

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

CHALANA SANGALLI REALE

**EFEITOS NA POSIÇÃO MANDIBULAR
DECORRENTES DA EXPANSÃO RÁPIDA DA
MAXILA, EM TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

Prof^a. Dr^a. Luciane Macedo de Menezes
Orientadora

Porto Alegre
2012

CHALANA SANGALLI REALE

**EFEITOS NA POSIÇÃO MANDIBULAR
DECORRENTES DA EXPANSÃO RÁPIDA DA
MAXILA, EM TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

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

Orientadora: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes – PUCRS

Porto Alegre
2012

R288e Reale, Chalana Sangalli
Efeitos na posição mandibular decorrentes da expansão rápida da maxila, em tomografia computadorizada *cone beam*. / Chalana Sangalli Reale. – Porto Alegre, 2012.
120 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, PUCRS.
Área de Concentração: Ortodontia e Ortopedia Facial.
Orientação: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes.

1. Odontologia. 2. Ortodontia. 3. Técnica de Expansão Palatina. 4. Tomografia Computadorizada. 5. Disjuntor Tipo Haas. 6. Disjuntor Tipo Hyrax. I. Menezes, Luciane Macedo de. II. Título.

CDD 617.643

Bibliotecária responsável:
Cíntia Borges Greff - CRB 10/1437

CHALANA SANGALLI REALE

**EFEITOS NA POSIÇÃO MANDIBULAR
DECORRENTES DA EXPANSÃO RÁPIDA DA
MAXILA, EM TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA *CONE BEAM***

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

Aprovada em _____ de _____ de 2012.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Maria Perpétua Mota Freitas- ULBRA

Prof. Dr. João Batista Blessmann Weber – PUCRS

Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes - PUCRS

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Tales e Vania, por fazerem dos meus sonhos os seus próprios, por jamais medirem esforços nessa longa trajetória da minha formação, por serem meus amigos, meus companheiros, sempre me aconselhando nos momentos de dúvidas, me incentivando nos momentos de fraqueza, sempre orgulhosos dos meus passos. Orgulho tenho eu de ser filha desse casal cúmplice na parceria do amor.

Ao meu irmão Getúlio, pelo incentivo, pelo carinho e amizade. Por ser este estudioso brincalhão, lembrando-me sempre que é preciso dosar a maturidade de um sábio com a despreocupação de uma criança.

Ao meu amado Carlos Eduardo, por ser meu grande incentivador, meu companheiro em todos os momentos dessa longa caminhada e por vivenciar de perto essa etapa tão importante, mas tão penosa, de grandes dificuldades e sacrifício e por, apesar de tudo isso, querer fazer de mim, sua noiva!

AGRADECIMENTOS

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu Reitor, Prof. Dr. Ir. Joaquim Clotet.

À Diretoria da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu diretor, Prof. Marcos Túlio Mazzini Carvalho.

À CAPES, pelo apoio financeiro disponibilizado, indispensável para a realização deste curso.

Ao programa de pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu presidente, Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo.

À minha orientadora, Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes, por sua dedicação exigente, percebida por mim como um incentivo, impulsionando para saltos que pareciam altos demais. Obrigada por acreditar em mim, e por todos os ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima, por todos os conhecimentos ortodônticos e ensinamentos de vida transmitidos ao longo desses cinco anos de convivência.

À Profa. Suzana Maria Deon Rizzato, uma das responsáveis por minha escolha da Ortodontia como especialidade, pois seu amor por esta profissão encantou-me. Obrigada por compartilhar seus conhecimentos de forma tão plena.

Em especial à Profa. Tatiana Gonçalves, por ter sido mais que minha professora, uma grande amiga. Aos professores Ernani Menezes Marchioro, Fernando Lima e Telmo Bandeira Berthold pelos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Mário Wagner, pela colaboração na parte de estatística do trabalho.

Às colegas de turma de mestrado Laura, Lisandra, Niege e Mariana. Mais que colegas, amigas queridas. Compartilhamos momentos difíceis, outros de alegrias, fomos parceiras, companheiras. Espero continuar convivendo com esta maravilhosa turma.

Ao doutorando André Weissheimer, pelo constante apoio em todo o curso, sempre solícito, disposto a compartilhar seus conhecimentos, e por ter me auxiliado na manipulação do programa E-Filme, utilizado nesse estudo.

Aos colegas de doutorado, mestrado e especialização da PUCRS, pela parceria e cumplicidade: Leandro, Suziane, Rejane, Diogo, Marina, Vanessa, Carol, Cláudia, Fabiane, Aura, Rodrigo, Paulo e Bruno.

Aos funcionários da Pós-graduação Ana, Davenir, Marcos e Paulo, e às secretárias das clínicas da Ortodontia e Cerlap, Carla, Rejane, Alessandra e Neusa.

Às pessoas especiais nessa trajetória: Dra. Ana Bon, Profa. Dra. Perpétua, Dra. Kelly, Tati, Lauro, Melisa, Sônia, Sandra e Lisi.

Às minhas amigas de longa data: Candice, Cacá, Daniê, Gabi, Inessa, Lia, Mariana H, Mariana W e Simone pelo apoio e por estarem sempre presentes em qualquer situação. Por ouvirem minhas lamúrias e me fazerem esquecer-las, tornando os nossos encontros um momento de descontração, um recarregar de energias.

“Somos o que repetidamente fazemos. A excelência não é um fato, é um hábito”

(Aristóteles 350 a.C)

RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os efeitos na posição sagital e vertical da mandíbula, decorrentes da expansão rápida da maxila (ERM), com os aparelhos tipo Haas e Hyrax, através de tomografia computadorizada *cone beam*. **Metodologia:** a amostra foi composta de 33 pacientes com deficiência transversal da maxila (média de idade de 10.7 anos) divididos aleatoriamente em 2 grupos: Haas (n=18) e Hyrax (n=15). Todos os pacientes foram submetidos ao mesmo protocolo de ativação, totalizando 8 mm de abertura do parafuso expensor ao final da ERM. A avaliação foi realizada em tomografia computadorizadas *cone beam* com auxílio do software E-Film nos tempos: T1 (inicial), T2 (após a fase ativa da ERM) e T3 (após 6 meses estabilizado o parafuso expensor). As medidas maxilares e mandibulares, esqueléticas e dentárias, foram analisadas e comparadas através da análise de variância de modelo misto com medidas repetidas, considerando o nível de significância de 5%. **Resultados:** imediatamente após a ERM (T2), ocorreu, nos dois grupos, deslocamento mandibular para trás (SNB; $p=0,024$) e para baixo (SN.PM; $p=0,007$), aumento das dimensões do 1/3 inferior da face (ENA-ME; $p=0,001$), tendência de abertura da mordida. Essas alterações tenderam a retornar a valores próximos aos iniciais no período de contenção (T3). Foi verificada a verticalização dos molares inferiores, em T3, e a extrusão em relação ao plano mandibular em T2. **Conclusão:** a ERM provocou deslocamento da mandíbula para trás e para baixo, aumento das dimensões do 1/3 inferior da face e tendência de abertura da mordida imediatamente após a ERM. No entanto, esses efeitos foram temporários. Os molares inferiores apresentaram a tendência de verticalização após 6 meses de contenção. Os aparelhos tipo Haas e tipo Hyrax apresentaram comportamento semelhante.

Palavras-chave: Expansão rápida da maxila. Técnica de expansão palatina. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Disjuntor tipo Haas. Disjuntor tipo Hyrax.

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to evaluate and compare the effects on the sagittal and vertical position of the jaw resulting from rapid maxillary expansion (RME), with Haas- type and Hyrax- type expanders by using cone beam computed tomography. **Methodology:** The sample consisted of 33 subjects with transverse maxillary deficiency (mean age 10.7 years) randomly divided into 2 groups: Haas (n = 18) and Hyrax (n = 15). All patients underwent the same activation protocol, a total of 8 mm expansion reached to the end of the ERM. The evaluation was performed on CBCT scans of the face using the Efilm software in the times: T1 (initial), T2 (after the active phase of the ERM) and T3 (after 6 months stabilized the screw expander). Dentoskeletal measures undertaken in the maxilla and mandible were analyzed and compared by analysis of variance with repeated measures with mixed model, considering the significance level of 5%. **Results:** Immediately after RME (T2), mandibular displacement back (SNB; $p= 0,024$) and down (SN.PM; $p= 0,007$), an increasing in lower anterior face height (ENA-ME; $p= 0,001$) and a tendency to open bite occurred in both groups. These changes tended to return to values similar to the initial retention period (T3). The verticalization of the lower molars was verified, in T3, and extrusion in relation to the mandibular plane in T2. **Conclusion:** The ERM caused mandible displacement backward and downward, increasing in lower anterior face height and a tendency to bite opening immediately after RME. However, these effects were temporary. The lower molars showed a tendency to verticalize after 6-months retention period. The Haas-type and Hyrax-type expanders showed similar results.

Key-words: Rapid maxillary expansion. Palatal expansion technique. Cone-beam computed tomography. Tooth tissue-born expander. Tooth-born expander.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 PROPOSIÇÃO	12
3 DELINEAMENTO DA PESQUISA	13
3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	13
3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA	13
3.3 PROCEDIMENTOS GERAIS E PROTOCOLO DE ATIVAÇÃO	15
3.4 DOCUMENTAÇÃO.....	18
3.5 METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA	18
3.5.1 PADRONIZAÇÃO DOS CORTES TOMOGRÁFICOS	19
3.5.2 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS VERTICAIS E SAGITAIS DA ERM NA MAXILA	21
3.5.3 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS VERTICAIS, SAGITAIS E TRANSVERSAL DA ERM NA MANDIBULA	23
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
4 RESULTADOS	30
5 ARTIGOS.....	46
5.1 EFEITOS DA EXPANSÃO RÁPIDA MAXILAR SOBRE A MANDIBULAR: REVISÃO DE LITERATURA.....	47
5.2 EFEITOS IMEDIATOS DA ERM SOBRE A MANDÍBULA COM OS APARELHOS TIPO HAAS E HYRAX, EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FACE.....	59
5.3 EFEITOS MANDIBULARES ESQUELÉTICOS E DENTÁRIOS DECORRENTES DA ERM, EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA <i>CONE BEAM</i>	77
6 DISCUSSÃO GERAL.....	99
7 CONCLUSÃO	114
REFERÊNCIAS	115
ANEXOS	119

1 INTRODUÇÃO

A expansão rápida da maxila (ERM) é um método terapêutico amplamente difundido e aceito na literatura e caracteriza-se por utilizar forças de elevada magnitude com o intuito de obter resposta esquelética máxima, através da abertura da sutura palatina mediana (Zimring e Isaacson, 1965). O conceito de abertura da sutura palatina mediana foi relatado pela primeira vez em 1860 por Angell (Angell, 1860). No entanto, a técnica de ERM difundiu-se no início dos anos 70, inicialmente, com os estudos de Haas (Haas, 1961, 1965, 1970) e, desde então, inúmeros autores vem preconizando seu uso (Haas, 1961; Biederman, 1968; Silva Filho et al., 1991; Sandikçioğlu e Hazar, 1997; Asanza et al., 1997; Reed et al., 1999; Chang et al., 1997; Cameron et al., 2002; Scanavini et al., 2006). O objetivo da expansão maxilar é o aumento transversal da maxila ao nível esquelético, uma vez que a expansão exclusivamente dentária resultaria da inclinação dos dentes e, portanto, proporcionaria menor estabilidade de resultados.

A literatura é vasta quando se pretende avaliar os efeitos da ERM diretamente na maxila, no entanto, existem poucos relatos dos efeitos desta técnica na posição mandibular. Estudos mostram que a expansão rápida maxilar promove uma inclinação do plano palatal e extrusão dos molares superiores que servem de ancoragem para o disjuntor (Haas, 1961; Sari et al., 2003; Haas, 1965; Asanza et al., 1997; Chung e Font, 2004; Ramoglu et al., 2010). Como consequência deste efeito, a mandíbula sofre um giro no sentido horário, com deslocamento do ponto B para posterior, promovendo aumento da altura facial inferior, da convexidade do perfil e redução da sobremordida (Haas, 1965). Em contrapartida, a revisão sistemática de Lagraverre et al. (2005) sobre o tema indicou que a ERM não provocaria mudanças significativas no sentido ântero-posterior nem vertical, tanto na posição da maxila quanto da mandíbula. Segundo os mesmos autores, estudos clínicos randomizados e de longo-prazo se fazem necessários para confirmação de tais achados.

Os disjuntores tipo Haas e Hyrax são amplamente utilizados por serem considerados aparelhos expansores eficientes em termos de resposta ortopédica. O disjuntor tipo Haas apresenta um bloco acrílico apoiado sobre as paredes laterais do palato, sendo esta a principal diferença entre eles. A função desta estrutura em

acrílico seria aumentar a ancoragem do aparelho para potencializar o efeito ortopédico. Já o disjuntor tipo Hyrax, por não possuir o bloco acrílico, apresentaria a vantagem de ser mais higiênico, quando comparado com o disjuntor tipo Haas (Biederman, 1968). No entanto, não há consenso na literatura ao comparar a eficiência desses aparelhos em relação à resposta ortopédica imediata e à estabilidade a longo prazo na terapia da ERM.

A Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB) ou de feixe cônico, representa um método de diagnóstico por imagem que está em ampla expansão na Odontologia. A TCCB utiliza a radiação X e, de maneira geral, a dose de radiação apresenta-se reduzida em comparação à tomografia computadorizada convencional (Scarfe et al., 2006). Em comparação a uma radiografia convencional, o potencial do exame da TCCB em prover informações complementares é muito superior. Adicionalmente, com um único exame de TCCB podem-se obter reconstruções de todas as tomadas radiográficas convencionais odontológicas como a panorâmica, a telerradiografia em norma lateral e frontal, as periapicais, as interproximais e as oclusais, associadas a informações ímpares obtidas pelas reconstruções multiplanares e em 3 dimensões.

Com a evolução dos métodos diagnósticos, e particularmente da TCCB, têm-se a possibilidade de realizar uma releitura dos efeitos da expansão maxilar. Essas informações auxiliarão na determinação dos efeitos da ERM sobre a mandíbula e na quantificação das alterações mandibulares decorrentes deste procedimento, bem como na definição da seleção do aparelho expansor. Estudos clínicos randomizados e de longo-prazo se fazem necessários para verificação dos efeitos da ERM no complexo mandibular em TCCB.

2 PROPOSIÇÃO

Objetivos gerais:

Avaliar os efeitos esqueléticos e dentários imediatos e seis meses após a expansão rápida da maxila, com os disjuntores Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada *cone beam*.

Objetivos específicos:

Avaliar os efeitos da expansão rápida da maxila, em três momentos distintos: antes, imediatamente após a fase ativa e seis meses depois da estabilização do parafuso expensor em relação a:

- efeitos sobre a posição maxilar e dos molares superiores
- efeitos sobre a posição mandibular, molares e incisivos inferiores
- tipo de aparelho expensor utilizado (Haas e Hyrax)

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

3.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da PUCRS sob o protocolo número 0024/11 (Anexo A) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS sob o número 11/05456 (Anexo B).

3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

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

- apresentarem-se no período da dentadura mista ou permanente jovem (7 a 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 de outro tratamento que pudesse interferir no curso normal do crescimento e desenvolvimento maxilo-mandibular.
- disponibilidade da documentação TCCB nos períodos Inicial (T1), Imediatamente após a ERM (T2) e 6 meses após estabilizado o parafuso expensor (T3), com boa qualidade da imagem.

Os critérios utilizados para exclusão de pacientes da amostra foram:

- presença de malformações congênitas;
- agenesias dentárias;
- presença de doença periodontal;
- pacientes com idade superior a 15 anos e inferior a 7 anos.
- ausência de documentação adequada
- intercorrências ou problemas durante o procedimento de ERM

Inicialmente, foram selecionados e tratados 48 pacientes, dos quais 15 foram excluídos da amostra devido à intercorrências, como quantidade de ativação inadequada, quebra e/ou desadaptação dos disjuntores, que comprometeriam a obtenção de uma amostra padronizada. Sendo assim, a amostra foi constituída de 33 pacientes (Quadro 1), os quais foram divididos aleatoriamente (amostragem aleatória simples), em dois grupos: (1) Grupo Haas, composto por 18 indivíduos que foram submetidos ao protocolo de expansão rápida da maxila com o disjuntor tipo Haas e (2) Grupo Hyrax, com 15 indivíduos submetidos ao protocolo de ERM com o disjuntor tipo Hyrax (Quadro 2). Todos os 33 pacientes realizaram exames de tomografia computadorizada *cone beam* em T1 (inicial), T2 (imediatamente após a ERM), e T3 (6 meses após estabilizado o parafuso expansor, período de contenção), pois 5 pacientes foram excluídos no período T3 devido à ausência da documentação necessária. No total, 94 exames de tomografia computadorizada *cone beam* foram avaliados (Quadro 3).

Quadro 1- Descrição das características do padrão esquelético dos 33 pacientes da amostra.

	Classe I	Classe II	Classe III	SN.PM $\leq 32^\circ$	SN.PM $\geq 32^\circ$
Nº de pacientes	12	18	3	6	27
% de pacientes	36,4%	54,5%	9,1%	18,2%	81,8%

Quadro 2: Caracterização da amostra quanto a idade cronológica, esquelética e gênero.

	Número de pacientes	Idade cronológica (média)	Idade esquelética (média)	Gênero masculino	Gênero feminino
Grupo Haas	18	10 anos e 6 meses	10 anos e 11 meses	5	13
Grupo Hyrax	15	11 anos	10 anos e 11 meses	6	9
Total	33	10 anos e 9 meses	10 anos e 11 meses	11	22

Quadro 3: Número de pacientes e exames de TCCB que compõem cada período avaliado: T1(inicial), T2 (imediatamente após ERM) e T3 (6 meses após estabilizado o parafuso expensor).

	T1		T2		T3	
	Grupo Haas	Grupo Hyrax	Grupo Haas	Grupo Hyrax	Grupo Haas	Grupo Hyrax
n° de pacientes e n° de TCCB	18	15	18	15	14	14
Total	33		33		28	

3.3 PROCEDIMENTOS GERAIS E PROTOCOLO DE ATIVAÇÕES

Dois tipos de aparelhos expansores maxilares fixos foram utilizados, o disjuntor tipo Haas e o disjuntor tipo Hyrax, constituindo 2 grupos distintos, de forma aleatória, denominados de acordo com o aparelho empregado (Grupo Haas e Grupo Hyrax). Ambos os aparelhos apresentaram quatro anéis (primeiros molares superiores decíduos ou primeiros pré-molares superiores e primeiros molares superiores permanentes) e foram confeccionados de forma padronizada conforme descrito por Dias (2008), Weisseheimer et al. (2011). A seqüência e os procedimentos realizados estão listados a seguir:

- I. colocação de elásticos separadores para afastamento dos dentes a serem bandados.
- II. seleção e adaptação dos anéis ortodônticos¹
- III. moldagem de transferência com alginato²
- IV. preenchimento por gesso³ do molde e obtenção do modelo de gesso
- V. confecção dos disjuntores
- VI. profilaxia dos dentes com pedra pomes e taça de borracha
- VII. isolamento relativo
- VIII. cimentação do aparelho com ionômero de vidro⁴
- IX. orientação aos pais e ao paciente em relação à higienização e ativação do disjuntor.

A confecção dos aparelhos disjuntores foi realizada de maneira padronizada, respeitando as características de cada tipo de aparelho. O disjuntor tipo Haas utilizado foi o preconizado pelo próprio autor, em 1961, sendo classificado como um aparelho expansor maxilar do tipo fixo e dento-muco-suportado, ou seja, ancorado nos dentes e também na mucosa palatina (Figura 1A). O disjuntor tipo Hyrax que foi utilizado, caracteriza-se por ser um aparelho expansor maxilar do tipo fixo e dento-suportado, ou seja, ancorado apenas nos dentes (Figura 1B).

¹ Morelli®, ref. 40.02.900, Sorocaba, SP, Brasil.

² Jeltrade – Dentsply Ind. e Com. LTDA. Petrópolis, RJ, Brasil.

³ Gesso branco ortodôntico– Marca Asfer – indústria química LTDA. São Caetano do Sul, SP, Brasil.

⁴ VOCCO - Meron - Glass ionomer luting cement - Art.No. 1086. Cuxhaven, Alemanha.



Figura 1-Expansor tipo Haas (A) e expansor tipo Hyrax (B). Fonte: Reale (2012)

O mesmo protocolo de expansão maxilar foi aplicado a todos os indivíduos, tanto para o Grupo Haas, quanto para o Grupo Hyrax. A ativação inicial do parafuso expansor foi de 0,8mm (4/4 de volta), realizada em um período de aproximadamente 15 minutos (¼ de volta a cada 5 minutos). Estes procedimentos foram realizados sob orientação profissional, sendo que o último ¼ de volta, da ativação inicial, foi realizado pelo responsável do paciente. O responsável pelo paciente foi orientado a iniciar as ativações do parafuso expansor a partir do segundo dia, realizando ativação diária de ¼ de volta no período matutino e ¼ de volta no período noturno, totalizando 2/4 de volta diariamente, em um intervalo aproximado de 12h entre cada ativação. Cada ¼ de volta no parafuso equivale a 0,2 mm de ativação, correspondendo a 0,4mm por dia de ativação. As ativações foram realizadas até o parafuso atingir a abertura de 8 mm, o que ocorreu no décimo nono dia de ativação.

A estabilização do parafuso foi realizada após os dezenove dias de ativação dos disjuntores (correspondendo a 8 mm de expansão no parafuso) através da amarração da rosca com amarrião metálico de 0.010 polegadas de diâmetro e o paciente foi encaminhado para a realização do segundo exame tomográfico (T2). A terceira TCCB (T3) foi realizada 6 meses após a fase ativa da expansão, ainda com o disjunor presente. Após a realização do exame em T3, o aparelho foi então removido e o paciente encaminhado para tratamento conforme a necessidade.

3.4 DOCUMENTAÇÃO

Os indivíduos selecionados previamente para a amostra realizaram, inicialmente (correspondendo ao tempo T1), exames complementares com o intuito de auxiliar na obtenção de um correto diagnóstico. A documentação ortodôntica inicial foi composta dos seguintes exames:

- fotografias extra-orais
- fotografias intra-orais
- radiografia de mão e punho
- tomografia computadorizada cone beam de face

Todos os indivíduos (Grupos Haas e Hyrax) realizaram a primeira TCCB da região maxilofacial (T1), em um período de uma a quatro semanas antes da instalação do disjuntor. A segunda TCCB (T2) foi realizada no dia da estabilização do parafuso expensor, após ativação em 8 mm (décimo nono dia após a ativação inicial) e a terceira TCCB (T3) foi realizada 6 meses após a estabilização do parafuso expensor. No período T3, correspondente ao período de contenção com o próprio disjuntor, além do exame de tomografia computadorizada de face, fotos extra-orais e intra-orais também foram realizadas.

3.5 METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA

Após obtenção das tomografias, conforme descrito por Weisseheimer 2008 e Dias 2008, os arquivos em formato DICOM, contendo as imagens tomográficas de face dos pacientes, nos tempos T1, T2 e T3, foram importados para o computador com a seguinte configuração: processador Intel Core 2 Duo 2.4 Ghz, Memória *Ram* 4GB, 1067 MHz DDR 3, placa de vídeo *NVIDIA GeForce* 9400M com 256 MB,

monitor de 13,3 polegadas e resolução de 1280 x 800. As imagens foram, então, analisadas no modo de secções multiplanares (Axial, Coronal e Sagital), por meio do *software EFILM versão 2.1.2 (Merge Healthcare, Milwaukee, Wis)* instalado no mesmo computador.

3.5.1 PADRONIZAÇÃO DOS CORTES TOMOGRÁFICOS

Para avaliação dos efeitos no complexo maxilo-mandibular, decorrentes da ERM, inicialmente foi feita a padronização da posição da cabeça. A partir do corte axial inicial, foi criada uma linha passando pelo centro geométrico do forame incisivo e a porção mediana do contorno anterior do forame magno (Figura 2 A) para localizar o plano médio sagital, gerando uma reconstrução multiplanar (Figura 2 B). Essa forma de obtenção dos cortes axiais e sagitais permitiu a comparação das medidas entre T1, T2 e T3. A partir da reconstrução multiplanar do plano sagital, foram marcados pontos cefalométricos para determinação das medidas lineares e angulares utilizadas (Figura 2 C). Para a visualização das demais estruturas anatômicas e pontos de referência, foi necessário realizar uma reconstrução multiplanar em volume, a partir do corte axial, equivalente a um lado do paciente (Figura 3 A e B). Para este estudo padronizou-se o lado esquerdo do paciente e sobre esta imagem os demais pontos foram definidos e as medidas realizadas (Figura 3 C).

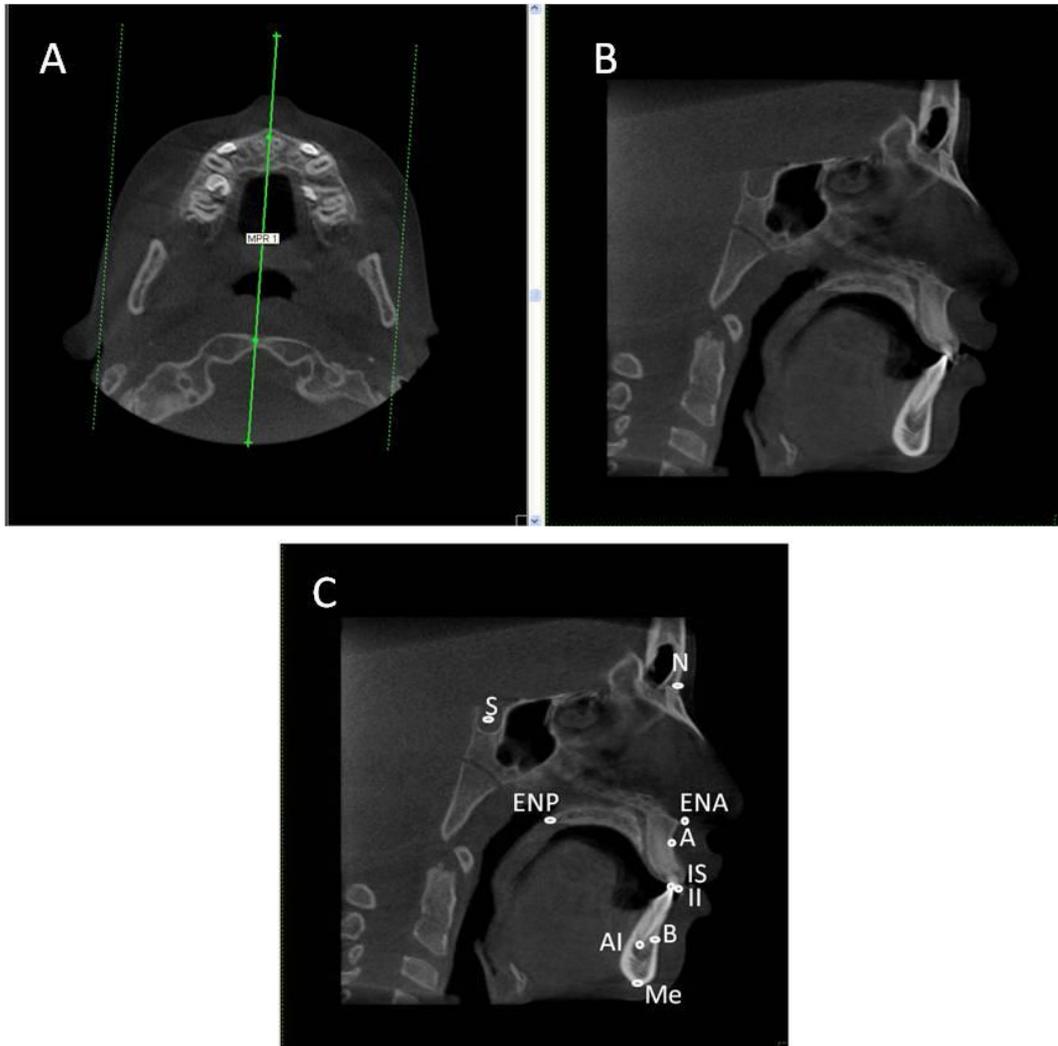


Figura 2 – Corte axial inicial com a linha passando pelo centro geométrico do forame incisivo e pela porção mediana do contorno anterior do forame magno (A). A reconstrução multiplanar ao longo dessa linha resultou em uma imagem no plano médio-sagital (B). Pontos cefalométricos unilaterais (C). Fonte: Reale (2012)

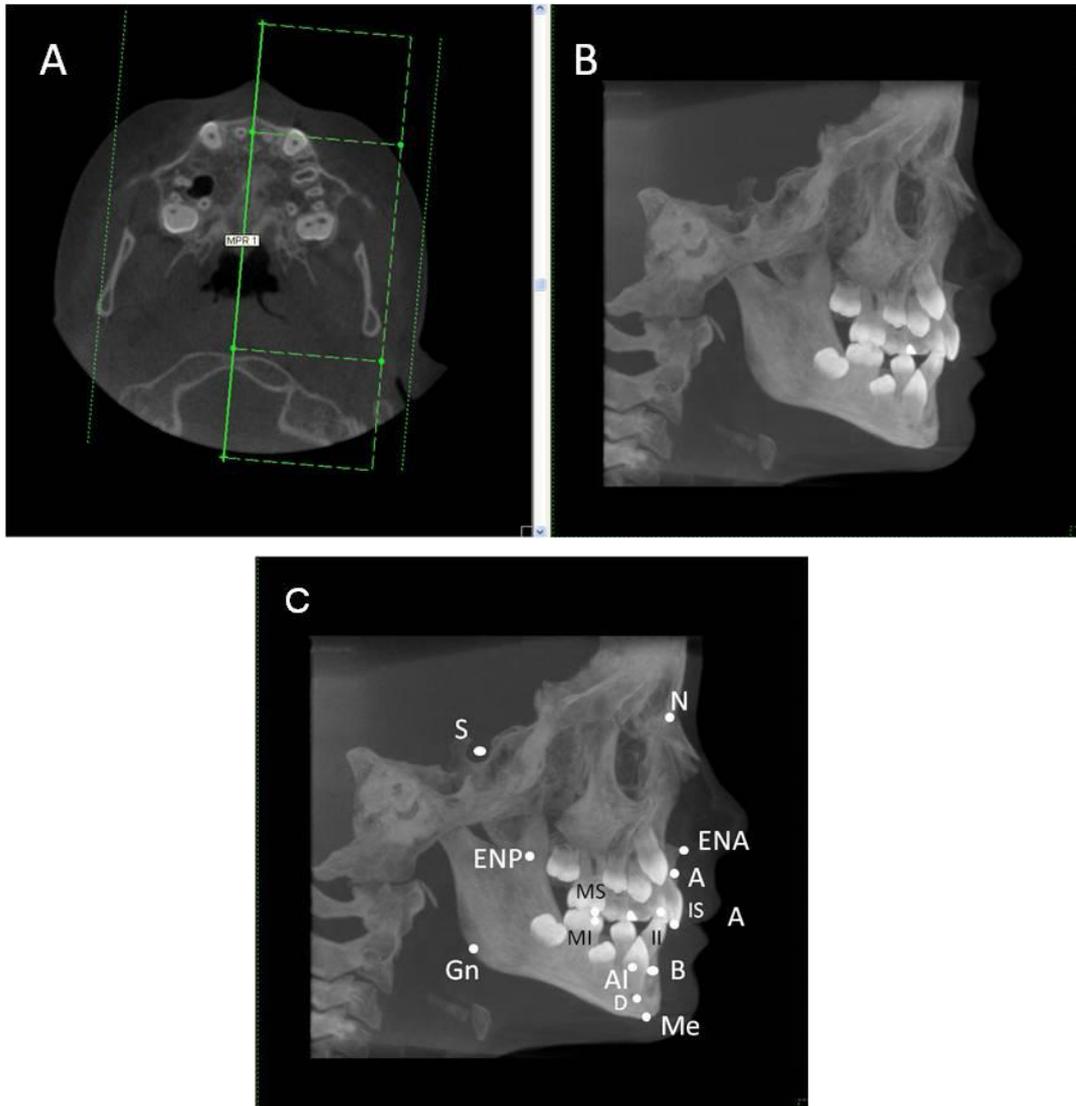


Figura 3 – Corte axial (A). Reconstrução multiplana em volume do plano sagital (B). Pontos de referência utilizados unilaterais e bilaterais. Fonte: Reale (2012)

3.5.2 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS SAGITAIS E VERTICAIS DA ERM NA MAXILA

Para avaliação dos efeitos sagitais e verticais maxilares, tanto esqueléticos quanto dentários, decorrentes da ERM foram utilizados os seguintes pontos, linhas e planos cefalométricos em TCCB:

Pontos de referência maxilares (Figura 2 e 3)

Sela (S): ponto localizado no centro geométrico da sela turca, determinado por inspeção visual.

