utilizando para isso, papel de acetato. Na seqüência, esses pontos eram digitalizados através de um programa de cefalometria (Scriptel – Scriptel Corp., USA) e as medidas lineares e angulares calculadas. Essas mensurações foram realizadas e repetidas por dois observadores distintos e as diferenças inter e intra-observadores foram calculadas. Os resultados mostraram que esse sistema de avaliação constitui um método razoável para avaliação transversal do complexo nasomaxilar e que devido à variação nas diferenças inter e intra-observadores o indicado, quando possível, seria que todas as mensurações fossem realizadas pela mesma pessoa (PODESSER, 2004).

Com o intuito de comparar e quantificar os efeitos dento-esqueléticos decorrentes da ERM utilizando os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax foi realizado um estudo em TC tradicional. A amostra foi constituída de apenas 8 indivíduos, todos do sexo feminino, portadores de mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral, divididos em dois grupos: Grupo 1, composto por 4 meninas com média de idade de 12,4 anos (variando de 11,4 a 13,6 anos) submetidas a ERM com o disjuntor tipo Haas (aparelho dento-muco-suportado, contendo 4 anéis, barras de aço para ancoragem palatina e vestibular eacrílico palatino). O Grupo 2 foi composto por 4 meninas com média de idade de 12,6 anos (variando de 11,5 a 13,9 anos) submetidas a ERM com o disjuntor tipo Hyrax (aparelho dento-suportado, contendo quatro anéis, barras de aço para ancoragem palatina e vestibular). O protocolo de ativação foi igual para os grupos 1 e 2, ou seja, de 4/4 de volta inicial (0,8 mm) seguida de 2/4 de volta (0,4 mm) diários até que o parafuso atingisse a expansão máxima de 7 mm. Após a fase ativa da expansão o disjuntor permanecia como contenção por 3 meses. Todos os pacientes realizaram TC espiral antes da expansão e uma segunda TC após o período de contenção de 3 meses, quando o disjuntor era removido. Foi utilizado o tomógrafo espiral Xvision EX (Toshiba Corporation Medical Systems Company, Otawara-Shi, Japan) com espessura dos cortes de 1 mm. As medidas transversais da maxila eram realizadas em imagens coronais na região do primeiro pré-molar e do primeiro molar permanente. Todas as mensurações foram realizadas 2 vezes com um intervalo de um mês, pelo mesmo examinador. Os resultados mostraram que a sutura palatina mediana abriu em todos os pacientes. O aumento transversal ao nível dentário e alveolar foi bem maior que o aumento esquelético da maxila. A expansão maxilar ao nível esquelético foi de aproximadamente 2,4 a 2,6 mm, ou seja, em média 1/3 da expansão no parafuso, apesar de alguns indivíduos apresentarem valores maiores que 50% da expansão do parafuso. Não houve diferenças significantes entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax para a maioria dos aumentos transversais da maxila, ou seja, ambos os disjuntores tenderam a produzir efeitos ortopédicos (esqueléticos) semelhantes. Nos dois grupos estudados, os segundos pré-molares (dentes não anelados) apresentaram maior inclinação vestibular que os dentes de ancoragem (molares e primeiros pré-molares anelados). Já o disjuntor tipo Haas produziu maior inclinação dos dentes de ancoragem, especialmente nos primeiros pré-molares, quando comparado ao disjuntor tipo Hyrax. Os resultados desse trabalho não dão suporte à

teoria de que o bloco acrílico do expansor tipo Haas potencializa o efeito ortopédico durante a ERM e previna a recidiva da base apical maxilar durante a fase de contenção (GARIB et al., 2005).

As alterações periodontais provenientes da ERM utilizando o disjuntor tipo Haas e tipo Hyrax foi investigada por meio de TC tradicional. A amostra foi a mesma utilizada no trabalho descrito anteriormente (GARIB et al., 2005). As mensurações da espessura óssea alveolar no aspecto vestibular e palatino foram realizadas em cortes axiais paralelos ao plano palatal, ao nível da furca do primeiro molar superior permanente do lado direito. Já para a avaliação do nível vertical da crista óssea alveolar vestibular dos dentes superiores posteriores foram realizadas reconstruções ortorradiais (imagens perpendiculares) ao contorno do arco dentário, passando pelo centro das faces vestibulares dos caninos e pré-molares e pela mesial e distal da face vestibular dos primeiros molares permanentes. Os resultados mostraram que a ERM reduziu a espessura óssea alveolar vestibular dos dentes de ancoragem. Os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax apresentaram os mesmos resultados de redução na espessura óssea alveolar vestibular dos dentes de ancoragem, enquanto a espessura óssea alveolar vestibular dos dentes adjacentes (caninos e segundos pré-molares) permaneceu sem alterações. O disjuntor tipo Haas apresentou menor aumento da espessura óssea alveolar da região palatina dos dentes posteriores do que o aparelho tipo Hyrax. A hipótese é que a pressão exercida pelo acrílico do expansor tipo Haas pode ter estimulado alguma reabsorção óssea do processo alveolar palatal. A ERM induziu a deiscências ósseas nas faces vestibulares dos dentes de ancoragem, principalmente nos pacientes com parede óssea vestibular fina. O disjuntor tipo Hyrax produziu mais deiscências ósseas nas faces vestibulares dos dentes de ancoragem do que o disjuntor tipo Haas. Entretanto, essa diferença foi estatisticamente significativa apenas para a região do primeiro pré-molar (GARIB et al., 2006).

Outros pesquisadores utilizaram a TC *cone beam* para avaliar quantitativamente as alterações ósseas vestibulares nos dentes superiores posteriores decorrentes da expansão maxilar. A amostra foi constituída por 30 pacientes, com média de idade de 13,8 anos (variando de 10,3 a 16,8 anos), submetidos à expansão maxilar com o disjuntor tipo Hyrax (alguns com 4 anéis e

outros com 2 anéis) A quantidade média de expansão no parafuso foi de 4,96 mm (mínimo de 1,93 mm e máximo de 10,6 mm), o tempo total médio de ativação do parafuso foi de 7,8 semanas (com variação de 2 a 18 semanas), a taxa média de expansão no parafuso foi de 0,86 mm por semana (variando de 0,2 a 2,4 mm) e o período médio de contenção foi de 3,6 semanas (variando de 0 a 12 semanas) As TC *cone beam* foram realizadas em dois tempos: (T1) antes do tratamento e (T2) até 3 meses após o final da ativação. Os dados no formato *DICOM* de cada paciente foram reconstruídos com espessura de corte de 0,5 mm e as imagens analisadas através do programa *Osirix medical imaging software*. Os resultados mostraram que a inclinação vestibular de coroa e redução da espessura e nível ósseo vestibular dos primeiros pré-molares, segundos pré-molares e primeiros molares são esperados como efeitos imediatos da ERM; Essa perda óssea vestibular ocorreu de maneira simétrica e de ambos os lados. Verificaram ainda que a expansão dentária foi uniforme no sentido ântero-posterior; os segundos pré-molares (dentes não anelados) apresentaram maior inclinação vestibular de coroa em relação aos primeiros pré-molares e primeiro molar (dentes anelados), embora, sem que houvesse diferença estatisticamente significativa; os primeiros pré-molares e primeiros molares apresentaram maior redução da espessura e do nível ósseo vestibular do que os segundos pré-molares. Houve correlação da inclinação dentária dos primeiros molares para vestibular com a idade do paciente, suportando a hipótese de que, com o aumento da idade, maior a expansão dentária e menor a expansão esquelética durante a ERM. A taxa de ativação do aparelho e o tempo de contenção não tiveram efeitos significativos sobre o grau de inclinação dos dentes, ou sobre a espessura e nível ósseo vestibular (RUNGCHARASSAENG et al., 2007).

Outro trabalho foi realizado visando quantificar e avaliar as mudanças decorrentes do procedimento de ERM, através de TC. A amostra foi constituída de 9 crianças, com média de idade de 8 anos e 1 mês (mínimo de 6 anos e 1 mês e máximo de 9 anos e 9 meses), submetidas a ERM com o disjuntor tipo Hyrax modificado (aparelho dento-suportado, sem a presença de anéis, composto pelo parafuso do aparelho tipo Hyrax unido a um *splint* oclusal e cimentado sobre os dentes posteriores). O protocolo de ativação era de 2/4 de volta (0,5 mm) por dia por um período de 2 semanas (até que o parafuso atingisse 7 mm de expansão). Após a fase ativa da expansão, o disjuntor permanecia como contenção por um período de

3 a 5 meses, quando então era removido. Os pacientes realizaram TC convencional (Tomoscan 7000SR- Philips, Eindhoven, The Netherlands) imediatamente antes da ERM (T1) e após a fase ativa da expansão (T2). Para a realização da segunda tomografia (T2) o aparelho era removido da cavidade oral e reinstalado após o exame. A espessura do corte era de 1,5 mm utilizando um protocolo de baixa radiação. Os pontos tomográficos de referência bem como as mensurações utilizadas nesse trabalho foram as preconizadas pelo próprio autor em uma publicação anterior (PODESSER, 2004). Basicamente, essas mensurações eram realizadas em dois cortes: um na região dos caninos e outro na região dos primeiros molares. Os resultados foram baseados na média das duas mensurações realizadas. A média de expansão dentária, ao nível da coroa do molar, foi de 3,6 mm (mínimo de 2,1 mm, máximo de 5,38 mm). Já a expansão esquelética, representada pela abertura da sutura palatina mediana na região posterior, teve o valor médio de 1,6 mm (mínimo de 1,12 mm, máximo de 1,97 mm); Já a expansão esquelética, também ao nível da sutura palatina mediana, porém, representado pela distância entre os contornos vestibulares da base apical da maxila, teve aumento médio de 1,7 mm (mínimo de 0 mm, máximo de 2 mm); Na região dos caninos, a abertura da sutura foi geralmente menor, com uma média de 1,52 mm (mínimo de 1,12 mm, máximo de 1,98 mm). A proporção entre a magnitude da abertura da sutura foi maior na região anterior para alguns pacientes enquanto para outros foi na região posterior. A dimensão transversal ao nível dento-alveolar aumentou em média, 2,6 mm (mínimo de 1,35 mm, máximo de 5,25 mm) e foi, portanto, maior que o aumento esquelético. Em percentual, os resultados mostraram que a média de expansão esquelética da maxila foi 39,58% (mínimo de 25,21%, máximo de 53,33%) da quantidade de expansão dentária (distância inter-molar) (PODESSER et al., 2007).

Com o objetivo de avaliar a imagem da sutura palatina mediana, após a fase de contenção, em crianças submetidas à ERM, foi realizado um estudo utilizando TC. A amostra foi constituída de 17 crianças, com idades entre 5 anos e 2 meses e 10 anos e 5 meses ao início do tratamento, submetidas ao procedimento de ERM com o disjuntor tipo Haas modificado. O protocolo de ativação foi de uma volta completa por dia até a obtenção de boa morfologia do arco dentário superior, com alguma sobrecorreção. Os pacientes realizaram TC helicoidal antes da expansão, imediatamente após a fase ativa da expansão e após a fase de contenção com o

disjuntor. Através das imagens tomográficas englobando as regiões dento-alveolares e basal da maxila concluíram que após 8 a 9 meses, em média, de contenção com o disjuntor, a sutura palatina mediana se mostrou completamente ossificada em toda a sua extensão, ou seja, desde a região da espinha nasal anterior até a espinha nasal posterior (SILVA FILHO et al., 2007).

Em outro trabalho foram avaliados os efeitos esqueléticos decorrentes da expansão ERM ao nível da sutura palatina mediana, através de tomografia computadorizada tradicional. A amostra foi constituída de 17 crianças (7 meninos e 10 meninas), todos leucodermas, com média de idade de 11,2 anos (variação de 8 a 14 anos) portadores de atresia maxilar transversal. Todos os pacientes foram submetidos à ERM com o disjuntor palatal tipo borboleta (expansor dento-suportado tipo Hyrax modificado, com apenas anéis nos primeiros molares permanentes e colado nos primeiros molares decíduos associado à ausência de barra vestibular de ancoragem) com mesmo protocolo de ativação para todos os pacientes, ou seja, 2/4 de volta diariamente (1/4 de volta = 0,25 mm) por um período de 14 dias, perfazendo o total de 7 mm de expansão no parafuso. Tomografias computadorizadas *multi-slice* foram realizadas antes da ERM (T0), ao final da fase ativa de expansão (T1) e após um período de contenção de 6 meses (T2) realizada com o próprio disjuntor. A espessura do corte tomográfico era de 1,25 mm com intervalos entre os cortes de 0,6 mm, utilizando protocolo de baixa radiação com 80 kV ao invés do protocolo padrão de 120 kv. A mensuração das dimensões transversais da maxila era realizada em cortes axiais, paralelos ao plano palatal, ao nível da sutura palatina mediana. Os resultados mostraram aumento estatisticamente significativo para as medidas lineares transversais entre T0 e T1. A quantidade média de abertura da sutura palatina mediana durante a fase ativa da expansão na região anterior foi de 3,01 mm (variação de 1,82 a 4,25 mm), na região mediana foi de 2,17 mm e na região posterior de 1,15 mm. A sutura palatina mediana, abriu 43% da quantidade de expansão no parafuso (7 mm) na região anterior, 31% na região mediana e 16% na região posterior, mostrando que grande parte da expansão seria de natureza dento-alveolar. Os autores concluíram que a abertura da sutura palatina mediana ocorreu em todos os pacientes. A quantidade de expansão na região posterior da sutura era aproximadamente 40% da quantidade observada na região anterior. A quantidade de aumento na dimensão transversal da maxila, ao nível esquelético, foi limitado

quando comparado a quantidade de ativação do parafuso (20% a 50%) e altamente variável entre os pacientes. Após um período de 6 meses de contenção (T2), a sutura palatina mediana apareceu reorganizada, apresentando dimensão similar à fase pré-tratamento (LIONE et al., 2008).

Os efeitos dentários e periodontais decorrentes da ERM foram avaliados através de tomografia computadorizada tradicional. A amostra foi a mesma utilizada no trabalho descrito anteriormente (LIONE et al., 2008). Os resultados mostraram que ao final da fase ativa da expansão (T1) a distância entre os ápices dos primeiros molares aumentou 3,6 mm. A distância entre as coroas não foi informada em T1. Ao final da fase ativa de expansão foi constatada perda óssea de 0,4 a 0,2 mm na região vestibular dos dentes de ancoragem, sem, entretanto, a ocorrência de fenestrações, deiscências ou perda de inserção. A ERM produziu aumento significativo das dimensões transversais da maxila ao nível do ápice e coroa dos primeiros molares permanentes. Ao final da fase ativa de expansão (T1), a espessura da tabua óssea vestibular dos dentes de ancoragem do disjuntor diminuiu significativamente; Após o período de contenção de 6 meses (T2), foi observado recuperação da espessura das tábuas ósseas vestibulares e palatinas (BALLANTI et al., 2009).

Recentemente, em 2008, foram avaliados de forma retrospectiva os efeitos da ERM no sentido transversal através de TC *cone beam*. A amostra foi constituída de 30 pacientes, com média de idade de 13,8 anos (variando de 10,3 a 16,8 anos), submetidos à ERM com o disjuntor tipo Hyrax (17 disjuntores com 4 anéis e 13 disjuntores com 2 anéis). A quantidade média de expansão no parafuso era de 5,08 mm (mínimo de 1,8 e máximo de 10,5 mm), o tempo total médio de ativação do parafuso era de 7,8 semanas (com variação de 2 a 18 semanas), a taxa média de expansão no parafuso era de 0,86 mm por semana (variando de 0,2 a 2,4 mm) e o período médio de contenção era de 3,6 semanas (variando de 0 a 12 semanas). As TC *cone beam* foram realizadas em dois tempos: (T1) antes do tratamento e (T2) até 3 meses após o final da ativação. Os dados no formato *DICOM* de cada paciente eram reconstruídos com espessura de corte de 0,5 mm e as imagens analisadas através do programa *Osirix medical imaging software*. Os resultados mostraram um padrão de expansão triangular com a base mais larga na região anterior. Houve uma

expansão esquelética de 55% do total da expansão, na região dos primeiros pré-molares, de 45% na região dos segundos pré-molares e de 38% na região dos primeiros molares, ou seja, o percentual de expansão esquelética da maxila em relação à expansão total diminuiu de anterior para posterior. A inclinação dos processos alveolares representou 6% do total da expansão na região dos primeiros pré-molares, de 9% na região dos segundos pré-molares e de 13% na região dos primeiros molares (a inclinação dos processos alveolares aumentou de anterior para posterior). A inclinação dentária foi de 39% em relação à expansão total na região dos primeiros pré-molares, de 46% na região dos segundos pré-molares e de 49% na região dos primeiros molares, ou seja, a inclinação dentaria aumentou de anterior para posterior. Esse trabalho também mostrou que a ERM produziu aumento estatisticamente significante na largura nasal e diminuição na largura do seio maxilar (GARRETT et al., 2008a).

### 3 PROPOSIÇÃO

---

Avaliar e comparar os efeitos imediatos da expansão rápida da maxila, no sentido transversal, com os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax, através de tomografias computadorizadas *cone beam*, verificando:

3.1 as alterações decorrentes da disjunção maxilar no sentido transversal;

3.1.1 esqueléticas;

3.1.2 dento-alveolares;

3.1.3 dentárias;

3.2 o comportamento dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax em relação aos efeitos:

3.2.1 esqueléticos;

3.2.2 dento-alveolares;

3.2.3 dentários.

## 4 METODOLOGIA

---

### 4.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A seleção da amostra foi baseada na escolha de indivíduos portadores de deficiência maxilar transversal com indicação terapêutica para o procedimento de ERM, que procuraram tratamento ortodôntico na Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, no período compreendido entre os anos de 2007 e 2008. Além da deficiência transversal da maxila, foram utilizados os seguintes critérios para seleção dos pacientes:

- Encontrar-se no período da dentadura mista ou permanente jovem (7-14 anos) com a presença dos primeiros molares superiores permanentes totalmente erupcionados e dos primeiros pré-molares superiores ou primeiros molares superiores decíduos com implantação radicular adequada e mobilidade normal;
- Nenhum histórico de tratamento ortodôntico prévio ou outro tratamento que pudesse interferir no curso normal do crescimento e desenvolvimento maxilo-mandibular.

Os critérios utilizados para exclusão de pacientes da amostra foram:

- Presença de má-formações congênita;
- Agenesias dentárias;
- Presença de doença periodontal;
- Pacientes com idade superior a 15 anos.

Os indivíduos selecionados foram informados sobre os riscos e benefícios de participar dessa pesquisa através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A, página 142) o qual foi assinado por todos os pacientes. O projeto de pesquisa para a elaboração deste trabalho foi previamente aprovado pela Comissão Científica e Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS (Anexo A, página 147) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS (Anexo B, página 148).

Inicialmente, foram selecionados e tratados 48 pacientes. Entretanto, alguns indivíduos foram excluídos da amostra devido à intercorrências, como quantidade de ativação inadequada além de quebra e/ou desadaptação dos disjuntores, que comprometeriam a obtenção de uma amostra padronizada e fidedigna.

Por isso, neste estudo prospectivo, a amostra foi constituída de 33 indivíduos leucodermas, com idades cronológicas variando de 7 anos e 3 meses a 14 anos e 6 meses (média de 10 anos e 9 meses) e idades esqueléticas variando de 6 anos e 10 meses a 15 anos (média de 10 anos e 11 meses). Em relação ao gênero, 11 indivíduos eram do gênero masculino e 22 do feminino. Esses indivíduos foram divididos aleatoriamente (amostragem aleatória simples), em dois grupos: Grupo 1 (Grupo Haas): composto por 18 indivíduos submetidos ao protocolo de expansão maxilar com o disjuntor tipo Haas; e o Grupo 2 (Grupo Hyrax): formado por 15 indivíduos submetidos ao protocolo de expansão maxilar com o disjuntor tipo Hyrax (Quadro 1).

QUADRO 1 - Caracterização da amostra quanto ao número, idade e gênero.

	<b>Número de Pacientes</b>	<b>Idade cronológica (média)</b>	<b>Idade esquelética (média)</b>	<b>Gênero masculino</b>	<b>Gênero feminino</b>
<b>Grupo 1 (Haas)</b>	18	10 anos 6 meses	10 anos 11 meses	5	13
<b>Grupo 2 (Hyrax)</b>	15	11 anos	10 anos 11 meses	6	9
<b>Total</b>	33	10 anos 9 meses	10 anos 11 meses	11	22

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

## 4.2 DOCUMENTAÇÃO SOLICITADA

A fim de complementar o diagnóstico clínico, os indivíduos da amostra realizaram exames complementares com o intuito de auxiliar na elaboração de um amplo e correto diagnóstico, confirmando não apenas a deficiência maxilar transversal, mas investigando a presença de outras condições não compatíveis com o processo normal de crescimento e desenvolvimento maxilo-mandibular dos indivíduos. Os exames realizados são descritos a seguir:

- Fotografias extra-orais: perfil, frente e frente sorrindo.
- Fotografias intra-orais: frente, lateral direita, lateral esquerda, oclusal superior e oclusal inferior.
- Radiografia cefalométrica em norma frontal.
- Radiografia cefalométrica em norma lateral.
- Radiografia panorâmica.
- Radiografia de mão e punho.
- Tomografia computadorizada *cone beam* de face.

Todos os indivíduos (grupos Haas e Hyrax) realizaram a primeira tomografia computadorizada *cone beam* da região maxilofacial (T1), em um período de 1 a 4 semanas antes da instalação do disjuntor e uma segunda tomografia computadorizada *cone beam* (T2) no dia da estabilização do parafuso expensor, após ativação em 8 mm (décimo nono dia após a ativação inicial).

### 4.3 CONFECÇÃO E CIMENTAÇÃO DOS DISJUNTORES

#### 4.3.1 PROCEDIMENTOS GERAIS

Nessa pesquisa foram utilizados dois tipos de aparelhos expansores maxilares fixos. No Grupo 1 foi utilizado o disjuntor tipo Haas e no Grupo 2 o disjuntor tipo Hyrax. Ambos os aparelhos continham quatro anéis (primeiros molares decíduos ou primeiros pré-molares e primeiros molares superiores permanentes) e foram confeccionados de forma padronizada por meio dos seguintes procedimentos:

I. Inicialmente os dentes a serem anelados (primeiros molares superiores permanentes e primeiros molares superiores decíduos ou primeiros pré-molares superiores) tiveram seus pontos de contato afastados com elásticos separadores radiopacos<sup>1</sup>.

II. A seguir, eram selecionados e adaptados anéis ortodônticos<sup>2</sup> nestes dentes e na seqüência, realizada a moldagem de transferência com alginato<sup>3</sup>.

III. Os anéis eram então removidos da cavidade bucal, posicionados no molde obtido e fixados com cera vermelha nº 7. Na seqüência, o molde era preenchido por gesso<sup>4</sup> sob suave vibração, iniciando-se pelos anéis, para evitar o seu deslocamento e posteriormente, nas demais áreas. Após a obtenção do modelo de gesso, o mesmo era encaminhado para a confecção do disjuntor.

---

1. Morelli®, ref. 60.04.400 Sorocaba, SP, Brasil.

2. Morelli®, ref. 40.02.900, Sorocaba, SP, Brasil.

3. Jeltrade – Dentsply Ind. e Com. LTDA.

4. Gesso branco ortodôntico tipo alfa super alvo especial – Marca Asfer – indústria química LTDA.

#### 4.3.2 CONFECÇÃO DO DISJUNTOR TIPO HAAS

O disjuntor tipo Haas utilizado foi o preconizado pelo próprio autor, em 1961. Caracteriza-se por ser um aparelho expensor maxilar do tipo fixo e dento-muco-suportado, ou seja, ancorado nos dentes e também na mucosa palatina (Figura 1, página 64).

A partir do modelo de gesso obtido era construída a estrutura metálica do disjuntor, composta por barras vestibulares e palatinas confeccionados com fio<sup>5</sup> de aço inoxidável com 1,0 mm de diâmetro. Essas barras eram soldadas nas superfícies vestibulares e palatinas dos anéis. As barras palatinas se estendiam anteriormente e posteriormente contornando o palato em direção a rafe palatina mediana, atuando como retenções para a construção do corpo acrílico. O parafuso expensor<sup>6</sup> utilizado (componente ativo do disjuntor) era da marca Dentaurum, com abertura máxima de 11 mm, sendo 1/4 de volta da ativação do parafuso expensor equivalente a 0,2 mm. Esse parafuso era posicionado, no sentido transversal, com o seu centro sobre a rafe palatina mediana. No sentido vertical, era posicionado o mais próximo possível do palato, mantendo suas margens laterais afastadas 1 mm das paredes laterais do palato. No sentido ântero-posterior, a parte mediana do parafuso era posicionada entre os primeiros molares permanentes e os segundos pré-molares de forma que a ativação fosse realizada de anterior para posterior.

Na seqüência era adicionada resina acrílica autopolimerizável para unir as extensões palatinas da estrutura metálica ao parafuso expensor e assim, formar o corpo acrílico do aparelho.

---

<sup>5</sup> Marca Dentaurum - código catálogo 527-100-00 classe de resistência duro elástico - até 2000 n/cm<sup>2</sup>.

<sup>6</sup> Marca Dentaurum - tipo esquelético - modelo Magnum - código do catalogo 600.303.30.

Cuidados especiais foram tomados nos procedimentos de acabamento e polimento, principalmente em relação ao corpo acrílico, a fim de garantir que todas as arestas estivessem arredondadas e que a parte acrílica repousasse sobre a mucosa palatina apenas na região entre os primeiros molares e os primeiros pré-molares, para evitar danos aos tecidos ricamente vascularizados, como as rugas palatinas, margens gengivais e os tecidos que recobrem os forames palatinos posteriores (HAAS, 1970).

