



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA**



TALLES FERNANDO MEDEIROS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES  
MAXILOMANDIBULARES APÓS EXPANSÃO RÁPIDA DE  
MAXILA ASSISTIDA CIRURGICAMENTE**

Araraquara

2014



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA**



**TALLES FERNANDO MEDEIROS DE OLIVEIRA**

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES  
MAXILOMANDIBULARES APÓS EXPANSÃO RÁPIDA DE MAXILA  
ASSISTIDA CIRURGICAMENTE**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciências Odontológicas área de Ortodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto

Co-orientador: Prof. Dr. Valfrido A. Pereira Filho

Araraquara

2014

Oliveira, Talles Fernando Medeiros de

Avaliação tridimensional das alterações maxilomandibulares após expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente / Talles Fernando Medeiros de Oliveira.-- Araraquara: [s.n.], 2014.

107 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto

1. Técnica de expansão palatina 2. Osteotomia maxilar  
3. Tomografia computadorizada de feixe cônico I. Título

TALLES FERNANDO MEDEIROS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES  
MAXILOMANDIBULARES APÓS EXPANSÃO RÁPIDA DE MAXILA  
ASSISTIDA CIRURGICAMENTE**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto

2º examinador: Prof. Dr. Mario Francisco Real Gabrielli

3º examinador: Prof. Dr. Sergei Godeiro Fernandes Rabelo Caldas

Araraquara, 18 de novembro de 2014

## DADOS CURRICULARES

TALLES FERNANDO MEDEIROS DE OLIVEIRA

**Nascimento:** 04/09/1984 – Natal/RN

**Filiação:** Fenelon de Oliveira Neto  
Maria Nizélia Medeiros de Oliveira

**2004-2008:** Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

**2009-2012:** Curso de Especialização em Ortodontia pelo Centro Odontológico de Estudos e Pesquisas – COESP, João Pessoa/PB

**2010-2010:** Curso de Aperfeiçoamento em Dentística pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

**2012-2014:** Curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Ortodontia, nível Mestrado pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr - UNESP

## DEDICATÓRIA

**Aos meus Pais Fenelon e Nizélia,**

Painho e Mainha, este trabalho é dedicado a vocês...

Por serem os melhores exemplos de união e dedicação à família. Por terem me ensinado que a educação é a base para o desenvolvimento de todo Ser Humano. Por todo incentivo dado ao longo dos anos. Por nunca permitirem que eu desistisse de realizar meus sonhos.

Devo a vocês tudo aquilo que sou hoje, meu caráter e meus princípios de vida. Acredito que cada conquista alcançada é uma forma de agradecê-los por tudo que fizeram por mim. Afinal, de nada adiantaria meu esforço se não fosse para deixá-los orgulhosos.

Amo vocês!

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto**, por todos os ensinamentos transmitidos durante o curso de mestrado que foram essenciais para o meu crescimento humano e profissional. Sou grato por ter compartilhado comigo seus conhecimentos ortodônticos, sua experiência profissional, sua forma ética de pensar e de agir, mas acima de tudo agradeço-lhe por toda a confiança em mim depositada. Sinto-me muito orgulhoso por tê-lo tido como orientador.

Por toda paciência, atenção, amizade e dedicação a este trabalho, ao senhor Prof. Ary o meu MUITO OBRIGADO.

Ao meu co-orientador, **Prof. Dr. Valfrido Antônio Pereira-Filho**, agradeço pela confiança em nos fornecer a amostra utilizada neste trabalho, por ter disponibilizado os equipamentos necessários para realização das análises, enfim, por tornar possível a realização deste trabalho. Obrigado pela paciência, zelo e dedicação nas revisões dos trabalhos. Sem a sua ajuda não teríamos chegado até aqui.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pelo dom da vida.

Aos meus pais, **Fenelon de Oliveira Neto** e **Maria Nizélia Medeiros de Oliveira**, por todo esforço que fizeram para me ver chegar até este momento. A vocês, meu muito obrigado por acreditarem e confiarem em mim.

À minha namorada **Adriana Ferreira da Silva**, por todo amor, cumplicidade e incentivo, mas acima de tudo por entender o sacrifício da distância e da ausência durante esses dois anos. Te amo.

A toda minha **Família**, em especial a minha irmã **Taise Terêsa Medeiros de Oliveira**, pelo companheirismo de todas as horas, à minha prima **Adelaide Maria de Almeida**, por toda a dedicação ao longo de tantos anos e à minha tia **Terezinha Medeiros**, por todo o apoio oferecido.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, nas pessoas de seu Magnífico Reitor Dr. Julio Cezar Durigan e Excelentíssima Senhora Vice-Reitora Dra. Marilza Vieira Cunha Rudge.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, em nome da sua Diretora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andréia Affonso Barretto Montandon e Vice-Diretora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elaine Maria Sgavioli Massucato.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Odontológicas, representado pelo Coordenador Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Junior e pela Vice-coordenadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lidia Parsekian Martins.

Ao Departamento de Clínica Infantil, em nome do seu Chefe de Departamento Prof. Dr. Fábio Cesar Braga De Abreu e Lima e da Vice-chefe Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lidia Parsekian Martins.

Aos Professores das disciplinas de Ortodontia e Ortopedia Facial, Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto, Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli, Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lídia Parsekian Martins, Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior e Prof. Dr. Maurício Tatsuei Sakima, pela oportunidade de aprender com cada um de vocês.

Aos Professores das disciplinas de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-facial, em especial aos professores Prof. Dr. Valfrido Antônio Pereira Filho, Prof. Dr. Mario Francisco Real Gabrielli e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marisa Aparecida Cabrini Gabrielli.

Ao Prof. Dr. Eduardo Sanches Gonçalves, do Departamento de Estomatologia da Faculdade de Odontologia de Bauru.

Aos Funcionários do Departamento de Clínica Infantil, Sônia Maria Tircailo, Dulce Helena de Oliveira e em especial aos técnicos em prótese ortodôntica Antônio Parciaseppe Cabrini (Totó), Diego Cardoso Pendenza e Pedro César Alves, por toda disposição e colaboração na execução dos aparelhos ortodônticos, mas acima de tudo pela amizade construída nesses anos.

Aos demais funcionários da Faculdade de Odontologia de Araraquara.

Aos amigos de turma do curso de Mestrado em Ciências Odontológicas – Área de concentração em Ortodontia, Maysa de Carvalho Vasconcelos, Patrícia Pigatto Schneider, Alexandre Zilioli Pereira e João Paulo Shwartz. Aos amigos da nova “dupla” do curso de mestrado, Matheus Strelow e Layene Almeida. Aos amigos do curso de doutorado em Ciências Odontológicas – Área de concentração em Ortodontia, em especial a Alexandre Antônio Ribeiro, por todo apoio oferecido durante minha chegada em Araraquara. Obrigado pela amizade de vocês.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de mestrado.

Àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização desta dissertação.

MUITO OBRIGADO.

---

“QUE OS VOSSOS ESFORÇOS DESAFIEM AS  
IMPOSSIBILIDADES, LEMBRAI-VOS DE QUE AS  
GRANDES COISAS DO HOMEM FORAM CONQUISTADAS  
DO QUE PARECIA IMPOSSÍVEL.”