Násio (N): ponto localizado na porção mais anterior da sutura frontonasal.

Espinha Nasal Anterior (ENA): localizado na extremidade da espinha nasal anterior.

Espinha Nasal Posterior (ENP): ponto situado na extremidade da espinha nasal posterior.

Ponto A (A): localizado no ponto mais profundo do contorno da pré-maxila.

IS: ponto localizado na borda incisal do incisivo central superior.

MS: ponto localizado na ponta de cúspide palatina do primeiro molar superior.

Linhas, planos e ângulos de referência (Figura 4, página 22):

Linha S-N: união dos pontos S e N, representando a base do crânio.

N-A: união do ponto N e A.

Plano Palatal (PP): união dos pontos ENA e ENP.

Plano Oclusal (PO): obtido através das médias entre o entrecruzamento dos primeiros molares e dos incisivos centrais.

SN-A: distância perpendicular do plano SN até o ponto A. Indica a posição vertical da região anterior da maxila.

SN-ENP: distância perpendicular do plano SN até o ponto ENP. Indica a posição vertical da região posterior da maxila.

SN-IS: distância perpendicular do plano SN até o ponto IS. Indica a posição vertical do incisivo superior.

SN-MS: distância perpendicular do plano SN até o ponto MS. Indica a posição vertical do primeiro molar superior em relação à base do crânio.

PP-MS: distância perpendicular do plano PP até o ponto MS. Indica a posição vertical do primeiro molar superior em relação ao plano palatal.

SNA: ângulo formado pela intersecção da linha SN e ponto A. Expressa o grau de protrusão ou retrusão da maxila em relação à base do crânio.

SN.PP: ângulo formado pela intersecção da linha SN e plano palatal. Expressa o grau de inclinação do plano palatal em relação à base do crânio.

SN.PO: ângulo formado pela intersecção da linha SN e plano oclusal. Expressa a inclinação dos dentes, em oclusão, com a base do crânio.

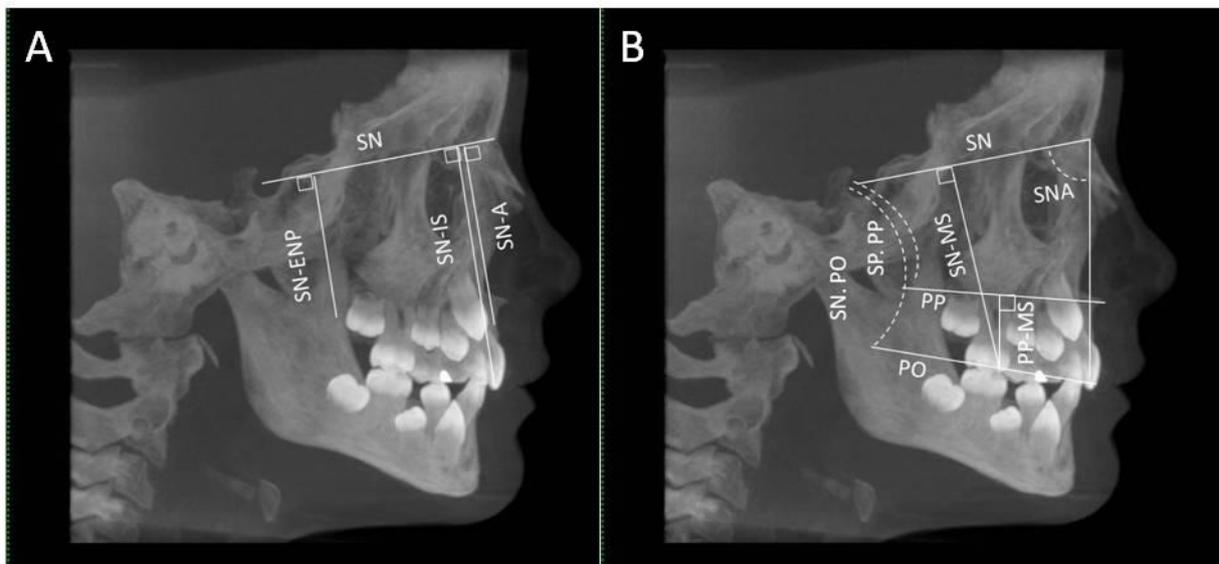


Figura 4 – Reconstrução multiplanar volumétrica no plano sagital, assinalando as medidas maxilares verticais e sagitais utilizadas. Fonte: Reale (2012)

3.5.3 AVALIAÇÃO DOS EFEITOS SAGITAIS, VERTICAIS E TRANSVERSAIS DA ERM NA MANDÍBULA

Para avaliação dos efeitos na mandibular decorrentes da ERM, foram utilizados os seguintes pontos, linhas e planos cefalométricos em TCCB:

Pontos de referência (Figura 2 e 3)

Supramentoniano (B): localizado no ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da mandíbula.

Ponto D (D): ponto situado no centro do contorno da seção transversal da sínfise mandibular.

Mentoniano (Me): ponto mais inferior do contorno da sínfise mandibular.

II: ponto localizado na borda incisal do incisivo inferior.

AI: ponto localizado no ápice radicular do incisivo central inferior.

MI: ponto localizado na ponta da cúspide méso-palatina do primeiro molar inferior.

Linhas, planos e ângulos de referência (Figura 5, página 24):

Linha NB: linha que une os pontos N e B.

Linha SNP: linha perpendicular à linha S-N, passando pelo ponto S.

Plano Mandibular (PM): linha que une os pontos Go e ME, corresponde ao plano mandibular.

Plano Oclusal (PO): obtido através das médias do entrecruzamento dos primeiros molares e dos incisivos centrais superiores e inferiores.

SNP-B: distância do ponto B à linha SNP. Indica a posição sagital da porção anterior da mandíbula.

SNP-II: distância linear do ponto II perpendicular a linha SNP. Localiza o incisivo central inferior no sentido sagital.

ENA-ME: distância linear dos pontos ENA e Ee. Representa a altura facial inferior.

PM-MI: distância perpendicular do plano mandibular ao ponto MI. Representa a posição vertical do primeiro molar inferior em relação ao plano mandibular.

SN.PM: ângulo formado pela intersecção da linha SN e PM. Expressa a posição vertical da mandíbula em relação à base do crânio.

PM.PP: ângulo formado pela intersecção das linha PP e PM. Expressa a posição vertical da mandíbula em relação ao plano palatal.

PM.PO: ângulo formado pela intersecção das linhas PM e PO. Expressa a inclinação do plano oclusal em relação à base da mandíbula.

SNB: ângulo formado pela intersecção das linhas SN e NB. Expressa o grau de protrusão e retrusão mandibular em relação à base do crânio.

SND: ângulo formado pela intersecção das linhas SN e ND. Expressa o grau de protrusão e retrusão mandibular em relação à base do crânio.

IMPA: ângulo formado pela intersecção do plano mandibular e longo eixo do incisivo inferior. Expressa a posição ântero-posterior dos incisivos inferiores em relação à base mandibular.

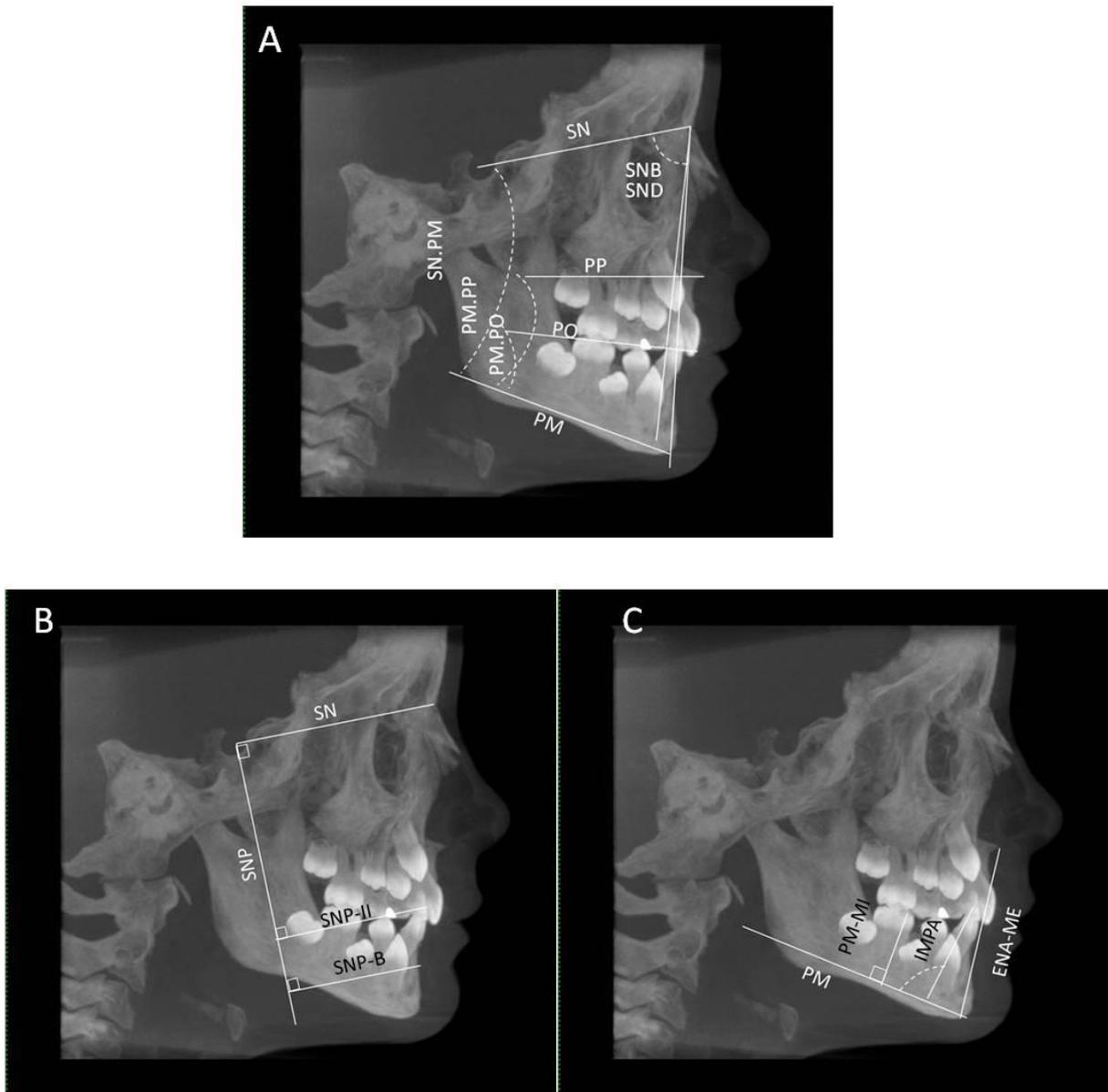


Figura 5 – Reconstrução multiplanar volumétrica no plano sagital, assinalando as medidas mandibulares esqueléticas sagitais e verticais avaliadas (A), medidas dentárias e esqueléticas sagitais (B), medidas dentárias e esqueléticas verticais (C). Fonte: Reale (2012)

Com objetivo de tentar esclarecer os efeitos da ERM sobre os dentes mandibulares, os primeiros molares inferiores foram avaliados, não apenas nas imagens tomográficas sagitais (Figura 5 C), mas também em imagens coronais, possibilitando a avaliação no sentido transversal. Para esta avaliação no sentido transversal foi selecionada a imagem, no corte axial, em que era possível visualizar os canais radiculares na região mais apical das raízes dos primeiros molares permanentes. A linha *MultiPlanar Reformation* (MPR1) foi posicionada passando no ponto médio entre os canais radiculares dos primeiros molares permanentes no lado esquerdo e direito (Figura 6 A e B). De acordo com essas referências, cortes coronais padronizados foram produzidos. Essa forma de obtenção dos cortes axiais e coronais permitiu a comparação das medidas entre T1, T2 e T3. A partir da reconstrução multiplanar do plano coronal, foram marcados pontos cefalométricos para posterior determinação das medidas lineares e angulares que foram avaliadas (Figura 7).

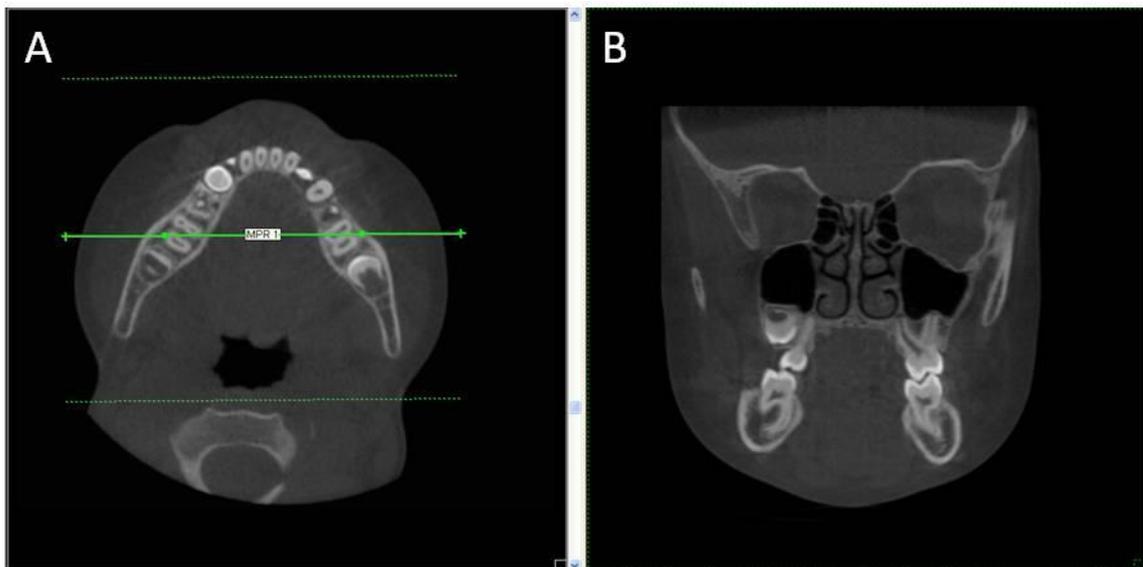


Figura 6 – Corte axial inicial com a linha (MPR1) passando entre as raízes mesial e distal dos primeiros molares inferiores lado direito e esquerdo (A). Reconstrução multiplanar ao longo dessa linha resultou em uma imagem no plano coronal (B). Fonte: Reale (2012)

Para avaliação dos efeitos nos primeiros molares mandibulares decorrentes da ERM, foram utilizados os seguintes pontos, linhas e planos cefalométricos em TCCB:

Pontos de referência:

M46: ponto localizado na ponta da cúspide méso-palatina do primeiro molar inferior lado direito (dente 46).

M36: ponto localizado na ponta da cúspide méso-palatina do primeiro molar inferior lado esquerdo (dente 36).

MIA: ponto localizado no ápice radicular do primeiro molar inferior.

MIC: ponto localizado no sulco central entre as cúspides vestibular e palatina do primeiro molar inferior.

Linhas, planos e ângulos de referência (Figura 7, página 27):

Plano BM: linha que passa pela borda inferior da mandíbula, corresponde à base mandibular.

ML46-36: distância linear dos pontos M46 e M36. Representa a distância intermolares inferiores.

MA46.36: ângulo formado pela intersecção das linhas que passam pelo longo eixo dos primeiros molares inferiores dos lados esquerdo e direito.

M46.BM: ângulo formado entre a base da mandíbula (BM) e o longo eixo do primeiro molar inferior direito.

M36.BM: ângulo formado entre a base da mandíbula (BM) e o longo eixo do primeiro molar inferior esquerdo.

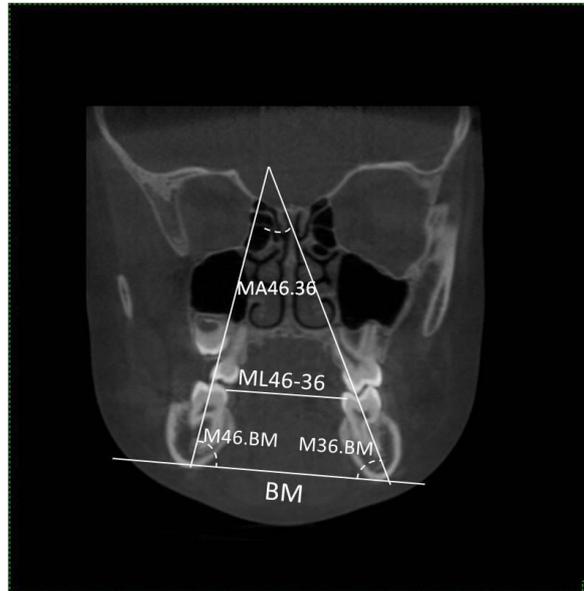


Figura 7 – Reconstrução multiplanar no plano coronal, assinalando as medidas dentárias mandibulares avaliadas no sentido transversal. Fonte: Reale (2012)

Quadro 3- Medidas maxilares e mandibulares, esqueléticas e dentárias utilizadas.

MEDIDAS	MAXILA	MANDÍBULA
<i>MEDIDAS ESQUELÉTICAS</i>	<u>VERTICAIS:</u> SN.PP; SN.PO (°) SN-A; SN-ENP (mm) <u>SAGITAIS:</u> SNA (°)	<u>VERTICAIS:</u> SN.PM; PM.PP; PM.PO (°) ENA-ME (mm) <u>SAGITAIS:</u> SNB; SND (°) SNP-B (mm)
<i>MEDIDAS DENTÁRIAS</i>	<u>VERTICAIS:</u> SN.MS; PP.MS; SN-IS (mm)	<u>VERTICAIS:</u> PM.MI (°) <u>SAGITAIS:</u> IMPA (°) SNP-II (mm) <u>TRANSVERSAIS:</u> MA46.36; M46.BM; M36.BM (°) ML46-36 (mm)

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o estudo do erro foram selecionados aleatoriamente 10 pacientes de ambos os grupos, sendo as medidas realizadas em dois tempos diferentes, com intervalo de 7 dias. A precisão das medidas foi determinada pelo coeficiente de correlação intraclassa (ICC) e está exibido na Tabela 1.

Após realizadas todas as medidas, os dados obtidos foram processados no programa SPSS e SigmaPlot através da análise de variância de modelo misto com medidas repetidas. A comparação dos grupos foi realizada como modelo misto (observações em conglomerados) de medidas repetidas tomando como fatores o tempo, o grupo e um termo de interação tempo*grupo com o intuito de verificar se os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax se comportariam de maneira diferente durante a ERM. Para diferença significativa será considerado o nível de significância de 5%.

Tabela 1- Índice de Correlação Intraclassa (ICC) das medidas utilizadas na metodologia para avaliação dos efeitos maxilares e mandibulares da ERM.

Variáveis	ICC
SNA (°)	0,909
SN.PP (°)	0,886
SN.PO (°)	0,798
SN-A (mm)	0,973
SN-ENP (mm)	0,984
SN.PM (°)	0,968
PM.PP (°)	0,939
PM.PO (°)	0,969
ENA-ME (mm)	0,977
SNB (°)	0,980
SND (°)	0,967
SNP-B (mm)	0,958
SN-MS (mm)	0,988
PP-MS (mm)	0,831
SN-IS (mm)	0,982
IMPA (°)	0,973
SNP-II (mm)	0,977
PMP-MI (mm)	0,961
ML46-36 (mm)	0,978
MA46.36 (mm)	0,978
M46.BM (mm)	0,958
M36.BM (mm)	0,986

4 RESULTADOS

Os resultados gerais dos efeitos da Expansão Rápida da Maxila sobre a maxila e a mandíbula estão descritos na Tabela 2. A diferença entre os tempos T1, T2 e T3 estão descritos na Tabela 3.

Os resultados da comparação entre os dois grupos (Haas e Hyrax), para cada variável, estão distribuídos em tabelas e gráficos e foram divididos em alterações maxilares e mandibulares, esqueléticas e dentárias. Nas tabelas, foi utilizada a média das mensurações obtidas e o erro padrão nos tempos T1, T2 e T3. Para as medidas angulares, foi utilizado o grau como unidade de medida e para as mensurações lineares, o milímetro.

Tabela 2- Efeitos gerais da ERM nos tempos avaliados: T1 (inicial), T2 (imediatamente após a ERM) e T3 (6 meses de contenção), n= 33.

MEDIDAS	T1	T2	T3
MEDIDAS ESQUELÉTICAS			
MAXILARES			
SNA (°)	82,5±0,6	82,9±0,6	82,3±0,6
SN.PP (°)	6,2±0,5	6,1±0,5	6,1±0,5
SN.PO (°)	18,8±0,6	18,9±0,6	17,9±0,6
SN-A (mm)	53,0±0,6	54,1±0,6	54,9±0,6
SN-ENP (mm)	40,4±0,4	41,7±0,4	41,6±0,4
MANDIBULARES			
SN.PM (°)	36,8 ±0,8	38,1 ±0,8	36,1±0,8
PM.PP (°)	30,1±0,8	31,0±0,8	29,5±0,8
PM.PO (°)	17,4±0,6	18,9±0,6	17,7±0,7
ENA-ME (mm)	60,9±0,7	63,0±0,7	61,3±0,7
SNB (°)	78,4±0,6	77,6±0,6	78,3±0,6
SND (°)	75,4±0,6	74,6±0,6	75,4±0,6
SNP-B (mm)	44,7±1,0	43,0±1,0	44,7±1,0
MEDIDAS DENTÁRIAS			
MAXILARES			
SN-MS (mm)	61,4±0,7	62,6±0,7	62,7±0,7
PP-MS (mm)	19,6±0,4	20,0±0,4	20,0±0,5
SN-IS (mm)	72,2±0,7	73,1±0,7	73,3±0,7
MANDIBULARES			
IMPA (°)	91,4±1,2	91,0±1,2	91,1±1,2
SNP-II (mm)	53,3±0,9	52,4±0,9	53,4±0,9
PM-MI (mm)	25,1±0,4	25,7±0,4	25,6±0,4
ML46-36 (mm)	34,5±0,5	34,8±0,5	35,3±0,5
MA46.36 (mm)	33,3±1,9	32,4±1,9	29,5±2,0
M46.BM (mm)	75,2±1,0	75,3±1,6	77,2±1,1
M36.BM (mm)	70,9±1,1	71,8±1,1	72,7±1,1

Os dados são apresentados como media ± erro padrão

Tabela 3- Avaliação da diferença, para cada medida, entre os tempos avaliados: T1 (inicial), T2- (imediatamente após a ERM) e T3 (6 meses de contenção), n= 33.

MEDIDAS	(T2-T1)	P	(T3-T2)	p	(T3-T1)	P
MEDIDAS ESQUELÉTICAS						
MAXILARES						
SNA (°)	0,4±0,3	0,694	-0,6±0,3	0,261	-0,2±0,3	1,000
SN.PP (°)	-0,2±0,3	1,000	0,0±0,3	1,000	-0,1±0,3	1,000
SN.PO (°)	0,2±0,5	1,000	-1,0±0,5	0,151	-0,8±0,5	0,308
SN-A (mm)	1,1±0,4*	0,009	0,8±0,4	0,114	1,9±0,4*	0,001
SN-ENP (mm)	1,3±0,2*	0,001	-0,1±0,2	1,000	1,2±0,2*	0,001
MANDIBULARES						
SN.PM (°)	1,3 ±0,4*	0,007	-2,0 ±0,4*	0,001	-0,8±0,4	0,230
PM.PP (°)	1,6±0,4*	0,001	-2,2±0,4*	0,001	-0,6±0,4	0,561
PM.PO (°)	1,4±0,4*	0,001	-1,1±0,4*	0,026	0,3±0,4	1,000
ENA-ME (mm)	2,1±0,3*	0,001	-1,6±0,3*	0,001	0,4±0,3	0,601
SNB (°)	-0,8±0,3*	0,024	0,7±0,3	0,066	-0,7±0,3	1,000
SND (°)	-0,8±0,3*	0,024	0,9±0,3*	0,023	0,1±0,3	1,000
SNP-B (mm)	-1,7±0,4*	0,001	1,6±0,4*	0,001	-0,1±0,4	1,000
MEDIDAS DENTÁRIAS						
MAXILARES						
SN-MS (mm)	1,2±0,3*	0,001	0,0±0,3	1,000	1,3±0,3*	0,001
PP-MS (mm)	0,4±0,2	0,316	0,0±0,3	1,000	0,4±0,3	0,396
SN-IS (mm)	0,8±0,2*	0,003	0,2±0,3	1,000	1,1±0,3*	0,001
MANDIBULARES						
IMPA (°)	-0,5±0,6	1,000	0,2±0,6	1,000	-0,3±0,6	1,000
SNP-II (mm)	-0,8±0,4	0,084	0,9±0,4	0,060	0,1±0,4	1,000
PM-MI (mm)	0,6±0,2*	0,013	0,0±0,2	1,000	0,5±0,2*	0,042
ML46-36 (mm)	0,2±0,2	0,723	0,5±0,2	0,560	0,8±0,2*	0,003
MA46.36(mm)	-0,9±0,9	0,939	-2,9±0,9*	0,008	-3,8±0,9*	0,001
M46.BM(mm)	0,1±0,5	1,000	1,9±0,5*	0,003	1,9±0,5	0,002
M36.BM (mm)	0,8±0,6	0,548	0,9±0,7	0,549	1,7±0,7*	0,035

*Significativo estatisticamente ($p < 0,05$); Os dados são apresentados como media ± erro padrão.