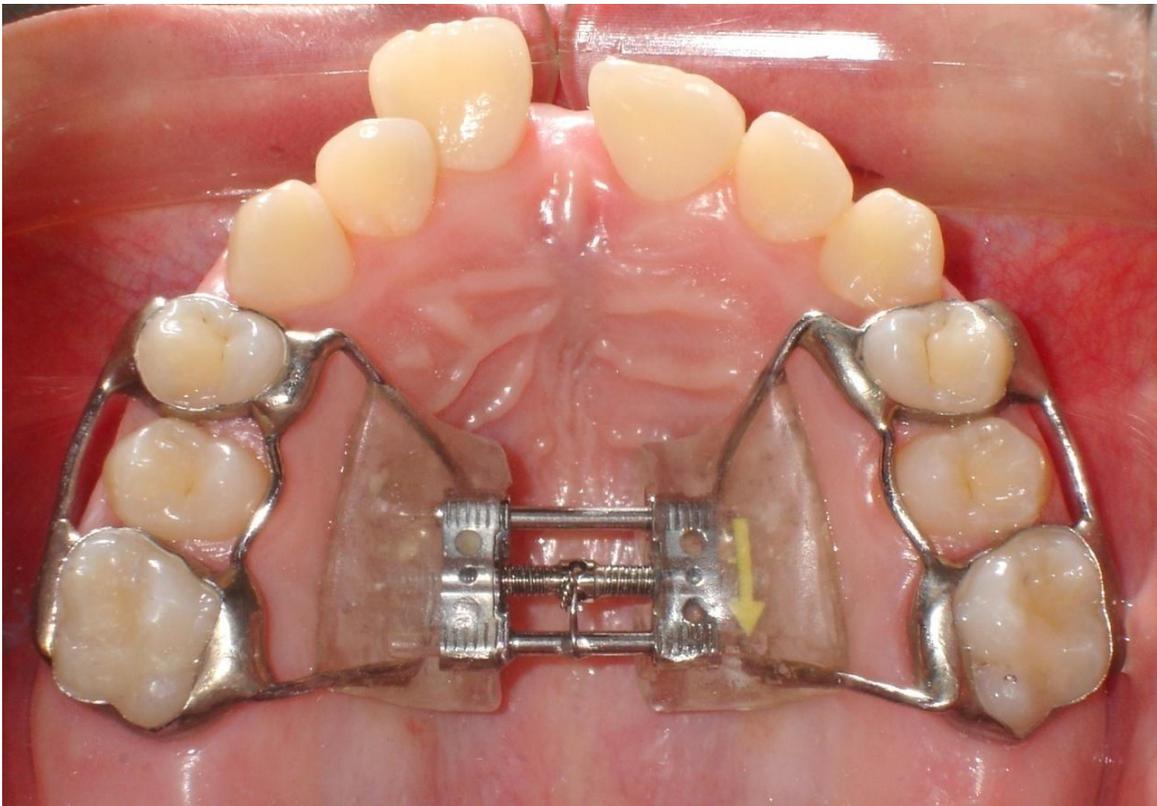


Figura 1. Vista intra-bucal superior mostrando o disjuntor tipo Haas, na fase pós-expansão (T2).

### 4.3.3 CONFECÇÃO DO DISJUNTOR TIPO HYRAX

O disjuntor tipo Hyrax utilizado, caracteriza-se por ser um aparelho expansor maxilar do tipo fixo e dento-suportado, ou seja, ancorado apenas nos dentes (Figura 2, página 66).

A partir do modelo de gesso obtido era construída a estrutura metálica do disjuntor tipo Hyrax. Esta era composta por barras vestibulares e palatinas, confeccionadas com fio<sup>7</sup> de aço inoxidável com 1,0 mm de diâmetro, soldadas aos anéis dos primeiros molares e dos primeiros pré-molares ou primeiros molares decíduos em suas faces vestibulares e palatinas. Na região palatina, as próprias extensões do parafuso tipo Hyrax, contornavam o palato em direção oclusal até as superfícies palatinas dos anéis, sobre as quais, eram adaptadas e soldadas. O parafuso expansor<sup>8</sup> utilizado era da marca Morelli com abertura máxima de 11 mm, sendo cada 1/4 de volta equivalente a 0,2 mm. Esse parafuso era posicionado, no sentido transversal, com o seu centro sobre a rafe palatina mediana. No sentido vertical, era posicionado o mais próximo possível do palato, mantendo suas margens laterais e extensões afastadas 1 mm das paredes laterais do palato. No sentido ântero-posterior, a parte mediana parafuso era posicionada entre os primeiros molares permanentes e os segundos pré-molares e de forma que a ativação fosse realizada de anterior para posterior.

---

<sup>7</sup> Marca Dentaurum - código catálogo 527-100-00 - classe de resistência duro elástico.

<sup>8</sup> Morelli®, ref. 65.05.012 Sorocaba, SP, Brasil.

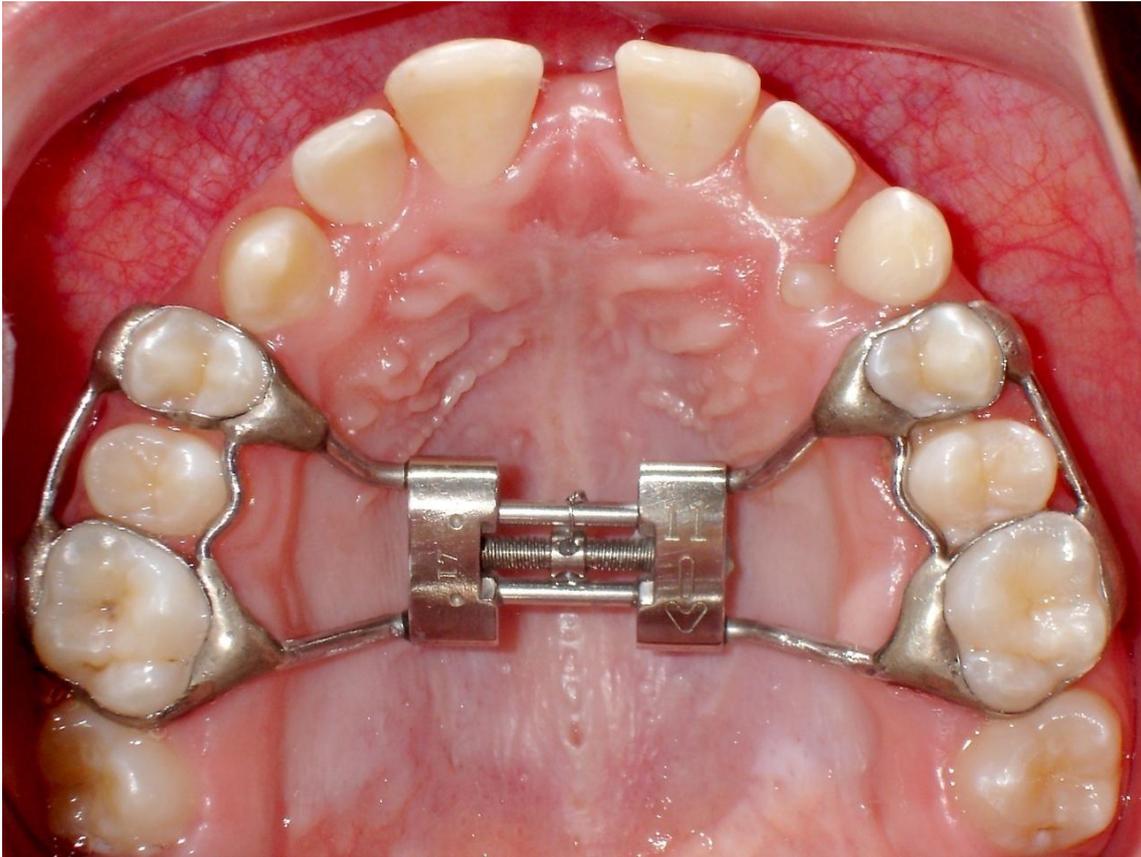


Figura 2. Vista intra-bucal superior mostrando o disjuntor tipo Hyrax na fase pós-expansão (T2).

Previamente à cimentação dos disjuntores tipo Haas e Hyrax era realizada profilaxia dos dentes superiores utilizando taça de borracha e pasta profilática. Sob isolamento relativo, com rolos de algodão, os disjuntores eram então cimentados com ionômero de vidro<sup>9</sup>. Após a cimentação os pacientes e seus responsáveis eram orientados em relação à correta higienização dos disjuntores. Os indivíduos do Grupo Haas eram especialmente instruídos a higienizar a região entre o bloco acrílico e a mucosa palatina, através da utilização de fio dental com passa-fio.

---

<sup>9</sup> Marca VOCO - Meron - Glass ionomer luting cement - Art.No. 1086 – Germany.

#### 4.4 PROTOCOLO DE ATIVAÇÃO

Todos os indivíduos dos Grupos Haas e Hyrax foram submetidos ao mesmo protocolo de expansão maxilar. A ativação inicial do parafuso expensor era de 0,8 mm (4/4 de volta), realizada em um período de aproximadamente 15 minutos (1/4 de volta a cada 5 minutos). Estes procedimentos eram realizados sob a orientação profissional, sendo que o último 1/4 de volta, da ativação inicial, era realizado pelo responsável pelo paciente a fim de garantir o entendimento do mesmo sobre a maneira correta de proceder à ativação. A partir do segundo dia, o responsável pelo paciente realizava ativação diária de 1/4 de volta no período matutino e 1/4 de volta no período noturno, perfazendo um total diário de 2/4 de volta, equivalentes a 0,4 mm de ativação do parafuso. As ativações eram realizadas até que o parafuso expensor atingisse abertura de 8 mm, o que ocorria no décimo nono dia de ativação.

Para auxiliar na correta ativação dos disjuntores era fornecido um mapa de ativação ao responsável pelo paciente. Esse mapa continha as datas com o número exato das ativações a serem realizadas, permitindo que o responsável anotasse cada vez que executava a ativação e, desta forma, tivesse o procedimento sob controle. Neste mapa também havia o telefone de contato dos autores da pesquisa para que eventuais dúvidas ou problemas fossem imediatamente resolvidos e, assim, fosse garantida a correta ativação do disjuntor (Apêndice B, página 146).

Durante a fase ativa da expansão, os pacientes eram examinados semanalmente. Era verificado o mapa de ativação, a quantidade de abertura do parafuso, além dos efeitos clínicos decorrentes da ERM. Após dezenove dias de ativação dos disjuntores (8 mm de expansão no parafuso) era realizada a estabilização do parafuso expensor através da amarração da rosca com amarrilho<sup>10</sup> metálico de 0,010 polegadas de diâmetro e o paciente era encaminhado para a realização do segundo exame tomográfico (T2).

---

<sup>10</sup> Morelli®, ref. 55.01.210 Sorocaba, SP, Brasil.

#### 4.5 OBTENÇÃO DAS RADIOGRAFIAS DE MÃO E PUNHO

Para determinar a maturação esquelética dos indivíduos dos grupos Haas e Hyrax foram utilizadas radiografias de mão e punho, as quais eram realizadas no Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS. Foi padronizada a obtenção da radiografia da mão esquerda do paciente, utilizando o mesmo aparelho de raios X, Planmeca Proline CC (Planmed®, Helsinki, Finland) regulado para 60 KV e 4 mA, com distância entre a fonte de raios X e o chassi de 152 cm e tempo de exposição variando de 0,2 a 0,3 segundos.

#### 4.6 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA IDADE ESQUELÉTICA

O método proposto para a determinação da idade esquelética foi o preconizado por Greulich e Pyle, em 1959, o qual, caracteriza-se por ser um método inspeccional e que utiliza um atlas correlacionando a idade cronológica com imagens de radiografias seriadas de mão e punho de pacientes em diversos estágios de maturação óssea. As radiografias de mão e punho dos indivíduos dessa amostra foram confrontadas com as imagens do atlas, comparando os centros de ossificação, a forma e tamanho dos ossos, bem como o estágio de desenvolvimento das epífises, e assim, foi determinada a idade esquelética de cada um dos pacientes (GREULICH; PYLE, 1959).

#### 4.7 OBTENÇÃO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS *CONE BEAM*

Todas as tomografias computadorizadas *cone beam* foram realizadas em uma clínica radiológica privada (Centro de Diagnóstico por Imagem – CDI) localizada no complexo Mãe de Deus Center em Porto Alegre/RS. Para a aquisição das imagens foi utilizado o tomógrafo I-Cat (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA) com regulagem de 8 mA, 120 kV, tempo de exposição de 40 s, protocolo *FULL*, com resolução do *voxel* de 0,3 mm. Para a aquisição da imagem o paciente ficava sentado, com os olhos fechados e posicionado com o plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e o plano sagital mediano perpendicular ao solo. Para a correta contenção do paciente era utilizado o apoio de cabeça do próprio equipamento associado a uma fita com velcro fixada nas laterais do apoio da cabeça. Na seqüência a fonte de raios X era ajustada na posição vertical para enquadrar desde a região do Násio até a região inferior ao mento e, no sentido ântero-posterior, desde a região posterior às vértebras cervicais até a região mais anterior dos tecidos moles da face. Então a fonte de raios X era acionada, emitindo um feixe em forma de cone, o qual era captado pelo detector de raios X. Para isso, o sistema tubo-detector realizava um giro de 360 graus em torno da cabeça do paciente adquirindo, a cada aproximadamente um grau de giro, a imagem base da cabeça do paciente. Ao término do exame, essa seqüência de projeções adquiridas (*raw data*) era reconstruída através de um programa de algoritmos (*Dental slice software*) instalado em um computador acoplado ao tomógrafo. A reconstrução dessa seqüência de projeções gerava uma imagem volumétrica tridimensional (3D), podendo ser visualizada de forma padronizada nos planos axial, sagital e coronal. Cortes axiais de 0,3 mm de espessura foram obtidos e exportados no formato DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) e na seqüência gravados em um *cd-rom* gravável.

## 4.8 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA

A metodologia empregada para avaliar quantitativamente as dimensões transversais da maxila em tomografias foi baseada no trabalho desenvolvido por Podesser, em 2004. Foram realizadas algumas modificações e acrescentadas novas medidas a fim de complementar e assim, desenvolver um sistema de avaliação mais completo.

### 4.8.1 DESCRIÇÃO DA TÉCNICA DE MENSURAÇÃO DAS TOMOGRAFIAS

Para a realização das mensurações angulares e lineares sobre as imagens tomográficas foi utilizado o *software EFILM versão 2.1.2 (Merge Healthcare)* instalado em um computador com a seguinte configuração: processador Intel CORE 2 QUAD Q9300 4X 2.5 GHz 64 bits, 4 GB de memória RAM, placa de vídeo de alta performance Geforce 8800GT com 512 MB DDR3 256 bits, sendo as imagens visualizadas em uma tela *widescreen* de 19 polegadas.

Inicialmente os arquivos DICOM do paciente, nos tempos T1 e T2, eram importados para o software EFILM, apresentando-se como imagens tomográficas no aspecto axial. Para avaliar as alterações transversais da região posterior da maxila eram geradas imagens coronais a partir dos cortes axiais utilizando duas técnicas distintas: (1) reconstrução multiplanar (sem volume) e (2) reconstrução multiplanar em volume.

#### 4.8.2 AVALIAÇÃO DA REGIÃO POSTERIOR DA MAXILA

##### RECONSTRUÇÃO MULTIPLANAR (SEM VOLUME)

As imagens tomográficas pré-expansão (T1) e pós-expansão (T2) eram importadas para o programa EFILM, sendo visualizadas como imagens axiais, dispostas lado a lado. A fim de padronizar a obtenção dos cortes axiais e coronais e, assim, permitir a comparação das medidas entre T1 e T2, eram utilizadas as seguintes referências: nos cortes axiais, eram selecionadas as imagens nas quais se visualizava o centro do conduto radicular da região mais apical da raiz palatina dos primeiros molares superiores permanentes. Em seguida, através da ferramenta MPR (*Multi Planar Reformation*), a linha MPR era posicionada sobre o conduto radicular na região mais apical visível da raiz palatina do primeiro molar superior permanente do lado direito e do lado esquerdo. A partir dessas referências eram produzidas as imagens padronizadas no sentido coronal, sobre as quais eram realizadas as mensurações lineares (Figura 3, página 72) e angulares (Figura 4, página 73).

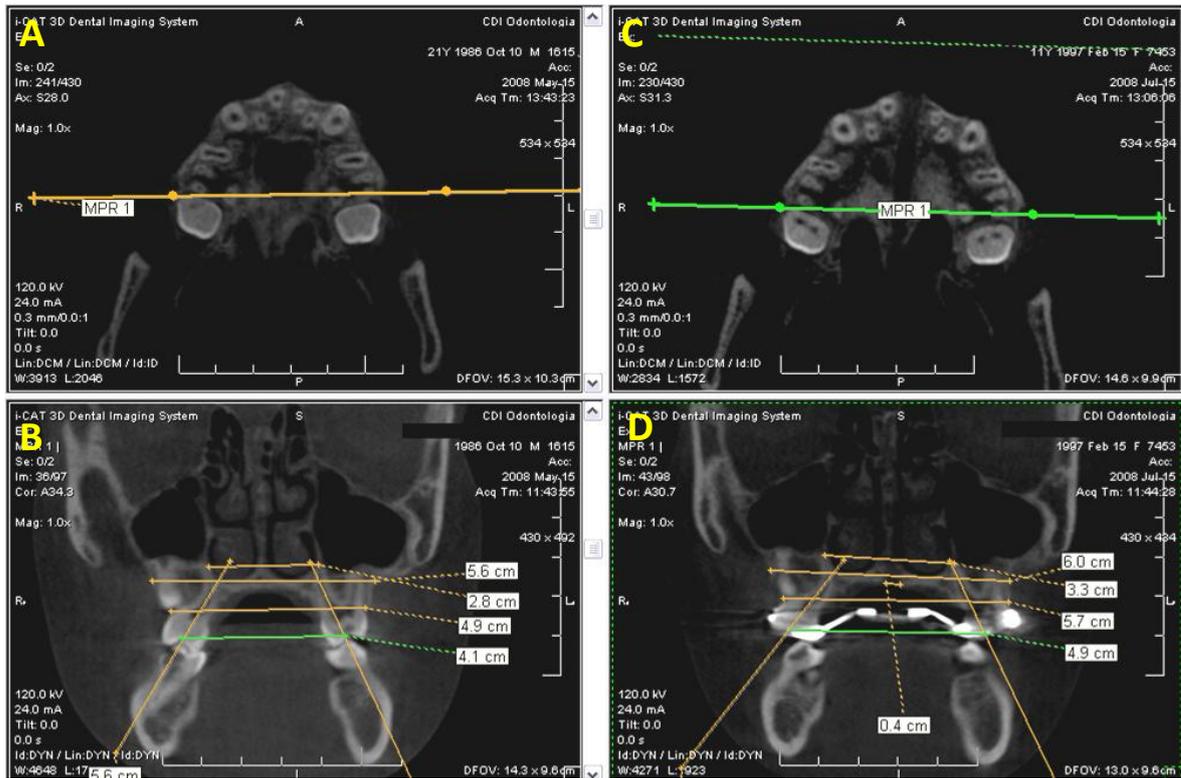


Figura 3. Imagem tomográfica inicial T1 (A e B) e pós-expansão T2 (C e D). Na parte superior, os cortes axiais com as linhas MPR1 determinando as áreas a partir das quais foram gerados os cortes coronais (parte inferior da figura) e realizada análise das dimensões transversais da região posterior maxila.

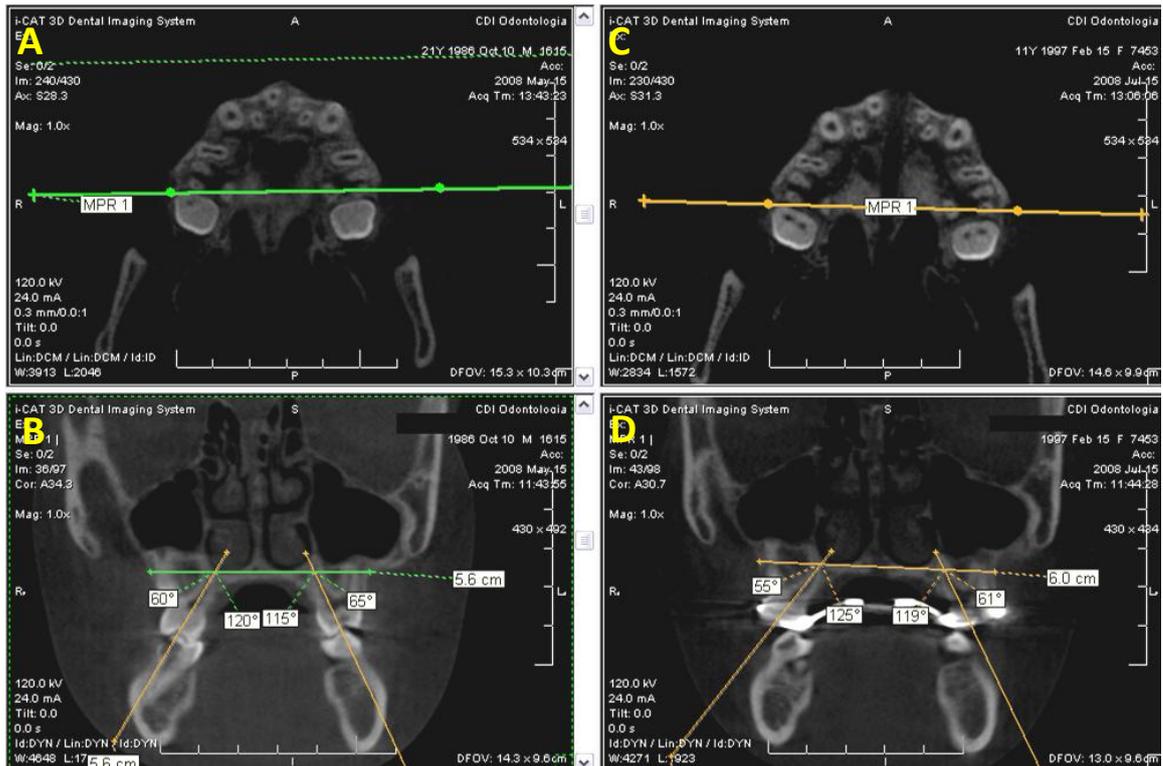


Figura 4. Exemplo da avaliação das alterações angulares dos primeiros molares permanentes superiores antes T1 (A e B) e imediatamente após a expansão rápida da maxila T2 (C e D).

Os pontos e ângulos de referência utilizados nas imagens coronais da região posterior da maxila, gerados a partir da reconstrução multiplanar (sem volume), estão representados na Figura 5, página 75, Figura 6, página 76 e estão descritos a seguir:

## Pontos 1 e 2

Pontos mais inferiores do contorno interno inferior da cavidade nasal do lado direito e esquerdo, respectivamente.

**Pontos 3 e 4**

Pontos mais coronais dos processos alveolares vestibulares do lado direito e esquerdo da maxila, respectivamente.

**Pontos 5 e 6**

Pontos nos quais a reta formada pelos pontos 1 e 2 encontra o contorno alveolar vestibular da maxila do lado direito e esquerdo, respectivamente.

**Pontos 7 e 8**

Pontos formados pela intersecção de uma reta, que superpõe o longo eixo do conduto radicular da raiz palatina do primeiro molar superior permanente, com a superfície oclusal do primeiro molar permanente dos lados direito e esquerdo, respectivamente.

**Pontos 9 e 10**

Ápices das raízes palatinas dos primeiros molares superiores permanentes, do lado direito e esquerdo respectivamente.

**Pontos 11 e 12**

Pontos mais inferiores dos limites mediais dos processos palatinos da maxila, do lado direito e esquerdo respectivamente.

**Ângulo 1MD**

Ângulo formado pela reta que passa pelo ponto 7 e pelo conduto radicular da raiz palatina do primeiro molar permanente superior direito com a reta formada pelos pontos 1 e 2.

## Ângulo 1ME

Ângulo formado pela reta que passa pelo ponto 8 e pelo conduto radicular da raiz palatina do primeiro molar permanente superior esquerdo com a reta formada pelos pontos 1 e 2.

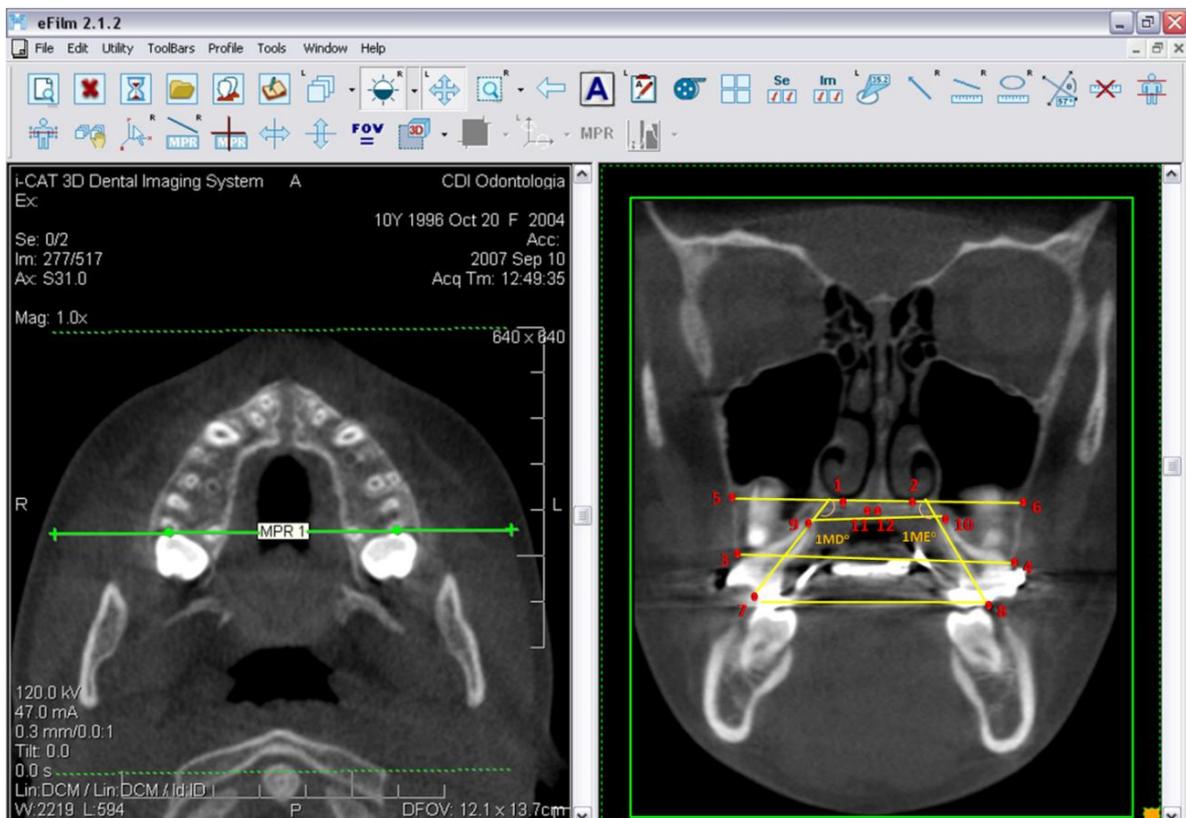


Figura 5. Imagem do software EFILM mostrando a região sobre o corte axial (linha verde MPR1 na imagem da esquerda) a partir da qual foi gerada a imagem coronal da região posterior da maxila (imagem do lado direito) e seus pontos tomográficos.