*Charles Chaplin*

Oliveira TFM de. Avaliação tridimensional das alterações maxilomandibulares após expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

## RESUMO

A expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente (ERMAC) é um tratamento eficaz nas deficiências transversais maxilares em adultos. Este estudo avaliou a influência de dois desenhos diferentes de osteotomia da parede lateral da maxila sobre as alterações transversais maxilares, de posicionamento mandibular e do relacionamento cêndilo-fossa após ERMAC. Trinta pacientes adultos foram divididos em dois grupos de acordo com o desenho da osteotomia lateral. O grupo 1 (n = 16) foi submetido a osteotomia lateral realizada de forma horizontal e o grupo 2 (n = 14) submetido a osteotomia paralela ao plano oclusal com degrau no pilar zigomático. Tomografias computadorizadas de feixe cônico foram realizadas no pré-operatório (T1), após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3). O desenho da osteotomia lateral não influenciou nas respostas maxilomandibulares após ERMAC. Nos dois grupos ocorreu aumento nas medidas transversais maxilares e rotação horária mandibular acompanhada de um deslocamento lateral imediatamente após a expansão. As alterações maxilares mostraram-se estáveis seis meses após a expansão, exceto a largura do assoalho nasal e inclinação dentária que apresentaram redução em T3. As alterações mandibulares tenderam a retornar aos valores próximos aos iniciais em T3. Não se observou alteração significativa no relacionamento cêndilo-fossa em nenhum momento do estudo. O desenho da osteotomia lateral da maxila não influenciou nos resultados da ERMAC que ocorreu por meio de inclinação dos segmentos maxilares. O movimento rotacional e o deslocamento lateral da mandíbula são efeitos transitórios da ERMAC.

**Palavras-chave:** Técnica de expansão palatina; Osteotomia maxilar; Tomografia computadorizada de feixe cônico.

Oliveira TFM de. Three-dimensional assessment of maxillomandibular changes after surgically assisted rapid maxillary expansion [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2014.

## **ABSTRACT**

Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) is an effective treatment for maxillary transverse deficiency in adult patients. This study assessed the influence of two different osteotomy designs of the maxillary lateral wall on maxillary transverse changes, mandibular positioning and condyle fossa relationship after SARME. Thirty adult patients were divided into two groups according to the lateral osteotomy design: Group 1 (n = 16) underwent lateral osteotomy performed in a horizontal straight fashion and Group 2 (n = 14) underwent lateral osteotomy performed parallel to the occlusal plane with a step at the zygomatic buttress. Cone beam computed tomography scans were obtained before surgery (T1), immediately after expansion (T2) and six months after expansion (T3). The lateral osteotomy design had no bearing on the maxillomandibular changes after SARME. Both groups showed an increase in maxillary transverse measurements and clockwise rotation with lateral displacement of the mandible immediately after expansion. Maxillary changes showed to be stable six months after SARME, except for nasal floor width and tooth tipping which decreased at T3. Mandibular displacements tended to return close to their initial values at T3. No significant changes in condyle fossa relationship were observed at any time points. The design of lateral osteotomy of the maxilla did not affect the outcomes of SARME, which occurred by tipping of maxillary segments. Clockwise rotation and lateral displacement of the mandible are transient effects of SARME.

**Keywords:** Palatal Expansion Technique; Maxillary Osteotomy; Cone-Beam Computed Tomography

## LISTA DE FIGURAS

### ***CAPÍTULO 1***

**Figura 1** - Reconstrução volumétrica das TCFC de pacientes submetidos à ERMAC realizadas com duas osteotomias da parede lateral de maxila. (A) Osteotomia horizontal da abertura piriforme à fissura pterigomaxilar com separação da sutura pterigomaxilar e sutura palatina mediana. (B) Osteotomia paralela ao plano oclusal com degrau e remoção óssea no pilar zigomático, com separação da sutura pterigomaxilar e sutura palatina mediana.....46

**Figura 2** - Planos de orientação espacial: Plano axial (azul) definido pelas órbitas direita e esquerda e pelo pório direito. Plano coronal (verde) definido pelos pórios direito e esquerdo, perpendicular ao plano axial. Plano sagital mediano (vermelho) definido como plano ortogonal aos planos anteriores que passa pelo násio. ....47

**Figura 3** - Medidas realizadas na região posterior da maxila ao nível dos primeiros molares superiores: (1) Largura do assoalho nasal: medida a partir da porção mais inferior do assoalho nasal, no corte coronal determinado pelo ápice da raiz palatina do primeiro molar mais posterior. (2) Largura maxilar: medida a partir das paredes laterais da maxila ao nível do assoalho nasal. (3) Distância Inter-radicular: Distância entre os ápices da raiz palatina dos primeiros molares direito e esquerdo. (4) Distância inter-coronal: Distância entre as cúspides méso-vestibulares dos molares direito e esquerdo. (5) Ângulo molar: ângulo formado entre as retas que passam pela cúspide méso-vestibular e ápice da raiz palatina dos molares direito e esquerdo. ...48

**Figura 4** - Medidas realizadas na região anterior da maxila ao nível dos primeiros pré-molares superiores: (1) Largura do assoalho nasal: medida a partir da porção mais inferior do assoalho nasal, no corte coronal determinado pelo ápice radicular do primeiro pré-molar superior localizado mais posteriormente. (2) Largura maxilar: medida a partir das paredes laterais da maxila ao nível do assoalho nasal. (3) Distância inter-radicular: Distância entre os ápices radiculares dos primeiros pré-molares direito e esquerdo. (4) Distância inter-coronal: Distância entre as cúspides vestibulares dos pré-molares direito e esquerdo. (5) Ângulo pré-molar:

ângulo formado entre as retas que passam pela cúspide vestibular e ápice radicular dos pré-molares direito e esquerdo.....49

**Figura 5** - Representação esquemática do movimento de inclinação dos segmentos maxilares ao nível de molares e pré-molares. Valores destacado representam o percentual de expansão em cada região com relação a abertura do parafuso expensor. ....55

**Figura 6** - Movimento de rotação interna da parede lateral da maxila em decorrência da ERMAC. ....57

## ***CAPÍTULO 2***

**Figura 1** - Planos de orientação: Plano axial, definido pelas órbitas direita e esquerda e pelo pório direito. Plano coronal, definido pelos pórios direito e esquerdo, perpendicular ao plano axial. Plano sagital mediano definido como plano ortogonal aos planos anteriores que passa pelo násio. ....72

**Figura 2** - Definição dos pontos anatômicos mandibulares na reconstrução volumétrica e nas reconstruções multiplanares de acordo com cortes axial, coronal e sagital.....73

**Figura 3** - Representação tridimensional das medidas lineares e angulares realizadas entre os pontos anatômicos e os planos espaciais. Medidas dos pontos anatômicos aos planos sagital e axial (a); medidas dos pontos anatômicos ao plano coronal e medida da inclinação do plano mandibular (b). ....74

**Figura 4** - Medidas do relacionamento cêndilo-fossa: determinação do centro geométrico (CG) do cêndilo na vista axial (a); medida do espaço articular anterior (EAA), superior (EAS) e posterior (EAP) (b).....74

**LISTA DE TABELAS****CAPÍTULO 1**

- Tabela 1** - Comparação entre os aparelhos Haas (n=6) e hyrax (n=8) utilizados no grupo 2.....51
- Tabela 2** - Média e desvio padrão antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados ANOVA para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo x grupo.....52
- Tabela 3** - Resultados do teste de comparação múltipla com ajuste de Bonferroni entre os tempos do estudo.....53
- Tabela 4** - Coeficiente de correlação de Pearson (*r*) entre a abertura do aparelho expensor e as alterações das variáveis entre T2 e T1.....55

**CAPÍTULO 2**

- Tabela 1** - Média e desvio padrão das distâncias (mm) entre os pontos anatômicos mandibulares e o plano axial, observadas antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.....77
- Tabela 2** - Média e desvio padrão das distâncias (mm) entre os pontos anatômicos mandibulares e o plano coronal, observadas antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.....78

- Tabela 3** - Média e desvio padrão das distâncias (mm) entre os pontos anatômicos mandibulares e o plano sagital, observadas antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.....79
- Tabela 4** - Média e desvio padrão do ângulo do plano mandibular (FMA) do lado ipsilateral e contralateral observados antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.....81
- Tabela 5** - Resultados do teste de comparação múltipla com ajuste de Bonferroni entre os tempos do estudo.....82
- Tabela 6** - Média e desvio padrão para o relacionamento cêndilo-fossa de acordo com o tipo de mordida cruzada e lado avaliado. Resultados para two-way ANOVA, entre o tipo de mordida, o lado avaliado e a interação tipo de mordida x lado.....84
- Tabela 7** - Média e desvio padrão para os espaços articulares (relacionamento cêndilo-fossa) de acordo com o lado do deslocamento mandibular avaliados antes (T1), imediatamente após a ERMAC (T2) e seis meses após a ERMAC (T3). Resultados para ANOVA mista para medidas repetidas, entre os tempos, lado avaliado e interação tempo × lado.....86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