ALTERAÇÕES MAXILARES ESQUELÉTICAS E DENTÁRIAS

- SNA (Figura 4, página 23)

Os resultados demonstraram que a ERM não provocou alteração significativa no ângulo SNA ao longo dos tempos avaliados. O comportamento dos dois grupos, para esta variável, foi semelhante, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,618$).

Tabela 4 – Comparação da medida **SNA** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	82,4±0,7	82,6±1,1
T2	82,5±0,7	83,3±1,1
T3	82,2±0,8	82,6±1,0

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}]=0,208$; $P[\text{grupo}]=0,618$; $P[\text{tempo*grupo}]=0,682$

- SN.PP (Figura 4, página 23)

Os resultados demonstraram que não houve alteração significativa no ângulo SN.PP ao longo dos tempos avaliados. O comportamento dos dois grupos foi semelhante, sem diferença estatística significativa ($p= 0,876$).

Tabela 5 – Comparação da medida **SN.PP** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	6,2±0,7	6,2±0,7
T2	5,9±0,7	6,2±0,7
T3	6,4±0,7	5,8±0,7

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}]=0,833$; $P[\text{grupo}]=0,876$; $P[\text{tempo*grupo}]=0,363$

- SN.PO (Figura 4, página 23)

O comportamento dos Grupos Haas e Hyrax foi semelhante, sem diferença estatística significativa ($p=0,676$). Os resultados demonstraram que não houve alteração significativa no ângulo SN.PO ao longo dos tempos avaliados.

Tabela 6 – Comparação da medida **SN.PO** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	19,0±0,8	18,6±0,9
T2	19,2±0,8	18,6±0,9
T3	18,1±0,9	17,8±0,9

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}]=0,118$; $P[\text{grupo}]=0,676$; $P[\text{tempo*grupo}]=0,950$

- SN-A (Figura 4, página 23)

Os resultados demonstraram que a ERM produziu alteração vertical significativa na distância SN-A ao longo dos tempos avaliados, com aumento médio de 1,1mm de T1 para T2 ($p=0,009$) e manutenção deste aumento em T3 ($p=0,000$), sem diferença significativa entre os tempos T2 e T3 ($p=0,114$). O comportamento dos dois grupos foi semelhante nos tempos avaliados ($p= 0,236$).

Tabela 7 – Comparação da medida **SN-A** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	52,5±0,8	53,6±0,8
T2	53,6±0,8	54,6±0,8
T3	54,3±0,8	55,6±0,8

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] < 0,001$; $P[\text{grupo}]=0,236$; $P[\text{tempo*grupo}]=0,886$

- SN-ENP (Figura 4, página 23)

Os resultados mostraram que ocorreu alteração vertical significativa na distância SN-ENP ao longo dos tempos avaliados, com aumento médio de 1,3mm de T1 para T2 ($p=0,000$) e manutenção deste aumento em T3 ($p=0,000$). O comportamento dos dois grupos foi semelhante nos tempos avaliados ($p=0,138$).

Tabela 8 – Comparação da medida **SN-ENP** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	39,5±0,6	40,8±0,6
T2	41,2±0,6	42,8±0,6
T3	41,0±0,6	42,2±0,6

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] \leq 0,001$; $P[\text{grupo}] = 0,138$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,646$

- SN-IS (Figura 4, página 23)

Os resultados demonstraram que houve alteração vertical significativa na distância SN-IS ao longo dos tempos avaliados, com aumento médio da distância linear de 0,8mm de T1 para T2 ($p=0,003$) e manutenção deste aumento em T3 ($p=0,000$). O comportamento dos dois grupos foi semelhante nos tempos avaliados ($p=0,152$).

Tabela 9 – Comparação da medida **SN-IS** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	71,6±0,8	72,8±0,7
T2	72,4±0,8	73,8±0,7
T3	72,7±0,8	73,9±0,7

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] \leq 0,001$; $P[\text{grupo}] = 0,152$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,942$

- PP-MS (Figura 4, página 23)

Os resultados mostraram que a ERM não alterou significativamente a distância PP-MS, ao longo dos tempos avaliados. Os dois grupos apresentaram comportamento semelhante, nos períodos avaliados, sem diferença estatística significativa ($p=0,568$).

Tabela 10 – Comparação da medida **PP-MS** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	19,2±0,5	20,0±0,6
T2	20,0±0,5	20,0±0,6
T3	19,7±0,6	20,1±0,6

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
P[tempo]=0,188; P[grupo]=0,568; P[tempo*grupo]=0,391

- SN-MS (Figura 4, página 23)

Os resultados demonstraram que ocorreu aumento significativo da distância linear SN-MS imediatamente após ERM (T2-T1; $p=0,000$) com valor médio de 1,2mm e que este aumento manteve-se em T3, sem diferença estatística entre os tempos T2 e T3 ($p=1,000$). Os dois grupos apresentaram comportamento semelhante, nos tempos avaliados, sem diferença estatística significativa ($p=0,120$).

Tabela 11 – Comparação da medida **SN-MS** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	60,8±0,8	62,0±0,9
T2	61,9±0,8	63,4±0,9
T3	61,8±0,8	63,5±0,8

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
P[tempo] ≤0,001; P[grupo]=0,120; P[tempo*grupo]=0,558

ALTERAÇÕES MANDIBULARES ESQUELÉTICAS E DENTÁRIAS

- SN.PM (Figura 5, página 25)

Os resultados demonstraram que a ERM provocou alteração significativa no ângulo SN.PM ao longo dos tempos avaliados, com aumento médio do ângulo de 1,26° de T1 para T2 ($p=0,007$) e redução deste valor de 2,0°, em média, de T2 para T3 ($p=0,000$) sem diferença significativa entre os tempos T1 e T3 ($p=0,230$). O comportamento dos Grupos Haas e Hyrax foi semelhante nos tempos avaliados.

Tabela 12 – Comparação da medida **SN.PM** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	36,5±1,0	37,1±1,0
T2	38,2±1,0	37,9±1,0
T3	36,4±1,0	35,7±1,0

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] < 0,001$; $P[\text{grupo}] = 0,918$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,224$

- PM.PP (Figura 5, página 25)

O comportamento dos dois grupos foi semelhante nos tempos avaliados, ($p=0,770$). Os resultados demonstraram que houve alteração significativa no ângulo PM.PP, com aumento médio de 1,62° de T1 para T2 ($p=0,001$) e redução média deste valor de 2,2°, de T2 para T3 ($p=0,000$), sem diferença significativa entre os tempos T1 e T3 ($p=0,561$).

Tabela 13 – Comparação da medida **PM.PP** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	29,6±1,0	30,6±1,1
T2	32,0±1,0	31,5±1,1
T3	29,2±1,0	29,9±1,0

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] \leq 0,001$; $P[\text{grupo}] = 0,770$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,173$

- PM.PO (Figura 5, página 25)

Os resultados mostraram que a ERM alterou significativamente o ângulo PM.PO ao longo dos tempos avaliados, com aumento médio de 1,4° de T1 para T2 ($p=0,001$) e redução média deste valor de 1,3° de T2 para T3 ($p=0,026$), sem diferença significativa entre os tempos T1 e T3 ($p=1,000$). O comportamento dos dois grupos foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença estatisticamente significativa ($p= 0,666$).

Tabela 14 – Comparação da medida **PM.PO** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	17,0±0,8	17,8±0,9
T2	18,6±0,8	19,2±0,9
T3	17,7±0,9	17,7±0,9

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] \leq 0,001$; $P[\text{grupo}] = 0,666$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,653$

- ENA-ME (Figura 5, página 25)

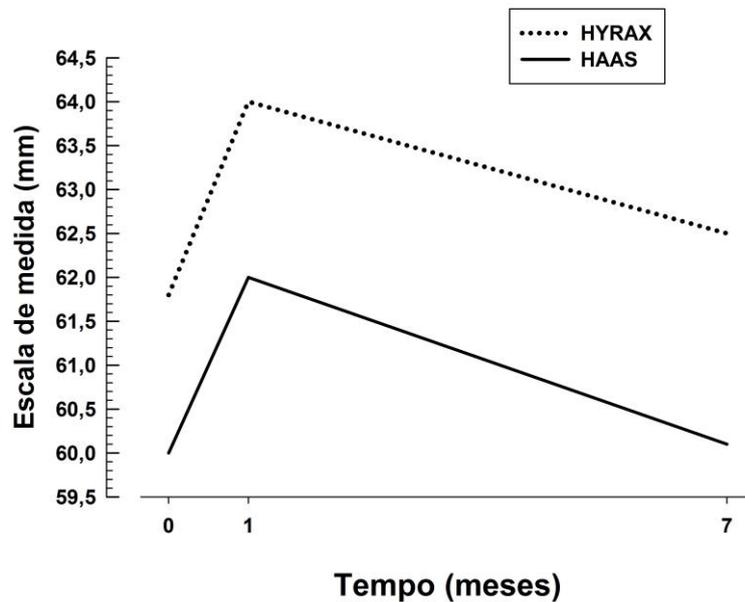
Os resultados demonstraram que houve alteração significativa na distância ENA-ME ao longo dos tempos avaliados, com aumento médio de 2,0mm de T1 para T2 ($p=0,000$) e redução deste valor de T2 para T3 ($p=0,000$) de 1,6mm, em média, sem diferença significativa entre os tempos T1 e T3 ($p=0,601$). Ocorreu diferença entre os grupos para a variável ENA-ME, estatisticamente significativa, com valores médios de 2,0mm superiores para o Grupo Hyrax ($p= 0,050$).

Tabela 15 – Comparação da medida **ENA-ME** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	60,0±0,9	61,8±0,9
T2	60,0±0,9	64,0±0,9
T3	60,1±0,9	62,5±0,9

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] \leq 0,001$; $P[\text{grupo}] = 0,050$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,697$

Gráfico 1 – Efeitos da ERM na medida ENA-ME ao longo dos períodos avaliados, comparando Grupo Haas e Hyrax.



Tempo 0: corresponde ao T1
Tempo 1: corresponde ao T2
Tempo 7: corresponde ao T3

- SNB (Figura 5, página 25)

O comportamento dos Grupos Haas e Hyrax, para variável SNB, foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença estatística sinificativa ($p=0,630$). Os resultados demonstraram que ocorreu redução significativa do ângulo SNB imediatamente após ERM (T2-T1) de $0,81^\circ$, em média ($p=0,024$), e posterior aumento de T2 para T3 sem significância estatística ($p=0,066$). Não ocorreu significância estatística também entre os tempos T1 e T3 ($p=1,000$).

Tabela 16 – Comparação da medida SNB entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	78,6±0,7	78,3±0,8
T2	78,1±0,7	77,2±0,8
T3	78,4±0,8	78,3±0,8

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.

P[tempo]=0,015; P[grupo]=0,630; P[tempo*grupo]=0,410

- SND (Figura 5, página 25)

A ERM produziu alteração significativa no ângulo SND ao longo dos tempos avaliados, com redução do valor de T1 para T2 ($p=0,024$) de $0,80^\circ$, em média, e posterior aumento significativo de $0,86^\circ$ de T2 para T3 ($p=0,023$). O comportamento dos dois grupos, para esta variável, foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,310$).

Tabela 17 – Comparação da medida **SND** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	75,9±0,7	74,9±0,8
T2	75,2±0,7	73,9±0,8
T3	75,7±0,8	75,2±0,8

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
P[tempo]=0,009; P[grupo]=0,310; P[tempo*grupo]=0,465

- SNP-B (Figura 5, página 25)

Os resultados demonstraram que houve alteração significativa na distância SNP-B ao longo dos tempos avaliados, com redução dos valores de T1 para T2 ($p=0,000$) de 1,65mm, em média, e posterior aumento de T2 para T3 ($p=0,001$) de 1,64mm, sem diferença significativa entre os tempos T1 e T3 ($p=1,000$). O comportamento dos dois grupos, para esta variável, foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,886$).

Tabela 18 – Comparação da medida **SNP-B** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	44,7±1,2	44,7±1,2
T2	43,3±1,2	42,8±1,2
T3	44,7±1,2	44,6±1,2

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.

P[tempo] ≤0,001; P[grupo]=0,886; P[tempo*grupo]=0,864

- SNP-II (Figura 5, página 25)

A ERM não alterou significativamente a distância SNP-II ao longo dos tempos avaliados, apesar da redução dos valores de T1 para T2 ($p=0,084$) e posterior aumento em T3 ($p=0,060$). O comportamento do Grupo Haas e Grupo Hyrax foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença estatística significativa ($p= 0,522$).

Tabela 19 – Comparação da medida **SNP-II** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	52,9±1,1	53,6±1,1
T2	52,0±1,1	52,8±1,1
T3	52,9±1,1	53,9±1,1

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
P[tempo] =0,031; P[grupo]=0,522; P[tempo*grupo]=0,926

- IMPA (Figura 5, página 24)

A ERM não alterou significativamente o ângulo IMPA ao longo dos tempos avaliados ($p= 1,000$). O comportamento dos dois grupos foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença estatística significativa ($p= 0,499$).

Tabela 20 – Comparação da medida **IMPA** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	90,7±1,5	92,1±1,6
T2	90,5±1,5	91,3±1,6
T3	90,4±1,5	91,9±1,5

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
P[tempo] =0,703; P[grupo]=0,499; P[tempo*grupo]=0,811

- PM-MI (Figura 5, página 25)

Os resultados mostraram que a ERM provocou aumento significativo da distância linear PM-MI, de 0,6 mm em média, dos tempos T1 para T2 ($p=0,013$) e que este aumento manteve-se em T3, sem diferença estatística significativa entre os tempos T2 e T3 ($p=1,000$). Os dois grupos apresentaram comportamento semelhante, nos tempos avaliados, sem diferença estatística significativa ($p= 0,128$).

Tabela 21 – Comparação da medida **PM-MI** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	24,8±0,5	25,4±0,5
T2	25,2±0,5	26,2±0,5
T3	25,1±0,5	26,2±0,5

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] = 0,008$; $P[\text{grupo}] = 0,128$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,293$

- ML46-36 (Figura 7, página 28)

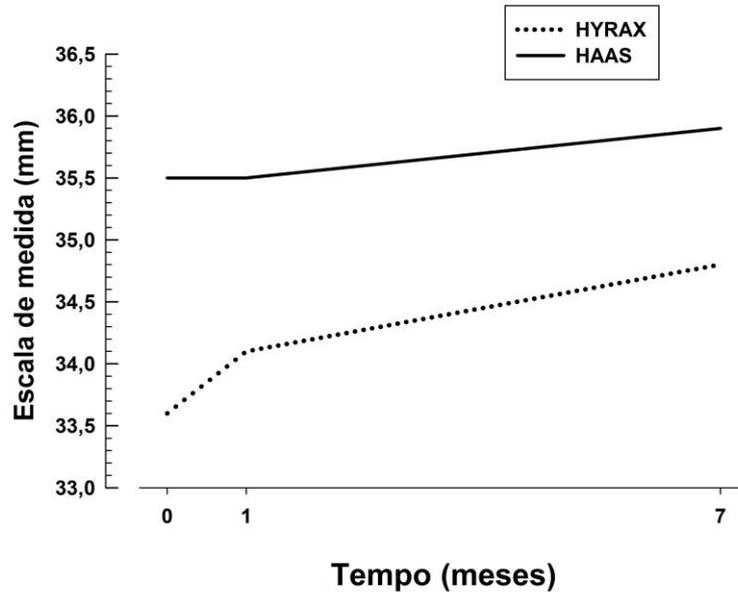
Os resultados demonstraram que ocorreu aumento significativo da distância ML46-36 no período de contenção (T3-T1) com valor médio de 0,8mm, sem diferença estatística entre os tempos T2 e T3 ($p=0,056$). O comportamento entre os dois grupos foi diferente, sendo que o Grupo Haas apresentou valores médios de 1,4mm superiores em relação ao Grupo Hyrax ($p= 0,043$).

Tabela 22 – Comparação da medida **ML46-36** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	35,5±0,6	33,6±0,6
T2	35,5±0,6	34,1±0,6
T3	35,9±0,6	34,8±0,6

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] = 0,003$; $P[\text{grupo}] = 0,043$; $P[\text{tempo} * \text{grupo}] = 0,276$

Gráfico 2 – Efeitos da ERM na medida ML46-36 ao longo dos período avaliados, comparando Grupo Haas e Hyrax.



Tempo 0: corresponde ao T1
Tempo 1: corresponde ao T2
Tempo 7: corresponde ao T3

- MA46.36 (Figura 7, página 28)

A ERM provocou alteração significativa no ângulo MA46.36 ao longo dos tempos avaliados, com diminuição do ângulo de T2 para T3 ($p=0,008$) e de T1 para T3 ($p=0,000$), sem diferença significativa entre os tempos T1 e T2 ($p=0,939$). O comportamento dos dois grupos, para esta variável, foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,148$).

Tabela 23 – Comparação da medida **MA46.36** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	35,5±0,6	33,6±0,6
T2	35,5±0,6	34,1±0,6
T3	35,9±0,6	34,8±0,6

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
P[tempo] ≤0,001; P[grupo]=0,148; P[tempo*grupo]=0,270

- M46.BM (Figura 7, página 28)

Os resultados mostraram que a ERM provocou aumento significativo do ângulo M46.BM nos tempos T2 para T3 ($p=0,003$) e nos tempos T1 para T3 ($p=0,002$). Não houve diferença estatística significativa entre os tempos T1 e T2 ($p=1,000$). Os dois grupos apresentaram comportamento diferente nos tempos avaliados. O grupo Haas apresentou valores significativamente superiores ao grupo Hyrax ($p=0,008$).

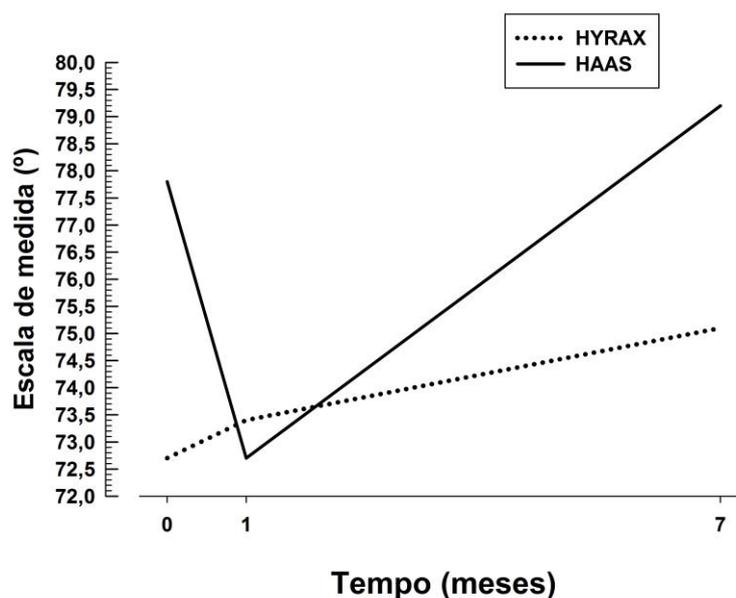
Tabela 24 – Comparação da medida **M46.BM** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	77,8±1,3	72,7±1,4
T2	77,2±1,3	73,4±1,4
T3	79,2±1,3	75,1±1,3

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.

P[tempo]=0,001; P[grupo]=0,008; P[tempo*grupo]=0,411

Gráfico 3 – Efeitos da ERM na medida M46.BM ao longo dos períodos avaliados, comparando Grupo Haas e Hyrax.



Tempo 0: corresponde ao T1
Tempo 1: corresponde ao T2
Tempo 7: corresponde ao T3

- M36.BM (Figura 7, página 28)

Os resultados demonstraram alteração para o ângulo M36.BM ao longo dos tempos avaliados, com aumento significativo do ângulo apenas nos tempos T1 para T3 ($p=0,035$). Não houve diferença estatística significativa entre os tempos T1 e T2 ($p=0,548$) e de T2 para T3 ($p=0,549$). O comportamento dos dois grupos foi semelhante nos tempos avaliados, sem diferença significativa ($p=0,843$).

Tabela 25 – Comparação da medida **M36.BM** entre os dois grupos

Momento	Grupos	
	HAAS	HYRAX
T1	71,5±1,4	70,4±1,5
T2	72,3±1,4	71,3±1,5
T3	72,2±1,5	73,2±1,5

Os dados são apresentados como média±erro-padrão.
 $P[\text{tempo}] = 0,040$; $P[\text{grupo}] = 0,843$; $P[\text{tempo} \times \text{grupo}] = 0,221$

5 ARTIGOS

5.1 Efeitos da expansão rápida maxilar sobre a mandíbula: revisão de literatura

Objetivo de Publicação: Revista Gaúcha de Ortodontia

5.2 Efeitos imediatos da ERM sobre a mandíbula com os aparelhos tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada Cone Beam

Objetivo de Publicação: Journal World Federation of Orthodontists

5.3 Efeitos esqueléticos e dentários na maxila e mandíbula decorrentes da ERM, em tomografia computadorizada Cone Beam.

Objetivo de Publicação: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.

5.1 ARTIGO 1

Efeitos da expansão rápida maxilar sobre a mandíbula: revisão de literatura

INTRODUÇÃO:

A expansão rápida da maxila (ERM) é uma abordagem terapêutica que visa o aumento das dimensões transversais do arco maxilar atrésico com auxílio de aparelhos ortodônticos ativos.¹ A ERM caracteriza-se por utilizar forças de elevada magnitude com o intuito de obter resposta esquelética máxima, através da abertura da sutura palatina mediana². O conceito de abertura da sutura palatina mediana foi relatado pela primeira vez em 1860 por Angell.³ No entanto, a técnica de ERM difundiu-se no início dos anos 70, inicialmente, com os estudos de Haas⁴⁻⁶ e, desde então, inúmeros autores vem preconizando seu uso.^{4,7-15} O objetivo da expansão maxilar é o aumento da dimensão transversal da maxila ao nível esquelético, uma vez que a expansão dentária resulta da inclinação dos dentes e, portanto, proporcionaria menor estabilidade de resultados.¹⁶

A literatura é vasta quando se pretende avaliar os efeitos da ERM diretamente na maxila, no entanto, existem poucos relatos dos efeitos desta técnica na posição mandibular. Os estudos existentes mostram que a expansão rápida maxilar promove uma inclinação do plano palatal e extrusão dos molares superiores que servem de ancoragem para o disjuntor.^{4,6,10,17-19} Como consequência deste efeito, a mandíbula sofre um giro no sentido horário, com deslocamento do ponto B para posterior, promovendo aumento das dimensões do terço inferior da face, da convexidade do perfil e redução da sobremordida.⁶ Em contrapartida, a revisão sistemática de Lagravere et al.²⁰ sobre o tema indicou que a ERM não provocaria mudanças significativas no sentido ântero-posterior nem vertical, tanto na posição da maxila quanto da mandíbula. Segundo os mesmos autores, estudos clínicos randomizados e de longo-prazo se fazem necessários para confirmação de tais achados.

O objetivo dos autores no presente estudo é abordar, através da revisão de literatura, as possíveis alterações mandibulares, esqueléticas e dentárias decorrentes da terapia de Expansão Rápida Maxilar (ERM).

REVISÃO DE LITERATURA:

EXPANSÃO RÁPIDA MAXILAR (ERM)

A deficiência maxilar transversa manifesta-se tipicamente pela presença de mordida cruzada posterior, unilateral ou bilateral, sendo uma das maloclusões mais prevalentes na dentição decídua e mista, acometendo entre 8% e 22% da população.²¹ Existem casos em que, apesar da atresia maxilar, a mordida cruzada posterior não está presente, devido à inclinação axial compensatória dos dentes maxilares para vestibular e dos mandibulares para lingual, dificultando o diagnóstico.¹⁶ A correção da deficiência transversal da maxila pode ser alcançada através da Expansão Rápida Maxilar (ERM), um método terapêutico que utiliza forças de elevada magnitude buscando resposta esquelética máxima, com mínimo movimento dentário.²

A ERM foi relatada pela primeira vez, em 1860, por E.H. Angell³, que aplicou a técnica em uma paciente de aproximadamente 14 anos de idade, com discrepância negativa no arco maxilar e ausência de espaço para os caninos em irrupção. O objetivo do tratamento era posicionar os caninos no arco superior, evitando extrações dentárias. O autor utilizou um dispositivo em ouro com um parafuso posicionado transversalmente ao centro do palato, fixado mecanicamente, ou seja, a pressão das ativações do parafuso que o mantinham estabilizado. Angell observou que ao final de duas semanas de ativações do parafuso, os ossos maxilares foram separados e a maxila expandida com conseqüente surgimento de diastema entre os incisivos centrais superiores.³

No entanto, este primeiro relato da ERM, em um periódico científico, escrito por Angell³, em 1860, casou polêmica entre os ortodontistas da época. Por influência de Angle, Case, Ketcham e Dewey, que acreditavam na teoria funcional do crescimento e na possibilidade de alcançar os mesmos efeitos na maxila proporcionados pela ERM com a ortodontia convencional, de maneira mais fisiológica, o procedimento da ERM foi abandonado nos Estados Unidos. Enquanto isso, na Europa, estudiosos como Babcock, Korkhaus, Krebs e outros continuaram a desenvolver a técnica com resultados positivos. Mais tarde, em 1956, graças à visita

de Korkhaus à Universidade de Illinois, a ERM foi reintroduzida nos Estados Unidos.⁶

ALTERAÇÕES ESQUELÉTICAS

Em 1961, Haas⁴ realizou um estudo em 8 suínos que foram submetidos a ERM e avaliados com auxílio de modelos de gesso e radiografias cefalométricas antes, durante e após a expansão maxilar. Com este estudo experimental foi verificada a abertura da sutura palatina mediana, bem como o aumento transversal do arco maxilar e o aumento de largura no arco mandibular. Os resultados satisfatórios obtidos no experimento com animais levaram à realização de um estudo clínico em 45 humanos portadores de deficiência transversal da maxila, dos quais 10 casos, com características similares, foram selecionados e avaliados. Os pacientes avaliados utilizaram o mesmo tipo de aparelho dento-muco-suportado, preconizado pelo autor do trabalho, e realizaram o mesmo protocolo de ativação (4/4 de volta inicial, 2/4 de volta diários, com intervalo médio de 12h entre as ativações), durante 21 dias. Após estabilizado o parafuso, o próprio disjuntor foi usado como contenção por 3 meses e, após a remoção do disjuntor, uma placa acrílica foi instalada por mais 4 meses aproximadamente. As análises foram feitas em modelos de gesso e radiografias cefalométricas em norma frontal e lateral. Foi verificado um deslocamento inferior da maxila e aumento do ângulo SNA, com avanço do ponto A. Haas já relatou, neste estudo, os efeitos da ERM sobre a mandíbula e suas conseqüências, identificando alteração do plano mandibular, com deslocamento posterior do Pogônio e abertura da mordida anterior. No entanto, essas alterações tenderam a retornar aos valores iniciais, no período de contenção.⁴

Wertz²² avaliou 60 pacientes portadores de atresia maxilar que foram submetidos à ERM utilizando um disjuntor dento-muco-suportado. Radiografias cefalométricas em norma frontal e lateral, bem como radiografias oclusais e modelos de estudo foram adquiridos inicialmente, imediatamente após ERM e 3 meses de contenção. A ERM provocou deslocamento inferior da maxila de 1 a 2mm em praticamente todos os casos e, em alguns, um deslocamento para anterior imediatamente após a estabilização do parafuso expensor, com tendência de retorno à posição original no período de contenção (Quadro 1). Segundo o autor, o fulcro da rotação maxilar localizou-se na sutura fronto-maxilar, ocorrendo inclinação das hemi-

arcadas, bem como, inclinação dos processos alveolares e conseqüente extrusão dos dentes de ancoragem. Wertz também avaliou os efeitos da ERM sobre a mandíbula e identificou aumento do plano mandibular, com tendência de retorno a posição original no período de contenção.²²

Continuando seus estudos sobre a ERM e seus efeitos, Haas⁵, em 1970, relatou os fenômenos decorrentes da expansão maxilar em pacientes com idade inferior a 17 anos. Concluiu que, nos casos em que ocorreu a abertura da sutura palatina mediana, houve uma inclinação lateral dos processos alveolares e giro inferior dos processos palatinos, bem como um deslocamento do osso maxilar para baixo e para frente, em conseqüência da disposição das suturas crânio-faciais. Por fim, relata que ocorreria, invariavelmente, uma rotação mandibular no sentido horário, com aumento da dimensão vertical do terço inferior da face, em conseqüência da alteração da posição maxilar.⁵

Wertz e Dreskin²³ avaliaram 51 pacientes submetidos à expansão rápida maxilar com aparelho dento-muco-suportado, dos quais 27 foram avaliados a longo-prazo, após finalizado tratamento ortodôntico. Radiografias cefalométrica em norma frontal e lateral foram adquiridas nos tempos: T1-inicial, T2-após abertura da sutura palatina mediana, T3-pós-contenção (aproximadamente 8 meses após estabilizado o parafuso expensor) e T4- ao final do tratamento ortodôntico com aparelho fixo. Os resultados mostraram um deslocamento para frente da maxila em T2 de apenas 0,5° em média, com posterior retorno à posição original no período pós-contenção, sem alteração na inclinação do plano palatal nos períodos avaliados. Em relação às alterações mandibulares, os autores encontraram um aumento médio do plano mandibular de 1,5°, com posterior redução em T3 e suave aumento em T4, atribuído ao crescimento (Quadro 1).