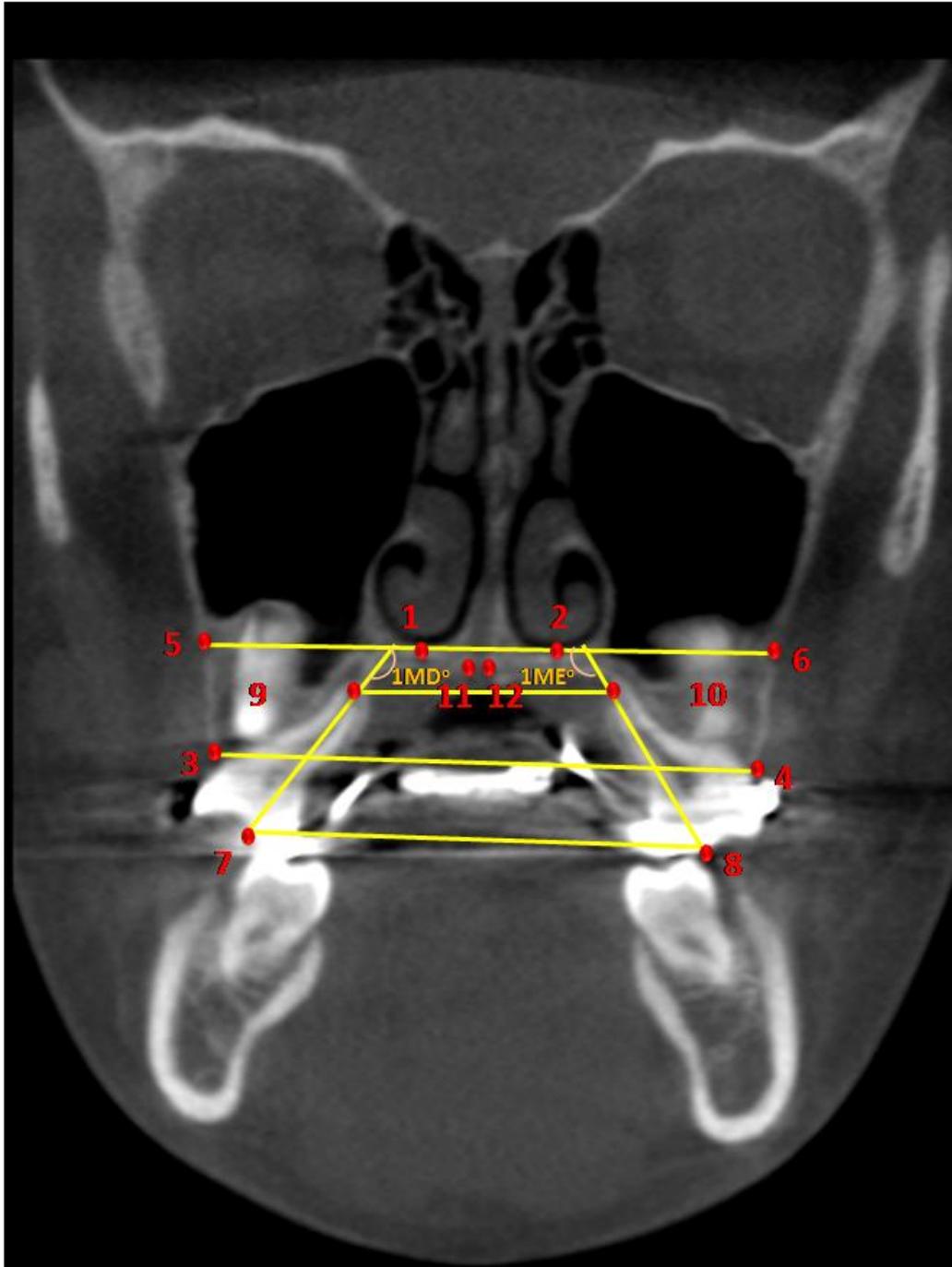


Figura 6. Imagem tomográfica, no sentido coronal, mostrando os pontos, distâncias e ângulos utilizados para avaliação das dimensões transversais da região posterior da maxila.

## RECONSTRUÇÃO MULTIPLANAR EM VOLUME

Sobre os mesmos cortes axiais e utilizando a mesma posição das linhas MPR1 (sobre o centro do canal radicular da região mais apical das raízes palatinas dos primeiros molares superiores) eram realizadas reconstruções multiplanares em volume na imagem inicial (T1) e na imagem pós-expansão (T2), a fim de produzir imagens coronais bidimensionais. Essa reconstrução em volume era realizada através do aumento da “largura” das linhas MPR1, na quantidade de 12 mm. Isso significa que uma maior quantidade de *voxels* era selecionada no corte axial (através do aumento da espessura do corte de 0,3 para 12 mm) gerando uma reconstrução coronal em volume (“uma fatia de 12 mm”) sobre a qual eram realizadas mensurações complementares da região posterior da maxila (Figura 7).

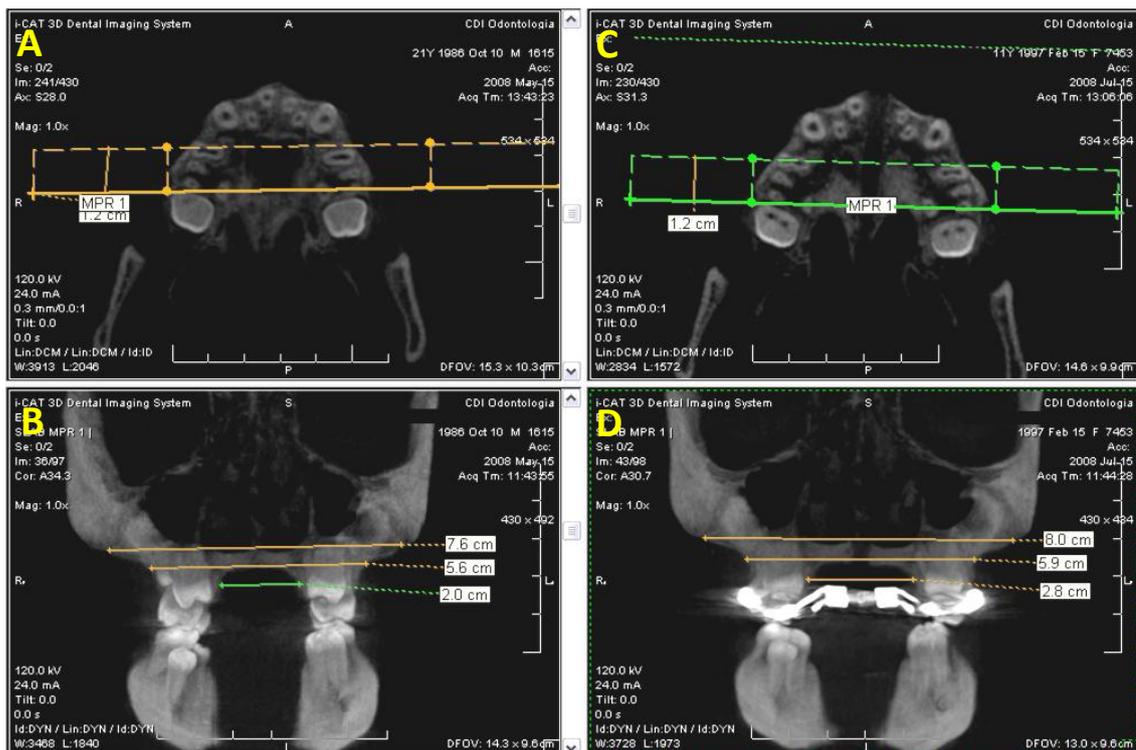


Figura 7. Imagem tomográfica inicial T1 (A e B) e pós-expansão T2 (C e D). Na parte superior, observa-se o local da reconstrução multiplanar em volume sobre as imagens axiais. Na parte inferior, são exibidas as imagens coronais provenientes dessa reconstrução em volume, com as mensurações das dimensões transversais da maxila.

Esta reconstrução multiplanar em volume foi realizada com o objetivo de visualizar as suturas zigomaticomaxilares, ou seja, referências externas menos susceptíveis a influência do abaixamento da base da cavidade nasal decorrente da ERM, que poderia interferir na mensuração da dimensão esquelética transversal da região posterior da maxila (distância entre os pontos 5-6), como descrito por Garib e colaboradores, em 2005. Após testes, a reconstrução multiplanar em volume com espessura de 12 mm, sobre o corte axial, foi selecionada por ser a quantidade necessária (quando reconstruída a partir da linha MPR1 situada na região das raízes palatinas dos primeiros molares) para que as suturas zigomaticomaxilares fossem visualizadas em todos os indivíduos, uma vez que existem pequenas variações no posicionamento da cabeça quando da aquisição da imagem pelo tomógrafo.

Os pontos de referência utilizados nas imagens coronais da região posterior da maxila, gerados a partir da reconstrução multiplanar com volume, estão representados na Figura 8, página 79, Figura 9, página 80 e estão descritos a seguir:

**Ponto ZMD**

Sutura zigomaticomaxilar do lado direito.

**Ponto ZME**

Sutura zigomaticomaxilar do lado esquerdo.

**Ponto MAXD**

Interseção da reta, que é paralela e situada 5 mm inferiormente à linha que une os pontos ZMD e ZME, com o processo alveolar vestibular do lado direito da maxila.

**Ponto MAXE**

Interseção da reta, que é paralela e situada 5 mm inferiormente à linha que une os pontos ZMD e ZME, com o processo alveolar vestibular do lado esquerdo da maxila.

## Ponto PD

Interseção da reta, que é paralela e situada 5 mm inferiormente à linha que une os pontos MAXD e MAXE, com o processo alveolar palatino do lado direito da maxila.

## Ponto PE

Interseção da reta, que é paralela e situada 5 mm inferiormente à linha que une os pontos MAXD e MAXE, com o processo alveolar palatino do lado esquerdo da maxila.

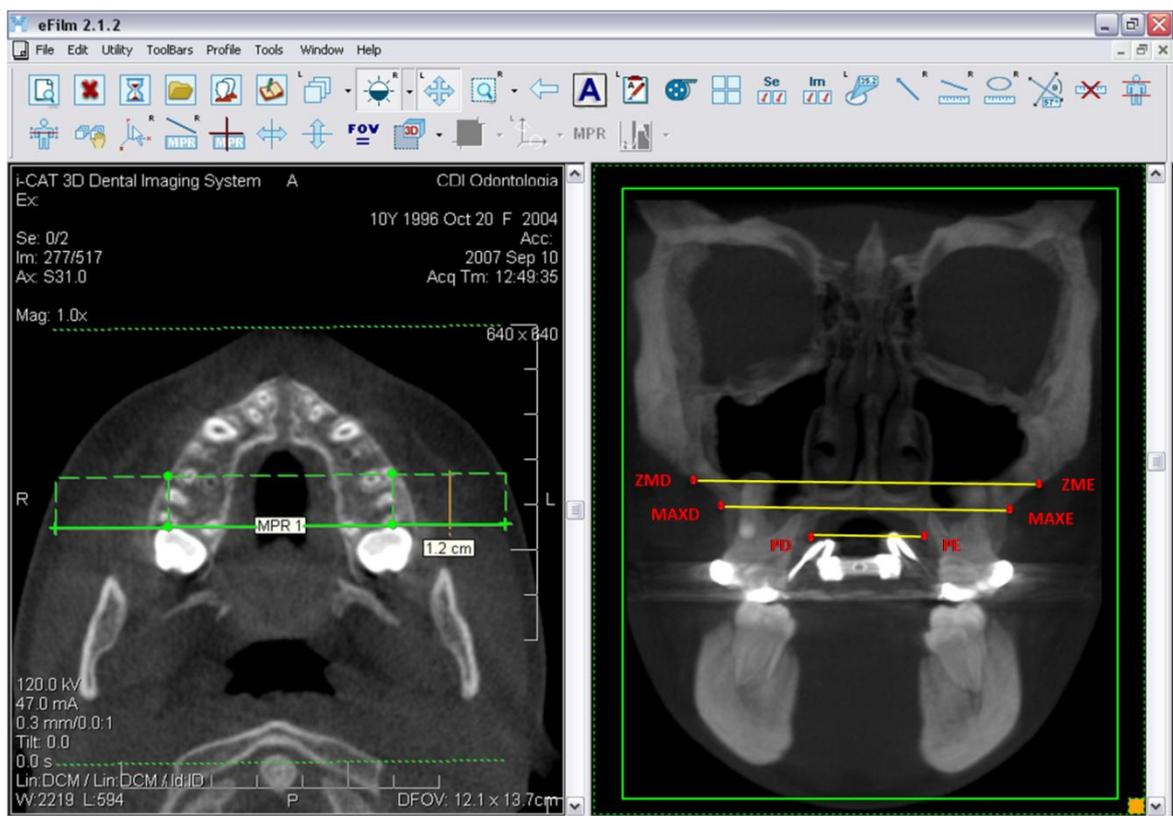


Figura 8. Imagem do software EFILM mostrando o corte axial, sobre o qual foi realizada reconstrução multiplanar em volume de 12 mm a partir da linha MPR1 (imagem da esquerda) para gerar a imagem coronal (imagem do lado direito) sobre a qual os pontos tomográficos foram determinados.

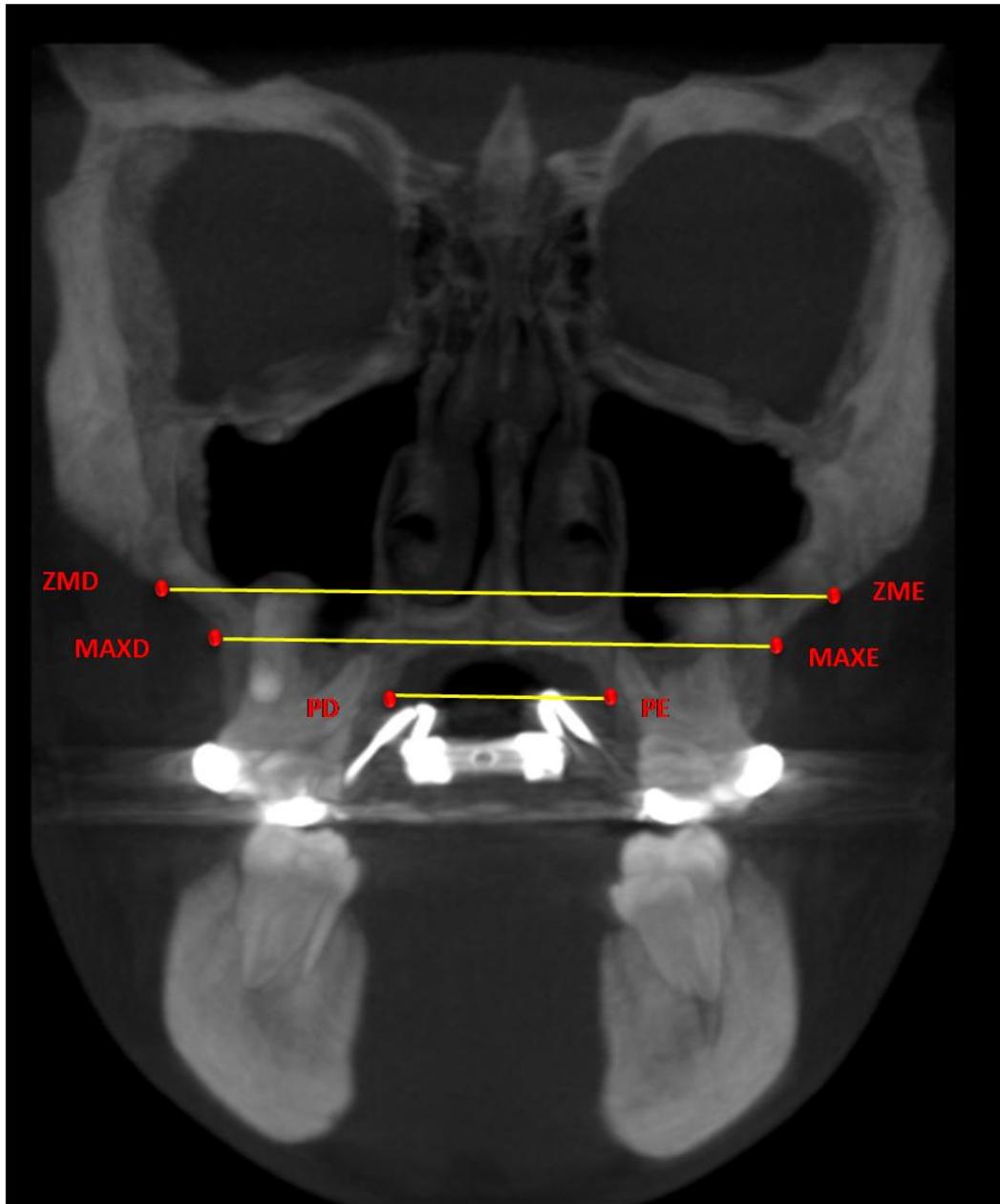


Figura 9. Imagem tomográfica no sentido coronal gerada a partir da reconstrução multiplanar em volume, mostrando os pontos e distâncias adicionais utilizados para avaliação das dimensões transversais da região posterior da maxila.

#### 4.8.3 AVALIAÇÃO DA REGIÃO ANTERIOR DA MAXILA

A avaliação das alterações transversais da região anterior da maxila era realizada de modo semelhante à região posterior, através de reconstrução multiplanar (sem volume). A fim de padronizar a obtenção dos cortes axiais e coronais para permitir a comparação das dimensões da maxila pré-expansão (T1) e pós-expansão (T2), eram utilizadas as seguintes referências: nos cortes axiais, eram selecionadas as imagens onde se visualizava o centro do conduto radicular da região mais apical da raiz dos caninos superiores permanentes (Figura 10).

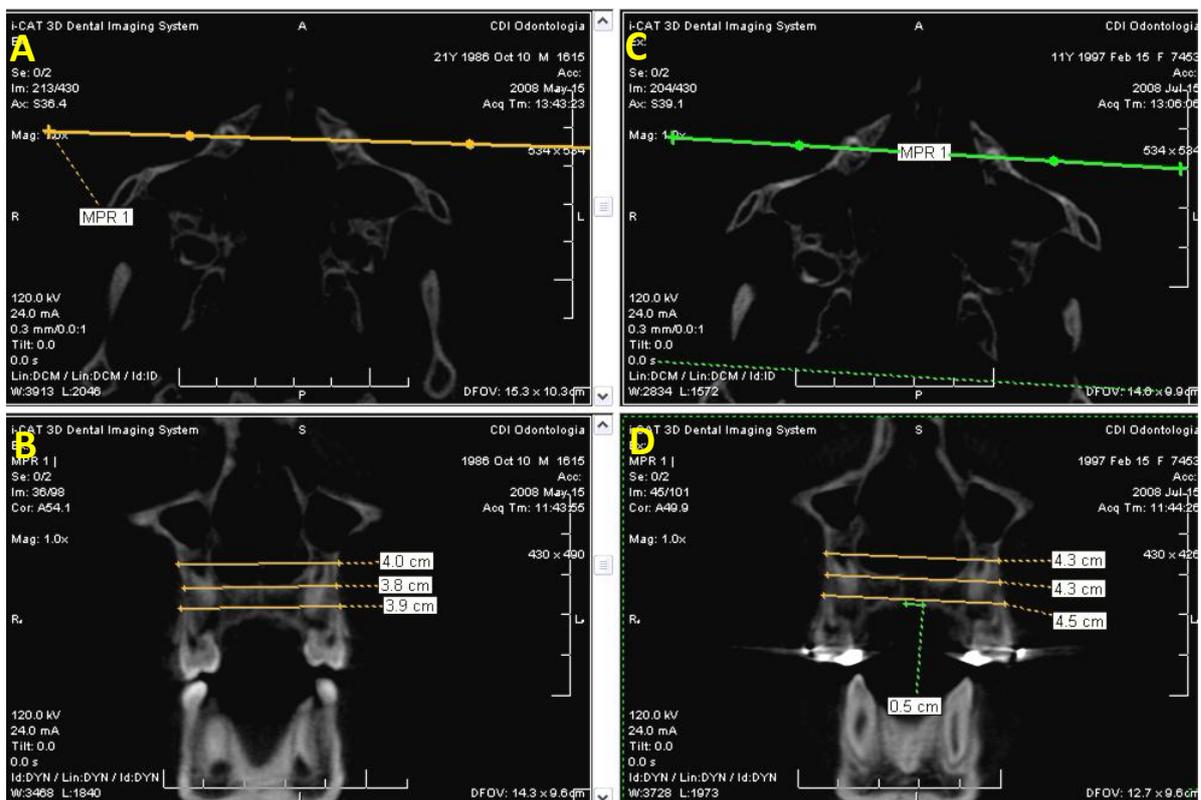


Figura 10. Imagem tomográfica inicial T1 (A e B) e imediatamente pós-expansão T2 (C e D). Na parte superior, os cortes axiais com as linhas MPR1 determinam as áreas a partir das quais foram gerados os cortes coronais (parte inferior da figura) e realizada análise das dimensões transversais da região anterior da maxila.

Em seguida, através da ferramenta MPR (*Multi Planar Reformation*), a linha MPR era posicionada sobre o centro do conduto radicular na região mais apical visível da raiz do canino superior permanente do lado direito e do lado esquerdo. A partir dessas referências eram produzidas as imagens no sentido coronal, sobre as quais eram realizadas as mensurações da região anterior da maxila (Figura 10, página 81).

Os pontos de referência utilizados nas imagens coronais da região anterior da maxila, gerados a partir da reconstrução multiplanar (sem volume), estão representados na Figura 11, página 83, Figura 12, página 84 e estão descritos a seguir:

#### **Pontos 13 e 14**

Pontos mais inferiores do contorno interno inferior da cavidade nasal em sua região anterior, do lado direito e esquerdo respectivamente.

#### **Pontos 15 e 16**

Pontos nos quais a reta formada pelos pontos 13 e 14 encontra as paredes ósseas vestibulares da maxila, do lado direito e esquerdo respectivamente.

#### **Pontos 17 e 18**

Interseção da reta, que é paralela e situada 5 mm superiormente a reta formada pelos pontos 13 e 14, com as paredes ósseas vestibulares da maxila, do lado direito e esquerdo respectivamente.

#### **Pontos 19 e 20**

Interseção da reta, que é paralela e situada 5 mm inferiormente à reta formada pelos pontos 13 e 14, com os processos alveolares vestibulares, do lado direito e esquerdo respectivamente.

## Pontos 21 e 22

Pontos mais inferiores dos limites mediais dos processos palatinos da maxila, do lado direito e esquerdo respectivamente.

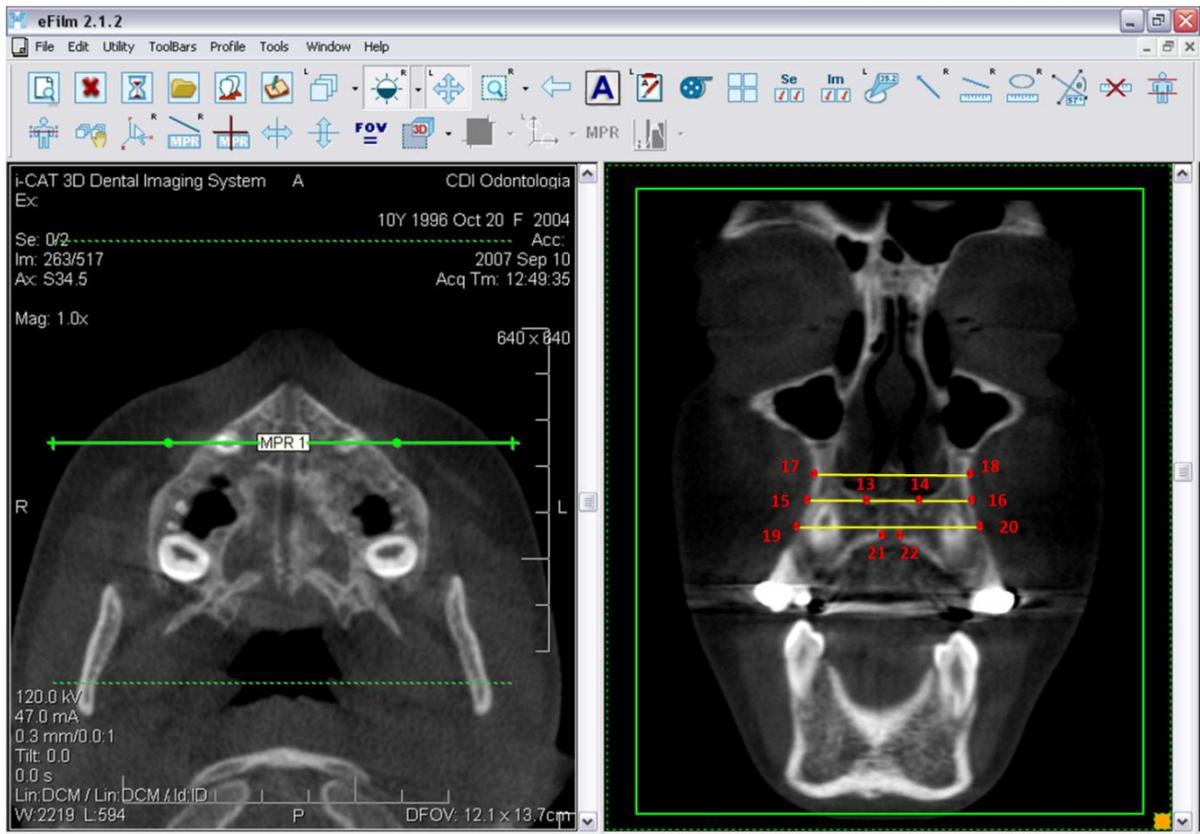


Figura 11. Imagem do software EFILM mostrando a região sobre o corte axial (linha verde MPR1 na imagem da esquerda) a partir da qual foi gerada a imagem coronal da região anterior da maxila (imagem do lado direito) e seus pontos tomográficos.