° - graus

3D – Tridimensional

AFAI – Altura facial anteroinferior

ANOVA – Análise de variância

CCI – Coeficiente de correlação intraclasse

DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine*

dp – desvio padrão

DTMx – Deficiência transversal de maxila

ERM – Expansão rápida de maxila

ERMAC – Expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente

FOV – Campo de visão (*Field of view*)

FMA – Ângulo do plano mandibular

Hyrax – Expansor rápido higiênico (*Hygienic rapid expander*)

IC – Intervalo de confiança

mm – milímetro

MPR – Reconstrução multiplanar (*multiplanar reconstruction*)

SPM – Sutura palatina mediana

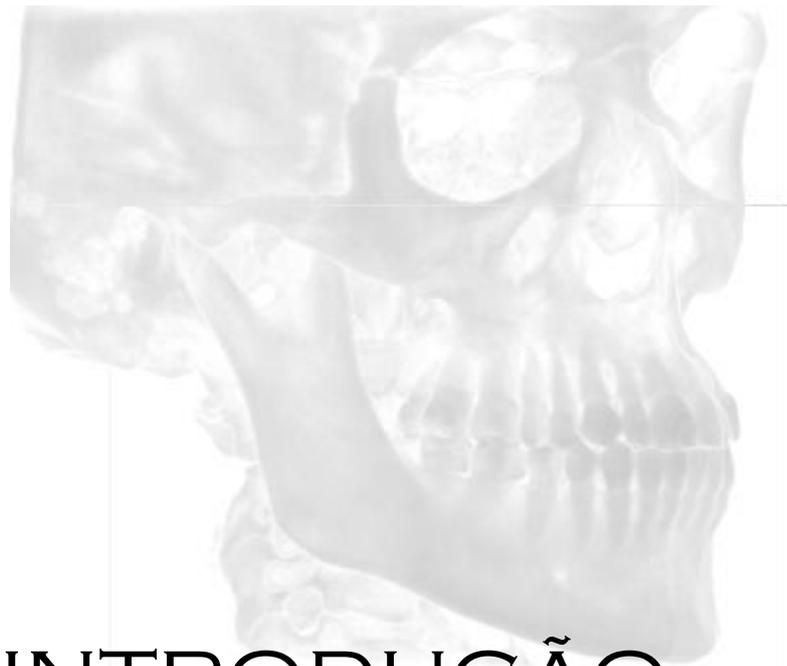
TC – Tomografia computadorizada

TCFC – Tomografia computadorizada de feixe cônico

Voxel – Elementos de volume (*volume elements*)

**SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>38</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>65</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>94</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>105</b>



INTRODUÇÃO

E

REVISÃO DE LITERATURA

## 1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O correto relacionamento transversal entre os arcos dentários é essencial para a obtenção de uma oclusão estável e funcional. As discrepâncias transversais envolvem alterações dentárias, esqueléticas ou a combinação de ambas<sup>12, 26</sup>. Discrepâncias de origem dentária normalmente estão relacionadas à alteração de inclinação em um ou dois dentes, enquanto que discrepâncias de origem esquelética resultam de alteração de desenvolvimento transversal das bases ósseas, possuindo maior grau de complexidade<sup>26-28</sup>.

A deficiência transversal de maxila (DTMx) é relatada como uma discrepância maxilomandibular no sentido transversal, na qual as principais características clínicas incluem a mordida cruzada unilateral ou bilateral, palato atrésico, inclinações dentárias, apinhamento dentário e dificuldade na respiração nasal<sup>34, 59</sup>. Podem ocorrer de forma isolada ou associada a excesso vertical maxilar, má-occlusão de Classe II ou Classe III<sup>34</sup>. Sua etiologia é multifatorial e envolve fatores congênitos, genéticos, traumáticos, iatrogênicos e hábitos deletérios<sup>10, 12, 27</sup>. Estima-se uma prevalência da DTMx entre 8% e 18% em crianças com dentição decídua e mista<sup>34, 63, 64</sup>, no entanto a literatura não dispõe de informações de prevalência de DTMx em pacientes adultos<sup>34, 64</sup>.

A DTMx pode ser dividida em duas categorias: relativa e verdadeira<sup>26, 35</sup>. Ainda que a avaliação clínica revele uma discrepância transversal em ambas as situações, na DTMx relativa a mordida cruzada posterior é atribuída a uma discrepância sagital entre as bases ósseas, ou seja, na DTMx relativa não há

deficiência transversal quando modelos de estudo são avaliados em relacionamento de Classe I<sup>35, 64</sup>. Este tipo de DTMx é frequentemente encontrado nas más oclusões de Classe III esqueléticas. A DTMx verdadeira está relacionada a uma constrição maxilar e apresenta mordida cruzada posterior uni ou bilateral quando modelos de estudo são avaliados em Classe I. Este tipo de DTMx é frequentemente encontrado nas más oclusões de Classe II com mordida aberta esquelética<sup>35</sup>.

O tratamento empregado na correção da DTMx depende da idade (estágio de maturação sutural) do paciente, da quantidade de expansão desejada, bem como da presença de problemas verticais ou sagitais associados e tem por objetivo o aumento transversal da maxila por meio de procedimentos ortopédicos, ortodônticos e/ou cirúrgicos<sup>10</sup>.

O estágio de maturação da sutura palatina mediana (SPM) pode ser classificado de acordo com o grau de ossificação desta sutura, utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Os estágios variam do A ao E, onde o estágio A representa a ausência de fusão sutural, apresentando-se como uma linha hiperdensa ao longo de toda sutura e o estágio E representa fusão completa da SPM, no qual a sutura não é mais visível, apresentando a mesma densidade óssea que demais áreas do palato<sup>2</sup>.

A principal resistência à expansão maxilar e conseqüentemente à abertura da SPM se deve ao processo de fusão das suturas circum-maxilares<sup>9, 36, 48</sup>. Em pacientes que não apresentam maturação esquelética, a expansão rápida de maxila (ERM) é o tratamento de escolha, porém em pacientes que apresentam maturação esquelética, a resistência à expansão ocasionada pela fusão sutural pode levar a inclinações dentárias excessivas, o que pode causar complicações

periodontais ao paciente<sup>21, 65</sup>. Neste caso, procedimentos cirúrgicos têm sido indicados<sup>64</sup>.

### ***Expansão maxilar em indivíduos esqueleticamente imaturos***

O conceito de abertura da SPM e expansão maxilar para o tratamento da DTMx foi estabelecido por Angell em 1860, entretanto a técnica não obteve grande aceitação devido à falta de evidências científicas que comprovassem sua eficiência e por ser considerada perigosa ao induzir alterações nos tecidos duros e moles da face<sup>25</sup>.

A utilização da ERM teve pouca aceitação até a década de 1960, quando foi reintroduzida por Haas. O autor demonstrou a efetividade da ERM no tratamento das DTMx e defendeu sua utilização nos casos de Classe III tratados sem cirurgia, DTMx relativas e verdadeiras, estenose nasal em respiradores bucais, pacientes adultos com fissura labiopalatina e problemas de falta de espaço no arco nos quais o tratamento com extrações estaria contraindicado<sup>25-27</sup>.

A expansão maxilar ocorre quando as forças aplicadas sobre os dentes e processo alveolar excedem os limites necessários à movimentação dentária. A ativação do aparelho expensor realiza uma compressão no ligamento periodontal, forçando os processos alveolares o que ocasiona a inclinação os dentes de ancoragem e abertura gradativa da SPM. O processo de abertura da SPM envolve uma agressão tecidual, seguida de fenômenos proliferativos que levam ao reparo ósseo da sutura<sup>12</sup>.