Mais tarde, em 1980, Haas²⁴ avaliou 10 casos de pacientes submetidos à ERM, a longo prazo, entre 6 e 14 anos pós-contenção, e verificou estabilidade de resultados na maxila. Segundo o autor, o sucesso dos resultados estaria na expansão maxilar realizada de maneira rápida, utilizando um disjuntor dento-muco-suportado, de máxima ancoragem, capaz de promover maiores efeitos ortopédicos, bem como o longo período de contenção. Considerando os efeitos da ERM sobre a maxila e a mandíbula, Haas estabeleceu as indicações da ERM: 1) pacientes

portadores de deficiência maxilar real ou relativa, 2) casos de estenose nasal, 3) pacientes portadores de maloclusão tipo classe III, dentária e ou esquelética, 4) portadores de fissura palatina e com maturação óssea, 5) casos de deficiência maxilar ântero-posterior com indicação de tração reversa da maxila, 6) pacientes com deficiência no comprimento do arco maxilar. O autor enfatizou a importância do tratamento das maloclusões nos três planos do espaço, sagital, vertical e transversal.²⁴

Inúmeros autores detiveram-se a avaliar as alterações transversais maxilares, por serem estes os fenômenos mais expressivos da ERM.^{11,20,25-31} No entanto, considerando a importância de compreender os efeitos da expansão rápida maxilar nos três planos do espaço, outros pesquisadores também identificaram alterações sagitais e verticais decorrentes da ERM como aumento do plano mandibular, aumento da altura do terço inferior da face e abertura da mordida como efeitos imediatos da ERM.^{8,9,18,19,28,32,33}

No trabalho de Silva Filho et al.⁸, 30 pacientes, com idades entre 5 e 10.1 anos, foram submetidos à ERM com aparelho de Haas e avaliados com auxílio de radiografias cefalométricas em norma lateral em dois momentos: inicialmente e imediatamente após ERM. Os autores verificaram aumento do plano mandibular, redução de SNB e aumento das dimensões do terço inferior da face (Quadro 1). Essas alterações mandibulares estariam associadas ao deslocamento inferior da maxila também observado imediatamente após a ERM, sem inclinação evidente do plano palatal, ou deslocamento anterior maxilar.

Sandikçioğlu e Hazar⁹ avaliaram as alterações esqueléticas e dentárias decorrentes da ERM, em 30 pacientes, com 3 diferentes métodos de expansão maxilar: 1) expansão semi-rápida da maxila, com aparelho removível, 2) expansão lenta da maxila, com aparelho quadrihélice, 3) expansão rápida da maxila, com aparelho de Hyrax. Apenas no grupo com aparelho de Hyrax, submetido à ERM, houve aumento da inclinação do plano mandibular e redução de SNB imediatamente após a expansão maxilar. No estudo de Akkaya et al.³², foi verificada a diferença entre expansão maxilar rápida e lenta com dispositivos colados, em radiografias cefalométricas em norma lateral. Os pesquisadores relataram um deslocamento anterior da maxila, com aumento do plano mandibular de 1.93° (SN.PM) após a fase

ativa do tratamento com aparelho tipo Hyrax modificado. Resultados similares foram referenciados por Basciftci et al.³³ estudando os efeitos da ERM também com dispositivo colado.

Chung e Font¹⁸ avaliaram 20 pacientes, com idades entre 10.0 e 13.5 anos, tratados com ERM e disjuntor tipo Haas. Utilizando radiografias cefalométricas em norma frontal e lateral verificaram os efeitos esqueléticos e dentários nos 3 planos do espaço imediatamente após ERM. Os autores concluíram que houve um deslocamento anterior da maxila de apenas 0,35°, em média, bem como deslocamento inferior de 1,43mm na região da espinha nasal posterior e de 1,3mm na região da espinha nasal anterior, sem inclinação significativa do plano palatal. Os autores constataram alteração na posição mandibular decorrente da ERM, com aumento médio do plano mandibular de 1,72° em relação à base do crânio (SN.PM) e de 1,56° em relação ao plano palatal (PP.PM) e deslocamento posterior do ponto B, com redução de SNB de 0,5° em média. Resultados similares foram encontrados por Ramoglu e Sari.¹⁹ ao avaliarem a expansão maxilar na dentição decídua em 35 caucasianos, comparando os métodos de expansão rápida e lenta, com dispositivo colado. Segundo os autores, ocorreu giro no sentido horário mandibular de, em média, 1,6° (SN.PM) e de 1,7° (PP.PM), com aumento das dimensões do terço inferior da face de 1,3mm imediatamente após ERM. Da mesma forma, na Meta-análise elaborada por Lagravère et al.²⁸, foram avaliados os efeitos imediatos transversal, anteroposterior e vertical, tanto dentários quanto esqueléticos, decorrentes da ERM. A única diferença estatisticamente significativa encontrada, no sentido vertical, foi o aumento do plano mandibular em relação à base do crânio de 1,97° em média (SN.PM) e de 1,65° em relação ao plano palatal (PM.PP)- Quadro 1.

Diante destes achados, alguns autores consideraram importante associar a ERM ao uso de aparelhos auxiliares no controle das dimensões verticais da face, principalmente em pacientes com padrão vertical de crescimento.³³⁻³⁵ Majourau e Nanda³⁵ consideraram o uso da mentoneira com puxada alta o mais indicado para associar à terapia da ERM, por estabelecer um sistema de forças adequado. Da mesma maneira, Basciftci e Karaman³³ avaliaram e compararam os efeitos sagitais, transversais e verticais da ERM com e sem o uso da mentoneira puxada vertical em radiografias cefalométricas lateral e frontal, imediatamente após ERM e pós-contenção. Os resultados mostraram que no grupo da ERM sem associação da

mentoneira ocorreu aumento significativo do ângulo SN.PM de 1,85° e do ângulo PP.PM de 1,21°, em média, com aumento da altura facial inferior médio de 2,6mm, bem como, deslocamento posterior mandibular (Quadro 1). A causa provável da alteração da posição mandibular seria a extrusão e inclinação do primeiro molar superior e movimento inferior da região posterior da maxila para baixo. Sendo assim, os autores concluíram que o uso da mentoneira puxada vertical durante e imediatamente após a ERM seria suficiente para prevenir os efeitos indesejados e manter o controle da dimensão vertical. Em discordância aos estudos anteriores, Chang et al.¹¹ relatam que a ERM pode ser indicada para pacientes portadores de maloclusão Classe I e Classe II, já que este tipo de terapia não provoca efeitos significativos nas dimensões verticais e anteroposterior da face a longo prazo. Outros autores, por concordarem que os efeitos imediatos da ERM na posição mandibular apresentam caráter temporário, não contra-indicaram este tipo de terapia para pacientes com padrão vertical de crescimento ou perfil convexo.^{29,36}

Considerando os estudos a longo prazo, os efeitos esqueléticos da ERM na posição mandibular apresentaria um caráter temporário.^{4,11,20,22,29,36} No estudo de Velázquez et al.³⁶ foram avaliados 30 pacientes, sendo 50% da amostra composta por dolicofaciais, submetidos a ERM com o aparelho tipo Haas modificado e posterior tratamento com aparelho fixo. Concluído o tratamento ortodôntico, 3 anos após realizada a ERM, radiografias em norma lateral foram adquiridas e avaliadas. Não foi verificada alteração vertical do plano mandibular, nem deslocamento posterior do ponto B no período avaliado. No ano seguinte, Chang et al.¹¹ avaliaram os efeitos à longo prazo na mordida aberta, após ERM, com aparelho tipo Haas. A amostra, composta por 25 indivíduos, teve seus dados coletados com auxílio de radiografias em norma lateral, bem como modelos de estudo, avaliados nas fases pré-tratamento, 60 dias após ERM, 5 anos ou mais pós-tratamento corretivo. Os autores não verificaram aumento na altura facial inferior, ou abertura do plano mandibular no período avaliado¹¹.

Na revisão sistemática de Lagravère et al.²⁰ foram avaliadas as alterações esqueléticas decorrentes da ERM a longo prazo, com no mínimo um ano após realizada a ERM, com os aparelhos de Haas e Hyrax. Segundo o resultado do estudo, não foi possível verificar deslocamento sagital ou vertical significativo no complexo maxilo-mandibular decorrente da ERM. Resultados semelhantes foram

encontrados por Garib et al.²⁹ que avaliaram os efeitos da ERM a longo prazo em 25 pacientes submetidos a expansão maxilar. Tal avaliação ocorreu 3 anos após finalizado o tratamento ortodôntico, incluindo a fase de tratamento corretivo com aparelho fixo, logo após a ERM. Os autores consideraram que os efeitos imediatos da ERM não são significativos a longo prazo.²⁰

EFEITOS DENTÁRIOS

Na pesquisa experimental com suínos, bem como no estudo clínico em humanos publicado, em 1961, por Haas⁴, a distância transversal intermolares inferiores foi avaliada em modelos de gesso. O autor verificou a verticalização dos dentes posteriores inferiores, tanto no estudo experimental em animais, como no estudo em humanos. Todos os 10 pacientes avaliados apresentaram algum aumento da distância intermolares, variando de 0,5mm a 2,0mm. As mensurações nos modelos de estudo foram realizadas antes e após o tratamento com ERM, com uma grande variabilidade de tempo de avaliação entre os indivíduos.

Wertz e Dreskin²³ verificaram, em radiografias cefalométricas frontais, um aumento médio da distância intermolares no arco mandibular de 0,5mm, imediatamente após abertura da sutura palatina, que se manteve no período pós-contenção, com conseqüente redução desta distância após finalizado o tratamento ortodôntico. Os autores atribuíram a redução da distância intermolares à influência do tratamento com aparelho fixo.

Baccetti et al.³⁷ avaliaram 42 pacientes submetidos à ERM com aparelho de Haas nos tempos: T1-inicial, T2-imediatamente após ERM e T3- após tratamento ortodôntico. Os valores médios encontrados para a distância intemolares foram de 2.3 mm, pós período de tratamento ortodôntico, com intervalo mínimo de 5 anos, que incluiu uso de aparelho fixo. Os pesquisadores utilizaram radiografias cefalométricas em norma frontal para avaliação dos efeitos dentários da ERM na mandíbula.

Achados semelhantes foram obtidos por Lima et al.³⁸ que avaliaram os efeitos mandibulares, em modelos de estudo, de 30 pacientes submetidos a ERM com o aparelho de Haas, sendo o próprio disjuntor usado como contenção por aproximadamente 5 meses, sem instalação de qualquer outro tipo de aparelho durante o período avaliado. Estes autores verificaram um aumento da distância

intermolares de 0,97mm, no período pós-contenção, correspondendo a 1/6 do total do aumento da distância entre os molares maxilares, que foi de 5,6mm, em média (Quadro 1).

Uma das possíveis causas da inclinação para vestibular da coroa dos molares mandibulares seria a mudança de equilíbrio entre a musculatura perioral e a língua, com maior influência do último, já que ocorreria uma diminuição da pressão da musculatura perioral em decorrência da expansão maxilar.^{4,33,39} Haas⁴ relata ainda como outra possível causa a espessura do acrílico do aparelho usado como contenção, que poderia provocar o abaixamento da língua com conseqüente pressão capaz de verticalizar os molares. Segundo Haas³⁹, o aumento permanente da base óssea maxilar, evidenciado cientificamente por inúmeros estudos, possível de alcançar com a Expansão Rápida Maxilar, promove um aumento espontâneo significativo e permanente na largura do arco mandibular.

CONSIDERAÇÕES FINAIS:

A Expansão Rápida da Maxila (ERM) promove efeitos imediatos na posição mandibular, com deslocamento para trás e para baixo da mandíbula, com conseqüente aumento das dimensões do terço inferior da face e tendência de abertura da mordida anterior. No entanto, estes efeitos apresentam caráter temporário, pois a mandíbula tende a retornar à posição original. Sendo assim, inúmeros autores relatam que a ERM não acarretaria prejuízos a longo prazo, podendo ser indicada para pacientes com padrão vertical de crescimento.

Os efeitos transversais da ERM na maxila parecem interferir na resposta espontânea do arco mandibular, promovendo aumento da distância intermolares a longo prazo.

REFERÊNCIAS:

1. Capelloza LF, Silva Filho OG. Rapid maxillary expansion: a general approach and clinical applications. Part I. R Dental Press Ortodon e Ortop Facial 1997;2:88-102.
2. Zimring JF, Issacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. The Angle Orthodontist 1965;35:178-186.
3. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult tooth. Dental Cosmos 1860:540-544, 599-601.
4. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. The Angle Orthodontist 1961;31:73-90.
5. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. Am J Orthod 1970;57:219-255.
6. Haas AJ. The treatment fo maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. The Angle Orthodontist 1965;35:200-217.
7. Biederman W. A hygenic appliance of rapid expansion. J Clinical Orthodontics 1968;2:67-70.
8. Silva Filho OG, Villas Boas C, Capellozza LOF. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1991;100:171-179.
9. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1997;111:321-327.
10. Asanza S. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. Angle Orthod 1997;67:15-22.
11. Chang JY, McNamara Jr JA, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1997;112:330-337.
12. Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1999;116:31-40.
13. Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr JA. Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2002;121:129-135.
14. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion: Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: A Computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. The Angle Orthodontist 2005;75:548-557.
15. Scanavini MA, Reis SAB, Simões MM, Gonçalves RAR. Comparative evaluation of maxillary effects of rapid maxillary expansion with Haas and Hyrax appliances. R Dental Press Ortodon e Ortop Facial 2006;11:60-71.

16. Lima Filho RMA, Bolognese AM. *Ortodontia: Arte e Ciência*. Maringá: Dental Press 2007.
17. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid Maxillary Expansion. Is it Better in the Mixed or in the Permanent Dentition? *The Angle Orthodontist* 2003;73:654-661.
18. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:569-575.
19. Ramoglu SI, Sari Z. Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid? *The European Journal of Orthodontics* 2010;32:11-18.
20. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term Skeletal Changes with Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2005;75:1046-1052.
21. Marshall SD, Southard KA, Southard TE. Early Transverse Treatment. *Seminars in Orthodontics* 2005;11:130-139.
22. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970;58:41-66.
23. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Midpalatal suture opening: a normative study*. 1977;71.
24. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod* 1980;50:189-217.
25. Chaconas SJ, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontics appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1982;82:492-501.
26. Biederman W, Chen B. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod* 1973;63:47-55.
27. Bishara SE, Stanley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:3-14.
28. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *JADA* 2006;137:44-53.
29. Garib DG, Henriques JFC, Carvalho PEG, Gomes SC. Longitudinal Effects of Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2007;77:442-448.
30. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008;134:8.e1-8.e11.
31. Weissheimer A, de Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, de Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011;140:366-376.

32. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem T. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *European Journal of Orthodontics* 1999;21:175-175.
33. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a Modified Acrylic Bonded Rapid Maxillary Expansion Appliance and Vertical Chin Cap on Dentofacial Structures. *The Angle Orthodontist* 2002;72:61-71.
34. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults. *The Angle Orthodontist* 1987;7:245-263.
35. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1994;106:322-328.
36. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1996;109:361-367.
37. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2001;71:343-350.
38. Lima AC, Lima AL, Filho RMAL, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: A long-term study on Class I malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:576-582.
39. Haas AJ. Entrevista. *R Dental Press Ortodon e Ortop Facial* 2001;6:1-10.

5.2 ARTIGO 2

Efeitos imediatos da ERM sobre a mandíbula com os aparelhos tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada de face

Introdução:

A Expansão Rápida da Maxila (ERM) é um método terapêutico amplamente difundido e aceito na literatura.¹⁻⁹ Essa técnica foi relatada pela primeira vez, em 1860, por Angell¹⁰ e desde então diferentes métodos e aparelhos tem sido introduzidos na literatura. Os disjuntores de Haas e Hyrax são exemplos de aparelhos amplamente usados na ERM.

Os efeitos da ERM não se limitam a região da maxila, provocando efeitos também na mandíbula, podendo gerar mudanças no perfil facial. No estudo de Haas¹ foi relatado o deslocamento mandibular para trás e para baixo com conseqüente aumento da altura facial inferior e abertura da mordida anterior. Identificada estas possíveis alterações, a preocupação com os efeitos que a ERM poderia provocar na oclusão, na convexidade da face e no padrão facial tornou-se fonte de inspiração para inúmeros pesquisadores.^{1,4,6,7,9,11-13}

Haas¹ observou que a mudança na postura mandibular ocorria imediatamente após a ERM, porém com tendência de retorno a posição original na fase de contenção. Outros autores como Silva Filho et al,⁶, Reed et al.¹² Basciftci and Karaman⁷ Romuglu e Sari.¹³ também identificaram as alterações na postura mandibular, com rotação horária, como um efeito imediato da ERM. Diante destes achados, alguns autores realizaram estudos associando a ERM com o uso de aparelhos auxiliares para o controle das dimensões verticais da face.^{7,14} Em contrapartida, na Meta-análise de Lagravère et al.⁸ sobre o tema indicou que a ERM não provocaria mudanças clinicamente significativas no sentido ântero-posterior e vertical, na mandíbula, imediatamente após a ERM, apesar de identificada alteração estatisticamente significativa no plano mandibular.

O advento da tomografia computadorizada *cone beam* (TCCB) possibilitou o surgimento de um novo método de diagnóstico por imagem que, em comparação a uma radiografia convencional, apresenta potencial de prover informações complementares muito superiores. Com o exame de TCCB é possível atingir maior

acurácia das mensurações em comparação as radiografias convencionais.¹⁵ Sendo assim, presente estudo tem por objetivo verificar as alterações imediatas na postura mandibular, no sentido sagital e vertical, decorrentes da ERM com os aparelhos tipo Haas e Hyrax em tomografia computadorizada *cone beam*.

Material e Método:

Inicialmente este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, Brazil, protocolado sob o número 11/05456.

Com objetivo de estimar o tamanho da amostra, foi realizado o cálculo amostral. Verificou-se que para atingir um poder estatístico de 90% ($\beta = 0,10$), nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$) e com finalidade de detectar diferenças nas medidas tomográficas *cone beam*, com magnitude $\geq 1,25$ unidades de desvio padrão ($E/S \geq 1,25$) o tamanho da amostra deveria ser de 28 pacientes, 14 por grupo.

A amostra foi composta por 33 pacientes leocodermas (11 do gênero masculino e 22 do gênero feminino) com idade cronológica média de 10.7 anos (entre 7.2 e 14.5 anos) e idade esquelética média de 10.9 anos (entre 6,8 e 15 anos). Os pacientes foram examinados e triados no Departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS. Os critérios de inclusão foram: 1) deficiência transversal da maxila; 2) presença de dentição mista ou permanente jovem; 3) sem necessidade cirúrgica ou outro tratamento ortodôntico que pudesse afetar os efeitos da ERM durante a expansão e 4) apresentar os exames (TCCB) antes (T1) e imediatamente após a ERM (T2). Os critérios de exclusão foram: 1) pacientes com má formação congênita, 2) doença periodontal, 3) ausência de primeiros molares superiores permanentes e 4) com idade acima de 15 anos e inferior a 7 anos. Concordando em participar da amostra, os responsáveis pelos participantes receberam um termo de consentimento informado esclarecendo sobre a pesquisa. Os 33 pacientes foram divididos aleatoriamente em dois grupos, conforme o tipo de aparelho expensor utilizado.

O Grupo Haas foi composto de 18 pacientes e o disjuntor utilizado foi o tipo Haas (Quadro 1), conforme preconizado pelo autor de mesmo nome¹, que consistiu

em 4 anéis (nos primeiros molares superiores permanentes e primeiros pré-molares superiores permanente ou primeiros molares decíduos), além do corpo de acrílico característico deste tipo de aparelho (Figura 1 A). O Grupo Hyrax foi composto de 15 pacientes e o disjuntor empregado foi do tipo Hyrax (Quadro 1) que consistiu também em 4 anéis (nos mesmos dentes citados para o Grupo Haas), conforme descrito por Biederman (1968) -Figura 1 B.

Quadro 1: Caracterização da amostra quanto a idade cronológica, esquelética e gênero.

	Número de pacientes	Idade cronológica (média)	Idade esquelética (média)	Gênero masculino	Gênero feminino
Grupo Haas	18	10 anos e 6 meses	10 anos e 11 meses	5	13
Grupo Hyrax	15	11 anos	10 anos e 11 meses	6	9
Total	33	10 anos e 9 meses	10 anos e 11 meses	11	22

O protocolo de ativação foi padronizado para os dois grupos. Inicialmente foi realizada uma volta completa no parafuso expensor (0,8 mm) com intervalos de 5 minutos entre cada ativação, momento em que os pais foram orientados como proceder às ativações do disjuntor. A partir do segundo dia, foi preconizado 2/4 de ativação do parafuso expensor por dia (0,4mm), com um intervalo médio de 12h entre as ativações, até o parafuso atingir 8.0mm de ativação, totalizando 19 dias de expansão.

Os exames de tomografia computadorizada *cone beam* foram obtidos em dois momentos: fase pré-tratamento (T1) e imediatamente após a fase ativa da ERM (T2), após dezenove dias de ativações dos disjuntores e um total de 8mm de expansão do parafuso. O tomógrafo utilizado para obtenção das imagens foi o i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA) com regulagem de 8 miliamperes (mA), 120 quilovolts (kV), tempo de exposição de 40 segundos, protocolo *FULL*, com resolução do *voxel* de 0,3 mm. As imagens foram exportadas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) e acessadas

para realização da medida lineares e angulares com auxílio do *software EFILM versão 2.1.2 (Merge Healthcare, Milwaukee, Wis, versão 2.1.2)*.

Para possibilitar a comparação entre T1 e T2 foi realizada a padronização dos cortes axiais, coronais e sagitais conforme as referências descritas a seguir. Nos cortes axiais, foi selecionada a imagem na qual o forame incisivo maxilar e a porção mediana do contorno anterior do forame magno eram visualizados. Utilizando a ferramenta *MultiPlanar Reformation*, a linha *MultiPlanar Reformation (MPR1)* foi posicionada passando pelo centro geométrico do forame incisivo e a porção mediana do contorno anterior do forame magno para localizar o plano médio sagital, gerando imagens sagitais padronizadas. Nestas imagens sagitais, pontos de referências foram definidos e as medidas lineares e angulares realizadas (Tabela 1, Figuras 2).

A avaliação dos efeitos nos molares mandibulares foi realizada em cortes axiais e coronais. Nos cortes axiais, foi selecionada a imagem em que era possível visualizar os canais radiculares na região mais apical das raízes dos primeiros molares permanentes mandibulares (Figura 3). Então, a linha (MPR1) foi posicionada passando no ponto médio entre os canais radiculares dos primeiros molares permanentes mandibulares no lado direito e esquerdo. De acordo com essas referências, cortes coronais padronizados foram produzidos e medidas angulares e lineares realizadas (Tabela 1, Figura 3).

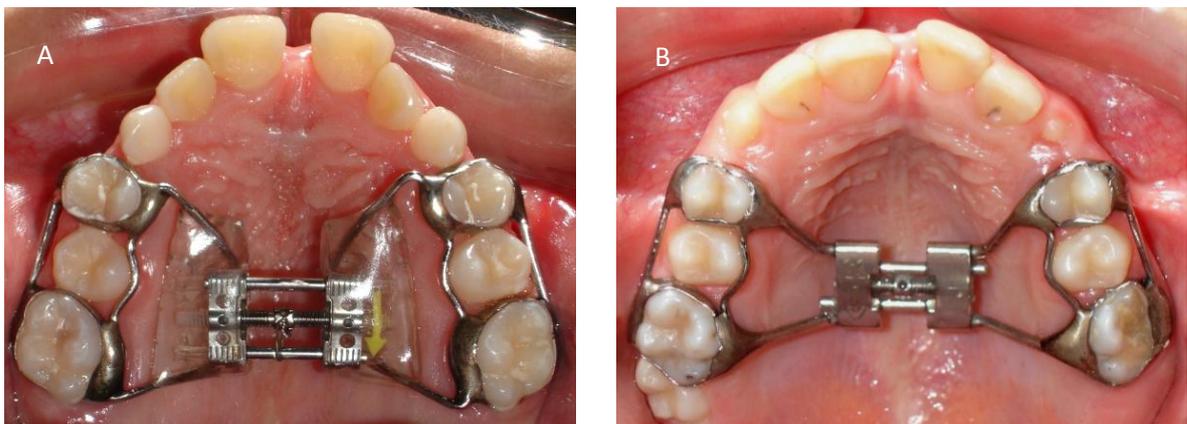


Figura 1-Expansor tipo Haas (A) e expansor tipo Hyrax (B)

Tabela 2- Medidas mandibulares esqueléticas e dentárias utilizadas de referência.

Medidas Mandibulares	
<i>Esqueléticas Verticais</i>	
SN.PM (°)	Ângulo formado pelos planos SN (base do crânio) e PM (Gôniaco (GO)- mento (ME)-plano mandibular)
PM.PP (°)	Ângulo formado pelos planos PM e PP (espinha nasal posterior (ENP)- espinha nasal anterior (ENA)- plano palatal)
PM.PO (°)	Ângulo formado pelos planos PM e PO (entrecruzamento entre os molars e incisivos em oclusão- plano oclusal)
ENA-ME (mm)	Distância linear entre ENA (espinha nasal anterior) e ME (mento)
<i>Esqueléticas Sagitais</i>	
SNB (°)	Ângulo formado pelos planos SN e ponto B.
SND (°)	Ângulo formado pelos planos SN e ponto D (centro geométrico da sínfise)
SNP-B (mm)	Distância perpendicular do ponto B e uma linha perpendicular a SN, passando em S
<i>Dentárias Sagitais e Verticais</i>	
PM-MI (mm)	Distância perpendicular de PM ao ponto MI (ponta de cúspide mesio-palatina do molar inferior)
IMPA (°)	Ângulo formado pelo PM e longo eixo do incisivo inferior (da borda incisal ao ápice radicular)
SNP-II (mm)	Distância perpendicular do ponto II (borda incisal do incisivo inferior) e uma linha perpendicular a SN, passando em S
<i>Dentárias Transversais</i>	
ML46-36(mm)	Distância linear entre ponta da cúspide palatina do primeiro molar inferior direito (46) e esquerdo (36)
MA46.36(mm)	Ângulo formado entre o longo eixo do primeiro molar inferior direito (46) e o longo eixo do primeiro molar inferior esquerdo (36)
M46.BM (mm)	Ângulo formado entre o longo eixo do primeiro molar inferior direito (46) e o plano BM (base da mandíbula)
M36.BM (mm)	Ângulo formado entre o longo eixo do primeiro molar inferior esquerdo (36) e o plano BM (base da mandíbula)

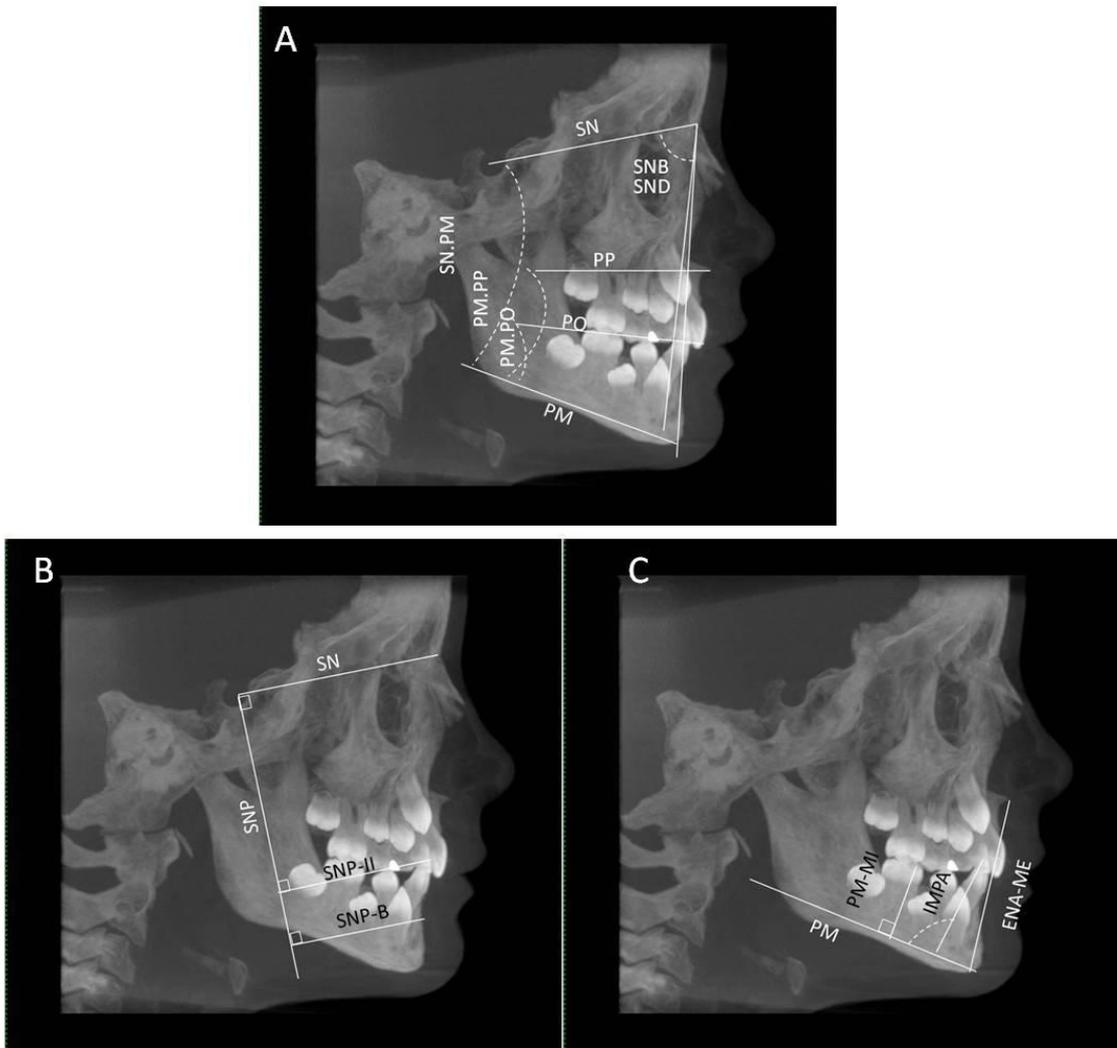


Figura 2 – Reconstrução multiplanar volumétrica no plano sagital, assinalando as medidas mandibulares esqueléticas sagitais e verticais avaliadas (A), medidas dentárias e esqueléticas sagitais (B), medidas dentárias e esqueléticas verticais (C)