Figura 12. Imagem tomográfica no sentido coronal exibindo os pontos e distâncias utilizados para avaliação das dimensões transversais da região anterior da maxila.

A avaliação transversal da maxila foi realizada através da mensuração dos seguintes ângulos e distâncias lineares:

#### DIMENSÕES ESQUELÉTICAS DA MAXILA

(Figura 6, página 76; Figura 9, página 80 e Figura 12, página 84).

- Distância entre os pontos 5 e 6.
- Distância entre os pontos ZMD e ZME.
- Distância entre os pontos MAXD e MAXE.
- Distância entre os pontos 11 e 12.
- Distância entre os pontos 15 e 16.
- Distância entre os pontos 17 e 18.
- Distância entre os pontos 21 e 22.

#### DIMENSÕES DENTO-ALVEOLARES DA MAXILA

(Figura 6, página 76; Figura 9, página 80 e Figura 12, página 84).

- Distância entre os pontos 3 e 4.
- Distância entre os pontos PD e PE.
- Distância entre os pontos 19 e 20.

#### DIMENSÕES DENTÁRIAS DA MAXILA

(Figura 6, página 76).

- Distância entre os pontos 7 e 8.
- Distância entre os pontos 9 e 10.
- Ângulo 1MD.
- Ângulo 1ME.

Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo operador, utilizando os recursos do próprio *software*. Com relação aos parâmetros de medidas, o programa utilizado (EFILM) fornecia as mensurações lineares em centímetro (menor escala mensurável igual a 1 mm), e angulares em graus (menor escala igual a 1 grau).

#### 4.9 ANÁLISE DE CONCORDÂNCIA

Para o estudo do erro foram realizadas mensurações das dimensões transversais da maxila, nos tempos T1 e T2, de 15 indivíduos selecionados aleatoriamente entre os grupos Haas e Hyrax. As mensurações foram repedidas pelo mesmo operador após um período de 10 dias. A precisão das medidas, nos 30 pares de tomografias, foi determinada através do índice de correlação intraclassa (ICC) e está exibido na Tabela 1, página 87.

Tabela 1. Índice de correlação intraclassa (ICC) das medidas utilizadas na metodologia de avaliação transversal da maxila.

<b>MEDIDAS</b>	<b>ÍNDICE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE</b>
<b>Distância ZMD-ZME</b>	0,96
<b>Distância MAXD-MAXE</b>	0,97
<b>Distância 5-6</b>	0,98
<b>Distância 11-12</b>	0,94
<b>Distância 15-16</b>	0,96
<b>Distância 17-18</b>	0,95
<b>Distância 21-22</b>	0,61
<b>Distância 3-4</b>	0,98
<b>Distância PD-PE</b>	0,89
<b>Distância 19-20</b>	0,96
<b>Distância 7-8</b>	0,95
<b>Distância 9-10</b>	0,97
<b>Ângulo 1MD</b>	0,93
<b>Ângulo 1ME</b>	0,74

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008

#### 4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram modelados no programa SAS versão 9.0.2 (SAS Inc, Cary, USA) através da análise de variância de modelo misto com medidas repetidas, onde o efeito de repetição de modelos era o tempo (T1 e T2), o qual foi um dos efeitos estudados. Os outros efeitos fixos do modelo foram o tipo de aparelho, idade cronológica e sexo. Também foi utilizado um termo de interação entre tempo e o aparelho com o intuito de verificar se os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax se comportaram de maneira diferente durante a ERM. Para diferença significativa foi considerado o nível de significância de 5%. Quando detectada alguma diferença foi utilizado o ajuste de Tukey-Kramer para apontar onde estava essa diferença.

## 5 RESULTADOS

---

### 5.1 RESULTADO ESTATÍSTICOS

As alterações esqueléticas, no sentido transversal, decorrentes da ERM estão descritos nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, páginas 90, 91, 92, 93, 94, 95 e 96, respectivamente. O comportamento dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax está apresentado nos Gráficos 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7, páginas, 90, 91, 92, 93, 94, 95 e 96, respectivamente.

As alterações dento-alveolares, no aspecto transversal, provenientes da ERM estão descritos nas Tabelas 9, 10 e 11, páginas, 97, 98 e 99, respectivamente. O comportamento dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax está representado nos Gráficos 8, 9 e 10, páginas, 97, 98 e 99, respectivamente.

Os efeitos dentários decorrentes da ERM estão descritos nas Tabelas 12, 13, 14 e 15, páginas, 100, 101 102 e 103, respectivamente. O comportamento dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax está demonstrado nos Gráficos 11, 12, 13 e 14, páginas, 100, 101, 102 e 103, respectivamente.

Os efeitos gerais da ERM estão exibidos na Tabela 16, página 104. Já a Tabela 17, página 105 demonstra os efeitos da ERM no Grupo Haas e a Tabela 18, página 106, os efeitos no Grupo Hyrax. A comparação direta entre os disjuntores é mostrada nas Tabelas 19 e 20, página 107.

Nas tabelas, foi utilizado a média das medidas obtidas, o erro padrão e o limite superior e inferior do intervalo de confiança (IC) em T1 e T2. Para as medidas lineares (distâncias) foi utilizado o milímetro como unidade de medida e para as mensurações angulares, o grau. O IC, nas tabelas, significa intervalo de confiança de 95% e representa onde a média real na população se encontraria com 95% de certeza.

### 5.1.1 DIMENSÕES ESQUELÉTICAS DA MAXILA

#### DISTÂNCIA ZMD-ZME (Figura 9, página 80)

Os resultados mostraram que o aumento desta distância foi, em média, de 2,41 mm e essa modificação foi significativa ( $p < 0,0001$ ) para ambos os grupos. Os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax não apresentaram diferença de comportamento entre si ( $p = 0,64$ ) para essa medida. A Tabela 2 mostra o resultado da ERM ao nível esquelético e o Gráfico 1, ressalta o comportamento semelhante dos 2 disjuntores.

Tabela 2. Efeitos da ERM na distância ZMD-ZME para ambos os grupos.

Distância ZMD-ZME	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	80,29	0,65	81,50	78,90	
T2	82,70	0,65	84,00	81,40	
T2-T1	2,41	0,15	2,71	2,11	$P < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

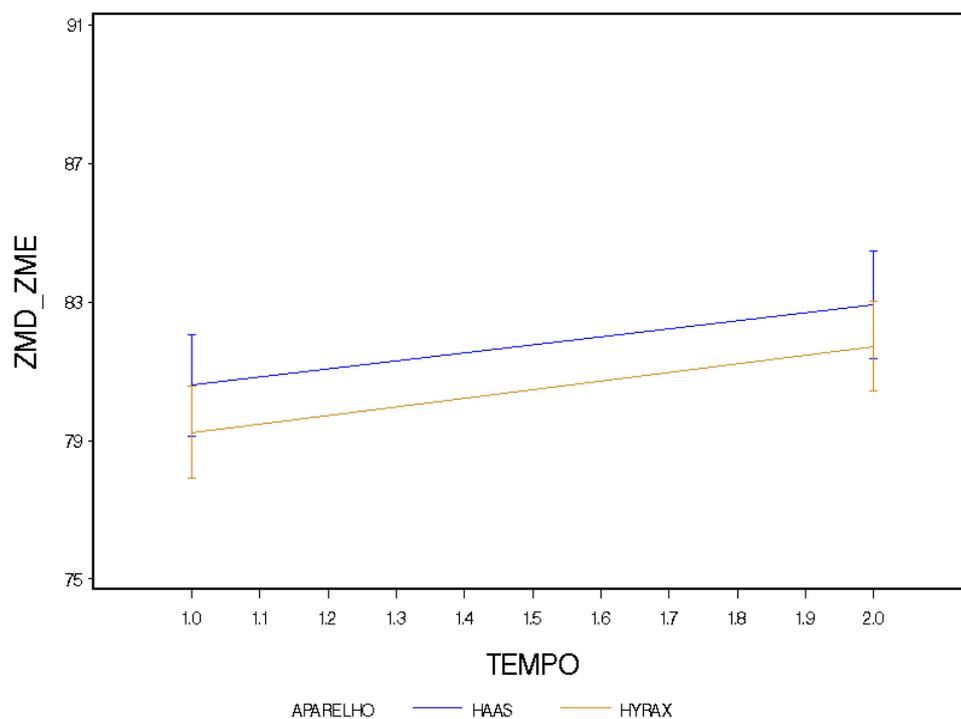


Gráfico 1. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância ZMD-ZME.

## DISTÂNCIA MAXD-MAXE (Figura 9, página 80)

Os resultados mostraram que a ERM produziu aumento desta distância, em média, de 3,32 mm sendo estatisticamente significativa ( $p < 0,0001$ ) para ambos os grupos. Entretanto, não foi observada diferença significativa ( $p = 0,728$ ) no comportamento do disjuntor tipo Haas quando comparado ao tipo Hyrax. A Tabela 3 mostra o resultado da ERM sobre essa medida e o Gráfico 2, o comportamento similar dos dois disjuntores.

Tabela 3. Efeitos da ERM na distância MAXD-MAXE para ambos os grupos.

Distância MAXD-MAXE	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
<b>T1</b>	58,88	0,63	60,14	57,62	
<b>T2</b>	62,20	0,63	63,46	60,94	
<b>T2-T1</b>	3,32	0,17	3,66	2,98	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

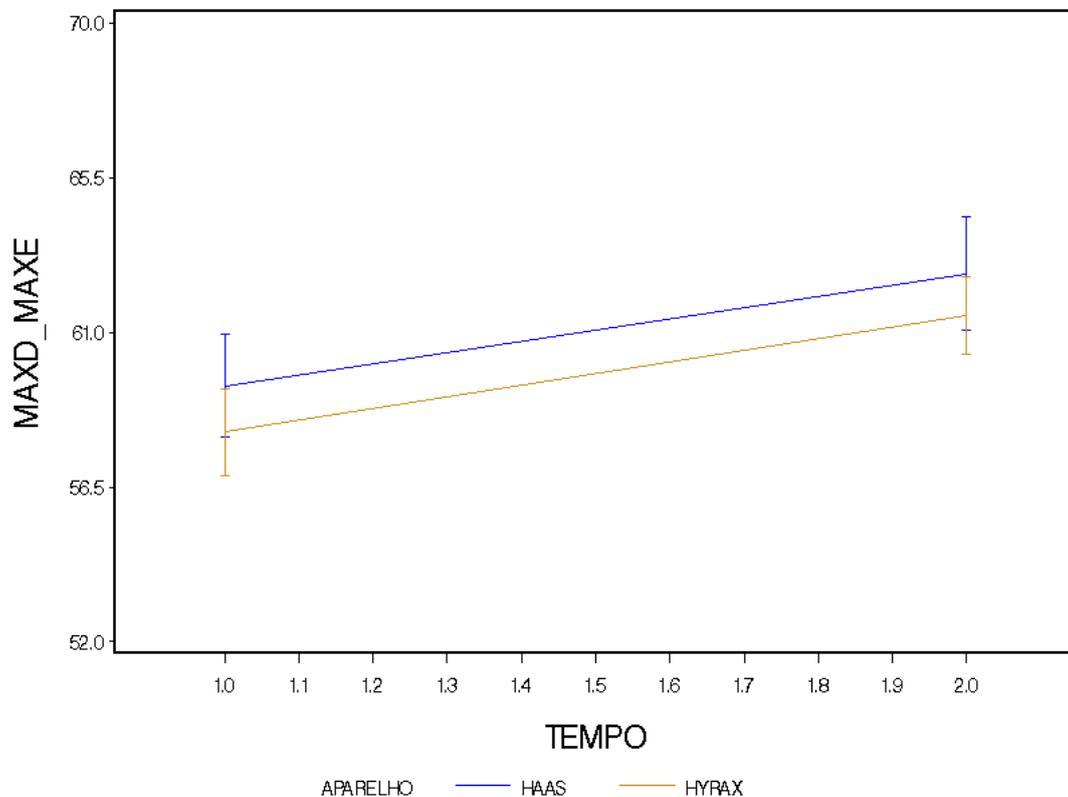


Gráfico 2. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância MAXD-MAXE.

### DISTÂNCIA 5-6 (Figura 6, página 76)

A ERM produziu aumento significativo ( $p < 0,0001$ ) desta distância em ambos os grupos. Além disso, houve diferença significativa ( $p = 0,0002$ ) entre os grupos, ou seja, o Grupo Haas apresentou menor aumento dessa distância (média de 2,19 mm), do que o grupo Hyrax (média de 3,10 mm). A Tabela 4 mostra os efeitos ERM nos dois grupos e o Gráfico 3, o comportamento dos disjuntores tipo Haas e Hyrax.

Tabela 4. Efeitos da ERM na distância 5-6 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).

Distância 5-6	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
Grupo 1 - T1	61,10	0,87	62,84	59,36	
Grupo 1 - T2	63,29	0,87	65,03	61,55	
Grupo 1 (T2-T1)	2,19	0,15	2,49	1,89	$p < 0,0001$
Grupo 2 - T1	59,48	0,92	61,32	57,64	
Grupo 2 - T2	62,58	0,92	64,42	60,74	
Grupo 2 (T2-T1)	3,10	0,17	3,44	2,76	$P < 0,0001$
Grupo2 – Grupo 1 (T2-T1) (T2-T1)	0,91	-	-	-	$P = 0,0002$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008

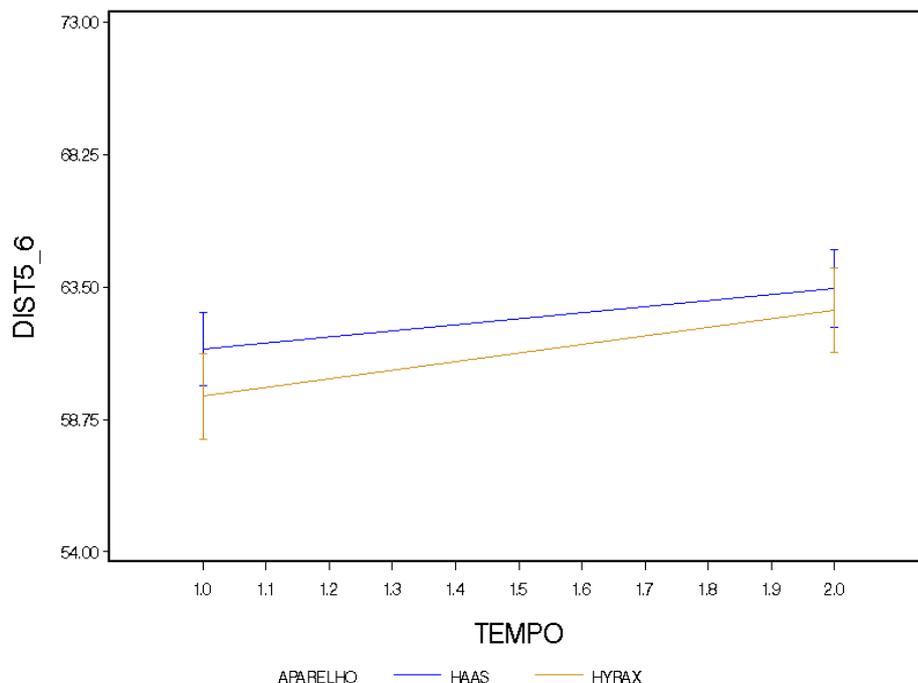


Gráfico 3. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 5-6.

## DISTÂNCIA 11-12 (Figura 6, página 76)

Os resultados mostraram que a ERM promoveu abertura da sutura palatina mediana de forma significativa ( $p < 0,0001$ ) nos grupos Haas e Hyrax. Entretanto, houve diferença significativa ( $p = 0,01$ ) na quantidade de abertura produzida pelos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax. O Grupo Haas produziu menor abertura da sutura (média de 2,62 mm) do que o Grupo Hyrax (média de 3,14 mm). A Tabela 5 mostra os efeitos da ERM sobre a sutura palatina mediana e o Gráfico 4, o comportamento entre os dois disjuntores.

Tabela 5. Efeitos da ERM na distância 11-12 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).

Distância 11-12	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
Grupo 1 - T1	-0,01	0,11	0,21	-0,23	
Grupo 1 - T2	2,61	0,11	2,83	2,39	
Grupo 1 (T2-T1)	2,62	0,12	2,86	2,38	$p < 0,0001$
Grupo 2 - T1	-0,03	0,12	0,21	-0,27	
Grupo 2 - T2	3,11	0,12	3,35	2,87	
Grupo 2 (T2-T1)	3,14	0,14	3,42	2,86	$p < 0,0001$
Grupo2 – Grupo 1 (T2-T1) (T2-T1)	0,52	-	-	-	$p = 0,01$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

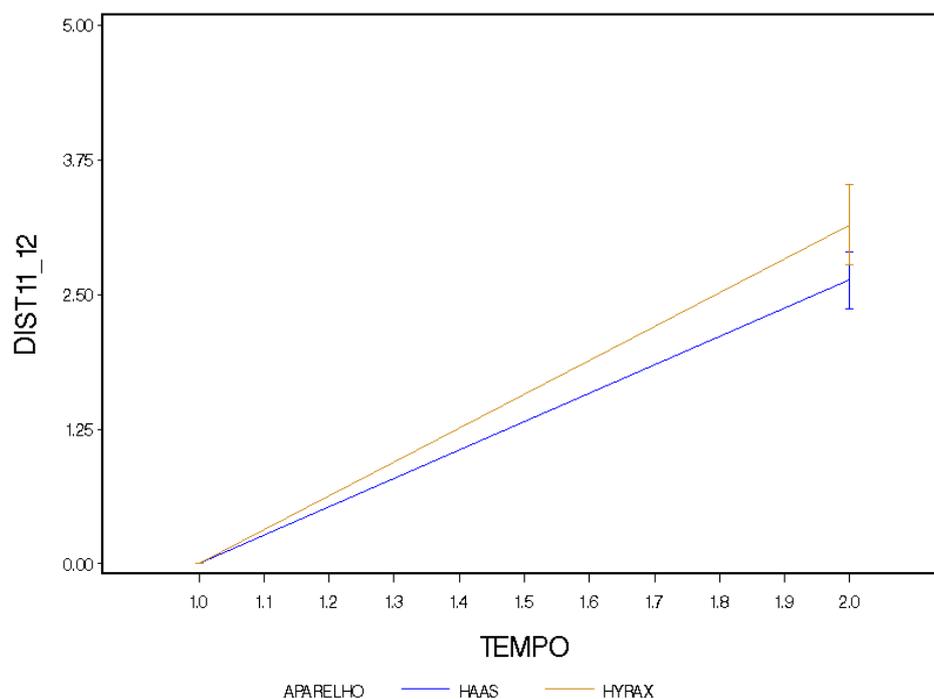


Gráfico 4 - Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 11-12.

## DISTÂNCIA 15-16 (Figura 12, página 84)

Os resultados mostraram que a disjunção maxilar ocorreu de forma significativa ( $p < 0,0001$ ) em ambos os grupos. O aumento médio dessa distância foi de 3,48 mm. Os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax apresentaram comportamento semelhante, não havendo diferenças significativas ( $p = 0,42$ ) entre ambos. A Tabela 6 mostra os efeitos da ERM e o Gráfico 5, o comportamento entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax.

Tabela 6. Efeitos da ERM na distância 15-16 para ambos os grupos.

Distância 15-16	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	38,37	0,61	39,59	37,15	
T2	41,85	0,61	43,07	40,63	
T2-T1	3,48	0,23	3,94	3,02	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

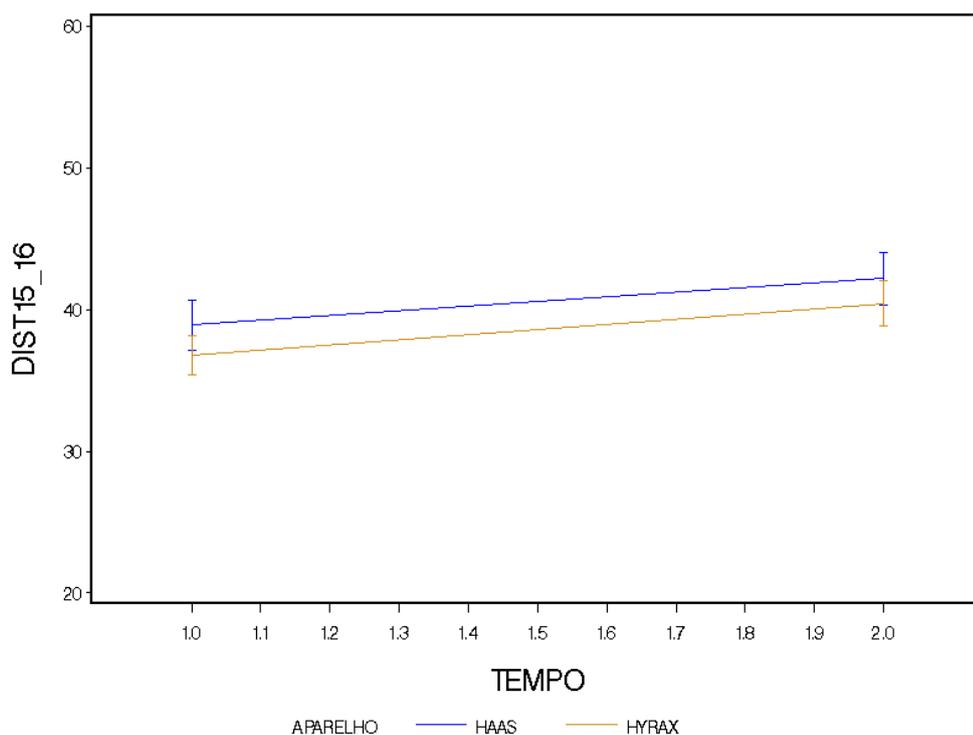


Gráfico 5. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 15-16.

## DISTÂNCIA 17-18 (Figura 12, página 84)

Os resultados mostraram que ocorreu aumento significativo ( $p < 0,0001$ ) na largura da base apical maxilar na região anterior em ambos os grupos. Esse aumento foi, em média, de 2,82 mm. Em relação ao aparelho utilizado, não houve diferenças significativas ( $p = 0,43$ ) entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax. A Tabela 7 mostra os efeitos da ERM e o Gráfico 6, o comportamento entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax.

Tabela 7. Efeitos da ERM na distância 17-18 para ambos os grupos.

Distância 17-18	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	38,96	0,83	40,62	37,30	
T2	41,78	0,83	43,44	40,12	
T2-T1	2,82	0,23	3,28	2,36	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

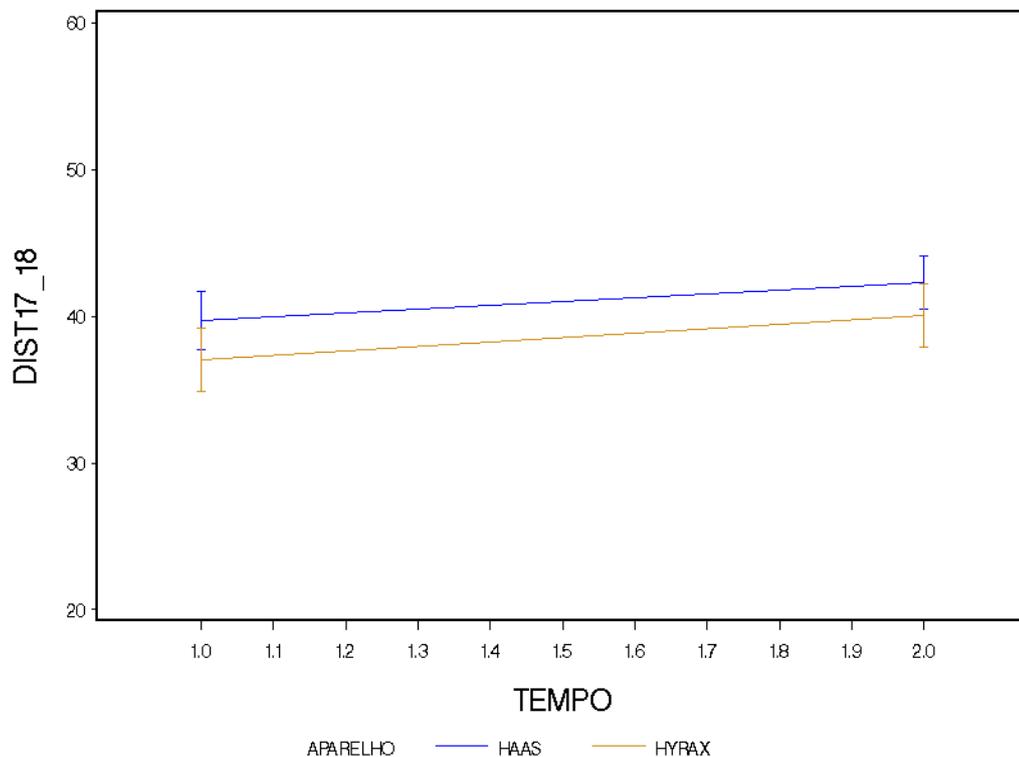


Gráfico 6. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 17-18.

## DISTÂNCIA 21-22 (Figura 12, página 84)

Os resultados mostraram que ambos os disjuntores abriram a sutura palatina mediana de maneira significativa ( $p < 0,0001$ ) na região anterior da maxila. Houve diferença significativa ( $p = 0,007$ ) entre os aparelhos. O disjuntor tipo Haas produziu menor separação da sutura (média de 3,63 mm) em comparação ao disjuntor tipo Hyrax (média de 4,37 mm). A Tabela 8 mostra os efeitos da ERM sobre a sutura palatina mediana, e o Gráfico 7, o comportamento de ambos os disjuntores.