Os efeitos da ERM incluem a abertura da SPM, que pode ocorrer de forma paralela ou triangular<sup>6, 12, 27</sup>, inclinação dos segmentos maxilares, do processo alveolar e dos dentes de posteriores, aumento da largura do assoalho nasal<sup>6, 12</sup>, deslocamento maxilar anteroinferior<sup>12, 27, 29</sup>, abaixamento do processo palatino<sup>12, 27</sup>, abertura de diastema interincisivo<sup>12</sup>, retroinclinação dos incisivos centrais superiores<sup>29</sup>, alterações periodontais<sup>20</sup>, possíveis reabsorções radiculares<sup>12</sup>, alterações do posicionamento mandibular<sup>4, 12, 27</sup> e do posicionamento condilar<sup>53</sup>.

Os resultados imediatos das alterações verticais promovidos pela ERM apresentam importância clínica, por aumentar a altura facial anteroinferior (AFAI) e ângulo do plano mandibular. Entretanto, as alterações verticais ocasionadas pela ERM aparentam não ser significativas em longo prazo, quando comparados com grupos de tratamento ortodôntico sem expansão ou grupo controle<sup>18</sup>.

Diversos aparelhos têm sido utilizados na ERM, sendo eles dentossuportado (Hyrax), dentomucossuportados (Haas) ou ainda osseossuportados, no qual o aparelho expensor é posicionado por meio de procedimento cirúrgico. Estudos recentes mostraram que os diferentes expansores são capazes de promover significativo aumento na dimensão transversal da maxila e no assoalho nasal, entretanto essas alterações esqueléticas não mostraram diferença entre os tipos de expansores.<sup>19, 42</sup> Movimentos de inclinação dentária foram observados mesmo nos aparelhos osseossuportados<sup>42</sup>, entretanto o aparelho de Haas apresentou maior inclinação dos dentes de suporte quando comparado ao Hyrax<sup>19</sup>. A expansão da maxila ocorre com maior proporção no nível dentário que no nível esquelético<sup>12, 19, 42</sup>, pois a expansão ocorre com movimento pendular, uma vez que o centro de rotação de cada segmento maxilar encontra-se próximo à sutura frontomaxilar<sup>12</sup>. Diante de resultados clinicamente semelhantes, a opção de escolha

entre aparelhos dentossuportados, dentomucossuportados ou osseossuportados deve ser baseada na experiência do profissional e nas condições individuais de cada paciente, tais como problemas periodontais ou ausências dentárias<sup>42</sup>.

A expansão transversal maxilar e a inclinação dos dentes de ancoragem ocasionam efeitos periodontais durante a expansão. Dentre eles destacam-se a diminuição da espessura óssea vestibular e aumento na tábua óssea palatina nos dentes posteriores, como consequência da inclinação dentária promovida pelo aparelho expensor, desta forma, a ERM pode induzir a formação de deiscências nas paredes ósseas vestibulares dos dentes de ancoragem<sup>20</sup>.

A ERM produz efeitos diretos sobre as suturas da face, sendo a abertura da SPM a mais evidente, no entanto não há consistência na literatura sobre o padrão de abertura anteroposterior, se o mesmo ocorre de forma paralela ou triangular<sup>6</sup>. As suturas zigomaticomaxilar e frontomaxilar também parecem ser afetadas pela ERM, entretanto as alterações são de pequena magnitude, mas podem explicar possíveis deslocamentos da maxila<sup>6</sup>. A maturação esquelética e a rigidez do esqueleto facial podem levar ao insucesso da ERM<sup>2, 48</sup>, no entanto o início e término da fusão das suturas faciais, em especial da SPM, são muito variáveis e parecem não estar diretamente relacionados à idade cronológica<sup>2</sup>. Desta forma, em pacientes que ainda não possuem maturação esquelética a ERM torna-se o tratamento de escolha<sup>7, 27</sup>.

***Expansão maxilar em indivíduos com maturação esquelética***

A expansão maxilar também é o tratamento indicado para indivíduos adultos com DTMx. Entretanto, em pacientes que apresentam maturação esquelética a ERM ortopédica pode levar a inclinações dentárias excessivas, complicações periodontais, dor durante a expansão, ausência de efeitos esqueléticos, resultados instáveis e imprevisíveis, além de recidivas da expansão<sup>21, 48, 54, 65</sup>. O insucesso da expansão maxilar em pacientes adultos pode ser atribuído ao aumento da rigidez do esqueleto facial e ao grau de fusão das suturas do complexo zigomaticomaxilar<sup>48</sup>.

As suturas da face atuam como zonas de crescimento, por meio de processos de aposição e reabsorção óssea. A aplicação de força, durante o período de crescimento esquelético, afeta o crescimento facial através de remodelação sutural. Do ponto de vista ortodôntico dois eventos relacionados ao fechamento sutural possuem importância clínica: o início do fechamento sutural, indicando que o limite de crescimento foi alcançado, e a obliteração sutural que indica que alterações ortopédicas nos ossos maxilares tornam-se impossíveis. Entretanto existe grande variação individual com relação ao início e obliteração sutural, além de variações em diferentes partes de uma mesma sutura<sup>60</sup>.

Relatos iniciais descreviam a SPM como a área de maior resistência a expansão maxilar<sup>64</sup>. Entretanto, posteriormente, o pilar zigomático da maxila e a sutura pterigomaxilar foram descritas como as principais áreas de resistência<sup>8, 36, 48, 62</sup>. Muitos procedimentos cirúrgicos têm sido relatados com o intuito de diminuir a resistência à expansão lateral da maxila. As áreas de resistência são atualmente

classificadas como suporte anterior (pilar canino), suporte lateral (pilares zigomáticos), suporte posterior (suturas pterigomaxilares) e suporte mediano (sutura palatina mediana)<sup>64</sup>.

Devido a complicações inerentes a expansão ortopédica da maxila em pacientes adultos, os procedimentos cirúrgicos são indicados<sup>64</sup>. Estes procedimentos dividem-se em duas categorias: A segmentação e reposicionamento das metades maxilares durante a osteotomia LeFort I e a expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente (ERMAC), esta com objetivo de eliminar a resistência sutural durante a expansão<sup>52, 64</sup>.

A osteotomia segmentada Le Fort I tem sido recomendada para deficiências transversais mais modestas (até 7 mm), ou ainda quando a DTMx está acompanhada de discrepâncias verticais ou anteroposteriores<sup>52</sup>. O reposicionamento vertical e anteroposterior da maxila e da mandíbula pode ser feito simultaneamente quando a correção transversal é realizada com osteotomia segmentada, entretanto quando a correção transversal é realizada com ERMAC, uma segunda cirurgia é necessária para correção das discrepâncias maxilomandibulares em outros planos do espaço<sup>64</sup>.

### ***Expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente***

A ERMAC vem sendo utilizada como principal método cirúrgico para tratamento das deficiências transversais da maxila<sup>50, 59</sup>. Está indicada para expansão maxilar visando à correção da mordida cruzada posterior; para expansão maxilar como procedimento prévio a uma cirurgia ortognática, minimizando riscos e

instabilidade associada à segmentação da maxila; para promover ganho de espaço no arco dentário em situações onde extrações são contraindicadas; para expansão de maxila hipoplásica em pacientes com fissura labiopalatal e para reduzir a resistência das suturas em casos onde a ERM não obteve sucesso<sup>64</sup>.

Diferentes técnicas de ERMAC são relatadas na literatura, variando entre procedimento cirúrgico, tipo de expansor e protocolo de expansão<sup>5, 11, 23, 39, 45, 64</sup>. As diferenças nas abordagens de tratamento podem levar a diferentes resultados<sup>50</sup>. Entretanto não há um consenso na literatura entre a realização de procedimentos cirúrgicos mais invasivos visando maior mobilização dos segmentos maxilares ou cirurgias mais conservadoras com menores complicações; bem como na taxa de ativação adequada do parafuso expansor, que pode variar de 0,25 a 1,0 mm de ativação diária<sup>39, 51, 64</sup>.