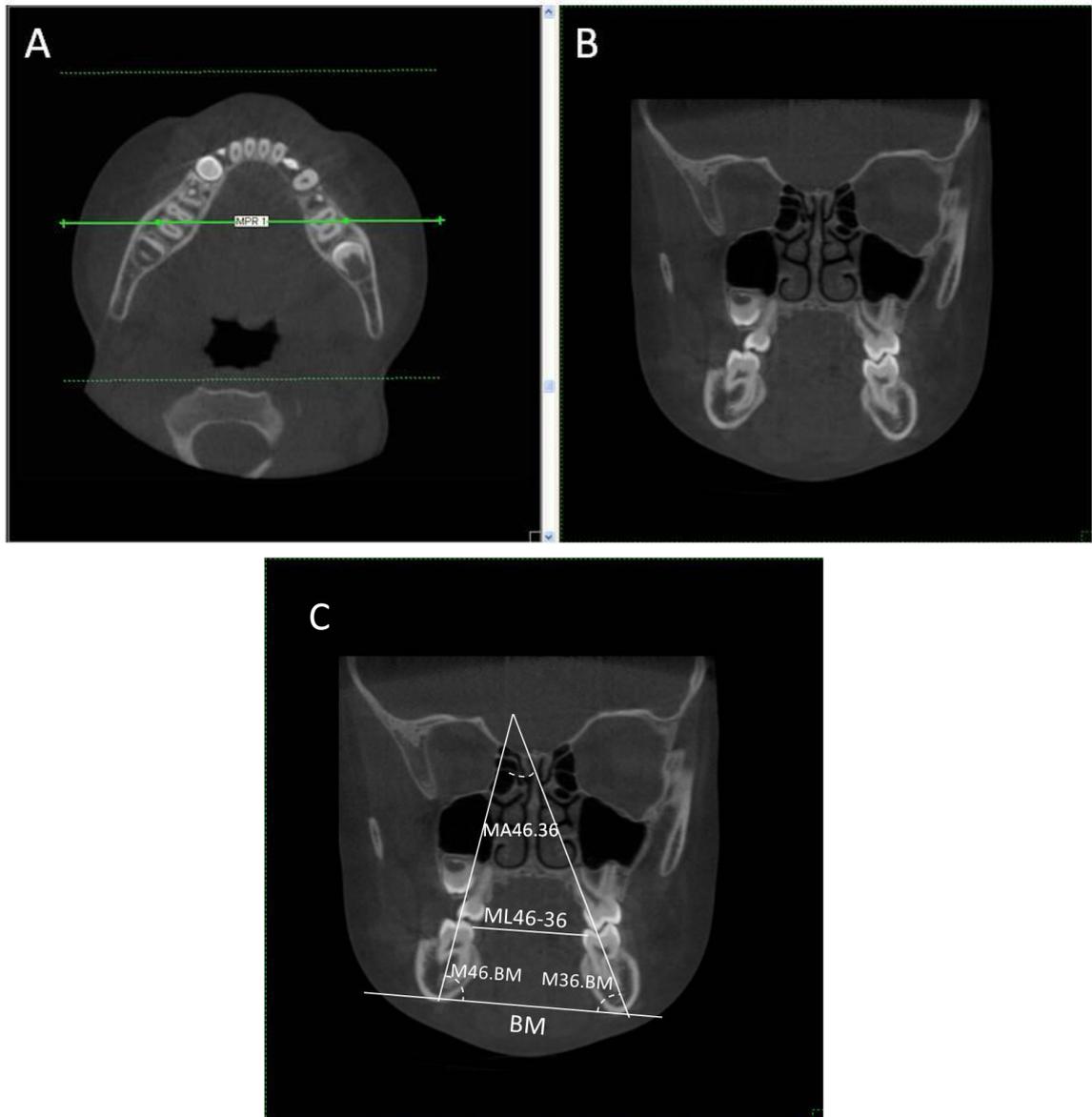


Figura 3 – Corte axial inicial com a linha (MPR1) passando entre as raízes mesial e distal dos primeiros molares inferiores lado esquerdo e direito (A). Reconstrução multiplanar ao longo dessa linha resultou em uma imagem no plano coronal (B), Reconstrução multiplanar no plano coronal, assinalando as medidas dentárias mandibulares avaliadas no sentido transversal (C). Fonte: Reale 2012

Análise Estatística:

Primeiramente foi realizado o erro intraexaminador que foi determinado pelo coeficiente de correlação intraclassa (ICC). Foram selecionados aleatoriamente 10 pacientes de ambos grupos, sendo as medidas realizadas em dois tempos diferentes, com intervalo de 7 dias (Tabela 2). A análise de concordância mostrou alto nível de reprodutibilidade para este método de avaliação das medidas maxilares e mandibulares. Sendo que, das 14 medidas realizadas, todas apresentaram índice de correlação intraclassa muito forte (Tabela 2). Após realizadas as medidas, os dados foram processados no programa SPSS e SigmaPlot através da análise de variância de modelo misto com medidas repetidas. Para cada variável, médias e erro padrão foram calculados e os dados nos tempos T1 e T2 comparados. A comparação dos grupos foi realizada como modelo misto (observações em conglomerados) de medidas repetidas tomando como fatores o tempo, o grupo e um termo de interação tempo*grupo com o intuito de verificar se os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax se comportarão de maneira diferente durante a ERM. Para diferença significativa será considerado o nível de significância de 5%.

Tabela 2- Índice de Correlação Intraclassa (ICC) das medidas utilizadas na metodologia para avaliação dos efeitos mandibulares da ERM.

Variáveis	ICC
SN.PM (°)	0,968
PM.PP (°)	0,939
PM.PO (°)	0,969
ENA-ME (mm)	0,977
SNB (°)	0,980
SND (°)	0,967
SNP-B (mm)	0,958
IMPA (°)	0,973
SNP-II (mm)	0,977
PMP-MI (mm)	0,961
ML46-36 (mm)	0,978
MA46.36 (mm)	0,978
M46.BM (mm)	0,958
M36.BM (mm)	0,986

Resultados:

Os efeitos imediatos da ERM no sentido vertical e sagital na mandíbula estão descritos na Tabela 3 e 4. Os resultados obtidos demonstraram que ocorreu um deslocamento inferior e posterior da mandíbula imediatamente após a ERM. O deslocamento inferior foi verificado pelo aumento significativo dos valores das variáveis SN.PM, PM.PP, PM.PO e ENA-ME tanto para o Grupo Haas quanto para o Grupo Hyrax (Tabela 3). A variável ENA-ME apresentou valores significativamente superiores para o Grupo Hyrax. O deslocamento posterior da mandíbula foi verificado pela redução significativa dos valores das variáveis SNB, SND, SNP-B imediatamente após a ERM (Tabela 3).

Em relação às alterações dentárias mandibulares, não houve mudança significativa, no sentido transversal, na posição dos primeiros molares permanentes inferiores imediatamente após a ERM. No entanto, foi verificada alteração no sentido vertical. A medida PM-MI apresentou aumento estatisticamente significativo de 0,5mm no período avaliado. Não foi verificada alteração nos incisivos inferiores como mostram as variáveis IMPA e SNP-II (Tabela 4).

Os efeitos imediatos da ERM na mandíbula, tanto esqueléticos, quanto dentários, com os dois tipos de disjuntores foram similares. Ocorreu diferença estatística significativa entre os grupos apenas para a altura inferior da face (ENA-ME), apresentando valores superiores para o Grupo Hyrax.

Tabela 3 – Comparação das medidas esqueléticas verticais e sagitais selecionadas entre os dois tipos de disjuntores. Os dados são apresentados como média±erro-padrão; n=33.

Medida	Disjuntor		P[tempo]	P[grupo]	P[tempo*grupo]
	HAAS	HYRAX			
SN.PM					
T1	36,5±1,0	37,1±1,0	≤0,001*	0,918	0,224
T2	38,2±1,0	37,9±1,0			
PM.PP					
T1	29,6±1,0	30,6±1,1	≤0,001*	0,770	0,173
T2	32,0±1,0	31,5±1,1			
PM.PO					
T1	17,0±0,8	17,8±0,9	≤0,001*	0,666	0,653
T2	18,6±0,8	19,2±0,9			
ENA-ME					
T1	60,0±0,9	61,8±0,9	≤0,001*	0,050*	0,697
T2	60,0±0,9	64,0±0,9			
SNB					
T1	78,6±0,7	78,3±0,8	0,015*	0,630	0,410
T2	78,1±0,7	77,2±0,8			
SND					
T1	75,9±0,7	74,9±0,8	0,009*	0,310	0,465
T2	75,2±0,7	73,9±0,8			
SNP-B					
T1	44,7±1,2	44,7±1,2	≤0,001*	0,886	0,864
T2	43,3±1,2	42,8±1,2			

Os dados são apresentados como media ± erro padrão

*Significativo estatisticamente ($p \leq 0,05$)

Tabela 4 – Comparação das medidas dentárias mandibulares selecionadas entre dois tipos de disjuntores. Os dados são apresentados como média±erro-padrão; n=33.

Medida	Disjunto		P[tempo]	P[grupo]	P[tempo*grupo]
	HAAS	HYRAX			
PM-MI					
T1	24,8±0,5	25,4±0,5	0,008*	0,128	0,293
T2	25,2±0,5	26,2±0,5			
SNP-II					
T1	52,9±1,1	53,6±1,1	0,031*	0,522	0,926
T2	52,0±1,1	52,8±1,1			
IMPA					
T1	90,7±1,5	92,1±1,6	0,703	0,499	0,811
T2	90,5±1,5	91,3±1,6			
ML46-36					
T1	35,5±0,6	33,6±0,6	0,003*	0,043*	0,276
T2	35,5±0,6	34,1±0,6			
MA46-36 ⁽⁵⁾					
T1	35,5±0,6	33,6±0,6	≤0,001*	0,148	0,270
T2	35,5±0,6	34,1±0,6			
M46.BM					
T1	77,8±1,3	72,7±1,4	≤0,001*	0,008*	0,411
T2	77,2±1,3	73,4±1,4			
M36.BM					
T1	71,5±1,4	70,4±1,5	0,040*	0,843	0,221
T2	72,3±1,4	71,3±1,5			

Os dados são apresentados como media ± erro padrão

*Significativo estatisticamente ($p \leq 0,05$)

DISCUSSÃO

Os efeitos maxilares no sentido transversal decorrentes da ERM da presente amostra já foram abordados anteriormente,^{16,17} bem como, no sentido sagital e vertical.¹⁸ Sendo assim, com objetivo de complementar estes achados e compreender os efeitos da ERM de maneira mais ampla, o presente estudo buscou analisar o comportamento mandibular, no sentido sagital, vertical e transversal em TCCB.

Segundo o estudo de Weissheimer et al.¹⁶, Utilizando o exame de TCCB para avaliação, ocorreu aumento significativo de todas as dimensões transversais maxilares avaliadas. O diijuntor de Hyrax produziu maiores efeitos ortopédicos que o disjuntor de Haas imediatamente após a ERM. Ocorreu também inclinação vestibular dos dentes de ancoragem de 7,53° para o molar direito e de 6,17° para o esquerdo, em média, sem diferenças significativas entre os aparelhos de Haas e Hyrax. Já no estudo de Reale¹⁸ constatou-se o deslocamento inferior da maxila, sem inclinação significativa do plano palatal, bem como ocorreu extrusão do molar superior de 0,4mm em relação ao plano palatal e de 1,2mm em relação a base do crânio, sem diferenças entre ao aparelhos de Haas e Hyrax.

A mudança na posição mandibular verificada por Haas¹⁻³ ocorria imediatamente após a ERM. Outros autores^{4,6,7,11-13,19-21} também identificaram aumento do plano mandibular, aumento da altura do terço inferior da face e abertura da mordida como efeitos imediatos da ERM. Akkaya et al.²⁰ verificaram, em radiografias cefalométricas em norma lateral, um aumento do plano mandibular de 1,93° após a fase ativa do tratamento com aparelho Hyrax modificado, com acrílico na oclusal. Já Chung e Font.²¹ encontraram um aumento médio de 1,72°, no plano mandibular, utilizando o aparelho de Haas. Na Meta-análise elaborada por Lagravère et al.⁸ foram avaliados os efeitos imediatos transversal, sagital e vertical, tanto dentários quanto esqueléticos, decorrentes da ERM. A única diferença estatisticamente significativa encontrada foi no sentido vertical, com aumento do plano mandibular em relação à base do crânio de 1,97° em média (SN.PM) e de 1,65° em relação ao plano palatal (PM.PP). Segundo os autores, estes achados não tiveram relevância clínica, concluindo que os efeitos imediatos mais expressivos da

ERM estariam no plano transversal maxilar. Cabe ressaltar que esta Meta-análise⁸ incluiu vários tipos de aparelhos como Haas, Hyrax, Hyrax modificado, expansor maxilar colado. Em concordância a literatura consultada, o presente estudo identificou alteração da posição mandibular imediatamente após ERM, com aumento médio do plano mandibular em relação à base do crânio de 1,26° (SN.PM), e de 1,62° em relação ao plano palatal (PM.PP), em TCCB.

Considerando os efeitos sagitais mandibulares, o deslocamento da mandíbula para trás seria evidenciado pela alteração posterior do ponto B, com redução do ângulo SNB de 0,8°, em média, imediatamente após a ERM, considerada estatisticamente significativa. Também foi verificada redução da distância SNP-B significativa de 1,7mm em média no mesmo período (Figura 2, Tabela 3). Em concordância com os achados deste estudo, outros autores^{7,8}, que também verificaram redução de SNB de 0,62° a 0,74° e de SNP-B de 1,1mm. O Grupo Haas e o Grupo Hyrax não apresentaram diferenças significativas em relação ao deslocamento posterior mandibular no período avaliado.

Inúmeros autores relataram que as alterações na posição mandibular apresentam um caráter temporário, com retorno dos valores próximos aos iniciais, tanto no sentido vertical, quanto no sentido sagital.^{1,4,6,7,11,19,20} Estudos a longo prazo confirmam o caráter temporário do deslocamento mandibular, já que não é verificada diferença estatística entre a fase inicial e de contenção.²²⁻²⁴ Velázquez et al.²⁵ acreditam que as alterações esqueléticas classicamente descritas como resultantes da ERM, como mordida aberta anterior e rotação posterior da mandíbula são compensadas, mais que pelo tratamento ortodôntico, pelo crescimento normal do indivíduo.

Os dois grupos avaliados neste estudo, Haas e Hyrax, apresentaram comportamento semelhante ao longo do tempo avaliado, não sendo possível estabelecer diferenças significativas entre os aparelhos de Haas e Hyrax em relação às alterações na posição mandibular decorrentes da ERM. A única alteração esquelética estatisticamente significativa encontrada foi para a medida ENA-ME, com aumento médio de 2,1mm, que corresponde à altura inferior da face, onde o Grupo Hyrax apresentou valor médio superior de 2,0mm em relação ao Grupo Haas. A possível explicação para esta diferença poderia estar no maior efeito ortopédico,

imediatamente após ERM, do disjuntor tipo Hyrax quando comparado ao disjuntor tipo Haas¹⁶. Efeito este que poderia provocar um deslocamento maxilar para baixo mais expressivo no Grupo Hyrax, com conseqüente maior aumento da altura do 1/3 inferior da face (ENA-ME). Asanza et al.²⁶ avaliaram os efeitos sagitais e verticais da ERM com disjuntor tipo Hyrax, em radiografias cefalométricas, e verificaram aumento médio da altura facial inferior (ENA-ME) de 2,1mm, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Em relação às alterações dentárias mandibulares, na presente pesquisa, os molares inferiores foram avaliados no sentido vertical e transversal, utilizando os recursos disponíveis em exames TCCB. No sentido transversal, não foram verificadas alterações significativas nos primeiros molares inferiores imediatamente após ERM, em ambos os grupos. Diferentemente, Wertz e Dreskin¹¹ verificaram um aumento médio da distância intermolares no arco mandibular de 0,5mm, após completada a abertura da sutura palatina, com aparelho dento-muco-suportado. Inúmeros autores relataram verticalização dos molares mandibulares como efeito da ERM, no entanto, esta alteração é verificada à longo prazo.^{1,7,8,19,27} Um fator importante que deve ser considerado, é o fato de muitos estudos a longo prazo associarem outros tipos de aparelhos, após a ERM, como por exemplo, aparelhos fixos que poderiam interferir nos resultados da avaliação do arco mandibular. No estudo de Lima et al.²⁸ os efeitos mandibulares foram avaliados em modelos de estudo, de 30 pacientes submetidos a ERM com o aparelho de Haas, sendo o próprio disjuntor usado como contenção por aproximadamente 5 meses, sem instalação de qualquer outro tipo de aparelho durante o período avaliado. Estes autores verificaram um aumento da distância intermolares de 0,97mm, no período pós-contenção, correspondendo a 1/6 do total do aumento da distância entre os molares maxilares, que foi de 5,6mm, em média. No entanto, os autores não avaliaram os efeitos imediatos da ERM na distância intermolares.

A metodologia empregada para avaliação dos efeitos da ERM nos molares inferiores em TCCB foi desenvolvida para o presente estudo, já que não foram encontrados estudos com metodologia similar, nem mesmo em radiografias cefalométricas em norma frontal. A necessidade de estudos para avaliação dos efeitos da ERM nos molares inferiores se faz evidente.

Considerando a avaliação dentária vertical, constatou-se alteração significativa nos molares inferiores com aumento da distância linear entre a cúspide lingual do molar inferior e o plano mandibular (PM-MI). Ou seja, foi possível identificar certa extrusão do molar inferior, com valor médio de 0,6mm, imediatamente após a ERM. Não foi verificada diferença significativa entre os grupos avaliados e o valor encontrado parece ser de pouca relevância clínica. Não foram encontrados estudos que avaliaram os efeitos verticais imediatos, nos molares inferiores, decorrentes da ERM numa vista sagital em TCCB ou em radiografias cefalométricas em norma lateral.

Os incisivos mandibulares também foram avaliados no presente estudo, não sendo verificada alteração significativa, como mostram as variáveis IMPA e SNP-II (Figura 2, Tabela 4). Os dois grupos avaliados apresentaram comportamento semelhante, sem diferenças significativas. Concordando com estes achados Basciftci e Karaman⁷ e Ramuglu e Sari¹³ também verificaram estabilidade na posição dos incisivos inferiores após a terapia de ERM, apesar de terem utilizado aparelho expensor colado na maxila.

Portanto, considerando os efeitos esqueléticos e dentários da ERM sobre a mandíbula, a abertura da mordida, em consequência da rotação mandibular para trás e para baixo, poderia estar associado à extrusão dos molares superiores²⁹, ou ainda, ao deslocamento anterior e inferior da maxila, ou o movimento inferior dos segmentos maxilares devido a localização do centro de resistência da maxila^{4,14} O estudo de Reed et al.¹² constatou relação entre a mudança vertical do molar superior em relação a base do crânio e o aumento da altura do terço inferior da face. Provavelmente, a associação dos efeitos de inclinação vestibular dos dentes de ancoragem e o deslocamento inferior da maxila provoquem a alteração da postura mandibular e suas consequências, como a abertura da mordida anterior, aumento do terço inferior da face, aumento da convexidade facial. Estudos a longo prazo, utilizando a tecnologia TCCB, se fazem necessários, pois permitem uma releitura dos efeitos da ERM e o esclarecimento do caráter temporário das alterações imediatas decorrentes da expansão rápida da maxila.

CONCLUSÃO

A terapia da Expansão Rápida Maxilar provocou alteração significativa na posição mandibular imediatamente após a fase ativa, com aumento do plano mandibular, aumento do terço inferior da face e consequente abertura da mordida. Os disjuntores de Haas e Hyrax apresentaram, em geral, comportamento semelhante imediatamente após a ERM, com diferença apenas para a dimensão do terço inferior da face, com valores superiores para o Grupo Hyrax.

REFERÊNCIAS:

1. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture *The Angle Orthodontist* 1961;31:73-90.
2. Haas AJ. The treatment fo maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist* 1965;35:200-217.
3. Haas AJ. Palatal expansion: just yhe beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970;57:219-255.
4. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970;58:41-66.
5. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod* 1980;50:189-217.
6. Silva Filho OG, Villas Boas C, Capelozza LOF. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1991;100:171-179.
7. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a Modified Acrylic Bonded Rapid Maxillary Expansion Appliance and Vertical Chin Cap on Dentofacial Structures. *The Angle Orthodontist* 2002;72:61-71.
8. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *JADA* 2006;137:44-53.
9. Rossi Md, Rossi Ad, Abrão J. Skeletal alterations associated with the use of bonded rapid maxillary expansion appliance. *Brazilian Dental Journal* 2011;22:334-339.
10. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult tooth *Dental Cosmos* 1860:540-544, 599-601.
11. Wertz R, Dreskin, M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Midpalatal suture opening: a normative study.* 1977;71.
12. Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1999;116:31-40.
13. Ramoglu SI, Sari Z. Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid? *The European Journal of Orthodontics* 2010;32:11-18.
14. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1994;106:322-328.
15. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006;130:257-265.

16. Weissheimer A, de Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, de Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011;140:366-376.
17. Weissheimer A. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os dispositivos tipo Haas e Hyrax , em tomografia computadorizada cone beam. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul 2008.
18. Reale CS. Efeitos na posição mandibular decorrentes da expansão rápida da maxila, em tomografia computadorizada cone beam. Porto Alegre: Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul; 2012.
19. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;111:321-327.
20. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem T. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *European Journal of Orthodontics* 1999;21:175-175.
21. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:569-575.
22. Chang JY, McNamara Jr JA, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;112:330-337.
23. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term Skeletal Changes with Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2005;75:1046-1052.
24. Garib DG, Henriques JFC, Carvalho PEG, Gomes SC. Longitudinal Effects of Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2007;77:442-448.
25. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1996;109:361-367.
26. Asanza S. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthodontics* 1997;67:15-22.
27. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2001;71:343-350.
28. Lima AC, Lima AL, Filho RMAL, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: A long-term study on Class I malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:576-582.
29. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid Maxillary Expansion. Is it Better in the Mixed or in the Permanent Dentition? *The Angle Orthodontist* 2003;73:654-661.

5.3 ARTIGO 3

Efeitos esqueléticos e dentários na maxila e mandíbula decorrentes da ERM, em tomografia computadorizada Cone Beam

Introdução:

A Expansão Rápida da Maxila (ERM) é um método terapêutico difundido e aceito na literatura.¹⁻¹⁰ Essa técnica foi relatada pela primeira vez, em 1860, por Angell¹¹ e, desde então, diferentes métodos e aparelhos tem sido introduzidos na literatura. Os aparelhos de Haas e Hyrax são exemplos de disjuntores amplamente usados na ERM.

Os efeitos da ERM não se limitam à região maxilar, provocando efeitos também na mandíbula, podendo gerar mudanças no perfil facial. No estudo de Haas¹, imediatamente após a ERM, descreveu o deslocamento mandibular para trás e para baixo, com conseqüente aumento da altura facial inferior e abertura da mordida anterior. Identificadas estas possíveis alterações, a preocupação com os efeitos que a ERM poderia provocar na oclusão, na convexidade da face, no padrão facial tornou-se fonte de inspiração para inúmeros pesquisadores.^{2-8,10,12} A ERM provocaria alterações na posição mandibular? Quais seriam estas alterações? Seriam estes efeitos temporários? Estaria a ERM contra-indicada para determinados tipos faciais?

Na tentativa de esclarecer alguns desses questionamentos, Haas^{1,2} observou que a mudança na posição mandibular ocorria imediatamente após a ERM, porém com tendência de retorno a posição original na fase de contenção. Outros autores identificaram o aumento do plano mandibular, aumento da altura do terço inferior da face e abertura da mordida como efeitos imediatos da ERM.^{7-9,12-16} Diante destes achados, alguns autores realizaram estudos associando a ERM ao uso de aparelhos auxiliares para controle da dimensão vertical da face.^{8,17} Em contrapartida, a revisão sistemática de Lagravere et al.⁹ sobre o tema indicou que a ERM não provocaria mudanças significativas no sentido ântero-posterior nem vertical, tanto na posição da maxila quanto na mandíbula a longo prazo. Sendo

assim, estudos clínicos randomizados e de longo-prazo se fazem necessários para confirmação de tais achados.

O advento da Tomografia Computadorizada *Cone Beam* (TCCB), um método de diagnóstico por imagem que, em comparação a uma radiografia convencional, apresenta potencial de prover informações complementares superiores. Com objetivo de atingir maior acurácia possível dos dados coletados, o presente estudo tem por objetivo verificar quais as alterações maxilares e mandibulares, esqueléticas e dentárias, decorrentes da ERM em tomografia computadorizada *cone beam*.

Material e Método:

Inicialmente este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil, protocolado sob o número 11/05456. Com objetivo de estimar o tamanho da amostra, foi realizado o cálculo amostral. Verificou-se que para atingir um poder estatístico de 90% ($\beta = 0,10$), nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$) e com finalidade de detectar diferenças nas medidas tomográficas *cone beam*, com magnitude $\geq 1,25$ unidades de desvio padrão ($E/S \geq 1,25$) o tamanho da amostra deveria ser de 28 pacientes.

A amostra foi composta por 33 pacientes leocodermas (11 do gênero masculino e 22 do gênero feminino) com idade cronológica média de 10.7 anos (entre 7.2 e 14.5 anos) e idade esquelética média de 10.9 anos (entre 6,8 e 15 anos). Os pacientes foram examinados e triados no Departamento de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS. Os critérios de inclusão foram: 1) deficiência transversal da maxila; 2) presença de dentição mista ou permanente jovem; 3) sem necessidade cirúrgica ou de tratamento ortodôntico com outros tipos de aparelhos. Pacientes com má formação congênita, doença periodontal, ausência de primeiros molares superiores permanentes e com idade acima de 15 anos e inferiores a 7 anos foram excluídos da amostra. Concordando em participar da mesma, os responsáveis pelos participantes receberam um termo de consentimento informado esclarecendo sobre a pesquisa.

Os 33 pacientes utilizaram dois tipos de disjuntores, o dento-muco-suportado e o dento-suportado, sendo a definição do tipo de aparelho empregado em cada paciente aleatória. O disjuntor dento-muco-suportado utilizado foi do tipo Haas, preconizado pelo autor de mesmos nome¹, que consistiu em 4 anéis (nos primeiros molares superiores permanentes e primeiros pré-molares superiores permanente ou primeiros molares decíduos), com barras de aço inoxidável de 1.0mm de diâmetro soldadas por palatino e vestibular dos anéis, além do corpo de acrílico característico deste tipo de aparelho. Já o aparelho dento-suportado empregado foi o tipo Hyrax, que consistiu em 4 anéis (nos mesmos dentes citados para o grupo Haas), com barras de aço inoxidável de 1.0mm de diâmetro soldadas por palatino e vestibular dos mesmos, além da extensão do parafuso expensor de aço inoxidável de 1.4 mm soldado na palatina dos 4 anéis.

O protocolo de ativação foi o mesmo para todos os pacientes da amostra, de maneira padronizada. Inicialmente foi realizada uma volta completa no parafuso expensor (0,8 mm) com intervalos de 5 minutos entre cada ativação, momento em que os pais foram orientados como proceder às ativações do disjuntor. A partir do segundo dia, foi preconizado 2/4 de ativação do parafuso expensor por dia (0,4mm), com um intervalo médio de 12h entre as ativações, até o parafuso atingir 8.0mm de ativação, totalizando 19 dias de expansão.