Tabela 8. Efeitos da ERM na distância 21-22 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).

Distância 21-22	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
Grupo 1 - T1	0,10	0,15	0,40	-0,20	
Grupo 1 - T2	3,73	0,15	4,03	3,43	
Grupo 1 (T2-T1)	3,63	0,17	3,97	3,29	$p < 0,0001$
Grupo 2 - T1	-0,001	0,16	0,329	-0,321	
Grupo 2 - T2	4,37	0,16	4,69	4,05	
Grupo 2 (T2-T1)	4,37	0,20	4,77	3,97	$p < 0,0001$
Grupo2 – Grupo 1 (T2-T1) (T2-T1)	0,74	-	-	-	$p = 0,007$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

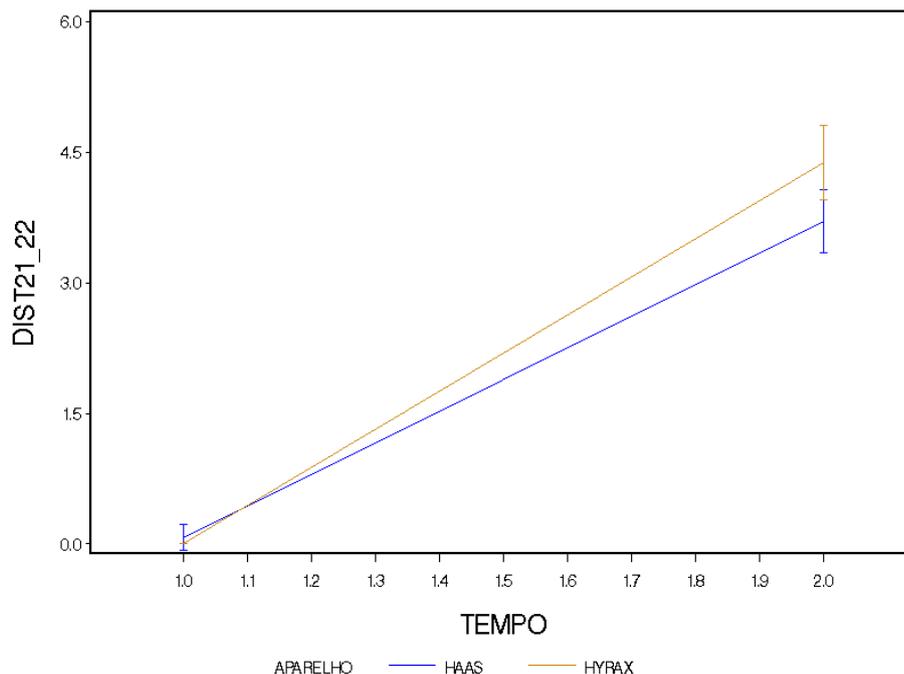


Gráfico 7. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 21-22.

### 5.1.2 DIMENSÕES DENTO-ALVEOLARES DA MAXILA

DISTÂNCIA 3-4 (Figura 6, página 76)

Essa distância aumentou significativamente ( $p < 0,0001$ ) em ambos os grupos, com média de 5,63 mm. Não houve diferença significativa ( $p = 0,34$ ) entre o Grupo Haas e o Grupo Hyrax. A Tabela 9 evidencia os efeitos da ERM para ambos os grupos e o Gráfico 8, o comportamento dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax.

Tabela 9. Efeitos da ERM na distância 3-4, para ambos os grupos.

Distância 3-4	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	51,65	0,51	52,67	50,63	
T2	57,28	0,51	58,22	56,18	
T2-T1	5,63	0,16	5,95	5,31	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

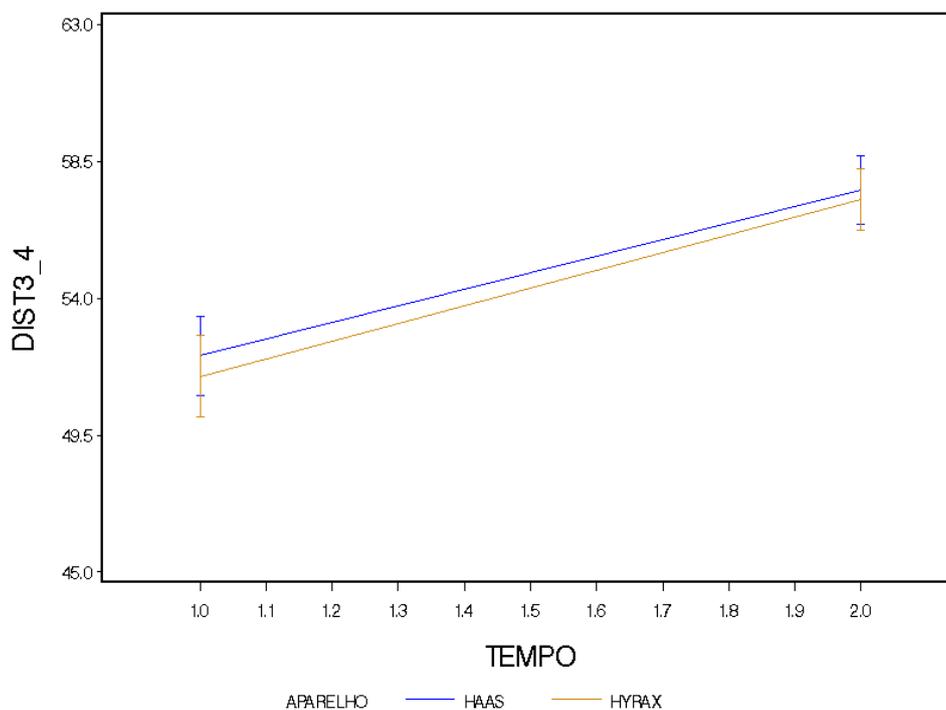


Gráfico 8. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 3-4.

## DISTÂNCIA PD-PE (Figura 9, página 80)

Os resultados mostraram que essa distância aumentou de forma significativa ( $p < 0,0001$ ) para ambos os grupos. A quantidade média de expansão dos processos palatinos da maxila foi de 4,41 mm. Não houve diferença significativa ( $p = 0,32$ ) entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax. A Tabela 10 evidencia os efeitos dento-alveolares decorrentes da ERM e o Gráfico 9, o comportamento semelhante entre os disjuntores.

Tabela 10. Efeitos da ERM na distância PD-PE, para ambos os grupos.

Distância PD-PE	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	21,04	0,47	21,98	20,10	
T2	25,45	0,47	26,39	24,51	
T2-T1	4,41	0,25	4,91	3,91	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

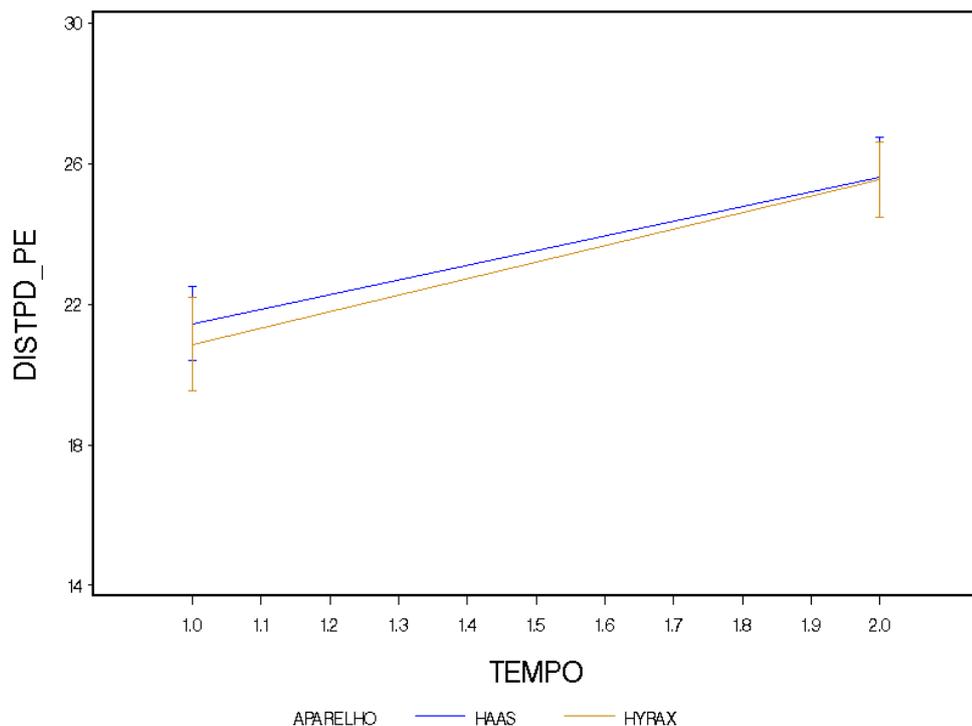


Gráfico 9. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância PD-PE.

## DISTÂNCIA 19-20 (Figura 12, página 84)

Os resultados demonstraram que ambos os disjuntores produziram expansão dento-alveolar significativa ( $p < 0,0001$ ) da região anterior da maxila. O aumento médio foi de 4,40 mm. Não houve diferença significativa ( $p = 0,11$ ) em relação ao tipo de disjuntor empregado. A Tabela 11 mostra a quantidade de expansão dento-alveolar da maxila e o Gráfico 10, o comportamento entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax.

Tabela 11. Efeitos da ERM na distância 19-20, para ambos os grupos.

Distância 19-20	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	40,06	0,58	41,22	38,90	
T2	44,46	0,58	45,62	43,30	
T2-T1	4,40	0,22	4,84	3,96	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

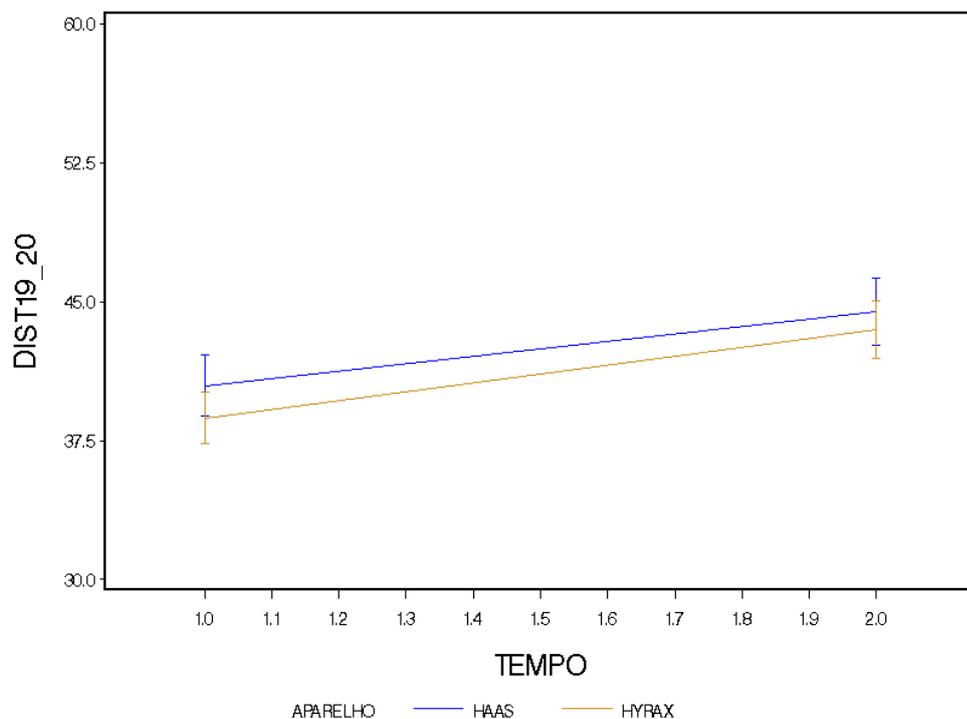


Gráfico 10. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 19-20.

### 5.1.3 DIMENSÕES DENTÁRIAS DA MAXILA

#### DISTÂNCIA 7-8 (Figura 6, página 76)

Os resultados demonstraram que a ERM promoveu aumento significativo ( $p < 0,0001$ ) dessa distância, com média de 7,80 mm, para ambos os grupos. Não houve diferença significativa ( $p = 0,52$ ) entre os grupos Haas e Hyrax. A Tabela 11 mostra os efeitos da ERM ao nível oclusal e o Gráfico 12, o comportamento dos disjuntores tipo Haas e Hyrax.

Tabela 12. Efeitos da ERM na distância 7-8, para ambos os grupos.

Distância 7-8	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	43,51	0,44	44,39	42,63	
T2	51,31	0,44	52,19	50,43	
T2-T1	7,80	0,15	8,10	7,50	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

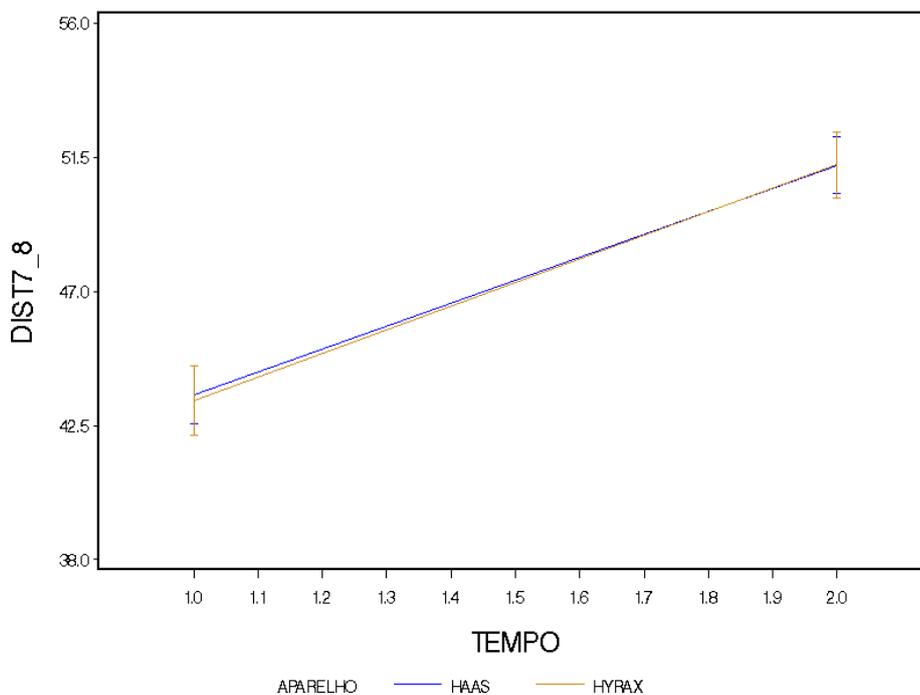


Gráfico 11. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 7-8.

## DISTÂNCIA 9 -10 (Figura 6, página 76)

A ERM promoveu aumento significativo ( $p < 0,0001$ ) dessa medida, a qual representa a distância entre os ápices das raízes palatinas dos primeiros molares permanentes e a inclinação dos mesmos. No grupo Haas, o aumento foi de 2,15 mm e no grupo Hyrax, de 3,14 mm. Essa diferença entre os grupos foi significativa ( $p = 0,0008$ ). A Tabela 13 mostra os efeitos da ERM sobre essa medida e o Gráfico 12, o comportamento entre os grupos Haas e Hyrax.

Tabela 13. Efeitos da ERM na distância 9-10 para os grupos 1 (Haas) e 2 (Hyrax).

Distância 9-10	Medida média (mm)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
Grupo 1 - T1	30,57	0,71	31,99	29,15	
Grupo 1 - T2	32,72	0,71	34,14	31,30	
Grupo 1 (T2-T1)	2,15	0,18	2,51	1,79	$p < 0,0001$
Grupo 2 - T1	29,24	0,75	30,74	27,74	
Grupo 2 - T2	32,38	0,75	33,88	30,88	
Grupo 2 (T2-T1)	3,14	0,21	3,56	2,72	$p < 0,0001$
Grupo2 – Grupo 1 (T2-T1) (T2-T1)	0,99	-	-	-	$p = 0,0008$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

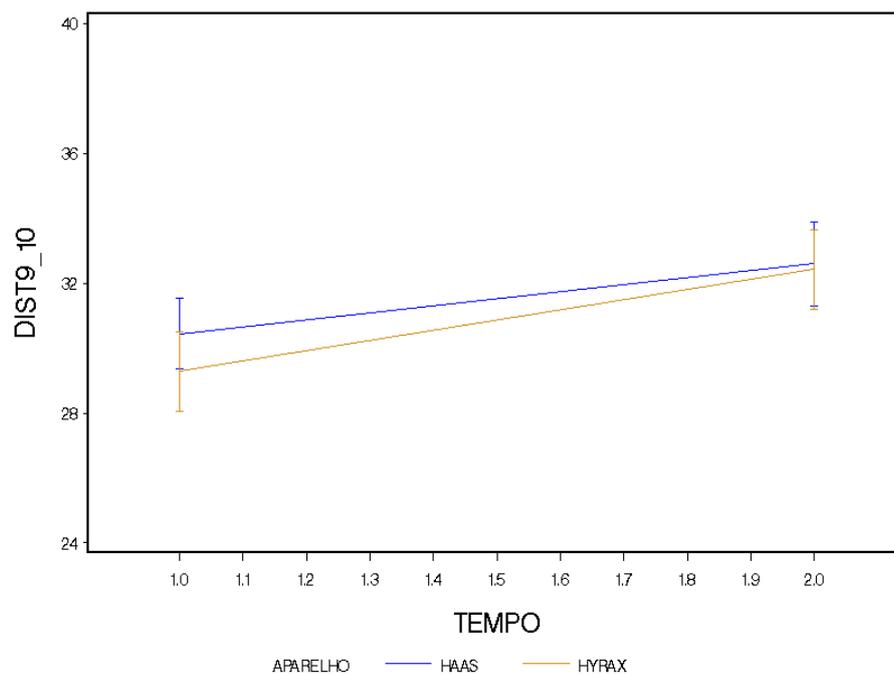


Gráfico12. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para a distância 9-10.

## ÂNGULO 1MD (Figura 6, página 76)

A ERM promoveu inclinação vestibular significativa ( $p < 0,0001$ ) do primeiro molar permanente do lado direito, em média 7,53 graus, em ambos os grupos. Não houve diferença significativa ( $p = 0,33$ ) entre os Grupos Haas e Hyrax. A Tabela 14 mostra o efeito de inclinação no primeiro molar do direito decorrente da ERM e o Gráfico 13, o comportamento semelhante entre os grupos Haas e Hyrax em produzir tal inclinação.

Tabela 14. Efeitos da ERM no ângulo 1MD, para ambos os grupos.

ANG 1MD	Medida média (graus)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	110,61	1,46	113,53	107,69	
T2	118,14	1,46	121,06	115,22	
T2-T1	7,53	0,74	9,01	6,05	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

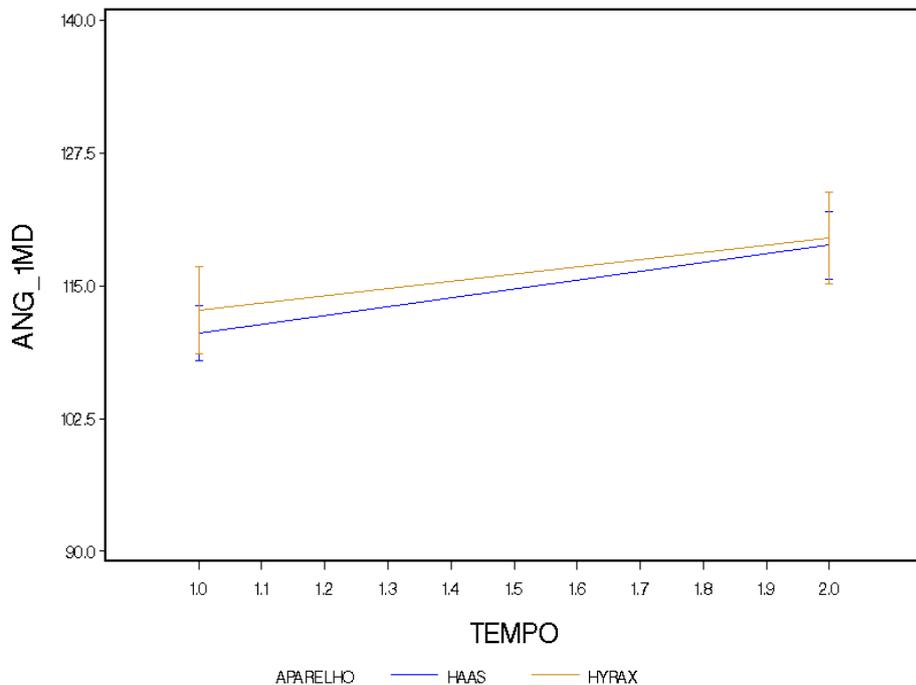


Gráfico 13. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para o ângulo 1MD.

### ÂNGULO 1ME (Figura 6, página 76)

A ERM promoveu inclinação vestibular significativa ( $p < 0,0001$ ) do primeiro molar permanente do lado esquerdo, em média, de 6,17 graus, para ambos os grupos. Não houve diferença significativa ( $p = 0,97$ ) entre os Grupos Haas e Hyrax. A Tabela 15 mostra o efeito de inclinação no primeiro molar permanente do lado esquerdo decorrente da ERM e o Gráfico 14, o comportamento semelhante entre os disjuntores tipo Haas e Hyrax em produzir tal inclinação.

Tabela 15. Efeitos da ERM no ângulo 1ME, para ambos os grupos.

ANG 1ME	Medida média (graus)	Erro padrão	Limite superior do IC 95%	Limite inferior do IC 95%	p valor
T1	117,71	1,26	120,23	115,19	
T2	123,88	1,26	126,40	121,36	
T2-T1	6,17	0,68	7,53	4,81	$p < 0,0001$

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

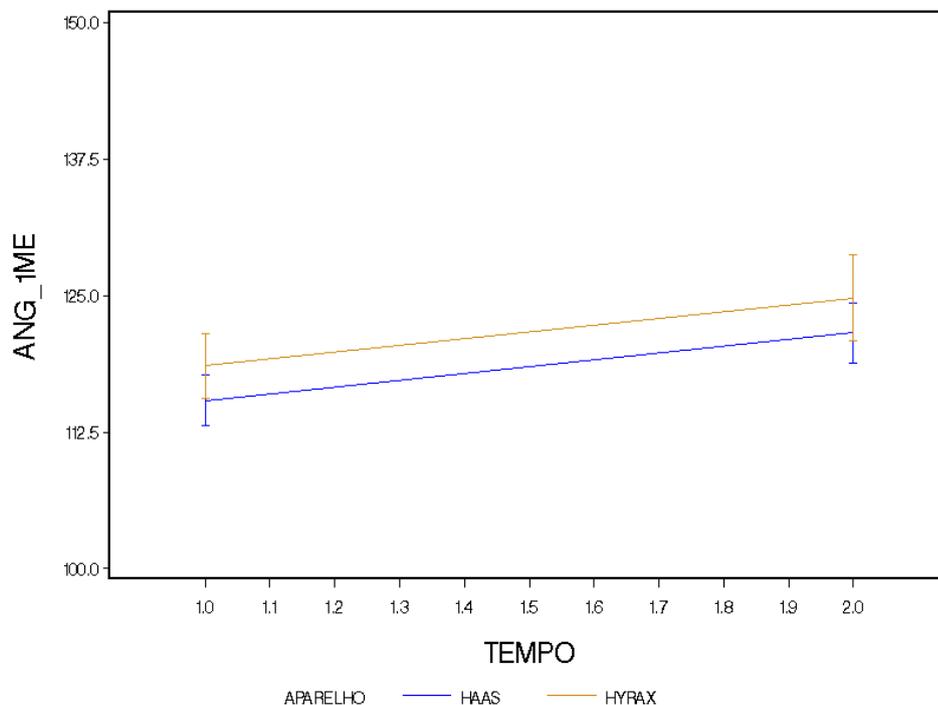


Gráfico 14. Comportamento dos Grupos Haas e Hyrax para o ângulo 1ME.

Tabela 16. Aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrente da ERM nos dois grupos e percentual dessas alterações em relação à quantidade de ativação no parafuso expansor.

<b>MEDIDAS</b>	<b>T2 -T1 média (mm)</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>% de expansão em relação à abertura do parafuso (8 mm)</b>
<b><i>ESQUELÉTICAS</i></b>			
Distância ZMD-ZME	2,41	0,15	30,0
Distância MAXD-MAXE	3,32	0,17	41,5
Distância 5-6	2,64	0,11	33,0
Distância 11-12	2,88	0,09	36,0
Distância 15-16	3,48	0,23	43,5
Distância 17-18	2,82	0,23	35,1
Distância 21-22	4,00	0,13	50,0
<b><i>DENTO-ALVEOLARES</i></b>			
Distância 3-4	5,63	0,16	70,2
Distância PD-PE	4,41	0,25	55,0
Distância 19-20	4,40	0,22	54,8
<b><i>DENTÁRIAS</i></b>			
Distância 7-8	7,80	0,15	97,5
Distância 9-10	2,64	0,14	33,0
<b>(p&lt;0,0001 para todos os aumentos médios)</b>			

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

Tabela 17. Aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrente da ERM para o Grupo Haas e percentual dessas alterações em relação à quantidade de ativação no parafuso expansor.

<b>MEDIDAS</b>	<b>T2-T1 média (mm)</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>% de expansão em relação à abertura do parafuso (8 mm)</b>
<b><i>ESQUELÉTICAS</i></b>			
Distância ZMD-ZME	2,33	0,20	29,0
Distância MAXD-MAXE	3,25	0,23	40,6
Distância 5-6	2,19	0,15	27,2
Distância 11-12	2,62	0,12	32,7
Distância 15-16	3,29	0,30	41,1
Distância 17-18	2,62	0,31	32,7
Distância 21-22	3,63	0,17	45,2
<b><i>DENTO-ALVEOLARES</i></b>			
Distância 3-4	5,44	0,25	68,0
Distância PD-PE	4,14	0,34	51,7
Distância 19-20	4,03	0,30	50,3
<b><i>DENTÁRIAS</i></b>			
Distância 7-8	7,70	0,20	96,2
Distância 9-10	2,15	0,18	26,7
<b>(p&lt;0,0001 para todos os aumentos médios)</b>			

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

Tabela 18. Aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrente da ERM para o Grupo Hyrax e percentual dessas alterações em relação à quantidade de ativação no parafuso expansor.