Os primeiros relatos de procedimentos cirúrgicos como métodos auxiliares a ERM foram descritos por Brown em 1938, no qual se preconizava apenas a separação da SPM<sup>39, 64</sup>.

Lines<sup>48</sup> (1975) preconizou o uso de osteotomia da parede lateral da maxila, estendendo-se da abertura piriforme até a região da tuberosidade maxilar, sem envolvimento da sutura pterigomaxilar, eliminando riscos de danos ao plexo pterigóide e artéria palatina descendente. A osteotomia mediana era realizada posteriormente ao forame incisivo até a espinha nasal posterior, sem osteotomia interincisiva, eliminando o risco de danos às raízes dos incisivos. O protocolo de ativação era iniciado entre duas e três semanas após a cirurgia e consistia de ativação inicial de 0,8 mm, seguido de ativação de 0,4 mm por dia, até a obtenção da expansão desejada.

Bell, Epker<sup>8</sup> (1976) descreveram uma das mais utilizadas técnicas de ERMAC. Os autores preconizavam osteotomias bilaterais da parede anterior da maxila, estendendo-se da abertura piriforme até a sutura pterigomaxilar, associadas à disjunção da sutura pterigomaxilar e osteotomia da sutura intermaxilar e SPM, com auxílio de osteótomos. A expansão era iniciada imediatamente após a cirurgia com ativação de 0,5 mm do aparelho expensor e era continuada com 0,5 mm a 1 mm de ativação diária, até a obtenção da expansão desejada.

Kennedy et al.<sup>36</sup> (1976) estudaram os efeitos das diferentes osteotomias nas ERMAC em macacos. Os autores avaliaram a influência da osteotomia lateral com separação da sutura pterigomaxilar com e sem osteotomia da SPM *versus* expansões não cirúrgicas ou apenas osteotomia da SPM. Os autores observaram diferenças significativas entre os grupos e concluíram que a redução ou eliminação da resistência lateral por meio de osteotomias permitiu maior movimento dos segmentos maxilares.

Glassman et al.<sup>22</sup> (1984) descreveram uma técnica conservadora passível de ser realizada com anestesia local. A técnica consistia na realização de osteotomia da parede lateral da maxila da abertura piriforme até a tuberosidade maxilar. Após a cirurgia o aparelho Hyrax era ativado com uma volta completa (1mm), após o terceiro dia o paciente era orientado a ativar o aparelho com um quarto de volta duas vezes (0,5 mm) ao dia.

Bays, Greco<sup>5</sup> (1992) recomendaram a osteotomia bilateral de maxila realizada de forma descendente a partir da abertura piriforme até a sutura pterigomaxilar, associada à separação da SPM, entretanto sem disjunção pterigomaxilar. Segundo os autores a disjunção da sutura pterigomaxilar pode levar

a fratura das placas pterigóides e hemorragia. A expansão era iniciada 5 dias após a cirurgia, com um quarto de volta (0,25 mm) a cada dois dias, até o décimo dia após a cirurgia, a partir do qual a ativação era realizada com 0,25 mm por dia.

Betts et al.<sup>10</sup> (1995) e Betts, Ziccardi<sup>11</sup> (2000) recomendaram a osteotomia total bilateral da maxila a partir da abertura piriforme até a sutura pterigomaxilar, com separação da sutura pterigomaxilar e da sutura palatina mediana. Para os autores, a osteotomia lateral deveria ser realizada de forma paralela ao plano oclusal com um degrau na região de pilar zigomático, de forma a prevenir interferências do pilar à expansão da maxila. A osteotomia lateral paralela ao plano oclusal ameniza o movimento pendular e inferior do complexo maxilar e a osteotomia vertical (degrau) no pilar zigomático possibilita que a resistência desse pilar seja diminuída durante a expansão<sup>61</sup>. Segundo os autores, a osteotomia lateral realizada de forma descendente pode provocar o deslocamento lateral e inferior da maxila durante a expansão ocasionando a abertura da mordida<sup>10</sup> e conseqüentemente influenciando na posição espacial da mandíbula que exibirá rotação horária, alterando o ângulo do plano mandibular bem como a AFAI<sup>61</sup>.

Perciaccante, Bays<sup>58</sup> (2004) recomendaram a osteotomia simples anteroposterior, segundo os autores se a osteotomia é realizada de forma perpendicular ao plano sagital mediano de lateral para medial, à medida que a expansão ocorre, o osso maxilar na região do pilar zigomático e da abertura piriforme desliza lateralmente, não afetando o posicionamento vertical dos segmentos maxilares.

Assim sendo, aparentemente não há consenso a respeito dos procedimentos cirúrgicos para ERMAC, contudo, a razão da escolha entre os diferentes técnicas de ERMAC se baseia nas áreas de resistência à expansão.

Quanto à separação da sutura pterigomaxilar, Kilic et al.<sup>37</sup> (2013) observaram que a expansão pode ser obtida com ou sem a disjunção desta sutura. Entretanto, a separação da sutura pterigomaxilar levou a uma maior expansão na região de pré-molares, ao passo que ERMAC sem separação pterigomaxilar apresentou maior expansão ao nível dos molares superiores, porém esta maior expansão foi acompanhada de uma maior inclinação nesses elementos dentários. De acordo com Laudemann et al.<sup>45</sup> (2009) a separação da sutura pterigomaxilar deve ser realizada em pacientes com mais de 20 anos, pois, segundo os autores, o processo de ossificação desta sutura é mais avançado nesses pacientes, assim a não disjunção levaria a uma expansão mais direcionada anteriormente. A separação da sutura pterigomaxilar reduz as tensões sobre a maxila<sup>30</sup> e sobre a base do crânio<sup>32</sup>, durante a ERMAC.

De Assis et al.<sup>17</sup> (2013) avaliaram a distribuição do stress ósseo nos estágios iniciais da expansão maxilar entre diferentes técnicas cirúrgicas utilizando análise de elementos finitos. Os autores observaram maior resistência óssea à expansão com as osteotomias convencionais, enquanto que nas osteotomias com degrau no pilar zigomático foi observado menor acúmulo de tensão, sugerindo menor resistência óssea. Para os autores uma maior resistência óssea pode estar associada a movimentos maxilares indesejáveis e o degrau no pilar zigomático mostrou-se importante na dissipação das tensões prejudiciais durante a ERMAC.

Os estresses produzidos pelos expansores são transmitidos aos dentes de suporte e destes aos ossos maxilares<sup>16, 40</sup>. A dissipação das forças durante a expansão utilizando técnicas cirúrgicas conservadoras produz maior deslocamento dentário<sup>16, 37</sup>. Entretanto, a vestibularização dos dentes de ancoragem também foi descrita mesmo utilizando-se técnicas cirúrgicas mais invasivas<sup>14</sup>. Quando avaliado por método de elementos finitos, a osteotomia Le Fort I subtotal sem degrau no pilar zigomático, com separação da sutura pterigomaxilar e osteotomia mediana apresentou menores efeitos sobre os dentes de ancoragem, devendo ser o método de escolha quando se pretende reduzir as tensões sobre esses dentes, a separação da sutura pterigomaxilar mostrou-se útil no aumento da quantidade de expansão<sup>16, 30</sup>.

Quanto ao tipo de expensor, os efeitos esqueléticos da expansão mostraram-se semelhantes entre expansores dentossuportados e dentomucossuportados<sup>13, 31, 49</sup> e entre os dentossuportados e osseossuportados<sup>41, 56</sup> nos pacientes submetidos à ERMAC. Entretanto, diferenças na inclinação dentária foram relatadas quando comparados expansores dentossuportados e osseossuportados<sup>44, 46</sup>. Uma maior abertura esquelética transversal produz menor inclinação dentária e perda óssea vestibular, assim expansores com suporte dentário devem ser utilizados em pacientes com boa saúde periodontal<sup>40, 44</sup>.