Os exames de tomografia computadorizada *cone beam* foram obtidos inicialmente, fase pré-tratamento (T1), imediatamente após a fase ativa da ERM (T2), 6 meses após estabilizado o parafuso expensor, com aparelho presente, usado como contenção (T3). No período de avaliação T3, apenas 28 pacientes foram avaliados, sendo 5 pacientes excluídos da amostra devido a intercorrências. O tomógrafo utilizado para obtenção das imagens foi o i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA) com regulagem de 8 miliampères (mA), 120 quilovolts (kV), tempo de exposição de 40 segundos, protocolo *FULL*, com resolução do *voxel* de 0,3 mm. As imagens foram exportadas em formato DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) e acessadas para realização da medida lineares e angulares com auxílio do *software EFILM versão 2.1.2 (Merge Healthcare, Milwaukee, Wis, versão 2.1.2)*.

Para possibilitar a comparação entre T1, T2 e T3 foi realizada a padronização dos cortes axiais, coronais e sagitais. Nos cortes axiais, foi selecionada a imagem na qual o forame incisivo maxilar e a porção mediana do contorno anterior do forame magno eram visualizados. Utilizando a ferramenta *MultiPlanar Reformation*, a linha *MultiPlanar Reformation* (MPR1) foi posicionada passando por estas estruturas anatômicas previamente definidas, localizando o plano médio sagital (Figura 1 A). A partir desse corte axial, uma reconstrução multiplanar em volume do plano sagital foi gerada. Sobre esta imagem sagital os pontos (Figura 1 B), linhas e ângulos foram definidos e mensurados (Figuras 2 A, B e C). Para melhor compreensão do comportamento mandibular, medidas maxilares também foram realizadas nestas mesmas imagens padronizadas (Figura 3 A, B). As medidas usadas nesta pesquisa estão descritas no Quadro 1.

Para avaliação dos efeitos nos molares mandibulares, foi realizada a padronização dos cortes axiais de forma semelhante descrita anteriormente. Nos cortes axiais, foi selecionada a imagem em que era possível visualizar os canais radiculares na região mais apical das raízes dos primeiros molares permanentes inferiores. Então, a linha MPR1 foi posicionada passando no ponto médio entre os canais radiculares dos primeiros molares permanente mandibulares no lado direito e esquerdo. De acordo com essas referências, cortes coronais padronizados foram produzidos e medidas angulares e lineares realizadas. As medidas de referências para avaliação dos efeitos da ERM nos molares inferiores estão descritos no Quadro 1 e ilustrados na Figura 4 C.

Quadro 3- Descrição das medidas utilizadas para avaliação das imagens TCCB

	Medidas	Descrição
MEDIDAS ESQUELÉTICAS	SNA (°)	Ângulo formado pelos planos SN (base do crânio) e NA
	SN.PP (°)	Ângulo formado pelos planos SN e PP (espinha nasal posterior ENP- espinha nasal anterior-ENA- plano palatal)
	SN.PO (°)	Ângulo formado pelos planos SN e PO (linha que passa no entrecruzamento dos dentes superior e inferiores-plano oclusal)
	SN-A (mm)	Distância perpendicular de SN ao ponto A
	SN-ENP (mm)	Distância perpendicular de SN ao ponto ENP (espinha nasal posterior)
	SN.PM (°)	Ângulo formado pelos planos SN e PM (Gônico (GO)- mento (ME)-plano mandibular)
	PM.PP (°)	Ângulo formado pelos planos PM e PP
	PM.PO (°)	Ângulo formado pelos planos PM e PO
	ENA-ME (mm)	Distância linear entre ENA (espinha nasal anterior) e ME (mento)
	SNB (°)	Ângulo formado pelos planos SN e NB
	SND (°)	Ângulo formado pelos planos SN e ND (centro geométrico da sínfise)
	SNP-B (mm)	Distância perpendicular do ponto B e uma linha perpendicular a SN, passando em S
	SN-MS (mm)	Distância perpendicular de SN ao ponto MS (ponta de cúspide mesio-palatina do molar superior)
	PP-MS (mm)	Distância perpendicular de PP ao ponto MS (ponta de cúspide mesio-palatina do molar superior)
MEDIDAS DENTÁRIAS	SN-IS (mm)	Distância perpendicular de SN ao ponto IS (borda incisal do incisivo superior)
	IMPA (°)	Ângulo formado pelo PM e longo eixo do incisivo inferior (da borda incisal ao ápice radicular)
	SNP-II (mm)	Distância perpendicular do ponto II (borda incisal do incisivo inferior) e uma linha perpendicular a SN, passando em S
	PM-MI (mm)	Distância perpendicular de PM ao ponto MI (ponta de cúspide mesio-palatina do molar inferior)
	ML46-36(mm)	Distância linear entre ponta da cúspide palatina do primeiro molar inferior lado direito (46) e lado esquerdo (36)
	MA46.36(mm)	Ângulo formado entre o longo eixo do primeiro molar inferior lado direito (46) e o longo eixo do primeiro molar inferior lado esquerdo (36)
	M46.BM (mm)	Ângulo formado entre o longo eixo do primeiro molar inferior lado direito (46) e o plano BM (base da mandíbula)
	M36.BM (mm)	Ângulo formado entre o longo eixo do primeiro molar inferior lado esquerdo (36) e o plano BM (base da mandíbula)

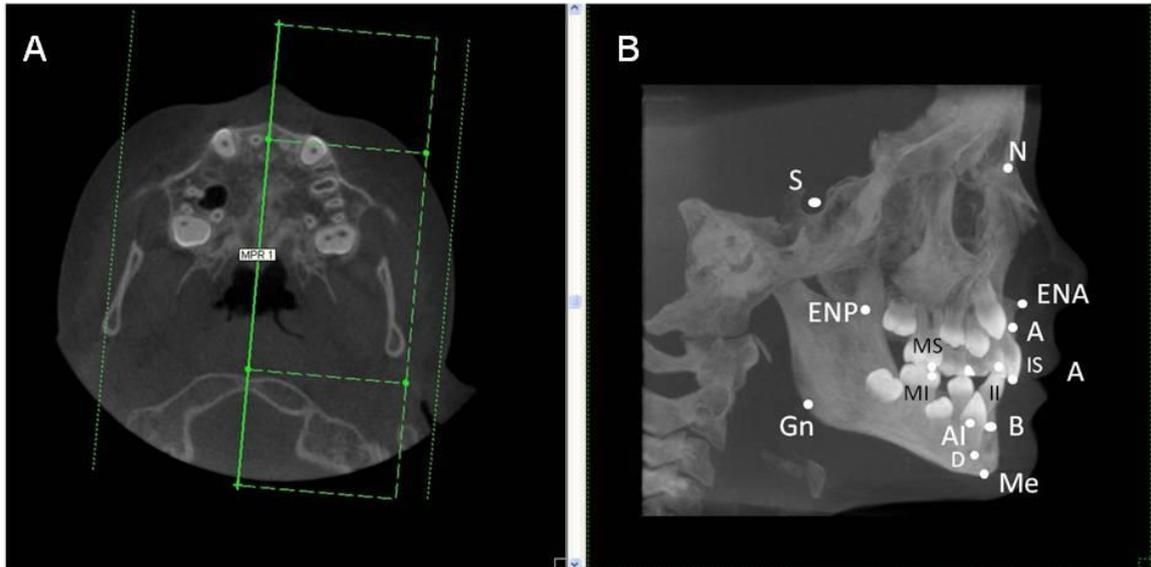


Figura 1- A) Linha *MultiPlanar Reformation* passando pelo centro geométrico do forame incisivo e a porção mediana do contorno anterior do forame magno. B) imagem multiplanar sagitais com os pontos de referência utilizados.

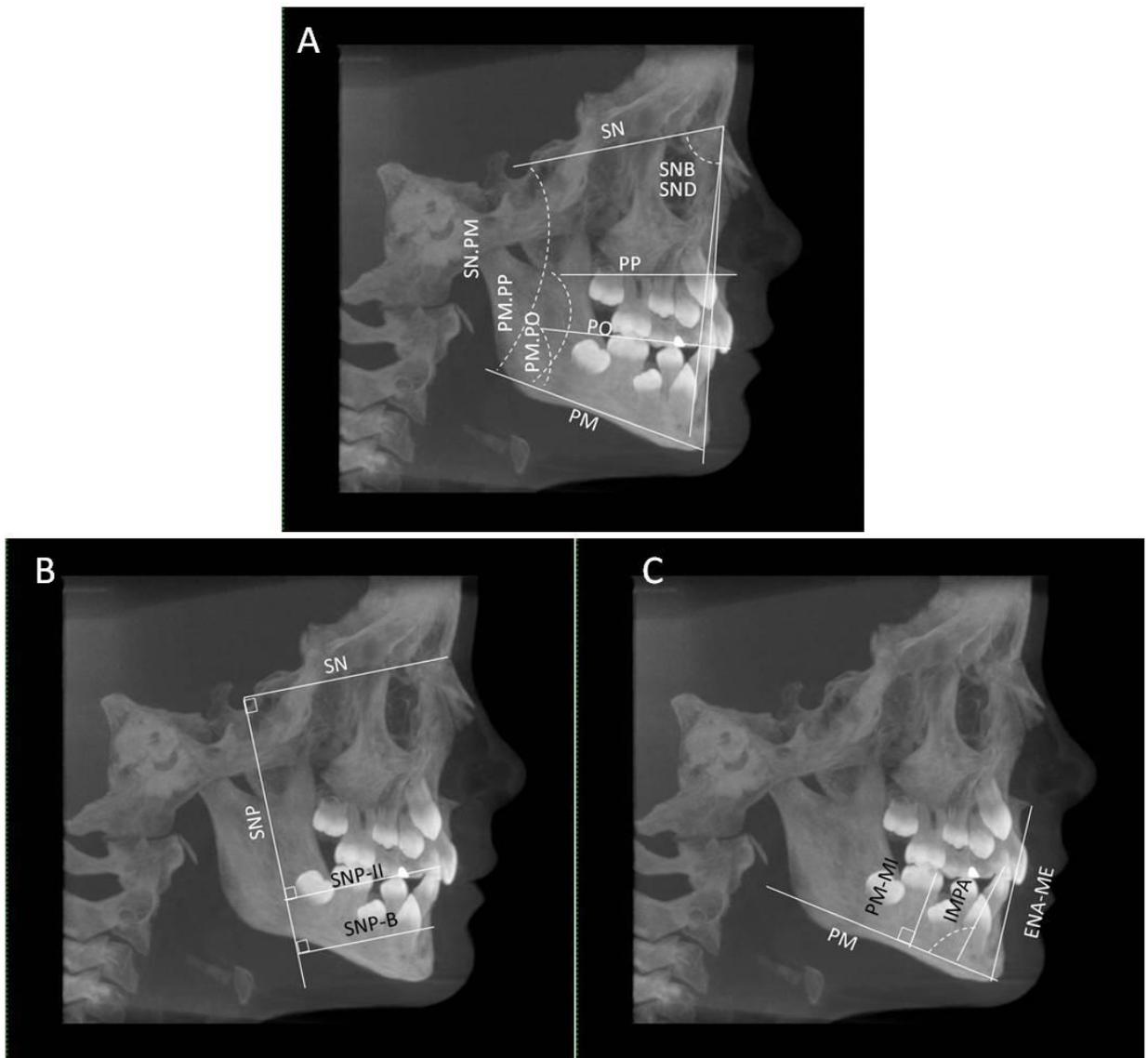


Figura 2- A, B e C) imagem sagital: mensurações esqueléticas e dentárias mandibulares.

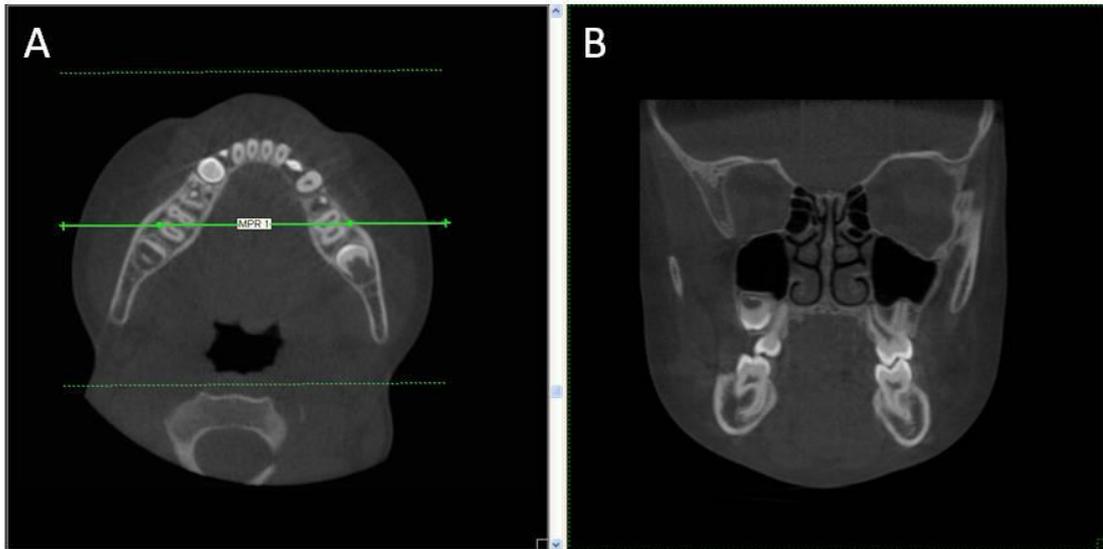


Figura 3- A e B) Mensurações esqueléticas e dentárias maxilares, imagem sagital.

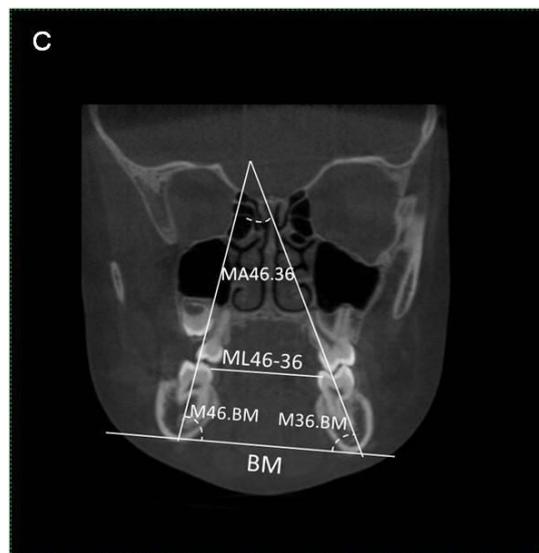


Figura 4 – A) Corte axial inicial com a linha (MPR1) passando entre as raízes mesial e distal dos primeiros molares inferiores lado esquerdo e direito. B) Reconstrução multiplanar ao longo dessa linha resultou em uma imagem no plano coronal. C) Medidas utilizadas para avaliação dos molares inferiores. Fonte: Reale (2012)

Análise Estatística:

Primeiramente, foi realizada a avaliação do erro intraexaminador que foi determinado pelo coeficiente de correlação intraclassa (ICC). Foram selecionados aleatoriamente 10 pacientes de ambos os grupos, sendo as medidas realizadas em dois tempos diferentes, com intervalo de 7 dias. Os dados foram, então, comparados. A análise de concordância mostrou alto nível de reprodutibilidade para este método de avaliação das medidas maxilares e mandibulares. Sendo que, das 22 medidas realizadas, 19 apresentaram índice de correlação intraclassa muito forte e 3 forte (Tabela 1). Após realizadas todas as medidas, os dados foram processados no programa SPSS e SigmaPlot através da análise de variância de modelo misto com medidas repetidas. Para cada variável, médias e erro padrão foram calculados e os dados nos tempos T1, T2 e T3 comparados. Para diferença significativa será considerado o nível de significância de 5%.

Tabela 4- Índice de Correlação Intraclassa (ICC) das medidas utilizadas na metodologia para avaliação dos efeitos maxilares, mandibulares da ERM.

Variáveis	ICC
SNA (°)	0,909
SN.PP (°)	0,886
SN.PO (°)	0,798
SN-A (mm)	0,973
SN-ENP (mm)	0,984
SN.PM (°)	0,968
PM.PP (°)	0,939
PM.PO (°)	0,969
ENA-ME (mm)	0,977
SNB (°)	0,980
SND (°)	0,967
SNP-B (mm)	0,958
SN-MS (mm)	0,988
PP-MS (mm)	0,831
SN-IS (mm)	0,982
IMPA (°)	0,973
SNP-II (mm)	0,977
PMP-MI (mm)	0,961
ML46-36 (mm)	0,978
MA46.36 (mm)	0,978
M46.BM (mm)	0,958
M36.BM (mm)	0,986

Resultados:

A ERM provocou deslocamento inferior da maxila imediatamente após a fase ativa da expansão que se manteve no período de 6 meses de contenção, justificado pelo aumento dos valores das variáveis SN-A, SN-ENP (Tabela 2 e 3). Não foi verificado deslocamento anterior significativo da maxila (SNA) nos tempos avaliados. Em relação às alterações dentárias maxilares, foi possível verificar aumento de SN-MS, imediatamente após a ERM, que se manteve após 6 meses de contenção. No entanto, não houve alteração vertical significativa do molar maxilar em relação ao plano palatal, verificado pela avariável PP-MS (Tabelas 2 e 3).

Os efeitos imediatos e pós 6 meses de contenção da ERM no sentido vertical e sagital estão descritos nas Tabela 2 e 3. Os resultados obtidos demonstram que ocorreu um deslocamento inferior e posterior da mandíbula imediatamente após a ERM. Os efeitos verticais na postura mandibular foram verificados pelo aumento significativo dos valores das variáveis SN.PM, PM.PP, PM.PO e ENA-ME, indicando deslocamento inferior da mandíbula. O deslocamento posterior da mandíbula foi verificado pela redução significativa dos valores das variáveis SNB, SND, SNP-B imediatamente após ERM.

Após 6 meses estabilizado o parafuso expansor, servindo o próprio disjuntor como aparelho de contenção (T3), ocorreu tendência de retorno da mandíbula à posição original, ou seja os valores das variáveis SN.PM, PM.PP, PM.PO e ENA-ME apresentaram redução significativa no tempo T3, com valores próximos aos iniciais (T1). As variáveis SNB, SND, SNP-B apresentaram aumento de seus valores no período de contenção, sendo significativo apenas para as variáveis SND, SNP-B, com valores próximos aos encontrados em T1 (Tabela 2 e 3).

Em relação às alterações dentárias mandibulares, ocorreu a verticalização dos molares inferiores de maneira significativa durante o período de 6 meses de contenção, justificado pelo comportamento das variáveis ML46-36; M46.BM, M36.BM MA46.36. Não foi verificada alteração nos incisivos inferiores como mostram as variáveis IMPA e SNP-II (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2- Efeitos gerais da ERM nos tempos avaliados: T1 (inicial), T2 (após fase ativa da ERM) e T3 (6 meses contenção); n=33.

MEDIDAS	T1	T2	T3
MEDIDAS ESQUELÉTICAS			
MAXILARES			
SNA (°)	82,5±0,6	82,9±0,6	82,3±0,6
SN.PP (°)	6,2±0,5	6,1±0,5	6,1±0,5
SN.PO (°)	18,8±0,6	18,9±0,6	17,9±0,6
SN-A (mm)	53,0±0,6	54,1±0,6	54,9±0,6
SN-ENP (mm)	40,4±0,4	41,7±0,4	41,6±0,4
MANDIBULARES			
SN.PM (°)	36,8 ±0,8	38,1 ±0,8	36,1±0,8
PM.PP (°)	30,1±0,8	31,0±0,8	29,5±0,8
PM.PO (°)	17,4±0,6	18,9±0,6	17,7±0,7
ENA-ME (mm)	60,9±0,7	63,0±0,7	61,3±0,7
SNB (°)	78,4±0,6	77,6±0,6	78,3±0,6
SND (°)	75,4±0,6	74,6±0,6	75,4±0,6
SNP-B (mm)	44,7±1,0	43,0±1,0	44,7±1,0
MEDIDAS DENTÁRIAS			
MAXILARES			
SN-MS (mm)	61,4±0,7	62,6±0,7	62,7±0,7
PP-MS (mm)	19,6±0,4	20,0±0,4	20,0±0,5
SN-IS (mm)	72,2±0,7	73,1±0,7	73,3±0,7
MANDIBULARES			
IMPA (°)	91,4±1,2	91,0±1,2	91,1±1,2
SNP-II (mm)	53,3±0,9	52,4±0,9	53,4±0,9
PM-MI (mm)	25,1±0,4	25,7±0,4	25,6±0,4
ML46-36 (mm)	34,5±0,5	34,8±0,5	35,3±0,5
MA46.36 (mm)	33,3±1,9	32,4±1,9	29,5±2,0
M46.BM (mm)	75,2±1,0	75,3±1,6	77,2±1,1
M36.BM (mm)	70,9±1,1	71,8±1,1	72,7±1,1

Os dados são apresentados como media ± erro padrão

Tabela 3- Avaliação da diferença, para cada medida, entre os tempos avaliados : T1 (inicial), T2-(após a fase ativa da ERM) e T3 (6 meses de contenção); n=33.

MEDIDAS	(T2-T1)	P	(T3-T2)	p	(T3-T1)	P
MEDIDAS ESQUELÉTICAS						
MAXILARES						
SNA (°)	0,4±0,3	0,694	-0,6±0,3	0,261	-0,2±0,3	1,000
SN.PP (°)	-0,2±0,3	1,000	0,0±0,3	1,000	-0,1±0,3	1,000
SN.PO (°)	0,2±0,5	1,000	-1,0±0,5	0,151	-0,8±0,5	0,308
SN-A (mm)	1,1±0,4	0,009*	0,8±0,4	0,114	1,9±0,4	0,001*
SN-ENP (mm)	1,3±0,2	0,001*	-0,1±0,2	1,000	1,2±0,2	0,001*
MANDIBULARES						
SN.PM (°)	1,3 ±0,4	0,007*	-2,0 ±0,4	0,001*	-0,8±0,4	0,230
PM.PP (°)	1,6±0,4	0,001*	-2,2±0,4	0,001*	-0,6±0,4	0,561
PM.PO (°)	1,4±0,4	0,001*	-1,1±0,4	0,026*	0,3±0,4	1,000
ENA-ME (mm)	2,1±0,3	0,001*	-1,6±0,3	0,001*	0,4±0,3	0,601
SNB (°)	-0,8±0,3	0,024*	0,7±0,3	0,066	-0,7±0,3	1,000
SND (°)	-0,8±0,3	0,024*	0,9±0,3	0,023*	0,1±0,3	1,000
SNP-B (mm)	-1,7±0,4	0,001*	1,6±0,4	0,001*	-0,1±0,4	1,000
MEDIDAS DENTÁRIAS						
MAXILARES						
SN-MS (mm)	1,2±0,3	0,001*	0,0±0,3	1,000	1,3±0,3	0,001*
PP-MS (mm)	0,4±0,2	0,316	0,0±0,3	1,000	0,4±0,3	0,396
SN-IS (mm)	0,8±0,2	0,003*	0,2±0,3	1,000	1,1±0,3	0,001*
MANDIBULARES						
IMPA (°)	-0,5±0,6	1,000	0,2±0,6	1,000	-0,3±0,6	1,000
SNP-II (mm)	-0,8±0,4	0,084	0,9±0,4	0,060	0,1±0,4	1,000
PM-MI (mm)	0,6±0,2	0,013*	-0,05±0,2	1,000	0,5±0,2	0,042*
ML46-36 (mm)	0,2±0,2	0,723	0,5±0,2	0,560	0,8±0,2	0,003*
MA46.36(mm)	-0,9±0,9	0,939	-2,9±0,9	0,008*	-3,8±0,9	0,000
M46.BM(mm)	0,1±0,5	1,000	1,9±0,5	0,003*	1,9±0,5	0,002*
M36.BM (mm)	0,8±0,6	0,548	0,9±0,7	0,549	1,7±0,7	0,035*

*Significativo estatisticamente (p≤0,05)

DISCUSSÃO

EFEITOS MAXILARES DA ERM

A resposta maxilar decorrente da ERM apresenta comportamento variável no sentido sagital, com deslocamento ou não do ponto A. Inúmeros autores relataram significativo deslocamento anterior da maxila.^{1-3,14,16,18,19} Haas¹ foi o primeiro a verificar o aumento significativo do ângulo SNA, de até 2,5°, em consequência do deslocamento anterior do ponto A. Na Meta-Análise de Lagravère et al.⁹ foi verificado um aumento médio do ângulo SNA de 0,87°, porém este deslocamento anterior da maxila não foi considerado significativo. Outros estudos que avaliaram as alterações no complexo maxilo-mandibular, imediatamente após a ERM, em radiografia cefalométrica, não identificaram deslocamento anterior da maxila.^{7,15,20} Estudos que buscaram respostas dos efeitos da ERM à longo prazo, entre 1 a 3 anos após expansão, não verificaram aumento significativo de SNA.^{12,21-23} Concordando com estes achados, o presente trabalho não verificou aumento significativo do ângulo SNA em TCCB nos tempos avaliados, com ausência de deslocamento anterior da maxila como efeito da ERM.

Em relação aos efeitos da ERM no sentido vertical, parece ser consenso ocorrer o deslocamento inferior da maxila,^{1-5,7,10,12,15,16,20,24} podendo haver alteração no padrão de deslocamento, ou seja com presença ou não de inclinação do plano palatal. No presente trabalho, constatou-se o deslocamento inferior da maxila, com aumento das medidas SN-A e SN-ENP (Tabelas 2 e 3), com valores maiores na região posterior, porém sem significância estatística. Não houve alteração na inclinação do plano palatal em relação à base do crânio nos tempos avaliados. Esses achados diferem dos encontrados por outros autores onde ocorreu inclinação do plano palatal.^{2,15,16,24} Essa diferença poderia ser explicada pela grande variabilidade metodológica empregada nos estudos, com diferenças na quantidade e no tempo das ativações, na confecção dos aparelhos expansores e nos tempos avaliados. Velázquez et al.²¹ não verificaram alteração significativa na inclinação do plano palatal após 3 anos concluída a ERM, incluindo, neste período, tratamento

corretivo com aparelho fixo. Resultados semelhantes encontrados no estudo de Garib et al.²³, no qual foram avaliados 25 pacientes submetidos a ERM com os aparelhos de Haas e Hyrax com posterior instalação de aparelho fixo, compreendendo um período total de observação de 5 anos, não sendo possível verificar alteração na inclinação do plano palatal.

Apresentando uma metodologia similar à aplicada neste estudo, o trabalho de Scanavini et al.²⁰ comparou os efeitos maxilares da ERM, no sentido sagital e vertical, com os aparelhos Haas e Hyrax. A amostra foi composta por 31 pacientes, avaliados através de radiografias cefalométricas em norma lateral nos tempos T1 (inicial), T2 (imediatamente pós ERM) e T3 (após fase de alinhamento e nivelamento com aparelho fixo). Foi verificado um deslocamento da maxila para baixo, sem ocorrência de rotação do plano palatal nos tempos avaliados. Achados semelhantes aos verificados no presente estudo; embora, nesta pesquisa, tenha sido usado o exame TCCB, e T3 foram 6 meses de contenção, sem instalação de qualquer outro aparelho.

Em relação às alterações dentárias no sentido vertical, foi possível verificar efeito imediato da ERM no molar superior, que se manteve pós 6 meses de contenção, pela análise da variável SN-MS. O aumento médio de SN-MS foi de 1,2mm. Resultados similares foram encontrados por Basciftci e Karaman⁸ que identificaram um aumento significativo de 1,4mm em SN-MS. Considerando a posição vertical do molar superior em relação ao plano palatal (PP-MS) foi verificado deslocamento inferior médio de 0,4mm, imediatamente após ERM, que se manteve no período de contenção, porém esse valor não foi considerado estatisticamente significativo. Assim como a presente pesquisa, outros estudos também não identificaram alteração significativa da posição do molar superior em relação ao plano palatal.^{23,24} A provável justificativa para o valor mais expressivo para variável SN-MS esteja na associação do deslocamento inferior da maxila em relação à base do crânio e não da efetiva extrusão do molar maxilar, já que o deslocamento inferior maxilar na região da ENP correspondeu, em média, a 1,3mm, resultado muito próximo ao valor de 1,2mm, encontrado para variável SN-MS no presente estudo. Ou seja, poderia ser atribuído apenas 0,1mm à extrusão do molar superior, valor de pouca relevância clínica. Em contra partida, na Meta-análise de Lagravère et al.⁹ verificou-se a extrusão significativa do molar superior de 0,5mm, imediatamente

após a ERM, usando como referência o plano palatal. Esse valor foi considerado clinicamente insignificante pelos autores. Todos os estudos acima citados utilizaram radiografias cefalométricas em norma lateral para verificação do efeito vertical nos molares maxilares, com exceção do presente estudo. A presente pesquisa utilizou o exame TCCB, utilizando imagens sagitais, semelhantes às imagens radiográficas cefalométricas em norma lateral, permitindo comparações, porém sem superposições de imagens, possibilitando uma melhor visualização e definição dos pontos de referência.