<b>MEDIDAS</b>	<b>T2-T1 média (mm)</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>% de expansão em relação à abertura do parafuso (8 mm)</b>
<b><i>ESQUELÉTICAS</i></b>			
Distância ZMD-ZME	2,47	0,22	30,8
Distância MAXD-MAXE	3,38	0,26	42,2
Distância 5-6	3,10	0,17	38,6
Distância 11-12	3,14	0,14	39,2
Distância 15-16	3,66	0,34	45,7
Distância 17-18	3,00	0,35	37,5
Distância 21-22	4,37	0,20	54,7
<b><i>DENTO-ALVEOLARES</i></b>			
Distância 3-4	5,80	0,28	72,5
Distância PD-PE	4,66	0,38	58,2
Distância 19-20	4,76	0,34	59,5
<b><i>DENTÁRIAS</i></b>			
Distância 7-8	7,90	0,23	98,7
Distância 9-10	3,14	0,21	39,2
<b>(p&lt;0,0001 para todos os aumentos médios)</b>			

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008.

Tabela 19. Comparação entre os Grupos Haas e Hyrax em relação ao aumento médio das dimensões transversais da maxila decorrentes da ERM.

MEDIDAS	GRUPO HAAS	GRUPO HYRAX	p valor
	T2-T1 média (mm)	T2-T1 média (mm)	
<b>ESQUELÉTICAS</b>			
Distância ZMD-ZME	2,33	2,47	p=0,640
Distância MAXD-MAXE	3,25	3,38	p=0,728
Distância 5-6	2,19	3,10	p=0,0002 *
Distância 11-12	2,62	3,14	p=0,010 *
Distância 15-16	3,29	3,66	p=0,427
Distância 17-18	2,62	3,00	p=0,438
Distância 21-22	3,63	4,37	p=0,007 *
<b>DENTO-ALVEOLARES</b>			
Distância 3-4	5,44	5,80	p=0,342
Distância PD-PE	4,14	4,66	p=0,322
Distância 19-20	4,03	4,76	p=0,119
<b>DENTÁRIAS</b>			
Distância 7-8	7,70	7,90	p=0,526
Distância 9-10	2,15	3,14	p=0,0008 *

\* Diferenças significativas (p<0,05)

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008

Tabela 20. Comparação entre os Grupos Haas e Hyrax em relação à inclinação vestibular dos primeiros molares permanentes decorrentes da ERM.

MEDIDAS	GRUPO HAAS	GRUPO HYRAX	p valor
	T2-T1 média (graus)	T2-T1 média (graus)	
Ângulo 1MD	8,25	6,80	p=0,334
Ângulo 1ME	6,14	6,19	p=0,975

\* Diferenças significativas (p<0,05)

Fonte: Dados da pesquisa, PUCRS, 2008

## 5.2 RESULTADOS CLÍNICOS

### 5.2.1 GRUPO HAAS



Figura 13. (A-E) Fotografias intra-buciais do paciente R.F.L (Grupo Haas) em T1.

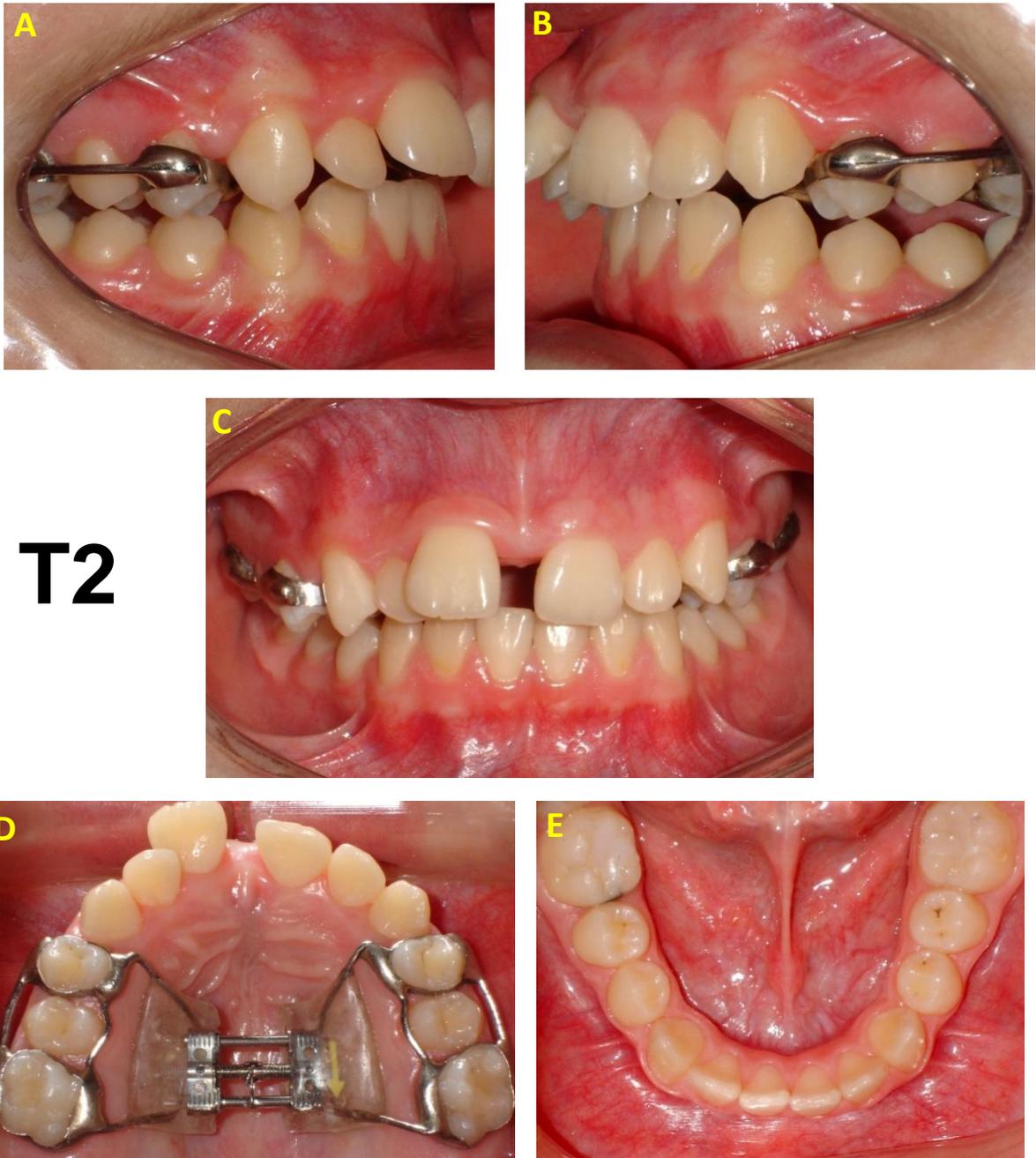


Figura 14. (A-E) Fotografias intra-buciais do paciente R.F.L (Grupo Haas) em T2.



Figura 15. (A-H) Fotografias intra-buciais do paciente R.F.L. (Grupo Haas). (A-B) Pré-expansão (T1); (C-D) sétimo dia de ERM; (E-F) décimo quarto dia de ERM; (G-H) décimo nono dia de ERM, quando da estabilização do parafuso expensor (T2).

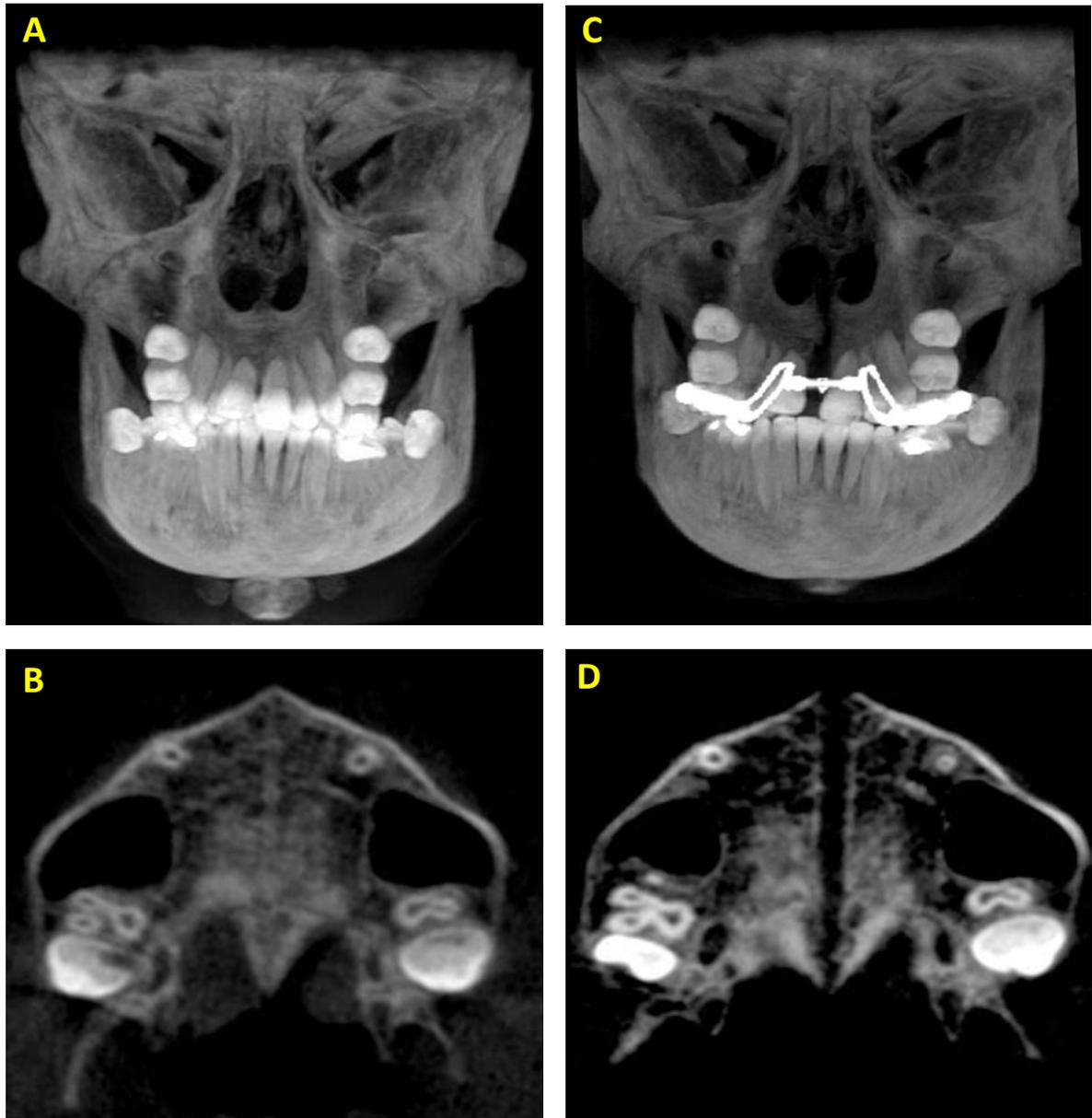


Figura 16. (A-D) Imagens de TC *cone beam* do paciente R.F.L. (Grupo Haas). (A-B) antes da ERM (T1); (C-D) imediatamente após a ERM (T2).

## 5.2.2 GRUPO HYRAX

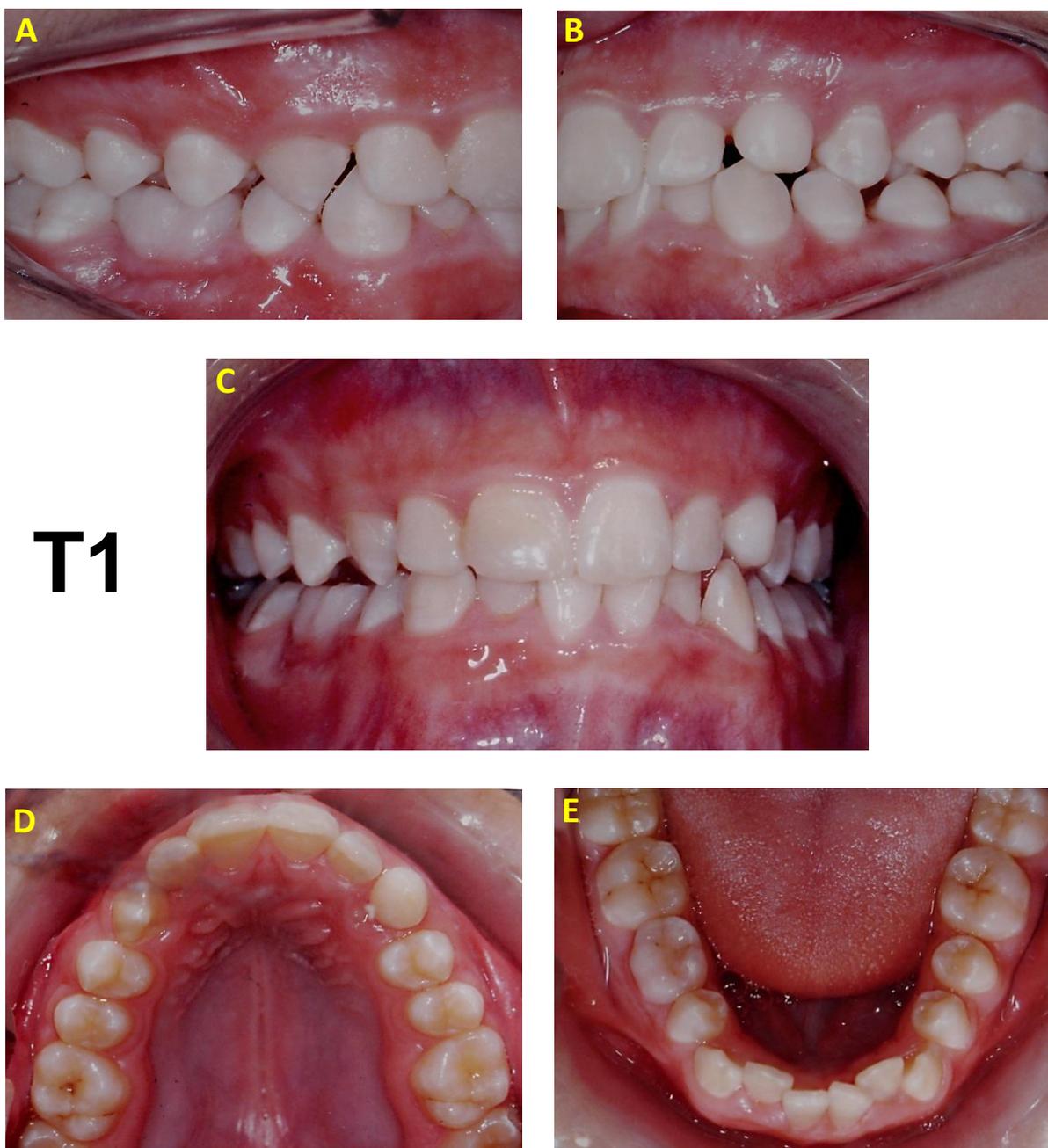


Figura 17. (A-E) Fotografias intra-buciais do paciente L.C.S. (Grupo Hyrax) em T1.

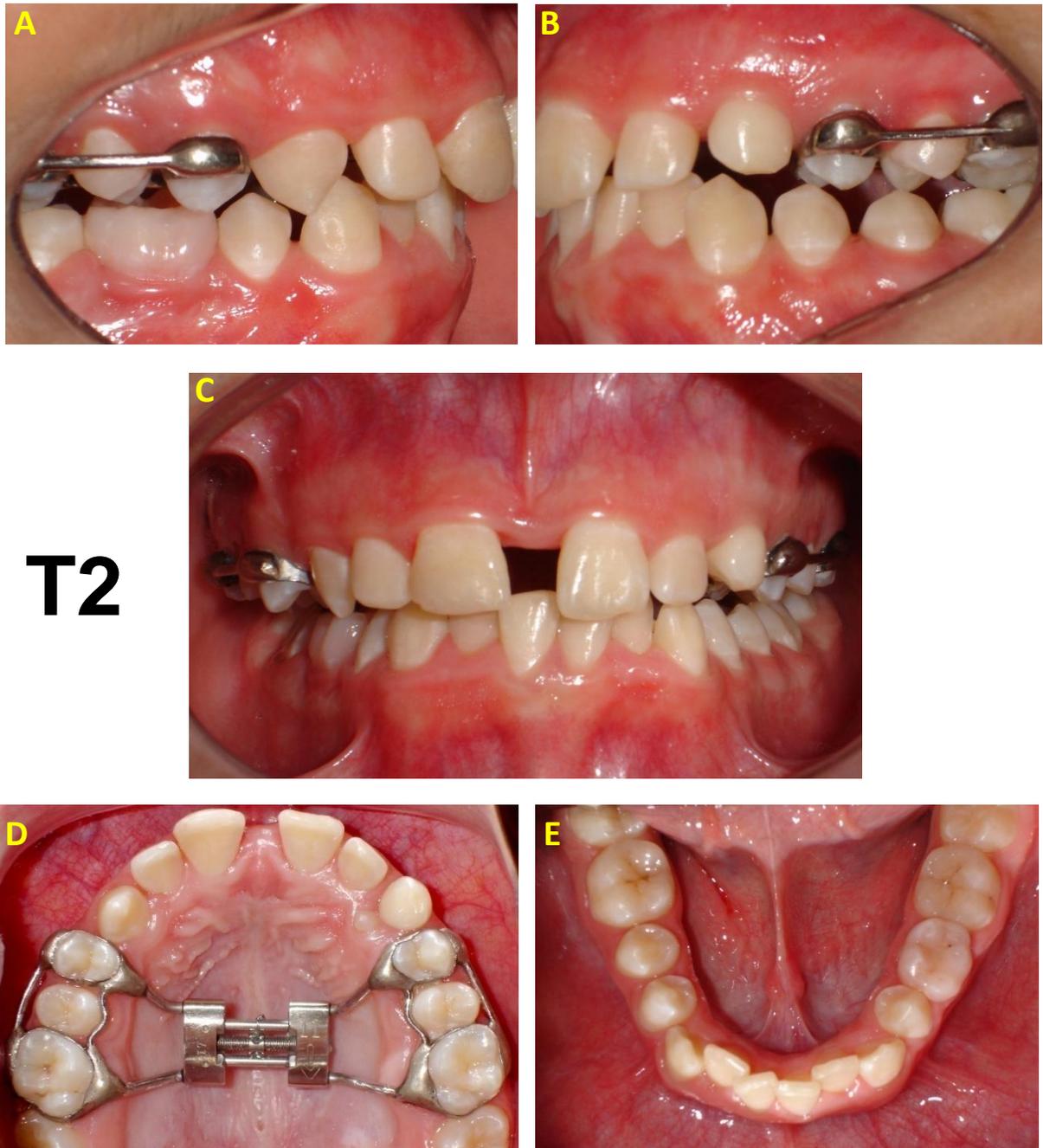


Figura 18. (A-E) Fotografias intra-buciais do paciente L.C.S. (Grupo Hyrax) em T2.

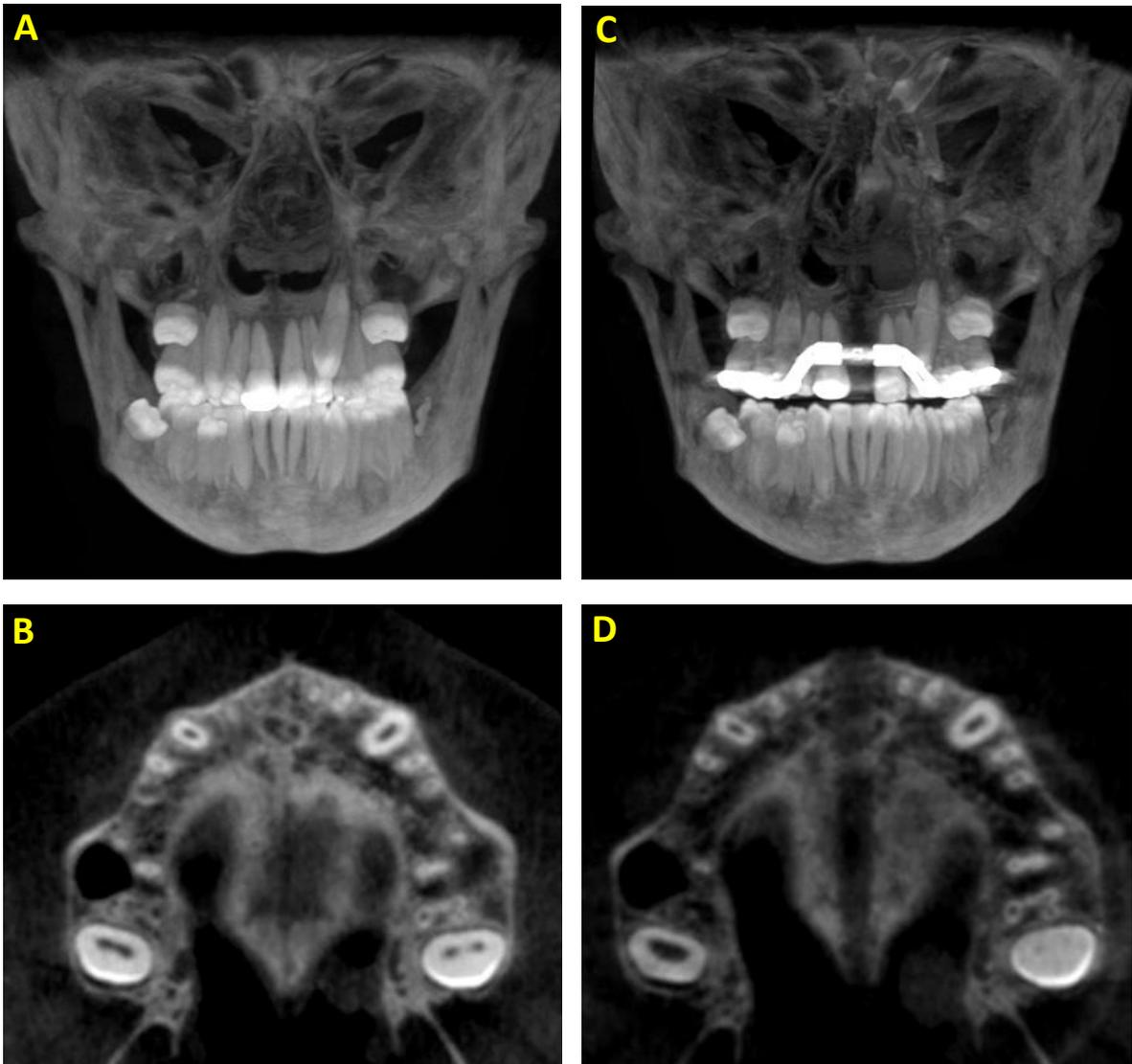


Figura 19. (A-D) Imagens de TC *cone beam* do paciente L.C.S. (Grupo Hyrax). (A-B) antes da ERM (T1); (C-D) imediatamente após a ERM (T2).

## 6 DISCUSSÃO

---

### 6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A expansão maxilar vem sendo estudada há quase 150 anos e foi descrita pela primeira vez por Angell, em 1860. A partir daí, inúmeros trabalhos vem sendo realizados (HAAS, 1961; 1965; BIEDERMAN, 1968; HAAS, 1970; BIEDERMAN; CHEN, 1973; HAAS, 1980; CHUNG; FONT, 2004; SCANAVINI et al., 2006), alguns inclusive, comparando os efeitos dos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax (SIQUEIRA, 2000; SCANAVINI et al., 2006). Entretanto, Na maioria desses trabalhos foram utilizadas radiografias convencionais, cujas limitações de ampliação e superposição de estruturas anatômicas, dificultam a avaliação precisa dos efeitos da ERM.

Diante dessas limitações, relacionadas ao uso de radiografias convencionais, as imagens tridimensionais começaram a atrair grande interesse dos odontólogos. Atualmente, além do exame de TC mostrar-se muito requisitado na área médica, começa também a desenvolver-se no cenário odontológico, principalmente nas áreas de Implantodontia, Diagnóstico Bucal, Cirurgia e Ortodontia (GARIB et al., 2007). No presente estudo foram avaliados os efeitos imediatos da ERM no sentido transversal, com os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax, através de TC *cone beam* de alta resolução. Este exame foi utilizado por ser específico para a região maxilofacial (HATCHER; ABOUDARA, 2004; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006; LUDLOW; IVANOVIC, 2008), permitindo, inclusive, a reprodução de imagens tridimensionais dos tecidos mineralizados com mínima distorção, menor custo e menor dose de radiação em comparação à tomografia computadorizada tradicional (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006). Somado a isso, a TC *cone beam* apresenta alta acurácia das imagens para análises qualitativas e quantitativas (MOZZO et al., 1998; HILGERS et al., 2005; MISCH; YI; SARMENT, 2006; LAGRAVÈRE et al., 2008), pois os dados volumétricos são constituídos por *voxels* que variam de 0,4 mm a 0,125 mm, levando a uma resolução sub-milimétrica (SCARFE; FARMAN; SUKOVIC,

2006). Assim, foi possível avaliar com maior precisão os reais efeitos da ERM, comparando o comportamento dos disjuntores tipo Haas e Hyrax.