Os efeitos periodontais em procedimentos de expansão maxilar foram estudados por Galthier et al.<sup>21</sup> (2011) utilizando TCFC. Os resultados encontrados por esse estudo mostraram diminuição da espessura da tábua óssea vestibular e aumento na tábua óssea palatina. Para os autores as mudanças na espessura óssea podem levar a alterações periodontais com importância clínica.

Ainda que as principais alterações dentoalveolares da expansão maxilar ocorram no sentido transversal, alterações verticais e anteroposteriores podem ser observadas<sup>1, 4, 12, 13, 15, 24, 29, 34, 43</sup>. Rotação horária do plano mandibular tem sido um efeito relatado<sup>4, 12, 24</sup>, podendo ser explicada pela alteração oclusal em decorrência da extrusão e inclinação dos dentes posteriores e dos segmentos maxilares. Entretanto, não há concordância na literatura quanto à magnitude e permanência dessas alterações<sup>12</sup>.

A mudança do posicionamento mandibular em decorrência de um novo padrão de oclusão após a expansão maxilar resulta em alterações da carga funcional do côndilo que levam a alterações de posicionamento condilar e no relacionamento côndilo-fossa<sup>3, 53</sup>. Segundo Arat et al.<sup>3</sup> (2008), alterações na distribuição de força no côndilo geram estímulo biomecânico e induzem a proliferação celular na cartilagem condilar em crianças submetidas a ERM. No entanto, a literatura não dispõe de informações a respeito das alterações condilares em pacientes adultos após ERMAC.

Chung et al.<sup>15</sup> (2001) avaliaram as alterações verticais e sagitais na maxila após ERMAC, utilizando telerradiografias. Os pacientes foram submetidos à ERMAC com osteotomias horizontais e separação das suturas pterigomaxilares, utilizando expensor de Haas com duas ativações ao dia. Os autores encontraram movimento anterior na maxila e discreta retroinclinação dos incisivos, entretanto nenhuma alteração vertical foi encontrada. No entanto, os autores afirmaram que as alterações observadas apesar de estatisticamente significativas não apresentam significância clínica.

Altug Atac et al.<sup>1</sup> (2006) avaliaram e compararam as alterações dentárias e esqueléticas entre a ERM e a ERMAC por meio de radiografias cefalométricas laterais e anteroposteriores. O procedimento cirúrgico da ERMAC consistiu de osteotomias horizontais e da SPM, entretanto sem separação da sutura pterigomaxilar. O protocolo de expansão foi realizado com aparelho tipo Hyrax com cobertura oclusal, sendo realizadas duas ativações diárias em ambos os grupos. Os autores encontraram diminuição no ângulo SNB e aumento do ângulo SNGoMe, com aumento significativo da AFAI nos pacientes tratados com ERMAC. Para os autores não houve diferença clínica na resposta dos tratamentos entre a ERM e a ERMAC.

Parhiz et al.<sup>57</sup> (2011) avaliaram as alterações cefalométricas nos pacientes submetidos à ERMAC com expansores osseossuportados. O procedimento cirúrgico envolveu separação da sutura pterigomaxilar e SPM. Os autores não observaram alterações sagitais ou verticais em mandíbula, ao passo que com este tipo de expansor foram observadas alterações na posição sagital da maxila com aumento do ângulo SNA e rotação do plano palatino.

Gungor et al.<sup>24</sup> (2012) utilizaram telerradiografias, radiografias pósterio-anteriores e modelos de gesso para avaliar e comparar os efeitos entre a ERM e ERMAC nos planos vertical, sagital e transversal. O procedimento cirúrgico da ERMAC consistiu de osteotomias laterais e separação da SPM, sem separação da sutura pterigomaxilar. Os pacientes foram tratados com aparelho Hyrax com uma taxa de expansão de 0,5 mm por dia. Para os autores, não houve diferença entre a quantidade de expansão entre ERM e ERMAC, sendo sua indicação baseada na maturação esquelética do paciente; não houve alteração no relacionamento sagital entre as bases ósseas e nem no posicionamento sagital mandibular em ambos os

grupos. Entretanto, houve alteração significativa na altura facial anterior nos dois grupos, ao passo que a altura facial posterior aumentou apenas no grupo tratado com ERMAC.

Lineberger et al.<sup>47</sup> (2012) realizaram um estudo de coorte retrospectivo, no qual avaliaram a curto e longo prazo, por meio de radiografias cefalométricas laterais, as alterações dento-esqueléticas em pacientes hiperdivergentes tratados com ERM seguidos de aparelho ortodôntico fixo. Para os autores o tratamento de expansão maxilar nestes pacientes não ocasionou alterações esqueléticas no sentido vertical quando comparados aos pacientes normodivergentes. Não foram observadas diferenças entre a prevalência de abertura ou fechamento do plano mandibular ao fim do tratamento, desta forma os pacientes hiperdivergentes possuem probabilidade semelhante de apresentar abertura ou fechamento do plano mandibular durante o tratamento e esta probabilidade é semelhante à dos pacientes normodivergentes. A ERM pode ser utilizada efetivamente em pacientes hiperdivergentes e o aumento do ângulo do plano mandibular não é motivo para contra-indicação para ERM.

Iodice et al.<sup>34</sup> (2013) avaliaram os efeitos verticais e sagitais da maxila e da mandíbula em pacientes submetidos a ERMAC com telerradiografias laterais realizadas antes e seis meses após a expansão. Os autores não encontraram alterações significativas nessas medidas e segundo os mesmos a ERMAC não promove rotações mandibulares ou abertura de mordida, não devendo este procedimento ser contra-indicado em pacientes com mordida aberta ou com ângulo do plano mandibular acentuado.

Melgaço et al.<sup>53</sup> (2014) avaliaram com TCFC as alterações de posicionamento condilar imediatamente após expansão maxilar em 34 pacientes Classe I sem mordida cruzada posterior ou desvios funcionais da mandíbula, tratados com Haas e Hyrax. Os autores observaram deslocamento anteroinferior do côndilo e inclinação do ângulo coronal condilar após ERM, entretanto não houve diferença quanto aos aparelhos utilizados. Os autores justificam a alteração anteroinferior do côndilo como resposta às alterações nos contatos oclusais ou mudanças de posicionamento vertical das estruturas dentoalveolares e maxilares. Já as alterações angulares indicam uma tendência de inclinação lateral do côndilo em consequência da nova distribuição da carga mastigatória através da mandíbula e do côndilo após a ERM.

### ***Considerações Metodológicas: Tomografia computadorizada de feixe cônico***

Os efeitos dentários e esqueléticos decorrentes da ERMAC tem sido motivo de estudo de diversos autores, entretanto os resultados obtidos, em sua maioria, são decorrentes de análises clínicas e radiográficas<sup>50</sup>. O avanço das técnicas de aquisição de imagens com o advento da tomografia computadorizada (TC) e da TCFC permitiu a visualização de estruturas tridimensionais, com alto grau de precisão<sup>6, 33, 38, 50, 56</sup>.

Diversas formas de análise das alterações dentoesqueléticas após ERMAC utilizando TCFC já foram propostas. As medidas podem ser obtidas de forma direta utilizando ferramentas de medição linear ou angular disponíveis nos *softwares*, onde o operador realiza as medidas diretamente nas imagens das estruturas de interesse, após padronização da posição da imagem tridimensional

através de planos espaciais de referência. Pode ser realizada por meio de coordenadas cartesianas, onde o examinador determina um ponto de referência e as mensurações das estruturas de interesse são realizadas por meio de cálculos matemáticos baseados nas coordenadas cartesianas entre as estruturas avaliadas<sup>42</sup>. Ou ainda pela técnica da sobreposição de imagens que não depende de planos espaciais ou pontos de referência. Esta técnica envolve processos de segmentação, registro e visualização das imagens sobrepostas<sup>50</sup>.