Inúmeros autores avaliaram os efeitos nos molares superiores decorrentes da ERM em radiografias cefalométricas em norma frontal (PA),^{13,15,17,25}, outros tantos, em TCCB em uma imagem coronal, semelhante a PA.²⁶⁻³⁰ Estes estudos²⁶⁻³⁰ atribuem o movimento inferior do molar maxilar ao maior deslocamento inferior da cúspide palatina, decorrente, por sua vez, da inclinação do molar maxilar no sentido vestibular.²⁶⁻³⁰ No estudo de Weisseimer et al.³⁰, que avaliaram a mesma amostra do presente estudo, porém no sentido transversal, houve inclinação vestibular dos dentes de ancoragem de 7,53° para o molar direito e de 6,17° para o esquerdo, em média. O presente estudo avaliou as alterações verticais dos molares superiores em imagens sagitais, utilizando a cúspide palatina como referência, sendo a extrusão média dos molares de ancoragem (PP-MS) de apenas 0,4mm, imediatamente após ERM (T2), mantendo-se em T3. Este valor encontrado não apresentou significância estatística, nem relevância clínica.

EFEITOS MANDIBULARES DA ERM

Na tentativa de esclarecer os efeitos da ERM, Haas¹ observou que a mudança na posição mandibular ocorria imediatamente após a ERM, porém com tendência de retorno à posição original na fase de contenção. Outros autores também identificaram o aumento do plano mandibular, aumento da altura do terço inferior da face e abertura da mordida como efeitos imediatos da ERM.^{4,7-9,12-16a} Akkaya et al.¹⁴ verificaram, em radiografias cefalométricas em norma lateral, um aumento do plano mandibular de 1,93° após a fase ativa do tratamento com aparelho Hyrax modificado, já Chang et al.³¹ encontraram um aumento médio de 1,72° utilizando o aparelho de Haas. Na Meta-análise elaborada por Lagravère et al.⁹ foram avaliados os efeitos imediatos transversal, sagital e vertical, tanto dentários

quanto esqueléticos, decorrentes da ERM. A única diferença estatisticamente significativa encontrada no sentido vertical foi o aumento do plano mandibular em relação à base do crânio de $1,97^\circ$ em média (SN.PM) e de $1,65^\circ$ em relação ao plano palatal (PM.PP). Em concordância com os trabalhos citados, o presente estudo identificou alteração da posição mandibular imediatamente após ERM, com aumento médio do plano mandibular em relação à base do crânio de $1,24^\circ$ (SN.PM), e de $1,63^\circ$ em relação ao plano palatal (PM.PP), com retorno da posição mandibular a valores próximos aos iniciais ao final do período de contenção, em TCCB (Tabelas 2 e 3).

Chang et al.³¹ avaliaram os efeitos a longo prazo na mordida aberta após ERM com aparelho tipo Haas e não verificaram aumento na altura facial inferior, ou abertura do plano mandibular, sendo contrários à teoria de que pacientes com maloclusão de Classe I ou Classe II, tratados com ERM, apresentem tendência de abertura da mordida. Em concordância, outros estudos não identificaram alterações significativas verticais e sagitais mandibulares ao longo do tempo.^{22,23} O presente estudo também não encontrou mudanças significativas na posição mandibular decorrente da ERM, 6 meses após a estabilização do parafuso expensor, já que os valores encontrados na fase de contenção foram muito similares aos iniciais, sem diferença estatística.

Considerando os efeitos sagitais mandibulares, o deslocamento da mandíbula para trás seria evidenciado pelo deslocamento posterior do ponto B, ou ainda, redução do ângulo SNB. O presente estudo verificou uma redução de $0,8^\circ$, em média, em T2. Foi verificada redução significativa da distância SNP-B de 1,6mm, em média, no mesmo período. Após o período de contenção (T3), houve tendência de retorno da posição ântero-posterior da mandíbula para valores próximos aos iniciais (Tabelas 2 e 3). Em concordância com os achados deste estudo, outros autores que também verificaram a redução de SNB de $0,62^\circ$, e de $0,74^\circ$ e redução de SNP-B de -1,1mm.⁸ Assim como a alteração vertical na posição mandibular mostrou-se temporária, o deslocamento sagital apresentou comportamento semelhante.^{7,8,13,14} Estudos a longo prazo^{22,23,31}, período de no mínimo 1 ano após realizada ERM, confirmam o caráter temporário do deslocamento posterior mandibular, já que não é verificada diferença estatística entre a fase inicial e de contenção, fato este também observado no presente estudo.

Diante destes achados, alguns autores^{8,17,32} realizaram estudos associando à ERM o uso de aparelhos auxiliares no controle das dimensões verticais da face. Sugeriram o uso concomitante de aparelhos extra-orais aos disjuntores, com o objetivo de promover o controle vertical no momento da ERM, principalmente em pacientes com padrão vertical de crescimento. Da mesma maneira, Basciftci e Karaman⁸ avaliaram e compararam os efeitos sagitais, transversais e verticais da ERM com e sem o uso da mentoneira puxada vertical em radiografias cefalométricas lateral e frontal. Verificaram que no grupo da ERM sem associação da mentoneira ocorreu aumento significativo do plano mandibular com deslocamento para posterior e aumento da altura facial inferior após a fase ativa da ERM, enquanto que o grupo que fez uso da mentoneira associada à ERM essas alterações não foram encontradas. A causa provável da alteração da posição mandibular seria a extrusão e inclinação do primeiro molar superior e movimento inferior da porção posterior da maxila para baixo. Sendo assim, os autores concluíram que o uso da mentoneira puxada vertical durante e imediatamente após a ERM seria suficiente para prevenir efeitos indesejados e manter o controle da dimensão vertical.⁸

Em discordância, Chang et al.³¹ relataram que a ERM pode ser indicada para pacientes com maloclusão de Classe I e Classe II, já que este tipo de terapia não provoca efeitos significativos nas dimensões verticais e sagitais da face à longo prazo. Outros autores, por concordarem que os efeitos imediatos da ERM na posição mandibular apresentam caráter temporário, não contra-indicaram este tipo de terapia para pacientes com padrão vertical de crescimento ou perfil convexo.^{21,23} O presente estudo não associou o uso de aparelhos auxiliares à terapia de ERM. Com objetivo de realizar uma análise criteriosa dos efeitos da ERM sobre a mandíbula, foram evitadas possíveis interferências com uso de outros tipos de aparelhos. Considerando ainda as alterações verticais investigadas no presente estudo, como a rotação mandibular no sentido horário, ser temporária, com retorno mandibular próximo a posição original, após 6 meses de contenção (T3), o uso de aparelhos adicionais para controle vertical na terapia da ERM, mesmo em pacientes com padrão vertical de crescimento, torna-se questionável.

Em relação às alterações dentárias mandibulares, foi verificada a verticalização dos molares inferiores de maneira significativa durante o período de 6

meses de contenção, justificado pelo aumento do ângulo entre o longo eixo dos molares inferiores e a base da mandíbula, do lado e direito e esquerdo (M46.BM e M36.BM). A distância linear entre os primeiro molares inferiores (ML46-36) apresentou um aumento médio de 0,8mm, e o ângulo entre os molares (MA46.36) uma redução média de 3,8°, em concordância com outros estudos que também verificaram a verticalização dos molares inferiores.^{1,8,9,13,33} No estudo de Haas¹ o aumento da distância intermolares, no arco mandibular, foi de 0,5 mm a 2,0 mm, após a ERM e de 0,5mm, em média, para Wertz e Dreskin.⁵ Achados semelhantes foram obtidos por Lima et al.³⁴ que avaliaram os efeitos mandibulares, em modelos de estudo, de 30 pacientes submetidos a ERM com o aparelho de Haas, sendo o próprio disjuntor usado como contenção por aproximadamente 5 meses, sem instalação de qualquer outro tipo de aparelho durante o período avaliado. Estes autores verificaram um aumento da distância intermolares de 0,97mm em média no período pós-contenção, correspondendo a um sexto do total do aumento da distância entre os molares maxilares. Já no estudo de Baccetti et al.³³ os valores médios encontrados foram de 2.3 mm, após o período de tratamento ortodôntico, com intervalo mínimo de 5 anos, que incluiu uso de aparelho fixo. As prováveis explicações para estes valores superiores, estariam no período de avaliação, que ocorreu 5 anos pós-contenção, e na associação do tratamento corretivo com aparelho fixo, que poderiam interferir na distância intermolares. Já o presente estudo realizou a avaliação após 6 meses de contenção, ainda com o disjuntor presente, e durante este período nenhum outro tipo de aparelho foi usado. A metodologia empregada para avaliação dos efeitos da ERM nos molares inferiores em TCCB foi desenvolvida para o presente estudo, já que não foram encontrados estudos com metodologia similar, nem mesmo em radiografias cefalométricas em norma frontal. A necessidade de estudos para avaliação dos efeitos da ERM nos molares inferiores se faz evidente.

Uma das possíveis causas desta inclinação dos molares mandibulares, seria a mudança de equilíbrio entre a musculatura perioral e a língua, com maior influência da última, já que ocorreria uma diminuição da pressão da musculatura perioral em decorrência da expansão maxilar.^{1,8} Haas¹ relatou ainda outra possível causa, a espessura do acrílico do aparelho usado como contenção este poderia provocar o abaixamento da língua com conseqüente pressão capaz de

verticalizar os molares. O presente estudo utilizou o próprio disjuntor como aparelho de contenção, por 6 meses após realizado o procedimento de expansão maxilar.

Outra alteração nos molares inferiores foi o aumento da distância linear entre a cúspide palatina dos mesmos e o plano mandibular (PM-MI). Ou seja, foi possível identificar a extrusão do molar inferior nos períodos avaliados, com valor médio de 0,5mm, com provável irrelevância clínica. Um das possíveis explicações para este fato seria a verticalização verificada nos molares mandibulares, com deslocamento no sentido vestibular da cúspide lingual, efeito similar ao que ocorreria nos molares superiores. A hipótese de crescimento alveolar no decorrer de 6 meses, período avaliado neste estudo, não deve ser considerada já que o crescimento alveolar é drasticamente reduzido, após o processo de erupção, quando os molares encontram-se em oclusão³⁵, sendo os incrementos alveolares subseqüentes percebidos em intervalos de 3 anos ou mais.³⁶ Não foram encontrados estudos que avaliam os efeitos verticais nos molares inferiores decorrentes da ERM numa vista sagital em TCCB ou em radiografias cefalométricas em norma lateral.

Os incisivos mandibulares também foram avaliados no presente estudo, não sendo verificada alteração significativa, como mostram as variáveis IMPA e SNP-II, nos tempos avaliados. Em concordância com o estudo de Basciftci e Karaman⁸ também não foi verificada alteração significativa para a variável SNP-II. Ramuglu e Sari¹⁵ identificaram estabilidade dos incisivos inferiores após a ERM, sem alterações significativas.

Estudos avaliando os efeitos sagitais e verticais da ERM em TCCB fazem-se necessários, já que a avaliação transversal maxilar, com este recurso de imagem, parece ser amplamente discutido na literatura.^{23,26-30,37} Os *software* existentes para auxiliar na avaliação das imagens TCCB possibilitam a visualização em mais de um plano (coronal, sagital e axial) e estes recursos devem ser explorados pelos pesquisadores, possibilitando estudos dos efeitos da ERM de maneira global.

CONCLUSÃO

A terapia da ERM provocou alteração significativa na posição vertical da maxila imediatamente após a fase ativa da ERM que se manteve no período de contenção, sem alteração significativa no sentido sagital no mesmo período. Não houve extrusão efetiva do molar maxilar em relação ao plano palatal nos tempos avaliados.

A terapia da ERM provocou alteração significativa na posição mandibular apenas imediatamente após a fase ativa da ERM, com aumento do plano mandibular, aumento do terço inferior da face e conseqüente abertura da mordida. No período de contenção, após 6 meses estabilizado o parafuso expensor, ocorreu a tendência de a mandíbula retornar a posição original.

REFERÊNCIAS:

1. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture *The Angle Orthodontist* 1961;31:73-90.
2. Haas AJ. The treatment fo maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist* 1965;35:200-217.
3. Haas AJ. Palatal expansion: just yhe beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970;57:219-255.
4. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod* 1970;58:41-66.
5. Wertz R, Dreskin,M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Midpalatal suture opening: a normative study.* 1977;71.
6. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod* 1980;50:189-217.
7. Silva Filho OG, Villas Boas C, Capelozza LOF. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1991;100:171-179.
8. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a Modified Acrylic Bonded Rapid Maxillary Expansion Appliance and Vertical Chin Cap on Dentofacial Structures. *The Angle Orthodontist* 2002;72:61-71.
9. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *JADA* 2006;137:44-53.
10. Rossi Md, Rossi Ad, Abrão J. Skeletal alterations associated with the use of bonded rapid maxillary expansion appliance. *Brazilian Dental Journal* 2011;22:334-339.
11. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult tooth *Dental Cosmos* 1860:540-544, 599-601.
12. Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1999;116:31-40.
13. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;111:321-327.
14. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem T. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *European Journal of Orthodontics* 1999;21:175-175.
15. Ramoglu SI, Sari Z. Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid? *The European Journal of Orthodontics* 2010;32:11-18.

16. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:569-575.
17. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1994;106:322-328.
18. Davis WM, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist* 1969;39:126-132.
19. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid Maxillary Expansion. Is it Better in the Mixed or in the Permanent Dentition? *The Angle Orthodontist* 2003;73:654-661.
20. Scanavini MA, Reis SAB, Simões MM, Gonçalves RAR. Comparative evaluation of maxillary effects of rapid maxillary expansion with Haas and Hyrax appliances. *R Dental Press Ortodon e Ortop Facial* 2006;11:60-71.
21. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1996;109:361-367.
22. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term Skeletal Changes with Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2005;75:1046-1052.
23. Garib DG, Henriques JFC, Carvalho PEG, Gomes SC. Longitudinal Effects of Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2007;77:442-448.
24. Asanza S. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod* 1997;67:15-22.
25. Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr JA. Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002;121:129-135.
26. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion—Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: A Computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. *The Angle Orthodontist* 2005;75:548-557.
27. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon H-P. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *The European Journal of Orthodontics* 2007;29:37-44.
28. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2008;134:8.e1-8.e11.
29. Christie KF, Boucher N, Chung C-H. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: A cone-beam computed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010;137:S79-S85.
30. Weissheimer A, de Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, de Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011;140:366-376.

31. Chang JY, McNamara Jr JA, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1997;112:330-337.
32. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults. *The Angle Orthodontist* 1987;7:245-263.
33. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist* 2001;71:343-350.
34. Lima AC, Lima AL, Filho RMAL, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: A long-term study on Class I malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2004;126:576-582.
35. Thilander B. Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *The European Journal of Orthodontics* 2009;31:109-120.
36. Martinelli FL, de Oliveira Ruellas AC, de Lima EM, Bolognese AM. Natural changes of the maxillary first molars in adolescents with skeletal Class II malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2010;137:775-781.
37. Podesser B, Williams S, Bantleon HP, Imhof H. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *The European Journal of Orthodontics* 2004;26:209-215.

6 DISCUSSÃO GERAL

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Expansão Rápida Maxilar (ERM) já vem sendo estudada por mais de um século para o tratamento da constrição maxilar. Embora existam muitas publicações sobre este método, um número expressivo destes trabalhos trata de reações que ocorrem na maxila. Entretanto, poucos estudos avaliando possíveis alterações esqueléticas e dentárias no complexo mandibular, sob influência da ERM, são encontrados na literatura (Lima Filho e Bolognese, 2007).

Considerando ainda os avanços tecnológicos na área odontológica, o surgimento da Tomografia Computadorizada Cone Beam (TCCB) possibilitou a visualização das estruturas da face em camadas com alta definição (Garib et al., 2007). Diferentemente das radiografias convencionais, que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelo raio X, a TCCB permite maior acurácia das mensurações (Hilgers et al., 2005). Sendo assim, é possível estabelecer uma releitura da ERM em TCCB, evidenciando os efeitos deste método sobre a mandibular.

Os efeitos mais expressivos da ERM ocorreram no sentido transversal da maxila (Haas 1970, Lagravère et al., 2005; Lagravère et al., 2006; Podesser et al., 2007, Garret et al., 2008, Weissheimer et al., 2011). Timms e Daly (1982) foram uns dos pioneiros no uso de Tomografia Convencional (TC) para avaliação dos efeitos transversais da ERM. No entanto, devido ao alto custo e às preocupações com a dose de radiação recebida pelo paciente, o uso da TC convencional foi limitado (Scarfe et al., 2006). Com o surgimento da TCCB passou-se a avaliar os efeitos da ERM no sentido transversal com esta tecnologia (Podesser et al., 2004; Garib et al., 2005; Podesser et al., 2007; Garib et al., 2007; Garret et al., 2008; Christie et al., 2010; Weissheimer et al., 2011). Como vantagens, em relação à TC convencional, a TCCB apresenta mínimo grau de distorção, menor custo e, principalmente, menor emissão de radiação. O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos esqueléticos e dentários maxilares e mandibulares, decorrentes da ERM, em TCCB, e também comparar estes efeitos com os disjuntores Haas e Hyrax.

Os disjuntores tipo Haas e tipo Hyrax são dois dos principais aparelhos utilizados na ERM, sendo amplamente reconhecidos na literatura (Haas, 1961; Biederman, 1968; Silva filho et al., 1991; Sandikçioğlu e Hazar, 1997; Asanza et al., 1997; Reed et al., 1999, Chang et al., 1997; Cameron et al., 2002; Garibe et al., 2005; Scanavini et al., 2006). No entanto, alguns autores preconizam o uso destes tipos de aparelhos modificados, por exemplo, com acrílico na superfície oclusal, o que evitaria alguns efeitos indesejados da ERM, como abertura da mordida (Velazquez et al., 1996; Akkaya et al., 1997; Basciftci e Karaman, 2002; Rossi et al., 2011). O presente estudo teve por objetivo comparar os efeitos maxilares, mandibulares e dentários dos aparelhos Haas e Hyrax, confeccionados da maneira convencional, conforme descrito por Haas (1961) e Biederman (1968). A principal diferença entre eles estaria na presença do corpo de acrílico no aparelho de Haas, sendo classificado como dento-muco-suportado. Enquanto que o aparelho de Hyrax seria classificado de dento-suportado, exatamente pela ausência da uma estrutura acrílica em contato com a mucosa palatina. Segundo Haas (1970), esta diferença promoveria maior ancoragem, com conseqüente maiores efeitos esqueléticos do que o aparelho dento-suportado. Contrário a este teoria, o estudo de Weissheimer et al. (2011) verificou maiores efeitos ortopédicos com aparelho tipo Hyrax imediatamente após ERM. Entretanto, parece não existir consenso sobre qual aparelho seria mais eficaz na expansão esquelética maxilar (Garib et al., 2005; Lima Filho e Bolognese, 2007). No presente estudo, buscou-se padronizar o protocolo de ativação da ERM, sendo todos os pacientes submetidos a 8mm de abertura total do parafuso, o que permitiu o descruzamento da mordida e certa sobrecorreção. Esta padronização, evitaria que a quantidade de expansão pudesse influenciar na magnitude das alterações (Baccetti et al., 2001; Garib et al., 2005), possibilitando melhor comparação entre os dois tipos de aparelhos.

Estudos quantitativos e qualitativos podem ser beneficiados pelo uso da TCCB devido a alta acurácia das imagens (Hilgers et al., 2005; Lagravère et al., 2008), possibilitando uma resolução sub-milimétrica, com dados volumétricos constituídos por *voxels* que variam de 0,4 mm a 0,125 mm (Scarfe et al 2006). A avaliação dos efeitos da ERM na maxila e na mandíbula realizadas pelo presente estudo buscou atingir maior precisão possível, utilizando como recurso a ótima qualidade de imagem produzida pelo exame TCCB. Entretanto, os conhecimentos

advindos dos estudos realizados com radiografias cefalométricas, anteriores ao surgimento da TCCB, não devem, sob hipótese alguma, ser descartados. Considerando ainda a possibilidade de adquirir imagens bidimensionais através da manipulação dos dados volumétricos em TCCB, sendo possível obter uma cefalometria semelhante à convencional (Cevidanez et al., 2006; Moshiri et al., 2007), a comparação dos dados entre estudos que utilizaram o recurso de TCCB e radiografias cefalométricas se faz pertinente.

A avaliação das imagens tomográficas realizadas nesta pesquisa foi baseada nas metodologias aplicadas por outros autores em radiografias cefalométricas em norma lateral (Asanza et al., 1997; Akkaya et al., 1999; Basciftci e Karaman 2002; Garib et al., 2007; Ramoglu e Sari, 2010). No entanto, outras medidas foram usadas especificamente para este estudo como, por exemplo, as mensurações realizadas nos molares inferiores em imagem coronal (ML46-36; MA46.36; M46.BM e M36.BM). Medidas estas difíceis de serem realizadas em radiografias convencionais devido à sobreposição das imagens radiográficas bidimensionais. Apesar de inúmeros estudos avaliarem os efeitos transversais maxilares da ERM em TCCB (Podesser et al., 2004; Podesser et al. 2007; Garib et al., 2007; Christie et al., 2010; Weissheimer et al., 2011), a deficiência de estudos, utilizando esta mesma tecnologia, na avaliação dos efeitos maxilares, mandibulares e dentários no sentido sagital e vertical parece evidente. Isso porque a avaliação das imagens TCCB parece ter ficado restrita ao sentido coronal, sendo os recursos disponíveis de manipulação destas mesmas imagens nos demais planos desconsiderados. Outro aspecto importante na avaliação da TCCB seria os *software* disponíveis para a manipulação das imagens. Nesta pesquisa, foi utilizado o programa EFILM devido à facilidade de utilização, custo razoável, disponibilidade de inúmeros recursos para manipulação das imagens, além de ser um *software* já empregado para estudos na área médica e odontológica (Dias, 2008; Weissheimer et al., 2011), .

Com o objetivo de evitar o fator erro inter-observador, apenas um investigador realizou as medidas. Para o estudo da precisão das medidas, 10 indivíduos foram selecionados aleatoriamente, sendo 5 do Grupo Haas e 5 do Grupo Hyrax, e as mensurações realizadas e repetidas com um intervalo de 7 dias. Foi utilizado o índice de correlação intraclasse (ICC) para comparação das análises

obtidas nos dois intervalos de tempo. A análise de concordância mostrou alto nível de reprodutibilidade para este método de avaliação das medidas maxilares e mandibulares. Sendo que, das 22 medidas realizadas, 19 apresentaram índice de correlação intraclasse muito forte e 3 forte (Tabela 1 , página 28).

A metodologia padronizada de confecção dos disjuntores, a padronização do protocolo e a quantidade de ativação do parafuso expansor, a distribuição aleatória dos pacientes entre os Grupos Haas e Hyrax, a média da idade esquelética dos dois grupos ser a mesma, o tamanho da amostra de 33 pacientes e o uso de TCCB de alta resolução, reduziram os possíveis vieses presentes em qualquer pesquisa.

EFEITOS ESQUELÉTICOS MAXILARES

Os efeitos maxilares, dentários e esqueléticos, decorrentes da ERM, no sentido transversal da presente amostra já foram abordados anteriormente (Weissheimer et al., 2011). Sendo assim, com objetivo de complementar estes achados e compreender os efeitos da ERM de maneira mais ampla, principalmente no que diz respeito ao comportamento mandibular, o presente estudo avaliou os efeitos dentários e esqueléticos maxilares no sentido sagital e vertical.

A resposta maxilar decorrente da ERM apresenta comportamento variável no sentido sagital, com deslocamento ou não do ponto A. Inúmeros autores relataram significativo deslocamento anterior da maxila (Davis e Kronman, 1969; Wertz, 1970; Haas, 1961; Haas, 1965, Haas, 1970; Akkay et al., 1999; Sari et al., 2003; Chung e Font, 2004). Haas (1961) foi o primeiro a verificar o aumento significativo do ângulo SNA, de até 2,5°, em consequência do deslocamento anterior do ponto A. Na Meta-Análise de Lagravère et al (2006) foi verificado um aumento médio do ângulo SNA de 0,87°, porém este deslocamento anterior da maxila não foi considerado significativo. Outros estudos que avaliaram as alterações no complexo maxilo-mandibular imediatamente após a ERM, em radiografia cefalométrica, não identificaram deslocamento anterior da maxila (Silva Filho et al., 1991; Ramoglu e Sari, 2010). Estudos que buscaram respostas dos efeitos da ERM à longo prazo, entre 1 a 3 anos após expansão, não verificaram aumento significativo de SNA

(Velázquez et al., 1996, Reed et al., 1999; Lagravére et al., 2005; Garib et al., 2007). Concordando com estes achados, o presente trabalho não verificou aumento significativo do ângulo SNA em TCCB nos tempos avaliados, com ausência de deslocamento anterior da maxila como efeito da ERM (Tabelas 2 e 3, páginas 30 e 31).

Em relação aos efeitos da ERM no sentido vertical, parece ser consenso ocorrer o deslocamento inferior da maxila (Haas, 1961; Haas, 1965; Haas, 1970; Wertz, 1970; Wertz e Derskin, 1977; Silva Filho et al., 1991; Asanza et al., 1997; Reed et al., 1999; Scanavini et al., 2006; Chung e Font, 2004; Lagravere et al., 2005; Ramoglu et al., 2010; Rossi et al., 2011), podendo haver alteração no padrão de deslocamento, com presença ou não de inclinação do plano palatal. No presente trabalho, constatou-se o deslocamento inferior da maxila, com aumento das medidas SN-A; SN-IS e SN-ENP valores maiores na região posterior, porém sem significância estatística (Tabela 2 e 3, páginas 30 e 31). Não houve alteração na inclinação do plano palatal em relação à base do crânio nos tempos avaliados. Além disso, não foi verificada diferença significativa entre os aparelhos de Haas e Hyrax, apesar de o último apresentar um deslocamento maxilar inferior ligeiramente maior. Tais achados diferem dos encontrados por outros autores onde ocorreu inclinação do plano palatal (Haas, 1965; Davis e Kroman, 1969; Asanza et al., 1997; Chung e Font, 2004). Esta diferença poderia ser explicada pela grande variabilidade metodológica empregada nos estudos, com diferenças na quantidade e tempo das ativações, na confecção dos aparelhos expansores e nos tempos avaliados. Velázquez et al. (1996) não verificaram alteração significativa na inclinação do plano palatal após 3 anos concluída a ERM, incluindo, neste período, tratamento corretivo com aparelho fixo. Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Garib et al. (2007), no qual foram avaliados 25 pacientes submetidos a ERM com os aparelhos de Haas e Hyrax com posterior instalação de aparelho fixo, compreendendo um período total de observação de 5 anos, não sendo possível verificar alteração na inclinação do plano palatal (Garib et al., 2007).

Apresentando uma metodologia similar à aplicada neste estudo, o trabalho de Scanavini et al. (2006) comparou os efeitos maxilares da ERM, no sentido sagital e vertical, com os aparelhos Haas e Hyrax. A amostra foi composta por 31 pacientes, sendo 18 do Grupo Haas e 13 do Grupo Hyrax. No entanto, os

efeitos da ERM foram avaliados através de radiografias cefalométricas em norma lateral nos tempos T1 (inicial), T2 (imediatamente pós ERM) e T3 (após fase de alinhamento e nivelamento com aparelho fixo). Foi verificado um deslocamento da maxila para baixo, sem ocorrência de rotação do plano palatal nos tempos avaliados. Na comparação entre os aparelhos, não foi constatada diferença significativa. Achados semelhantes foram verificados no presente estudo, com as únicas diferenças em relação ao trabalho anterior, sendo: o uso do exame de TCCB, e o tempo avaliado (T3), que foi de 6 meses de contenção, sem instalação de qualquer outro aparelho.

EFEITOS MAXILARES DENTÁRIOS

Em relação às alterações dentárias no sentido vertical, foi possível verificar efeito imediato da ERM no molar superior, que se manteve pós 6 meses de contenção, pela análise da variável SN-MS. O aumento médio de SN-MS foi de 1,2mm, sem diferença estatística entre os Grupos Haas e Hyrax. Resultados similares foram encontrados por Basciftci e Karaman, que identificaram um aumento significativo de 1,4mm em SN-MS. Considerando a posição vertical do molar superior em relação ao plano palatal (PP-MS) foi verificado deslocamento inferior médio de 0,4mm, imediatamente após ERM, que se manteve no período de contenção, porém esse valor não foi considerado estatisticamente significativo e não houve diferença entre os grupos. Assim como a presente pesquisa, outros estudos também não identificaram alteração significativa da posição do molar superior em relação ao plano palatal (Asanza et al., 1997; Garib et al., 2007). A provável justificativa para o valor mais expressivo para a variável SN-MS pode estar na associação do deslocamento inferior da maxila em relação à base do crânio e não da efetiva extrusão do molar maxilar, já que o deslocamento inferior maxilar na região da ENP correspondeu, em média, a 1,3mm, resultado muito próximo ao valor de 1,2mm, encontrado para a variável SN-MS. Ou seja, poderia ser atribuído apenas 0,1mm à extrusão do molar superior, valor de pouca relevância clínica. Em contra partida, na Meta-análise de Lagravère et al., (2006) verificou-se a extrusão significativa do molar superior de 0,5mm imediatamente pós a ERM, usando-se como referência o plano palatal. Este valor foi considerado clinicamente

insignificante pelos autores. Todos os estudos acima citados utilizaram radiografias cefalométricas em norma lateral para verificação do efeito vertical nos molares maxilares, com exceção do presente estudo. A presente pesquisa aplicou o exame TCCB, utilizando imagens sagitais, semelhantes às imagens radiográficas cefalométricas em norma lateral, permitindo comparações, porém sem superposições de imagens, possibilitando uma melhor visualização e definição dos pontos de referência.