Nesta pesquisa, a avaliação das imagens tomográficas foi baseada em uma metodologia já desenvolvida, a qual se mostrou razoável para quantificar as dimensões transversais do complexo nasomaxilar (PODESSER, 2004). Esse método foi utilizado em outro estudo (PODESSER et al., 2007), para avaliar os efeitos da ERM através de TC convencional. Devido a variações nas diferenças, inter e intra-observador, encontradas por Podesser, em 2004, este autor recomendou que as mensurações fossem realizadas pelo mesmo pesquisador. No presente trabalho, o estudo do erro foi realizado por um único investigador, evitando assim, o fator erro inter-observador. A análise de concordância mostrou alto nível de reprodutibilidade para esse método de avaliação transversal da maxila, onde os valores do índice de correlação intraclassa (ICC) foram maiores que 0,94 para a maioria das medidas (Tabela 1, página 87). Esses resultados estão de acordo com outro estudo que avaliou a precisão das medições do tomógrafo i-CAT, cujo resultado mostrou um ICC intra-observador de 0,89 (BALLRICK et al., 2008). A única medida com ICC moderado foi a distância 21-22 (ICC de 0,61), a qual representa a separação da sutura palatina mediana na região anterior. Como a abertura da sutura em geral é de apenas alguns milímetros e considerando a menor escala linear mensurável pelo programa EFILM ser de 1 mm, variações de apenas uma unidade de milímetro nessa medida, durante o estudo do erro, podem explicar o maior percentual de variabilidade entre as medições, (ICC moderado de 0,61). Para otimizar ainda mais a acurácia desta metodologia, os autores da presente pesquisa recomendam que os próximos estudos sobre o assunto utilizem programas com escala de mensurações lineares de até 0,1 mm e 0,1 grau, como às disponíveis em outros programas, como por exemplo *Osirix Medical Imaging Software*, compatível com a plataforma Macintosh (ROSSET; SPADOLA; RATIB, 2004).

Como neste estudo a fase ativa da expansão rápida da maxila durou 19 dias, não houve necessidade de utilizar um grupo controle de pacientes sem tratamento uma vez que o crescimento normal não foi um fator de influência nesse curto período de tempo (SIQUEIRA, 2000; BASCIFTCI et al., 2002; DORUK et al., 2004).

Neste trabalho foram solicitadas radiografias de mão e punho, com o intuito de avaliar a maturação esquelética dos grupos Haas e Hyrax. A média de idade esquelética do Grupo Haas foi exatamente igual ao do Grupo Hyrax, sendo de 10 anos e 11 meses (Quadro 1, página 60). Isso demonstra que as diferenças nos resultados encontrados entre os Grupos Haas e Hyrax não foram influenciadas pelo fator maturação esquelética.

Em comparação aos trabalhos que avaliaram os efeitos da ERM através de tomografia computadorizada (TIMMS; PRESTON; DALY, 1982; RIZZATO et al., 2004; GARIB et al., 2005; GARIB et al., 2006; HABERSACK et al., 2007; PODESSER et al., 2007; RUNGCHARASSAENG et al., 2007; GARRETT et al., 2008a; LIONE et al., 2008; BALLANTI et al., 2009), o presente estudo possui a maior amostra clínica, composta por 33 pacientes. Além disso, apresenta alguns pontos importantes: (1) ser um estudo prospectivo, (2) apresentar distribuição aleatória dos pacientes entre os Grupos Haas e Hyrax, (3) possuir metodologia padronizada em relação à confecção dos disjuntores, ao protocolo e quantidade de expansão e (4) utilizar TC *cone beam* de alta resolução.

## 6.2 EXPANSÃO ESQUELÉTICA

Os resultados desse trabalho demonstraram que a ERM aumentou significativamente a dimensão transversal da base apical maxilar, estando de acordo com outros estudos (HAAS, 1959; 1961; 1965; 1970; WERTZ, 1970; HAAS, 1980; BISHARA; STANLEY, 1987; RIBEIRO, 1999; GARIB et al., 2005; LAGRAVÈRE et al., 2006; PODESSER et al., 2007; GARRETT et al., 2008a; LIONE et al., 2008). No presente estudo, o ganho esquelético foi de 30 a 50% da quantidade de ativação do parafuso expensor, sendo menor na região posterior da maxila (30 a 41,5%) do que na região anterior (43,5 a 50%) (Tabela 16, página 104).

A expansão esquelética da maxila foi menor na região posterior, com aumentos médios de 2,41 mm (DIST ZMD-ZME), 3,32 mm (DIST MAXD-MAXE), 2,64 mm (DIST 5-6) e 2,88 mm (DIST 11-12) do que na região anterior, onde o ganho foi de 2,82 mm (DIST 17-18), 3,48 mm (DIST 15-16), e 4 mm (DIST 21-22). Esse padrão de abertura em forma triangular com base voltada para região anterior está de acordo com literatura (WERTZ, 1970; CHACONAS; CAPUTO, 1982; BISHARA; STANLEY, 1987; SILVA FILHO; ALMEIDA; SILVA, 2005; GARRETT et al., 2008a; LIONE et al., 2008), sendo explicado, pela resistência dos processos pterigóides do osso esfenóide e ossos zigomáticos ao movimento de inclinação maxilar durante a ERM (ISAACSON; INGRAM, 1964; BIEDERMAN; CHEN, 1973; BISHARA; STANLEY, 1987) e pela biomecânica da expansão maxilar, segundo a qual, a direção da força gerada pelo parafuso expensor passaria anteriormente ao centro de resistência das hemimaxilas, conforme determinado anteriormente (LEE et al., 1997). Já para Haas, no mesmo aspecto axial, a abertura da sutura palatina mediana ocorreria de forma paralela (HAAS, 1970; HAAS, 1980).

Resultado similar foi encontrado na literatura (GARIB et al., 2005) para a medida (DIST 5-6) da presente pesquisa, a qual aumentou em média 2,64 mm, sendo comparável a medida esquelética NF do estudo citado, que aumentou em média 2,4 mm.

Os resultados deste trabalho revelaram aumento da dimensão transversal da face. Esse aumento foi, em média, de 2,41 mm para a medida (DIST ZMD-ZME), a qual representa a distância entre a sutura zigomaticomaxilar do lado direito e esquerdo. Este achado complementa os resultados de outros estudos (BIEDERMAN; CHEN, 1973; GAUTAM; VALIATHAN; ADHIKARI, 2007; BORYOR et al., 2008), os quais, mostraram que as forças geradas durante a ERM são transmitidas à outros ossos além da maxila, como as suturas zigomaticomaxilares, dentre outras.

Em uma meta-análise sobre os efeitos imediatos da ERM (LAGRAVÈRE et al., 2006), foi encontrado que as únicas medidas esqueléticas que sofreram alterações significativas ( $p < 0,05$ ) em função da ERM foram a largura da cavidade nasal e a largura da maxila (distância entre os pontos Jugal direito e esquerdo) com aumentos médios de 2,14 mm e 2,73 mm, respectivamente. Esses valores médios

foram obtidos de estudos, em radiografias cefalométricas em norma frontal, que fizeram parte dessa revisão sistemática. Já no presente trabalho foi utilizado TC *cone beam*, encontrando aumentos médios da dimensão esquelética transversal da maxila na região posterior de 2,41 mm (DIST ZMD-ZME), 3,32 mm (DIST MAXD-MAXE), 2,64 mm (DIST 5-6), 2,88 mm (DIST 11-12) e na região anterior da maxila, de 2,82 mm (DIST 17-18), 3,48 mm (DIST 15-16) e 4 mm (DIST 21-22).

O percentual médio de ganho esquelético imediato, com o disjuntor tipo Hyrax, variou de 30,8 a 42,2% na região posterior e de 37,5 a 54,7% na região anterior enquanto que, com o disjuntor tipo Haas, o ganho variou de 27,2 a 40,6% na região posterior e de 41,1 a 45,2% na região anterior. Houve diferença significativa entre os disjuntores em algumas medidas (DIST 5-6, DIST 11-12 e DIST 21-22), sendo que o disjuntor tipo Hyrax produziu maior separação ortopédica da sutura palatina mediana, com média de 3,14 mm (DIST 11-12) na região posterior e de 4,37 mm (DIST 21-22) na região anterior, do que o disjuntor tipo Haas, onde a abertura sutural foi de 2,62 mm (DIST 11-12) e 3,63 mm (DIST 21-22) (Tabela 19, página 107). Esses resultados diferem dos encontrados em um estudo anterior (GARIB et al., 2005) onde não houve diferença na resposta esquelética produzida pelos disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de, no estudo citado, os efeitos da ERM comparando os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax terem sido avaliados em tomografia convencional, onde os cortes eram de 1 mm espessura (precisão inferior à TC *cone beam* com *voxel* de 0,3 mm utilizada no presente estudo) e terem utilizado uma amostra pequena, de apenas 8 pacientes, o que reduziria o poder da análise estatística (Teste T) para mostrar diferenças estatisticamente significantes. Além disso, as alterações decorrentes da ERM foram avaliadas em um período de 3 meses após a fase ativa de expansão ao contrário do presente trabalho, que avaliou os efeitos imediatos.

O presente estudo apresentou maior resposta ortopédica, tanto no Grupo Haas como no Hyrax, quando comparado aos resultados de outra pesquisa (LIONE et al., 2008), os quais realizaram ERM com o disjuntor tipo Hyrax modificado e a abertura média da sutura palatina mediana foi de 1,15 mm (medida PSW) na região posterior e de 2,17 mm (medida MSW) na região anterior, atrás do forame incisivo. Esses resultados foram inferiores aos obtidos no presente estudo, onde a separação

da sutura palatina mediana com o disjuntor tipo Hyrax foi em média de 3,14 mm na região posterior (DIST 11-12) e de 4,37 mm na região anterior (DIST 21-22) e com o disjuntor tipo Haas, de 2,62 mm na região posterior e de 3,63 mm na região anterior. O menor efeito esquelético encontrado por Lione e colaboradores, em 2008, pode ser explicado pela utilização do disjuntor tipo Hyrax modificado, o qual apresentava menor ancoragem (presença de apenas 2 anéis e a extensão anterior da estrutura metálica não era unida rigidamente aos demais dentes), além da quantidade total de ativação do parafuso expensor ter sido 1 mm menor (7 mm de expansão) do que a realizada no presente estudo (8 mm de expansão). Somado a isso, a medida PSW utilizada avaliava a separação da sutura na região da espinha nasal posterior, ou seja, em uma região mais posterior que a medida DIST 11-12 do presente trabalho.

O resposta ortopédica obtida no presente trabalho foi maior que a encontrada em um estudo anterior (PODESSER et al., 2007), onde a base apical da maxila aumentou em média 1,7 mm (variação de 0 a 2 mm), a abertura da sutura palatina mediana na região posterior foi, em média, de 1,6 mm (variação de 1,12 a 1,97 mm) e na região anterior de 1,52 mm (variação de 1,12 a 1,98 mm). Essa menor resposta esquelética, em uma amostra de pacientes ainda mais jovens (média de idade de 8 anos e 1 mês), pode ser explicada pela menor quantidade de ativação do aparelho (7 mm) e, principalmente, pela possível recidiva imediata da expansão devido a remoção do disjuntor (ao final da fase ativa da expansão) e reinstalação do mesmo logo após a realização da TC convencional. No presente estudo, não houve necessidade de remoção dos disjuntores previamente a realização da segunda tomografia (T2), uma vez que a TC *cone beam* utilizada produz menor quantidade de artefatos devido à presença de metais em comparação às TC convencionais (HOLBERG et al., 2005; SCARFE; FARMAN; SUKOVIC, 2006), fato que pode ter contribuído para os melhores resultados encontrados no presente trabalho.

Neste estudo, a separação ortopédica da sutura no grupo Hyrax foi de 39,2% (DIST 11-12) e 54,7% (DIST 21-22) da ativação do parafuso em 8 mm, para a região posterior e anterior, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os encontrados na literatura (GARRETT et al., 2008b; a) onde a abertura sutural foi de 38% na região posterior e 55% na região anterior, apesar destes pesquisadores terem avaliado os efeitos da ERM 3 meses após a fase ativa de expansão, ao contrário do presente trabalho que investigou os efeitos imediatos da ERM. Como o

estudo em questão (GARRETT et al., 2008b; a) foi retrospectivo, muitas variáveis não foram controladas. Havia variações na velocidade da expansão, com alguns pacientes submetidos ao protocolo de expansão lenta, taxa de 0,2 mm por semana, bem como duração variada da fase ativa da ERM. Mesmo com a aplicação de uma boa análise estatística, a falta de padronização na metodologia empregada como, tipo de disjuntor utilizado, protocolo de ativação, duração da fase ativa da expansão e período de contenção, tornam os resultados do estudo de Garret e colaboradores, limitados.

Os resultados do presente trabalho, em relação à resposta ortopédica, diferiram de um estudo anterior (OLIVEIRA et al., 2004). Esses autores declararam que o disjuntor tipo Haas produziria expansão com maior componente ortopédico (distância interpalatal), enquanto que o disjuntor tipo Hyrax produziria expansão com maior componente dento-alveolar. No trabalho de Oliveira et al, em 2004, a avaliação dos efeitos da ERM comparando os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax foi realizada 3 meses após o final da fase ativa da expansão ao contrário do presente estudo onde foram avaliados os efeitos imediatos. O fato das forças residuais levarem aproximadamente 6 semanas para se dissiparem após a ERM (ZIMRING; ISAACSON, 1965), poderia explicar os resultados encontrados por esses autores. A recidiva ocorrida na região dento-alveolar-alta, durante os primeiros 3 meses após a ERM poderia ter sido diminuída pelo bloco acrílico do disjuntor tipo Haas o que não seria possível com o disjuntor tipo Hyrax, como descrito por Haas, em 1970. Ainda no estudo em questão foi avaliada, em modelos de estudo, a medida interpalatal, que segundo definições dos próprios autores representa a distância entre os pontos mais profundos do contorno da concavidade do palato, sendo o aumento dessa medida referenciado como ganho ortopédico. Entretanto, essa medida representa a dimensão dento-alveolar-alta e não esquelética como afirmado previamente. O presente trabalho encontrou melhor resposta ortopédica, na fase imediatamente após a ERM, para o disjuntor tipo Hyrax, através de avaliações em TC *cone beam* onde medidas realmente esqueléticas, como a abertura da sutura palatina mediana, foram utilizadas. O ideal seria reavaliar a amostra utilizada no presente trabalho em um período de 3 a 6 meses após a ERM, para determinar a real influência do bloco acrílico na manutenção do ganho ortopédico, e assim, propiciar melhores

comparações com trabalhos que avaliaram os efeitos da ERM ao final do período de contenção.

Os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax apresentam como principal diferença a presença de um bloco acrílico, justo ao palato. Segundo Haas, a presença do acrílico evitaria a transmissão das forças apenas contra a delgada tábua óssea vestibular. Com a incorporação do corpo acrílico, haveria melhor distribuição das forças contra os processos alveolares inclinados, tábuas ósseas vestibulares, dentes posteriores e ligamento periodontal, o que potencializaria o efeito esquelético e diminuiria o ortodôntico (HAAS, 1970). Os resultados da presente pesquisa não dão suporte a essa teoria, defendida pelo Dr. Andrew Haas (HAAS, 1965; 1970) há mais de 30 anos, de que o bloco acrílico do disjuntor tipo Haas otimiza o efeito ortopédico imediato durante a ERM. Os melhores resultados de abertura da sutura palatina mediana foram encontrados no Grupo Hyrax. Isso poderia ser atribuído às diferenças no mecanismo de conexão do parafuso expansor aos anéis dos dentes de ancoragem. No disjuntor tipo Hyrax a estrutura metálica, com maior rigidez provida pelo fio de aço 1,4 mm de diâmetro, propiciava conexão direta do parafuso expansor aos anéis dos dentes de ancoragem ao contrário do disjuntor tipo Haas, onde a estrutura metálica (fio de aço com 1,0 mm de diâmetro) era unida ao parafuso expansor através do bloco acrílico, o qual apresentaria menor rigidez em comparação ao aço inoxidável. Em um estudo de biomecânica da expansão (BRAUN et al., 2000) foi observado que os disjuntores que utilizam acrílico como mecanismo de união entre o parafuso e os dentes possuem menor rigidez do que os disjuntores com estruturas de fios de aço inoxidável, tão somente. A primeira hipótese seria que a menor rigidez do mecanismo de união do parafuso à estrutura metálica (bloco acrílico) do disjuntor tipo Haas, durante a fase ativa da ERM, possa ter contribuído para o menor ganho esquelético imediato encontrado no Grupo Haas. Além disso, a abertura e fechamento do parafuso expansor durante a fase laboratorial, a fim de permitir os procedimentos de acabamento e polimento, podem ter criado desgastes no interior do bloco acrílico que poderia reduzir a rígida conexão entre o parafuso e a estrutura metálica, e assim, ter diminuído a ancoragem durante a ativação clínica do disjuntor tipo Haas. Uma segunda hipótese, complementando a primeira, seria que o parafuso do disjuntor tipo Hyrax tenha produzido maior quantidade inicial de força do que o parafuso utilizado no disjuntor tipo Haas.

Entretanto, não existem estudos sobre a intensidade das forças iniciais geradas por esses dois parafusos expansores. Talvez, o ideal em termos de propriedades mecânicas e *design* dos disjuntores visando uma resposta ortopédica plena, seria a utilização de um disjuntor híbrido que apresentasse a rígida estrutura metálica do disjuntor tipo Hyrax associada ao bloco acrílico do disjuntor tipo Haas, a fim de evitar a provável recidiva da região dento-alveolar-alta durante a fase de contenção. Diante dos resultados obtidos neste trabalho, esta hipótese começou a ser testada pelos autores desta pesquisa através da realização da ERM utilizando tal disjuntor experimental híbrido. Entretanto, ainda não existem dados disponíveis.

### 6.3 EXPANSÃO DENTO-ALVEOLAR

A ERM produziu aumento significativo da dimensão dento-alveolar da maxila no sentido transversal. De maneira geral, a expansão alveolar foi em média de 4,41 mm (DIST PD-PE), 5,63 mm (DIST 3-4) e de 4,40 mm (DIST 19-20). Em percentual, isso representa 55% (DIST PD-PE), 70,2% (DIST 3-4) e 54,8% (DIST 19-20) da quantidade de ativação do parafuso expensor em 8 mm (Tabela 16, página 104). Os aumentos nessas medidas foram maiores do que a separação da sutura palatina mediana, demonstrando a inclinação dos processos alveolares da maxila.

Do total de 70% do aumento ao nível dento-alveolar (DIST 3-4), 36% refere-se à separação da sutura palatina mediana, enquanto 34% (2,74 mm) representa a real quantidade de inclinação dos processos alveolares em relação à ativação de 8 mm do parafuso. A maior quantidade de expansão ao nível dento-alveolar do que esquelético encontrada neste trabalho está de acordo os dados disponíveis na literatura (GARIB et al., 2005; PODESSER et al., 2007; GARRETT et al., 2008a; b).

Resultados similares ao aumento de 5,63 mm na medida DIST 3-4 do presente estudo foram encontrados em outros trabalhos (GARIB et al., 2005; PODESSER et al., 2007), onde a medida BAC, aumentou em média 5,70 mm na

pesquisa de Garib e colaboradores, e a largura maxilar alveolar (distância 3-4) do trabalho de Podesser e colaboradores, aumentou em média, 5,25 mm.

Os resultados deste trabalho não mostraram diferenças significativas entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax para as medidas dento-alveolares. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por outros pesquisadores (GARIB et al., 2005) que, de maneira geral, encontraram comportamento semelhante entre os disjuntores dento-suportados e dento-muco-suportados, em relação a expansão na região dento-alveolar da maxila. Exceção feita a medida LAC do trabalho de Garib e colaboradores, a qual representava a distância entre as cristas ósseas alveolares palatinas e que aumentou mais com o disjuntor tipo Haas do que com o tipo Hyrax.

#### 6.4 EXPANSÃO DENTÁRIA

Os maiores efeitos da ERM ocorreram ao nível dentário, onde a expansão representou 97,5% da quantidade de ativação do parafuso expensor. Os primeiros molares permanentes (dentes de ancoragem) inclinaram para vestibular, em média, 7,53° do lado direito e 6,17° do lado esquerdo.

Essa expansão dentária significativa está de acordo com outros estudos da literatura (OLIVEIRA et al., 2004; GARIB et al., 2005; LAGRAVÈRE et al., 2006; PHATOUROS; GOONEWARDENE, 2008; BALLANTI et al., 2009).

No presente estudo a expansão, ao nível da coroa dos primeiros molares permanentes, foi em média 7,80 mm (DIST 7-8) correspondendo a 97,5% da ativação do parafuso expensor (8 mm). A maior quantidade de expansão dentária do que esquelética está de acordo com outros trabalhos (HAAS, 1965; 1970; OLIVEIRA et al., 2004; GARIB et al., 2005; LAGRAVÈRE et al., 2006; PODESSER et al., 2007; GARRETT et al., 2008a). Isso poderia ser explicado pela biomecânica da expansão maxilar, onde a direção da força gerada pelo parafuso expensor passaria

inferiormente ao centro de resistência das hemimaxilas, conforme explanado por outros autores (LEE et al., 1997). Assim, o momento gerado levaria a transferência do fulcro do movimento de separação das hemimaxilas para a região da sutura frontonasal, e como resultado, ocorreria maior quantidade de expansão em direção inferior, ou seja, um padrão de abertura triangular com base voltada para oclusal (HAAS, 1965; BIEDERMAN; CHEN, 1973; BISHARA; STANLEY, 1987).

De maneira geral, os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax apresentaram comportamentos semelhantes em relação à taxa de expansão dentária e inclinação dos dentes de ancoragem (Tabelas 14, 15 e 20, páginas 102, 103 e 107, respectivamente). A ERM inclinou os primeiros molares para vestibular de forma significativa, em média  $7,53^\circ$  do lado direito e  $6,17^\circ$  do lado esquerdo. Entretanto, não houve diferença entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax para as medidas angulares. O disjuntor tipo Haas produziu inclinação vestibular de  $8,25^\circ$  no primeiro molar do lado direito e de  $6,14^\circ$  no primeiro molar esquerdo enquanto o disjuntor tipo Hyrax,  $8,80^\circ$  no primeiro molar do lado direito e  $6,19^\circ$  no primeiro molar esquerdo. Entretanto, considerando a medida linear (DIST 9-10) foi encontrada maior inclinação vestibular dos primeiros molares no grupo Haas quando comparado ao grupo Hyrax. Esses resultados estão em acordo com um trabalho anterior (GARIB et al., 2005) onde, apesar da menor inclinação vestibular dos molares comparado aos do presente estudo, também houve diferenças entre os aparelhos. O disjuntor tipo Haas inclinou mais os dentes de ancoragem ( $3,5^\circ$  no primeiro molar) que o disjuntor tipo Hyrax ( $1,6^\circ$ ), embora tal diferença seja clinicamente irrelevante.

A quantidade de expansão dentária e inclinação dos molares no presente estudo (Tabelas 14, 15 e 20, páginas 102, 103 e 107, respectivamente) foram um pouco maiores que as encontradas em um trabalho anterior (PODESSER et al., 2007), onde a inclinação média do primeiro molar do lado direito foi  $2,5^\circ$  (variando de  $7,5^\circ$  para vestibular a  $-6^\circ$  para palatino), e do lado esquerdo de  $-1,2^\circ$  (variando de  $4^\circ$  para vestibular a  $-5^\circ$  para palatino), com expansão dentária média de 5,38 mm. Entretanto, o comportamento referente à inclinação dos dentes de ancoragem, sob o aspecto clínico, pode ser considerado semelhante entre os dois trabalhos. O menor grau de inclinação e expansão dentária encontrada por Podesser e colaboradores pode ser explicado pela menor quantidade de ativação do aparelho (7 mm) e, principalmente, pela possível recidiva imediata da expansão devido a remoção do

disjuntor (ao final da fase ativa da expansão) e reinstalação do mesmo logo após a realização da TC convencional (T2).

No presente trabalho, os disjuntores tipo Haas e Hyrax expandiram e inclinaram os dentes de forma estatisticamente significativa ( $p < 0,0001$ ). A inclinação do molar do lado direito (ANG 1MD) aumentou em média  $7,53^\circ$  e do lado esquerdo (ANG 1ME), em média,  $6,17^\circ$ . O comportamento entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax foi semelhante em relação à inclinação dentária, embora com maior tendência do disjuntor tipo Haas em inclinar os primeiros molares permanentes para vestibular (DIST 9-10, Tabela 13, página 101). Estes achados concordam com outro estudo (OLIVEIRA et al., 2004) onde a inclinação do primeiro molar permanente do lado direito aumentou em média  $7,12^\circ$  com o disjuntor tipo Haas e  $6,94^\circ$  com o disjuntor tipo Hyrax. Já o molar do lado esquerdo, aumentou a inclinação em média  $6,64^\circ$  com o disjuntor tipo Haas, e de  $1,21^\circ$ , em média, com o disjuntor tipo Hyrax. Entretanto, esses aumentos não foram considerados significativos e não houve diferença estatisticamente significativa entre os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax.

Em meta-análise (LAGRAVÈRE et al., 2006) sobre os efeitos imediatos da ERM, o aumento médio da distância intermolares (expansão dentária) foi de 6,04 mm quando medidos em radiografias cefalométricas em norma frontal, e de 6,74 mm quando medidas em modelos de estudo. Além disso, o aumento na distância entre os ápices das raízes mesiais dos primeiros molares foi, em média, de 4,44 mm. Já no presente trabalho, a média de expansão ao nível da coroa dos primeiros molares foi de 7,80 mm, com aumento na distância entre ápices das raízes palatinas dos primeiros molares (DIST 9-10) de 2,64 mm. Esta meta-análise também mostrou aumento na angulação intermolares de  $3,10^\circ$  em média, sendo, portanto, menor que o encontrado no presente estudo onde o primeiro molar do lado direito foi inclinado  $7,53^\circ$  em direção vestibular e o molar do lado esquerdo,  $6,17^\circ$  também para vestibular. Deve ser considerado que os dados dessa meta-análise foram obtidos a partir de diversos estudos em modelos e radiografias. Esses dados representavam médias dos valores encontrados nos trabalhos que individualmente faziam parte dessa revisão sistemática. Por isso, comparações precisas com o presente estudo tornam-se limitadas devido a diferenças entre as metodologias empregadas.

Nesta pesquisa, em relação às medidas dentárias a única que mostrou diferença entre os disjuntores tipo Haas e Hyrax foi a distância 9-10 (Tabela 13, página 101). Quanto mais essa distância aproximava-se da quantidade total de ativação do parafuso, menor era a inclinação vestibular sofrida pelos primeiros molares permanentes. O grupo Hyrax teve maior aumento da distância 9-10 (média 3,14 mm) em comparação ao grupo Haas (média 2,15 mm), evidenciando maior inclinação estatisticamente significativa ( $p=0,0008$ ) dos primeiros molares com o disjuntor tipo Haas. Entretanto, esta maior inclinação para vestibular encontrada no Grupo Haas seria irrelevante clinicamente.