Para avaliação do tratamento em pacientes submetidos à expansão maxilar, as medidas adquiridas a partir de TCFC mostraram-se tão precisas quanto a TC, sendo assim a TCFC deve ser utilizada para avaliação das expansões maxilares, devido a menor dose de radiação, tempo de aquisição e custo do exame<sup>55</sup>.

Portanto, já está consolidado na literatura que a ERMAC é uma técnica eficaz no tratamento das deficiências transversais da maxila em pacientes com maturação esquelética. Entretanto, pouca informação é encontrada sobre diferenças nos resultados obtidos quando diferentes técnicas de osteotomia lateral são utilizadas durante a ERMAC. A literatura atual ainda apresenta-se controversa quanto aos efeitos secundários da expansão maxilar, em especial aos que se relacionam as alterações de posicionamento mandibular e do relacionamento cêndilo-fossa decorrentes da ERMAC. Atualmente a TCFC tem se mostrado eficiente para avaliação deste tipo de tratamento, sendo capaz de fornecer medidas precisas e confiáveis para avaliação das alterações dento-esqueléticas<sup>50,56</sup>. O entendimento das respostas maxilomandibulares frente a diferentes protocolos de

ERMAC proporcionaria melhor indicação de cada procedimento de acordo com as necessidades do paciente. Desta forma este trabalho dedica-se ao estudo das respostas maxilares, mandibulares e do relacionamento cêndilo-fossa frente a dois diferentes protocolos de ERMAC.



# PROPOSIÇÃO

## **2 PROPOSIÇÃO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar por meio de tomografia computadorizada de feixe cônico as respostas maxilares, mandibulares e do relacionamento côndilo-fossa produzidas pela expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente realizada com e sem degrau no pilar zigomático, em três momentos distintos: antes da ERMAC, imediatamente após a expansão e seis meses após a expansão.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar e comparar as diferenças transversais da expansão dento-esquelética maxilar após ERMAC realizada com e sem degrau no pilar zigomático, em três tempos distintos;
- Avaliar alterações tridimensionais no posicionamento mandibular e no relacionamento côndilo-fossa após ERMAC para cada protocolo de tratamento nos três tempos do estudo.



# CAPÍTULO 1

---

---

### **3 CAPÍTULO 1**

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS ALTERAÇÕES TRANSVERSAIS APÓS  
EXPANSÃO RÁPIDA DE MAXILA ASSISTIDA CIRURGICAMENTE COM  
RELAÇÃO AO DESENHO DA OSTEOTOMIA LATERAL\***

---

\* Versão em português do artigo a ser enviado à revista International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.

## **Avaliação tridimensional das alterações transversais após expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente com relação ao desenho da osteotomia lateral**

### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de dois desenhos diferentes de osteotomia da parede lateral da maxila sobre as alterações dento-esqueléticas transversais após expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente (ERMAC). Trinta pacientes adultos foram divididos em dois grupos de acordo com o desenho da osteotomia da parede lateral. O grupo 1 (n = 16) foi submetido a osteotomia lateral realizada de forma horizontal e o grupo 2 (n = 14) submetido a osteotomia paralela ao plano oclusal com degrau no pilar zigomático. Tomografias computadorizadas de feixe cônico foram realizadas no pré-operatório (T1), após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3). O resultado da ANOVA mista para medidas repetidas mostrou não haver interação significativa entre os grupos ao longo dos períodos avaliados, no entanto a expansão maxilar foi efetiva em ambos os grupos. Alterações significativas foram observadas em todas as medidas dentárias e esqueléticas imediatamente após a expansão ( $p < 0,001$ ), ambos os grupos apresentaram leve redução na largura do assoalho nasal e na inclinação dos dentes de suporte além de um aumento da distância radicular nos molares em T3 ( $p < 0,05$ ). O desenho da osteotomia lateral da maxila não influenciou nos resultados da ERMAC que ocorreu por meio de inclinação dos segmentos maxilares.

**Palavras Chave:** Técnica de expansão palatina; Osteotomia maxilar; Tomografia computadorizada de feixe cônico.

## Three-dimensional assessment of transverse changes after surgically assisted rapid maxillary expansion regarding lateral osteotomy design

### ABSTRACT

This study aimed to assess the influence of two different osteotomy designs of the maxillary lateral wall on dental and skeletal changes after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME). Thirty adult patients were divided into two groups according to the lateral osteotomy design: Group 1 (n=16) underwent lateral osteotomy performed in a horizontal straight fashion, and group 2 (n=14) underwent lateral osteotomy performed parallel to the occlusal plane with a step at the zygomatic buttress. Cone beam computed tomography scans were obtained preoperatively (T1), immediately after expansion (T2) and six months after expansion (T3). Mixed ANOVA was used for statistical analysis. Results showed no significant interaction effect between groups and time points. Therefore, maxillary expansion was effective in both groups. Statistically significant increase in all dental and skeletal measurements were observed immediately after expansion ( $p < 0.001$ ). Nevertheless, relapse was observed in nasal floor width and tipping of the supporting teeth besides an increase in root distance in molars at T3 ( $p < 0.05$ ). The maxillary lateral osteotomy design did not influence the results of SARME that occurred mainly through inclination of maxillary segments.

**Key words:** Palatal Expansion Technique; Maxillary Osteotomy; Cone-Beam Computed Tomography.

## INTRODUÇÃO

A deficiência transversal de maxila (DTMx) é um problema comumente encontrado nos pacientes ortodônticos, cujas características clínicas incluem o palato atrésico, mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral, apinhamento dentário e dificuldade na respiração nasal<sup>1</sup>.

O tratamento utilizado para correção da DTMx depende do grau de deficiência transversal bem como do estágio de maturação esquelética do paciente<sup>2</sup>. Indica-se a expansão ortopédica da maxila para o tratamento de DTMx em crianças e jovens<sup>3</sup>. A expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente (ERMAC) é o tratamento recomendado para pacientes adultos, por reduzir a resistência óssea durante a expansão<sup>3-6</sup>.

Um dos principais desafios da ERMAC é conseguir uma expansão maxilar uniforme sem que haja inclinação acentuada dos dentes e dos segmentos maxilares<sup>3, 6</sup>. Desde o início do século 20, várias técnicas de ERMAC têm sido desenvolvidas, nas quais diferentes osteotomias são preconizadas<sup>7-13</sup>. As osteotomias no pilar zigomático, da sutura pterigomaxilar e da sutura palatina mediana (SPM) ou a combinação delas são as mais comuns, uma vez que estas estruturas são consideradas as principais áreas de resistência à expansão<sup>4, 7</sup>.

Apesar de a ERMAC ser um tratamento eficaz, não há consenso na literatura sobre a quantidade mínima de osteotomias para se conseguir uma expansão efetiva<sup>5, 14, 15</sup>. A necessidade da osteotomia do pilar zigomático para redução da resistência à expansão parece ser um ponto em comum entre os autores<sup>7, 8, 10-13</sup>, entretanto, mesmo esta osteotomia pode ser realizada de diferentes formas, o que pode levar a diferentes resultados de tratamento<sup>7, 8, 12, 13, 16</sup>. A

osteotomia lateral mais comum é realizada de forma horizontal, da abertura piriforme até a fissura pterigomaxilar<sup>8</sup>. Na variação proposta por Betts et al.<sup>12</sup> esta osteotomia é realizada paralela ao plano oclusal, com degrau no pilar zigomático de modo a prevenir interferências e reduzir a resistência durante a expansão.

Os efeitos dentários e esqueléticos da ERMAC têm sido descritos por diversos autores utilizando análises radiográficas<sup>17-19</sup>, modelos de estudo<sup>5, 18</sup>, análise de elementos finitos<sup>16, 20</sup>, tomografias computadorizadas<sup>3, 15</sup> e tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC)<sup>21, 22</sup>. Imagens tridimensionais como a TCFC permitem a avaliação de estruturas tridimensionais com mínima distorção e baixa dose de radiação ao paciente<sup>23</sup>.