Inúmeros autores avaliaram os efeitos nos molares superiores decorrentes da ERM em radiografias cefalométricas em norma frontal (PA) (Majouru e Nanda, 1994; Sandikçioğlu e Hazar, 1997; Cameron et al., 2002; Ramoğlu et al., 2010), outros tantos em TCCB em uma imagem coronal, semelhante à radiografia pósterio-anterior (Garib et al., 2005; Podesser et al., 2007; Garret et al., 2008, Christie et al., 2010; Weissheimer et al., 2011). Estes estudos atribuem o movimento inferior do molar maxilar ao maior deslocamento inferior da cúspide palatina, decorrente, por sua vez, da inclinação do molar maxilar no sentido vestibular. No estudo de Weissheimer et al (2011), que avaliaram a mesma amostra do presente estudo, porém no sentido transversal, houve inclinação vestibular dos dentes de ancoragem de 7,53° para o molar direito e de 6,17° para o esquerdo, em média, sem diferenças significativas entre os aparelhos de Haas e Hyrax. O presente estudo avaliou as alterações verticais dos molares superiores em imagens sagitais, utilizando a cúspide palatina como referência, sendo a extrusão média dos molares de ancoragem (PP-MS) de apenas 0,4mm, imediatamente após ERM, mantendo-se em T3. Este valor encontrado não apresentou significância estatística, bem como não houve diferença entre o Grupo Haas e Hyrax. Garib et al., (2005) compararam os efeitos transversais maxilares da ERM dos aparelhos Haas e Hyrax, em TC, em 8 casos e identificaram maior inclinação axial dos dentes de ancoragem com o aparelho dento-muco-suportado, porém sem diferença estatística significativa na região de primeiros molares. Huynh et al. (2009) não verificaram diferença significativa na inclinação dos dentes de ancoragem para os aparelho de Haas e Hyrax, porém a expansão maxilar foi feita de forma lenta.

EFEITOS MANDIBULARES ESQUELÉTICOS

Os efeitos da Expansão Rápida da Maxila (ERM) não se limitam à região maxilar, provocando, também, efeitos nas suturas maxilares, na mandíbula e, conseqüentemente, podendo gerar mudanças no perfil facial. No estudo de Haas (1961), imediatamente após a ERM, foi relatado o deslocamento mandibular para trás e para baixo, com conseqüente aumento da altura facial inferior e abertura da mordida anterior. Identificadas estas alterações, a preocupação com os efeitos que a ERM poderia provocar na oclusão, na convexidade da face, no padrão facial tornou-se fonte de inspiração para inúmeros pesquisadores (Haas, 1961; Wertz e Dreskin, 1977; Haas, 1970; Wertz, 1970; Haas, 1965; Haas, 1980; Silva Filho et al., 1991; Reed et al., 1999; Basciftci e Karaman, 2002; Forranato et al., 2011).

A mudança na posição mandibular verificada por Haas (1961; 1965) ocorria imediatamente após a ERM, porém com tendência de retorno à posição original na fase de contenção. Outros autores (Wertz, 1970; Wetz e Dreskin, 1977; Silva Filho et al., 1991; Sandikçioğlu e Hazar, 1997; Reed et al., 1999; Akkaya et al., 1999; Ramoğlu e Sari, 2010; Chung e Font, 2004), também identificaram o aumento do plano mandibular, o aumento da altura do terço inferior da face e a abertura da mordida como efeitos imediatos da ERM. Akkaya et al. (1999) verificaram, em radiografias cefalométricas em norma lateral, um aumento do plano mandibular de $1,93^\circ$ após a fase ativa do tratamento com aparelho Hyrax modificado. Já Chung e Font (2004) encontraram um aumento médio de $1,72^\circ$ utilizando o aparelho de Haas. Na Meta-análise elaborada por Lagravère et al (2006) foram avaliados os efeitos imediatos transversal, sagital e vertical, tanto dentários quanto esqueléticos, decorrentes da ERM. A única diferença estatisticamente significativa encontrada, no sentido vertical, foi o aumento do plano mandibular em relação à base do crânio de $1,97^\circ$ em média (SN.PM) e de $1,65^\circ$ em relação ao plano palatal (PM.PP). Esta Meta-análise somente avaliou os efeitos imediatos da ERM, incluindo variações do aparelho tipo Hyrax, como por exemplo, com acrílico encobrindo a oclusal dos dentes posteriores. Os autores consideraram que, apesar de ter ocorrido alteração significativa do plano mandibular no sentido vertical, este efeito imediato da ERM não foi considerado clinicamente significativo. Em concordância com os trabalhos

citados, o presente estudo identificou alteração da posição mandibular imediatamente após ERM, com aumento médio do plano mandibular em relação à base do crânio de $1,26^\circ$ (SN.PM), e de $1,63^\circ$ em relação ao plano palatal (PM.PP), com retorno da posição mandibular a valores próximos aos do início do tratamento ao final do período de contenção, em TCCB (Tabela 2 e 3, páginas 30 e 31).

Chang et al., (1997) avaliaram os efeitos a longo prazo na mordida aberta, após ERM, com aparelho tipo Haas. A amostra, composta por 25 indivíduos, teve seus dados coletados com auxílio de radiografias em norma lateral, bem como modelos de estudo, avaliados nas fases pré-tratamento, 60 dias após ERM, 5 anos ou mais pós-tratamento corretivo. Os autores não verificaram aumento na altura facial inferior, ou abertura do plano mandibular, sendo contrários à teoria de que pacientes portadores de maloclusão tipo Classe I ou Classe II, tratados com ERM, apresentem tendência de abertura da mordida. No entanto, este estudo, não avaliou os efeitos imediatos decorrentes da ERM, já que a avaliação pós-fase ativa, ocorreu ao final do tratamento ortodôntico, incluindo a fase de instalação do aparelho fixo (Chang et al., 1997). Em concordância, outros estudos não identificaram alterações significativas verticais e sagitais mandibulares ao longo do tempo (Lagravère et al., 2005; Garib et al., 2007). O presente estudo, também não encontrou mudanças significativas na postura mandibular, a longo prazo, tendo em vista que os valores encontrados na fase de contenção foram muito similares aos iniciais, sem diferença estatística, para as variáveis SN.PM, SN.PP, SN.PO, ENA-ME, após 6 meses estabilizado o parafuso expensor (Tabelas 2 e 3, páginas 30 e 31).

Considerando os efeitos sagitais mandibulares, o deslocamento da mandíbula para trás seria evidenciado pelo deslocamento posterior do ponto B, ou ainda, redução do ângulo SNB. O presente estudo verificou uma redução significativa da variável SNB de $0,8^\circ$ em média, imediatamente após a ERM. Foi verificada redução da distância SNP-B significativa de 1,6mm em média no mesmo período. Após o período de contenção, houve tendência de retorno da posição ântero-posterior da mandíbula próxima aos valores iniciais. O Grupo Haas e o Grupo Hyrax não apresentaram diferenças significativas em relação ao deslocamento posterior mandibular nos tempos avaliados (Tabelas 2 e 3, páginas 30 e 31). Em concordância com os achados deste estudo, outros autores, também verificaram a redução de SNB de $0,62^\circ$ (Lagravère et al., 2006), $0,74^\circ$ e de SNP-B de 1,1mm

(Bascifce e Karaman, 2002). Assim como a alteração vertical na posição mandibular mostrou-se temporária, o deslocamento ântero-posterior apresentou comportamento semelhante (Silva Filho, 1991; Sandikçioğlu e Hazar, 1997; Akkaya et al., 1999; Basciftci e Karaman, 2002). Estudos a longo prazo confirmam o caráter temporário do deslocamento posterior mandibular (Chang et al., 1997, Lagravère et al., 2005; Garib et al., 2007) já que não é verificada diferença estatística entre a fase inicial e de contenção, fato este também observado no presente estudo.

No estudo de Velázquez et al. (1996) foram avaliados 30 pacientes, sendo 50% da amostra composta por dolicofaciais, submetidos a ERM com o aparelho tipo Haas modificado e posterior tratamento com aparelho fixo. Concluído o tratamento ortodôntico, 3 anos após realizada a ERM, radiografias em norma lateral foram adquiridas e avaliadas. Não foi verificada alteração vertical do plano mandibular, nem deslocamento posterior do ponto B no período avaliado. Os autores acreditam que as alterações esqueléticas classicamente descritas como resultantes da ERM, como mordida aberta anterior e rotação posterior da mandíbula são compensadas, mais que pelo tratamento ortodôntico, pelo crescimento normal do indivíduo (Velázquez et al., 1996).

Os dois grupos avaliados neste estudo apresentaram comportamento semelhante ao longo dos tempos avaliados, não sendo possível estabelecer diferenças significativas entre os aparelhos de Haas e Hyrax em relação às alterações na posição mandibular decorrentes da terapia da ERM. A única alteração esquelética estatisticamente significativa encontrada foi para a medida ENA-ME, com aumento médio de 2,1mm, que corresponde a altura inferior da face, onde o Grupo Hyrax apresentou valor médio superior de 2,0mm em relação ao Grupo Haas (Tabelas 2 e 3, páginas 30 e 31). A provável explicação para esta diferença seria o deslocamento maxilar inferior verificado de forma ligeiramente mais acentuada no grupo Hyrax. Asanza et al., (1997), avaliaram os efeitos sagitais e ântero-posteriores da ERM com disjuntor tipo Hyrax, em radiografias cefalométricas, e verificaram aumento médio da altura facial inferior (ENA-ME) de 2,1mm, resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Diante destes achados, alguns autores realizaram estudos associando a ERM e o uso de aparelhos auxiliares no controle das dimensões verticais da face.

Sugeriram o uso concomitante de aparelhos extra-orais aos disjuntores, com o objetivo de promover o controle vertical no momento da ERM, principalmente em pacientes com padrão vertical de crescimento. (Alpern 1987, Basciftci e Karaman, 2002; Majourau e Nanda, 1994). Majourau e Nanda (1994) consideraram o uso da mentoneira com puxada alta o mais indicado para associar à terapia da ERM, por estabelecer um sistema de forças mais adequado que o aparelho extra-bucal (AEB). Da mesma maneira, Basciftci e Karaman (2002), avaliaram e compararam os efeitos sagitais, transversais e verticais da ERM com e sem o uso da mentoneira puxada vertical em radiografias cefalométricas lateral e frontal, após fase ativa e pós contenção. Os resultados mostraram que no grupo da ERM sem associação da mentoneira ocorreu aumento significativo do ângulo SN.PM de 1,85° e do ângulo PM.PP de 1,21°, em média, com aumento da altura facial inferior médio de 2,6mm, bem como, deslocamento posterior mandibular, com redução significativa do ângulo SNB e da distância SNP-B e após a fase ativa da ERM. Enquanto que o grupo que fez uso da mentoneira associada à ERM essas alterações não foram significativas (Basciftci e Karaman, 2002). A causa provável da alteração da posição mandibular seria a extrusão e inclinação do primeiro molar superior e movimento inferior da região posterior da maxila. Sendo assim, os autores concluíram que o uso da mentoneira puxada vertical durante e imediatamente após a ERM seria suficiente para prevenir os efeitos indesejados e manter o controle da dimensão vertical. Em discordância aos estudos anteriores, Chang et al., (1997) relatam que a ERM pode ser indicada para pacientes portadores de maloclusão Classe I e Classe II, já que este tipo de terapia não provoca efeitos significativos nas dimensões verticais e anteroposterior da face a longo prazo. Outros autores, por concordarem que os efeitos imediatos da ERM na posição mandibular apresentem caráter temporário, não contra-indicaram este tipo de terapia para pacientes com padrão vertical de crescimento ou perfil convexo (Garib et al., 2007; Velázquez et al., 1996).

A amostra do presente estudo foi composta por 12 pacientes Classe I (36,4%), 18 de Classe II (54,5%), e 3 portadores de Classe III (9,1%), do total dos 33 indivíduos avaliados (Quadro 4). A maior parte da amostra pode ser considerada com padrão vertical de crescimento, já que apenas 6 pacientes apresentaram plano mandibular (SN.PM) de até 32° (18,2%) e os 27 restantes (81,8%) apresentaram plano mandibular (SN.PM) acima de 32° (entre 33° e 44°). Considerando as

alterações verticais investigadas no presente estudo, como a rotação mandibular no sentido horário, ser temporária, com retorno mandibular próximo a posição original, após 6 meses de contenção e as características da presente amostra, o uso de aparelhos adicionais para controle vertical na terapia da ERM, mesmo em pacientes com padrão vertical de crescimento, torna-se questionável.

Quadro 4- Descrição das características dos 33 pacientes da amostra.

	Classe I	Classe II	Classe III	SN.PM $\leq 32^\circ$	SN.PM $\geq 32^\circ$
Nº de pacientes	12	18	3	6	27
% de pacientes	36,4%	54,5%	9,1%	18,2%	81,8%

EFEITOS MANDIBULARES DENTÁRIOS

Na presente pesquisa, os molares inferiores foram avaliados no sentido sagital e transversal, utilizando os recursos disponíveis em exames TCCB. Em relação às alterações dentárias mandibulares no sentido transversal, foi verificada a verticalização dos molares inferiores de maneira significativa durante o período de 6 meses de contenção, justificado pelo aumento do ângulo entre o longo eixo dos molares inferiores em relação à base da mandíbula, do lado e direito e esquerdo (M46.BM e M36.BM) de, em média, $1,9^\circ$ e $1,7^\circ$ respectivamente (Tabelas 2 e 3, páginas 30 e 31). Foi constatado uma maior verticalização do molar inferior do lado direito (M46.BM) no Grupo Haas. No estudo de Weissheimer et al. (2011), que avaliaram a mesma amostra do presente estudo no sentido transversal, o aparelho de Haas demonstrou causar maior inclinação vestibular dos dentes de ancoragem que o aparelho de Hyrax, sendo esta inclinação maior no molar direito, do que no esquerdo. Estas alterações nos molares maxilares podem estar correlacionadas aos efeitos encontrados nos molares mandibulares.

Uma das possíveis causas desta inclinação dos molares mandibulares seria a mudança de equilíbrio entre a musculatura perioral e a língua, com maior

influência da última, já que ocorreria uma diminuição da pressão da musculatura perioral em decorrência da expansão maxilar (Haas, 1961; Basciftci e Karaman, 2002). Haas (1961) relata ainda, como outra possível causa, a espessura do acrílico do aparelho usado como contenção, que poderia provocar o abaixamento da língua com conseqüente pressão capaz de verticalizar os molares. O presente estudo utilizou o próprio disjuntor como aparelho de contenção, sendo possível verificar diferença significativa entre os grupos avaliados. O Grupo Haas apresentou maior inclinação do molar inferior direito em relação ao grupo Hyrax. Ou seja, houve provável influência da maior espessura do corpo de acrílico do aparelho de Haas na inclinação dos molares inferiores, concordando com as duas teorias propostas por Haas (1961).

A distância linear entre os primeiro molares inferiores (ML46-36) apresentou um aumento médio de 0,8mm, e o ângulo entre molares (MA46.36) uma redução média de 3,8°, após 6 meses de contenção. Achados estes similares aos de outros estudos que também verificaram a verticalização dos molares inferiores à longo prazo (Haas, 1961; Sandikçioğlu e Hazar, 1997; Baccetti et al., 2001; Basciftci e Karaman, 2002). Wertz e Dreskin (1977) verificaram um aumento médio da distância intermolares no arco mandibular de 0,5mm, imediatamente após abertura da sutura palatina, que se manteve no período pós-contenção. Achados semelhantes foram obtidos por Lima et al., (2004) que avaliaram os efeitos mandibulares, em modelos de estudo, de 30 pacientes submetidos a ERM com o aparelho de Haas, sendo o próprio disjuntor usado como contenção por aproximadamente 5 meses, sem instalação de qualquer outro tipo de aparelho durante o período avaliado. Estes autores verificaram um aumento da distância intermolares de 0,97mm, no período pós-contenção, correspondendo a 1/6 do total do aumento da distância entre os molares maxilares, que foi de 5,6mm, em média. O presente estudo encontrou valores de 0,8mm, em média, avaliados em TCCB, no entanto, correspondendo a 1/9 do total da expansão maxilar na região dos molares superiores, que foi de 7,8mm em média (Weissheimer et al., 2011) . Os valores médios encontrados no estudo de Baccetti et al., (2001) foram de 2.3 mm, após o período de tratamento ortodôntico, com intervalo mínimo de 5 anos, que incluiu uso de aparelho fixo. As prováveis explicações para estes valores superiores, estariam no período de avaliação, que ocorreu 5 anos pós contenção, e a associação

tratamento corretivo com aparelho fixo, que poderiam interferir na distância intermolares. Já o presente estudo realizou a avaliação após 6 meses de contenção, ainda com o disjuntor presente na maxila, e durante este período nenhum outro tipo de aparelho foi usado. A metodologia empregada para avaliação dos efeitos da ERM nos molares inferiores em TCCB foi desenvolvida para o presente estudo, já que não foram encontrados estudos com metodologia similar, nem mesmo em radiografias cefalométricas em norma frontal. A necessidade de estudos para avaliação dos efeitos da ERM nos molares inferiores se faz evidente.

Considerando a avaliação no sentido vertical, constatou-se alteração significativa nos molares inferiores com aumento da distância linear entre a cúspide palatina do molar mandibular e a base da mandíbula (PM-MI). Ou seja, foi possível identificar a extrusão do molar inferior, com valor médio de 0,6mm, imediatamente após a ERM, que se manteve no período de 6 meses de contenção. Não foi verificada diferença significativa entre os grupos avaliados. Um das possíveis explicações para este fenômeno seria a verticalização verificada nos molares mandibulares, com deslocamento no sentido vestibular da cúspide lingual, efeito similar ao que ocorreria nos molares superiores. A hipótese de crescimento alveolar no decorrer de 6 meses, período avaliado neste estudo, não deve ser considerada já que o crescimento alveolar é drasticamente reduzido, após o processo de erupção, quando os molares encontram-se em oclusão (Thilander, 2009), sendo os incrementos alveolares subseqüentes percebidos em intervalos de 3 anos ou mais em pacientes com maloclusão tipo Classe II (Martinelli et al., 2010). Não foram encontrados estudos que avaliam os efeitos verticais nos molares inferiores decorrentes da ERM numa vista sagital em TCCB ou em radiografias cefalométricas em norma lateral.

Os incisivos mandibulares também foram avaliados no presente estudo, não sendo verificada alteração significativa, como mostram as variáveis IMPA e SNP-II, nos tempos avaliados (Tabelas 2 e 3, páginas 30 e 31). Os dois grupos avaliados apresentaram comportamento semelhante, sem diferenças significativas. Em concordância com o estudo de Basciftci e Karaman (2002) também não foi verificada alteração significativa para a variável SNP-II. Ramuglu e Sari (2010) identificaram estabilidade dos incisivos inferiores após a terapia de ERM, sem alterações significativas.

Considerando os efeitos esqueléticos e dentários da ERM no complexo maxilar, a abertura da mordida, em conseqüência da rotação mandibular para trás e para baixo, poderia estar associado à extrusão dos molares superiores (Sari et al., 2003), ou ainda, ao deslocamento anterior e inferior da maxila, que ocorreria pela orientação das suturas maxilares, similar ao efeito do crescimento natural (Haas, 1970), ou o movimento inferior dos segmentos maxilares devido a localização do centro de resistência da maxila (Wertz, 1970; Majourau e Nanda, 1994). O estudo de Reed et al (1999) constatou relação entre a mudança vertical do molar superior em relação a base do crânio e o aumento da altura do terço inferior da face. Provavelmente, a associação dos efeitos de inclinação vestibular dos dentes de ancoragem dos disjuntores e o deslocamento inferior da maxila provocam a alteração da postura mandibular e suas conseqüências, como a abertura da mordida anterior, aumento do terço inferior da face, aumento da convexidade facial. Efeitos estes que parecem ser temporários, sem acarretar maiores prejuízos a longo prazo.

Estudos avaliando os efeitos sagitais e verticais da ERM em TCCB se fazem necessários, já que a avaliação transversal maxilar, com este recurso de imagem, parece ser difundido na literatura (Podesser et al., 2004; Podesser et al., 2007; Garib et al., 2005; Garib et al., 2007, Garret et al., 2008, Christie et al., 2010; Weissheimer et al., 2011). Os *software* existentes para auxiliar na avaliação das imagens TCCB possibilitam a visualização em mais de um plano (coronal, sagital e axial) e estes recursos devem ser explorados pelos pesquisadores, possibilitando estudos dos efeitos da ERM de maneira global e futuramente em 3D.

7 CONCLUSÃO

Após avaliar os efeitos da expansão rápida da maxila antes, imediatamente após a fase ativa e 6 meses depois da estabilização do parafuso expansor em tomografia computadorizada cone beam foi possível concluir que:

Em relação às alterações maxilares esqueléticas, ocorreu deslocamento inferior da maxila, imediatamente após a ERM, que se manteve após 6 meses de contenção. Este deslocamento vertical ocorreu de maneira paralela, sem inclinação significativa do plano palatal em relação à base do crânio. Foi verificada alteração na posição vertical do molar superior, com deslocamento inferior, imediatamente após a ERM que se manteve após 6 meses de contenção.

Houve alteração na posição mandibular imediatamente após a fase ativa da ERM, com deslocamento inferior da mandíbula, aumento do plano mandibular, aumento do terço inferior da face e conseqüente abertura da mordida. No período de contenção, 6 meses depois de estabilizado o parafuso expansor, ocorreu uma tendência de a mandíbula retornar à posição original. Em relação as alterações dentárias, houve extrusão do molar inferior imediatamente após a ERM, que se manteve no período de contenção, seguida de uma verticalização dos molares observada no sentido transversal, no mesmo período. Não foi verificada alteração nos incisivos inferiores nos períodos avaliados.

Os dois tipos de aparelhos expansores, Haas e Hyrax, promoveram alterações semelhantes, no sentido sagital e vertical, sobre a posição maxilar e mandibular. No entanto, o expansor tipo Hyrax provocou maior aumento das dimensões da altura facial inferior quando comparado ao expansor tipo Haas imediatamente após a ERM. Já o expansor tipo Haas provocou maior verticalização dos molares inferiores no sentido transversal, após 6 meses de contenção, quando comparado ao disjuntor tipo Hyrax.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**Norma: Vancouver**

1. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*. 1965;35(3):178-186.
2. Haas AJ. The treatment fo maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*. 1965;35(3):200-17.
3. Angell EH. Treatment of irregularities of the permanent or adult tooth *Dental Cosmos*. 1860:540-44, 99-601.
4. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture *The Angle Orthodontist* 1961;31(2):73-90.
5. Haas AJ. Palatal expansion: just yhe beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod*. 1970;57(3):219-55.
6. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid maxillary expansion. *The Angle Orthodontist*. 1980;50(1):01-10
7. Biederman W. A hygenic appliance of rapid expansion. *J Clinical Orthodontics*. 1968;2(2):67-70.
8. Silva Filho OG, Villas Boas C, Capelozza LOF. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: A cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1991;100(2):171-9.
9. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;111(3):321-7.
10. Asanza S. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod*. 1997;67(1):15-22.
11. Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999;116(1):31-40.
12. Chang JY, McNamara Jr JA, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1997;112(3):330-7.
13. Cameron CG, Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr JA. Long-term effects of rapid maxillary expansion: A posteroanterior cephalometric evaluation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2002;121(2):129-35.

14. Scanavini MA, Reis SAB, Simões MM, Gonçalves RAR. Comparative evaluation of maxillary effects of rapid maxillary expansion with Haas and Hyrax appliances. *R Dental Press Ortodon e Ortop Facial*. 2006;11(1):60-71.
15. Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid Maxillary Expansion. Is it Better in the Mixed or in the Permanent Dentition? *The Angle Orthodontist*. 2003 2012/01/25;73(6):654-61.
16. Chung C-H, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(5):569-75.
17. Ramoglu SI, Sari Z. Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid? *The European Journal of Orthodontics*. 2010 February 1, 2010;32(1):11-8.
18. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term Skeletal Changes with Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(6):1046-52.
19. Scarfe WC, Farman AG, Sucovik P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *JCDA*. 2006;72(1):75-80.
20. Dias DM. Efeitos imediatos da expansão rápida maxilar no sentido sagital, com os disjuntores tipo Haas e Hyrax, em tomografia computadorizada cone beam. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul 2008.
21. Weissheimer A. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os diuntores tipo Haas e Hyrax , em tomografia computadorizada cone beam. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul 2008.
22. Lima Filho RMA, Bolognese AM. *Ortodontia: Arte e Ciência*. Maringá: Dental Press 2007.
23. Garib DG, Henriques JFC, Carvalho PEG, Gomes SC. Longitudinal Effects of Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist*. 2007 2012/01/25;77(3):442-8.
24. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;130(2):257-65.
25. Lagravère MO, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *JADA*. 2006;137(1):44-53.
26. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;134(1):8.e1-8.e11.
27. Weissheimer A, de Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, de Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(3):366-76.
28. Timms DJ, Preston CB, Daly PF. A computed tomographic assessment of maxillary movement induced by rapid expansion - a pilot study. *Eur J Orthod*. 1982;4(2):123-7.

29. Podesser B, Williams S, Crismani AG, Bantleon H-P. Evaluation of the effects of rapid maxillary expansion in growing children using computer tomography scanning: a pilot study. *The European Journal of Orthodontics*. 2007 February 1, 2007;29(1):37-44.
30. Podesser B, Williams S, Bantleon HP, Imhof H. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *The European Journal of Orthodontics*. 2004 April 1, 2004;26(2):209-15.
31. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid Maxillary Expansion Tooth Tissue-Borne Versus Tooth-Borne Expanders: A Computed Tomography Evaluation of Dentoskeletal Effects. *The Angle Orthodontist*. 2005 2012/01/25;75(4):548-57.
32. Christie KF, Boucher N, Chung C-H. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: A cone-beam computed tomography study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(4, Supplement):S79-S85.
33. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;109(4):361-7.
34. Akkaya S, Lorenzon S, Ucem T. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *The European Journal of Orthodontics*. 1999 April 1, 1999;21(2):175-80.
35. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a Modified Acrylic Bonded Rapid Maxillary Expansion Appliance and Vertical Chin Cap on Dentofacial Structures. *The Angle Orthodontist*. 2002 2012/01/25;72(1):61-71.
36. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment Timing for Rapid Maxillary Expansion. *The Angle Orthodontist*. 2001 2012/01/25;71(5):343-50.
37. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2005;128(6):803-11.
38. Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;134(1):112-6.
39. Cevidanes LHS, Styner MA, Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2006;129(5):611-8.
40. Moshiri M, Scarfe WC, Hilgers ML, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2007;132(4):550-60.
41. Davis WM, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*. 1969;39(2):126-32.
42. Wertz R, Dreskin, M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Midpalatal suture opening: a normative study*. 1977;71(4).

43. Rossi Md, Rossi Ad, Abrão J. Skeletal alterations associated with the use of bonded rapid maxillary expansion appliance. *Brazilian Dental Journal*. 2011;22:334-9.
44. Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1994;106(3):322-8.
45. Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, Bollen A-M. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: A retrospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;136(3):331-9.
46. Farronato G, Maspero C, Esposito L, Briguglio E, Farronato D, Giannini L. Rapid maxillary expansion in growing patients. Hyrax versus transverse sagittal maxillary expander: a cephalometric investigation. *European Journal of Orthodontics*. 2011;33(2):185-9.
47. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults. *The Angle Orthodontist*. 1987;7:245-63.
48. Lima AC, Lima AL, Filho RMAL, Oyen OJ. Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal expansion: A long-term study on Class I malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(5):576-82.
49. Thilander B. Dentoalveolar development in subjects with normal occlusion. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *The European Journal of Orthodontics*. 2009 April 1, 2009;31(2):109-20.
50. Martinelli FL, de Oliveira Ruellas AC, de Lima EM, Bolognese AM. Natural changes of the maxillary first molars in adolescents with skeletal Class II malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2010;137(6):775-81.

ANEXOS

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



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

Porto Alegre 13 de Abril de 2011

O Projeto de: Dissertação

Protocolado sob n°: 0024/11
Intitulado: Efeitos na posição mandibular decorrentes da expansão rápida da maxila, em tomografia computadorizada Cone Beam
Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes
Pesquisadores Associados Chalana Sangalli Reale
Nível: .. Dissertação / Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 13 de Abril de 2011.

Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP/PUCRS

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

Av. Ipiranga, 6681, Prédio 06 sala 210
 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 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-1245/11

Porto Alegre, 10 de agosto de 2011.

Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS, em correção ao ofício CEP-895/11, informa que, em 27 de maio de 2011, apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 11/05456 intitulado **“Efeitos na posição mandibular decorrentes da expansão rápida da maxila, em tomografia computadorizada Cone Beam”**

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

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

Atenciosamente,

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

Ilma. Sra.
Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes
Faculdade de Odontologia
Nesta Universidade

Página 1 de

PUCRS

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