Outro estudo (BALLANTI et al., 2009) avaliou a quantidade de expansão dentária imediatamente e após 6 meses o procedimento de ERM com o disjuntor tipo Hyrax modificado. Foram utilizadas as medidas IWA e IWC, as quais eram comparáveis às distâncias 9-10 e 7-8 utilizadas no presente trabalho. Os resultados mostraram que a distância entre os ápices da raiz palatina dos primeiros molares (IWA) aumentou em média 3,6 mm, sendo semelhantes aos resultados do presente estudo, onde o aumento foi de 3,14 mm (DIST 9-10) para o Grupo Hyrax (Tabela 18, página 106). Isso evidencia o comportamento similar em relação à inclinação dos primeiros molares (dentes de ancoragem) durante a ERM. Quanto à medida IWC, utilizada para avaliar a quantidade de expansão ao nível das coroas dos primeiros molares, no trabalho de Ballanti e colaboradores, não foram obtidos valores para essa medida na fase imediata a ERM. Isso ocorreu, possivelmente, pela produção de artefatos metálicos gerados pelos anéis ortodônticos do disjuntor, quando da realização da TC *multislice*. Isso demonstra a deficiência dessa medida para avaliar os efeitos imediatos da ERM ao nível oclusal dos dentes bandados e submetidos à TC *multislice*. Após o período de contenção de 6 meses pós-expansão, a expansão ao nível das coroas dos primeiro molares (medida IWC) era em média de 6,1 mm, enquanto que, no presente estudo o aumento da medida DIST 7-8 foi de 7,9 mm para o grupo Hyrax e de 7,7 mm para o grupo Haas (imediatamente após a ERM).

## 6.5 EVIDÊNCIAS CLÍNICAS

Por este estudo ter sido prospectivo e realizado em seres humanos, foi possível complementar os resultados estatísticos com observações clínicas sobre os efeitos imediatos da ERM, uma vez que todos os pacientes eram examinados semanalmente pelos autores desta pesquisa.

Dentre os achados clínicos, foi observado:

(1) Surgimento de diastema entre os incisivos centrais superiores, geralmente ao final da primeira semana de ativação, e que aumentava progressivamente até o final da fase ativa da expansão. A quantidade de diastema variou conforme o paciente. A presença do diastema entre os incisivos está de acordo com outros trabalhos (ANGELL, 1860; HAAS, 1961; 1965; 1970; WERTZ, 1970).

(2) Aumento significativo da dimensão transversa do arco maxilar. A ativação do parafuso em 8 mm produziu, na maioria dos pacientes, uma sobrecorreção caracterizada pelas cúspides palatinas dos molares superiores ocluindo com as cúspides vestibulares dos molares inferiores. Entretanto, nos casos onde a atresia transversal da maxila, ao início do tratamento, era discreta, a sobrecorreção gerou mordida cruzada posterior vestibular total ou Síndrome de Brodie (LOCKS et al., 2008). Sobrecorreção de tal magnitude é recomendada por Haas, segundo o qual, constitui uma visão ortopédica do tratamento da deficiência maxilar transversal e é essencial para a estabilidade em longo prazo (HAAS, 1970; HAAS, 2001). Segundo esse autor, a oclusão vestibulo lingual seria reestabelecida facilmente, pois, parte da expansão dentária maxilar se deve ao arqueamento dos processos alveolares e compressão da membrana periodontal, os quais recidivarão quando da remoção do disjuntor. Somente a expansão da base apical maxilar, representada pela expansão sutural resultaria em expansão dentária permanente (HAAS, 2001).

(3) Aumento da dimensão vertical, evidenciado pela diminuição da sobremordida pré-existente em alguns pacientes e pela suave mordida aberta anterior gerada em

outros. Isso poderia ser explicado pelo deslocamento anterior e inferior da maxila (HAAS, 1965; 1970), e a inclinação vestibular dos dentes posteriores superiores sobre os inferiores causando, temporariamente, prematuridades oclusais (WILL, 2007) que produziriam giro mandíbular no sentido horário, abrindo a mordida na região anterior. Entretanto, essas alterações seriam temporárias (CHANG; MCNAMARA; HERBERGER, 1997) e, portanto, insignificantes clinicamente em longo prazo (LAGRAVÈRE; MAJOR; FLORES-MIR, 2005).

(4) Ausência de sintomatologia dolorosa. Alguns pacientes relataram apenas leve pressão durante a ativação do parafuso, a qual era dissipada em poucos minutos. Houve variabilidade individual em relação ao local onde a pressão era percebida. Alguns sentiram pressão sobre os processos alveolares, abóboda palatina, e nas articulações da maxila com os ossos nasais e frontal, enquanto outros, relataram pressão sobre a região das suturas zigomáxicomaxilares e zigomáxicotemporais.

## **7 CONCLUSÕES**

---

Com base na metodologia empregada, onde foram avaliados os efeitos imediatos da ERM e diante da análise dos resultados obtidos, pode-se estabelecer as seguintes conclusões:

### **7.1 EFEITOS GERAIS IMEDIATOS DA ERM**

De modo geral, a disjunção maxilar produziu aumento significativo de todas as dimensões transversais da maxila. O padrão de expansão foi triangular, com menor efeito esquelético e maior efeito ortodôntico. Houve maior expansão da maxila na região anterior do que na posterior.

#### **7.1.1 ALTERAÇÕES ESQUELÉTICAS**

A ERM produziu aumento significativo das dimensões esqueléticas da maxila no sentido transversal. O efeito ortopédico foi menor na região posterior do que na região anterior da maxila.

#### **7.1.2 ALTERAÇÕES DENTO-ALVEOLARES**

Houve expansão significativa dos processos alveolares da maxila, sendo esta, maior que a expansão ao nível esquelético.

#### **7.1.2 ALTERAÇÕES DENTÁRIAS**

Os maiores efeitos da ERM ocorreram no nível dentário, sendo observada discreta inclinação vestibular dos primeiros molares (dentes de ancoragem).

## **7.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS DISJUNTORES TIPO HAAS E TIPO HYRAX**

### **7.2.1 ALTERAÇÕES ESQUELÉTICAS**

De modo geral, os dois disjuntores apresentaram comportamentos semelhantes. Entretanto, o disjuntor tipo Hyrax apresentou maior efeito ortopédico imediato sobre a dimensão transversal da maxila quando comparado ao disjuntor tipo Haas.

### **7.2.2 ALTERAÇÕES DENTO-ALVEOLARES**

Os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax apresentaram comportamento similar em relação às alterações imediatas nos processos alveolares da maxila.

### **7.2.3 ALTERAÇÕES DENTÁRIAS**

De maneira geral, os dois disjuntores apresentaram efeitos imediatos semelhantes em relação à quantidade de expansão dentária. Entretanto, o disjuntor tipo Haas demonstrou maior tendência em inclinar os molares de ancoragem para vestibular em comparação ao disjuntor tipo Hyrax.

## REFERÊNCIAS <sup>11</sup>

---

ANGELL, E. H. Treatment of irregularities of the permanent or adult tooth. **Dental Cosmos**, Philadelphia, v., n. 540-544, 599-601, 1860.

ARAT, F. E. et al. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 1: Electromyographic study of anterior temporal and superficial masseter muscles. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 133, n. 6, p. 815-822, 2008.

\_\_\_\_\_. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 3: Magnetic resonance assessment of condyle-disc relationship. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 133, n. 6, p. 830-836, 2008.

\_\_\_\_\_. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 2: Magnetic resonance imaging study of the temporomandibular joint. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 133, n. 6, p. 823-829, 2008.

BALLANTI, F. et al. Immediate and post-retention effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 79, n. 1, p. 24-29, 2009.

BALLRICK, J. W. et al. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 134, n. 4, p. 573-582, 2008.

BASCIFTCI, F. A. et al. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 72, n. 2, p. 118-123, 2002.

BELL, R. A. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v. 81, n. 1, p. 32-37, Jan. 1982.

BIEDERMAN, W. A hygienic appliance for rapid expansion. **Journal of Clinical Orthodontics**, Boulder, v. 2, n. 2, p. 67-70, 1968.

BIEDERMAN, W.; CHEN, B. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v. 63, n. 1, p. 47-55, Jan. 1973.

BISHARA, S. E.; STANLEY, R. N. Maxillary expansion: clinical implications. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 91, n. 1, p. 3-14, Jan. 1987.

BJERKLIN, K.; ERICSON, S. How a Computerized Tomography Examination Changed the Treatment Plans of 80 Children with Retained and Ectopically Positioned Maxillary Canines. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 76, n. 1, p. 43-51, jan. 2006.

BORYOR, A. et al. Stress distribution and displacement analysis during an intermaxillary disjunction--A three-dimensional FEM study of a human skull. **Journal of Biomechanics**, v. 41, n. 2, p. 376-382, 2008.

BRAUN, S. et al. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 118, n. 3, p. 257-261, 2000.

CHACONAS, S. J.; CAPUTO, A. A. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v. 82, n. 6, p. 492-501, 1982.

CHANG, J. Y.; MCNAMARA, J. J. A.; HERBERGER, T. A. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 112, n. 3, p. 330-337, 1997.

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**, St. Louis, v. 126, n. 5, p. 569-575, 2004.

COHNEN, M. et al. Radiation dose in dental radiology. **European Radiology**, Berlin, v. 12, n. 3, p. 634-637, 2002.

DORUK, C. et al. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 74, n. 2, p. 184-194, 2004.

FARMAN, A. G.; SCARFE, W. C. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 130, n. 2, p. 257-265, 2006.

FUHRMANN, R. A. W. Three-dimensional evaluation of periodontal remodeling during orthodontic treatment. **Seminars in Orthodontics**, Philadelphia, v. 8, n. 1, p. 23-28, 2002.

GARIB, D. G. et al. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 129, n. 6, p. 749-58, Jun. 2006.

\_\_\_\_\_. Rapid maxillary expansion - Tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: A computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 75, n. 4, p. 548-557, 2005.

\_\_\_\_\_. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone Beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringa, v. 12, n. 2, p. 139-56, mar/abr. 2007.

GARRETT, B. J. et al. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 134, n. 1, p. 8.e1-8.e11, 2008a.

\_\_\_\_\_. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 134, n. 1, p. 8-9, 2008b.

GAUTAM, P.; VALIATHAN, A.; ADHIKARI, R. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion: A finite element method study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 132, n. 1, p. 5.e1-5.e11, 2007.

GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford, CA: Stanford University Press. 1959. 256 p.

GUNDUZ, E. et al. Bone regeneration by bodily tooth movement: dental computed tomography examination of a patient. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 125, n. 1, p. 100-106, 2004.

HAAS, A. J. Gross reaction to the widening of maxillary dental arch of the pig by splitting the hard palate. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v. 45, n. 11, p. 868, 1959.

\_\_\_\_\_. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 31, n. 2, p. 73-90, 1961.

\_\_\_\_\_. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 35, n. 3, p. 200-217, 1965.

\_\_\_\_\_. Palatal expansion: Just the beginning of dentofacial orthopedics. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v. 57, n. 3, p. 219-255, 1970.

\_\_\_\_\_. Long-term posttreatment evaluation of rapid maxillary expansion. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 50, n. 3, p. 189-217, july. 1980.

\_\_\_\_\_. Entrevista. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v. 6, n. 1, p. 1-10, jan-fev. 2001.

HABERSACK, K. et al. High-resolution multislice computerized tomography with multiplanar and 3-dimensional reformation imaging in rapid palatal expansion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 131, n. 6, p. 776-781, 2007.

HALAZONETIS, D. J. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 127, n. 5, p. 627-637, 2005.

HAMADA, Y.; KONDOH, T.; NOGUCHI, K. Application of limited cone beam computed tomography to clinical assessment of alveolar bone grafting: a preliminary report. **The Cleft Palate-Craniofacial Journal**, Pittsburgh, v. 42, n. 2, p. 128-137, mar. 2005.

HATCHER, D. C.; ABOUDARA, C. L. Diagnosis goes digital. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 125, n. 4, p. 512-515, 2004.

HILGERS, M. L. et al. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 128, n. 6, p. 803-811, 2005.

HOLBERG, C. et al. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. **Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie**, München, v. 66, n. 434-444, 2005.

ISAACSON, R. J.; INGRAM, A. H. Forces produced by rapid maxillary expansion **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 34, n. 4, p. 261-270, oct. 1964.

KORKHAUS, G. Jaw widening with active appliances in cases of mouth breathing. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v. 46, n. 3, p. 187-206, 1960.

KREBS, A. Expansion of the midpalatal suture, studied by means of metallic implants. **Acta odontologica Scandinavica**, Oslo, v. 17, n. 4, p. 491-501, Dez. 1959.

LAGRAVÈRE, M. O. et al. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 134, n. 1, p. 112-116, 2008.

\_\_\_\_\_. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 137, n. 1, p. 44-53, Jan. 2006.

LAGRAVÈRE, M. O.; MAJOR, P. W.; FLORES-MIR, C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 75, n. 6, p. 1046-52, Nov. 2005.

LEE, K.-G. et al. A study of holographic interferometry on the initial reaction of maxillofacial complex during protraction. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 111, n. 6, p. 623-632, 1997.

LIMA FILHO, R. M. A.; BOLOGNESE, A. M. Ortodontia: Arte e Ciência. Maringá: Dental Press, v.1. 2007. 496 p.

LIONE, R. et al. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 134, n. 3, p. 389-392, 2008.

LOCKS, A. et al. Mordida cruzada posterior: uma classificação mais didática. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringa, v. 13, n. 2, p. 146-158, mar/abr. 2008.

LUDLOW, J. B.; DAVIES-LUDLOW, L. E.; BROOKS, S. L. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. **Dento Maxillo Facial Radiology**, Houndsmills, v. 32, n. 4, p. 229-234, Jul. 2003.

LUDLOW, J. B.; IVANOVIC, M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology**, St. Louis, v. 106, n. 1, p. 106-114, 2008.

MAKI, K. et al. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. **Orthodontics & Craniofacial Research**, Oxford, v. 6, n. s1, p. 95-101, 2003.

MCGUINNESS, N. J.; MCDONALD, J. P. Changes in natural head position observed immediately and one year after rapid maxillary expansion. **European Journal of Orthodontics**, Oxford, v. 28, n. 2, p. 126-134, April 1, 2006. 2006.

MISCH, K. A.; YI, E. S.; SARMENT, D. P. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements. **Journal of periodontology**, Chicago, v. 77, n. 7, p. 1261-1266, july. 2006.

MOSHIRI, M. 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**, St. Louis, v. 132, n. 4, p. 550-560, 2007.

MOZZO, P. et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **European Radiology**, Berlin, v. 8, n. 9, p. 1558-1564, 1998.

NAKAJIMA, A. et al. Two- and Three-dimensional Orthodontic Imaging Using Limited Cone Beam-Computed Tomography. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 75, n. 6, p. 895-903, nov. 2005.

OLIVEIRA, N. L. et al. Three-dimensional assessment of morphologic changes of the maxilla: A comparison of 2 kinds of palatal expanders. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 126, n. 3, p. 354-362, 2004.

PARKS, E. T. Computed tomography application for dentistry. **Dental clinics of North America**, Philadelphia, v. 44, n. 2, p. 371-394, 2000.

PHATOUROS, A.; GOONEWARDENE, M. S. Morphologic changes of the palate after rapid maxillary expansion: A 3-dimensional computed tomography evaluation. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 134, n. 1, p. 117-124, 2008.

PODESSER, B. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. **European Journal of Orthodontics**, Oxford, v. 26, n. 2, p. 209-215, apr. 2004.

PODESSER, B. et al. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. **European Journal of Orthodontics**, Oxford, v. 29, n. 1, p. 37-44, Feb. 2007.

POGGIO, P. M. et al. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 76, n. 2, p. 191-197, 2006.

RIBEIRO, G. L. U. **Avaliação esquelética e dentária em casos com disjunção palatina e subsequente tratamento ortodôntico com sistema edgewise (estudo pós-contenção)**. UFRJ. Faculdade de Odontologia Rio de Janeiro, 1999.

RIZZATO, S. M. D. et al. Avaliando o procedimento da expansão rápida da maxila através da tomografia computadorizada helicoidal. **Revista Clínica de Ortodontia Dental Press**, Maringa, v. 3, n. 4, p. 76-87, ago-set. 2004.

ROSSET, A.; SPADOLA, L.; RATIB, O. OsiriX: An Open-Source Software for Navigating in Multidimensional DICOM Images. **Journal of Digital Imaging**, Philadelphia, v. 17, n. 3, p. 205-216, 2004.

RUNGCHARASSAENG, K. et al. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 132, n. 4, p. 428.e1-428.e8, 2007.

SARIKAYA, S. et al. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 122, n. 1, p. 15-26, 2002.

SCANAVINI, M. A. et al. Avaliação comparativa dos efeitos maxilares da expansão rápida da maxila com os aparelhos de Haas e Hyrax. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v. 11, n. 1, p. 60-71, Jan/Fev. 2006.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **Journal of the Canadian Dental Association**, Ottawa, v. 72, n. 1, p. 75-80, fev. 2006.

SILVA FILHO, O. G.; ALMEIDA, A. M.; SILVA, H. C. Evaluation of midpalatal suture during rapid palatal expansion in children. **The Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, Birmingham, v. 29, n. 3, p. 231-238, 2005.

SILVA FILHO, O. G. et al. Comportamento da sutura palatina mediana em crianças submetidas à expansão rápida da maxila: avaliação mediante imagem de tomografia computadorizada. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v. 12, n. 3, p. 94-103, maio/jun. 2007.

SILVA, M. A. G. et al. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: A radiation dose evaluation. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 133, n. 5, p. 640.e1-640.e5, 2008.

SIQUEIRA, D. F. **Estudo comparativo, por meio de análise cefalométrica em norma frontal, dos efeitos dento-esqueléticos produzidos por três tipos de expansores palatinos**. USP. Faculdade de Odontologia Bauru, 2000.

SUKOVIC, P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. **Orthodontics & Craniofacial Research**, Oxford, v. 6, n. s1, p. 31-36, 2003.

SWENNEN, G. R. J.; SCHUTYSER, F. Three-dimensional cephalometry: Spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 130, n. 3, p. 410-416, 2006.

TIMMS, D. J.; PRESTON, C. B.; DALY, P. F. A computed tomographic assessment of maxillary movement induced by rapid expansion – a pilot study **European Journal of Orthodontics**, Oxford, v. 4, n. 2, p. 123-127, 1982.

WALKER, L.; ENCISO, R.; MAH, J. Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, St. Louis, v. 128, n. 4, p. 418-423, 2005.

WERTZ, R. A. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. **American Journal of Orthodontics**, St. Louis, v. 58, n. 1, p. 41-66, 1970.

WILL, L. Expansão maxilar: procedimentos e resultados. In: R. M. A. Lima Filho e A. M. Bolognese (Ed.). Ortodontia: arte e ciência. Maringa: Dental Press, v.1, 2007. Expansão maxilar: procedimentos e resultados, p.263

ZIMRING, J. F.; ISAACSON, R. J. Forces produced by rapid maxillary expansion. **The Angle Orthodontist**, Appleton, v. 35, n. 3, p. 178-186, 1965.

## APÊNDICES

---

### **APÊNCICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO APROVADO E ASSINADO PELOS RESPONSÁVEIS PELOS PACIENTES DA AMOSTRA.**

**“Alterações morfológicas do complexo maxilofacial após procedimento de expansão rápida da maxila com dois tipos de aparelhos expansores: Haas e Hyrax. ”**

#### **I. Objetivos e justificativa da pesquisa:**

Em pacientes com deficiência maxilar transversal, a maxila é reduzida em relação à mandíbula, ocasionando uma mordida incorreta. Para corrigir essa deficiência da maxila, o ortodontista pode utilizar um aparelho expensor para alargar a maxila. Desta forma, o presente estudo pretende avaliar as alterações promovidas por dois protocolos expansão maxilar, comparando-os entre si.

#### **II. Procedimentos a serem utilizados:**

O tratamento para os pacientes portadores de atresia maxilar consiste na colocação de um expensor para alargar a maxila levando a uma melhor oclusão dos dentes superiores com os inferiores. Esta pesquisa consiste em comparar dois grupos que utilizarão dois tipos de aparelhos expansores, porém com protocolos de

ativações semelhantes. As alterações decorrentes destes aparelhos serão avaliadas através de modelos de gesso, radiografias e tomografia computadorizada de face.

### **III. Os desconfortos ou riscos esperados**

Durante o tratamento, seu filho poderá apresentar algum desconforto nos momentos iniciais de uso do aparelho expansor para fala e deglutição. Alguma dor, em forma de pressão, porém suportável, poderá ser notada durante as ativações nos dentes e nos ossos do nariz. Entretanto, após os primeiros dias, a sintomatologia vai desaparecendo à medida que a maxila alarga. Não há riscos quando seguido corretamente o protocolo de ativações.

### **IV. Os benefícios que se pode obter**

Com a utilização destes aparelhos, seu filho se beneficiará com uma melhor oclusão dos dentes superiores com os inferiores, já que eles tendem a ampliar a maxila, corrigindo a atresia e mordida cruzada apresentada.

### **V. Garantia de resposta a qualquer pergunta**

Durante o tratamento, você e seu filho terão o direito de adquirir novas informações referentes à pesquisa, bem como ter qualquer dúvida sanada.

### **VI. Liberdade de abandonar a pesquisa sem prejuízo para si**

Durante a pesquisa, seu filho terá o direito de abandonar a pesquisa assim que o desejar; sem, no entanto, apresentar qualquer prejuízo para si.

## VII. Garantia de privacidade

Todos os dados da pesquisa serão confidenciais.

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Eu, .....(paciente ou responsável) fui informado dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada. Recebi informação a respeito do tratamento recebido e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão se assim eu o desejar. Os responsáveis pela pesquisa certificaram-me de que todos os dados desta pesquisa referentes aos exames realizados serão confidenciais, bem como o seu tratamento não será modificado em razão desta pesquisa e terei liberdade de retirar meu consentimento de participação na pesquisa, face a estas informações.

Caso tiver novas perguntas sobre este estudo, posso chamar o Dr. André Weissheimer no telefone (51) 81268875 ou Dr<sup>a</sup>. Daniela Marchiori Dias no telefone (51) 3343.3003 para qualquer pergunta sobre os meus direitos como participante deste estudo ou se penso que fui prejudicado pela minha participação, posso chamar a Dra. Luciane Menezes no telefone (51) 3320 3538.

Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

\_\_\_\_\_  
Nome do Paciente

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Paciente

\_\_\_\_\_  
André Weissheimer

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Este formulário foi lido para \_\_\_\_\_ em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
por \_\_\_\_\_ enquanto eu estava presente.

\_\_\_\_\_  
Nome de Testemunha

\_\_\_\_\_  
Assinatura da Testemunha

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 200 .

**APÊNCICE B – MAPA DE ATIVAÇÃO FORNECIDO AO RESPONSÁVEL PELO PACIENTE PARA CONTROLE DAS ATIVAÇÕES DURANTE A EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA.**



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ORTODONTIA E ORTOPEDIA FACIAL



## MAPA DE ATIVAÇÃO

**PACIENTE:** \_\_\_\_\_

**ATIVAR O PARAFUSO EXPANSOR ¼ DE VOLTA PELA MANHÃ E ¼ DE VOLTA A NOITE**

Sensibilidade à dor: (0) Ausência de desconforto ou dor (5) Pressão (10) Dor

<i>Ativações</i>	<i>Sensibilidade à dor</i>
1- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
2- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
3- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
4- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
5- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
6- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
7- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
8- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
9- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
10- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
11- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
12- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
13- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
14- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
15- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
16- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
17- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____
18- ____ / ____ / 200 <input type="checkbox"/> Manhã <input type="checkbox"/> Noite	Nota: _____

Tel. Contato: 051 8126 8875 Dr. André Weissheimer.

## ANEXOS

---

### ANEXO A – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE DISSERTAÇÃO PELA COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PUCRS.


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

---

*Porto Alegre 03 de dezembro de 2007*

**O Projeto de: Pesquisa**

**Protocolado sob n°:** 0025/07

**Intitulado:** Alterações morfológicas do complexo maxilo-facial após procedimento de expansão maxilar com dois tipos de aparelhos expansores: Hass e Hyrax

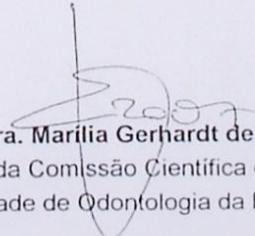
**Pesquisador Responsável:** Profª. Dra. Luciane Macedo de Menezes

**Pesquisadores Associados:** André Weissheimer, Daniela Marchiori Dias

**Nível:** Mestrado

Foi *aprovado* pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em *30 de novembro de 2007*.

*Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP PUCRS*

  
**Profª. Dra. Marília Gerhardt de Oliveira**  
 Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
 Faculdade de Odontologia da PUCRS

---

Av. Ipiranga, 6681, Prédio 06 sala 209  
 Porto Alegre /RS – Brasil – Cx. Postal: 1429  
 90619-900

Fone/Fax: (51) 3320-3538  
 e-mail: odontologia-pg@pucrs.br

**ANEXO B – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE DISSERTAÇÃO  
PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCRS.**



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

OF.CEP 648/08

Porto Alegre, 21 de julho de 2008.

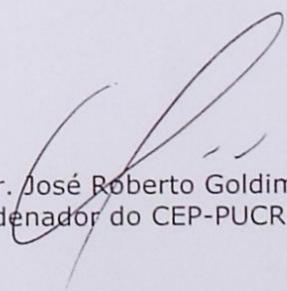
Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 08/04147, intitulado: **“Alterações morfológicas do complexo maxilo facial após procedimento de expansão maxilar com dois tipos de aparelhos expansores: Hass e Hyrax”**.

Salientamos que sua investigação está autorizada a partir da presente data.

Os relatórios do andamento do protocolo devem ser encaminhados a este CEP.

Atenciosamente,

  
Prof. Dr. José Roberto Goldim  
Coordenador do CEP-PUCRS

Ilma. Sra.  
Profª. Dr. Luciane Macedo de Menezes  
Faculdade de Odontologia  
N/Universidade

**PUCRS**

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