Apesar dos efeitos transversais da ERMAC terem sido motivo de diversos estudos, não há informações na literatura quanto à resposta dento-esquelética com relação aos tipos de osteotomia da parede lateral da maxila. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do desenho da osteotomia da parede lateral da maxila sobre as alterações transversais dentárias e esqueléticas em pacientes submetidos à ERMAC, por meio de TCFC.

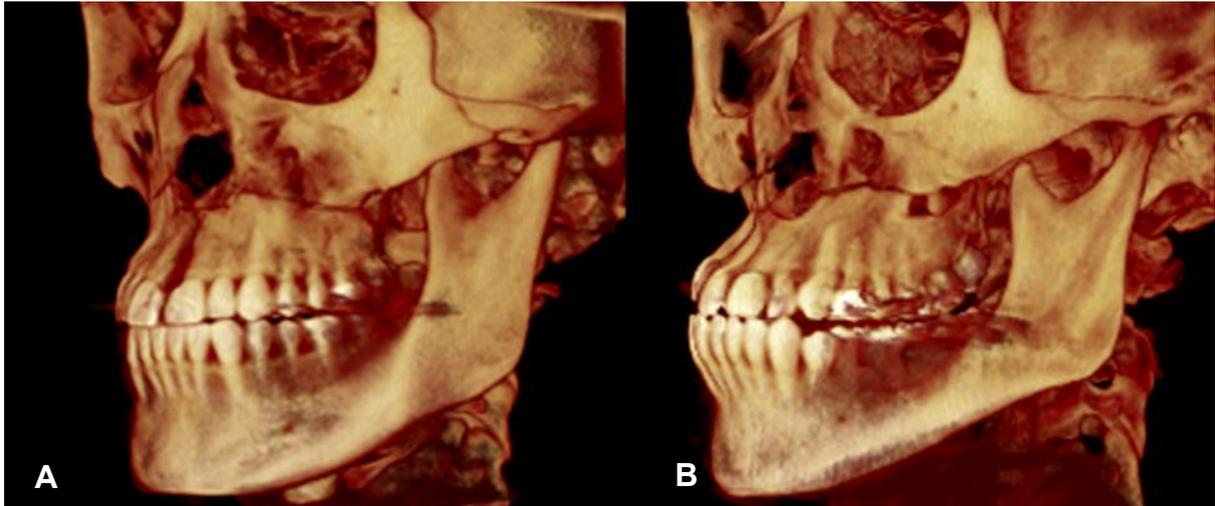
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A amostra incluiu os arquivos tomográficos de trinta pacientes adultos (19 mulheres e 11 homens) com deficiência transversal de maxila (> 5 mm) e mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral, submetidos à ERMAC com osteotomias na parede lateral da maxila, sutura pterigomaxilar e SPM, realizadas sob anestesia geral em ambiente hospitalar entre os anos de 2010 e 2012. Foram

excluídos deste estudo, pacientes portadores de fissura labiopalatina, síndromes craniofaciais ou pacientes com tratamento ortodôntico prévio. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, Brasil (CAAE: 14484713.1.0000.5416; Anexo).

A amostra foi dividida em dois grupos de acordo com a osteotomia lateral e protocolo de expansão realizado em cada paciente: Grupo 1, formado por 16 indivíduos com idade média de 30,4 anos (mín. 18,7 anos; máx. 39,7 anos) submetidos à ERMAC com osteotomia Le Fort I subtotal sem degrau no pilar zigomático (Fig. 1a). Os pacientes deste grupo foram tratados com aparelho hyrax com ativação de  $\frac{1}{4}$  de volta (0,2mm) três vezes ao dia até a correção da mordida cruzada. O Grupo 2 foi formado por 14 indivíduos com idade média de 24,2 anos (mín. 19,3 anos; máx. 33,2 anos) submetidos à ERMAC com osteotomia da parede lateral da maxila com degrau no pilar zigomático (Fig. 1b). Neste grupo os pacientes foram tratados com aparelho hyrax (n=8) e Haas (n=6). Realizou-se ativação inicial de 1 mm, seguido de  $\frac{1}{4}$  de volta duas vezes ao dia na primeira semana e, após este período,  $\frac{1}{4}$  de volta por dia até a correção da mordida cruzada. Em ambos os grupos o início da ativação ocorreu sete dias após o procedimento cirúrgico. Após o fim da expansão o aparelho expensor foi travado e mantido por quatro meses, sendo então removido e substituído por barra palatina nos primeiros molares.

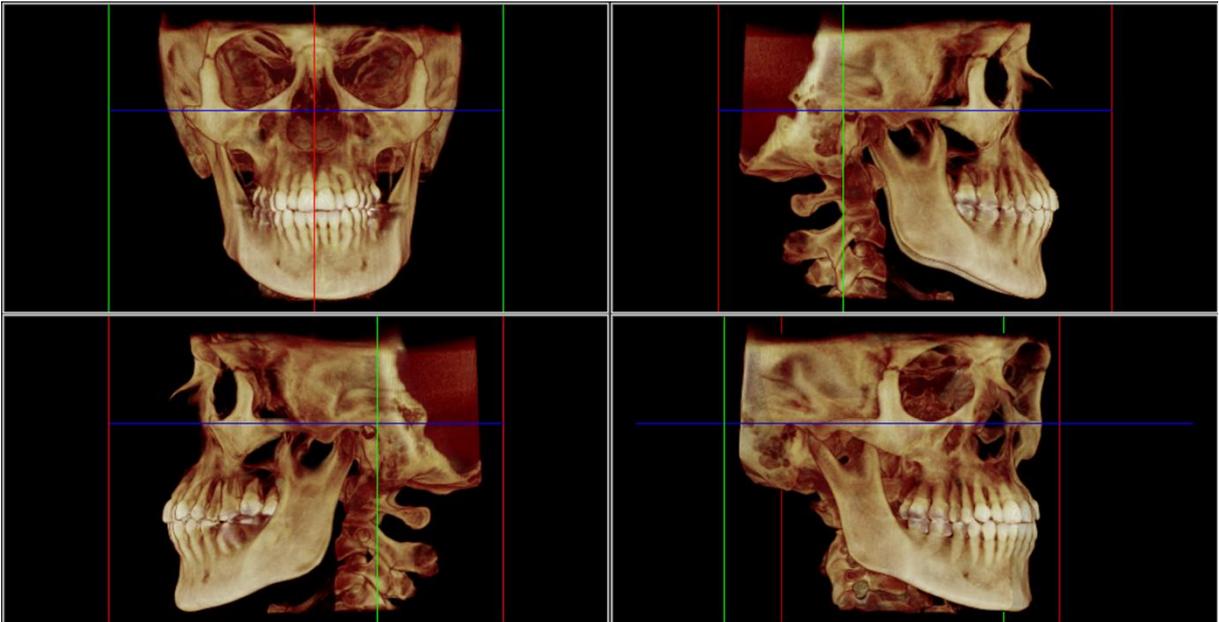
Para cada paciente, tomografias computadorizadas de feixe cônico foram adquiridas antes da ERMAC (T1), imediatamente após a expansão maxilar (T2) e seis meses após a expansão (T3), utilizando o tomógrafo iCAT (*Imaging Sciences International*, Hatfield, PA, USA) com voxel de 0,3 mm e FOV de 17 × 23 cm. As imagens foram analisadas no software Dolphin 3D (*Dolphin Imaging*, Chatsworth,



**Figura 1** - Reconstrução volumétrica das TCFC de pacientes submetidos à ERMAC realizadas com duas osteotomias da parede lateral de maxila. (A) Osteotomia horizontal da abertura piriforme à fissura pterigomaxilar com separação da sutura pterigomaxilar e sutura palatina mediana. (B) Osteotomia paralela ao plano oclusal com degrau e remoção óssea no pilar zigomático, com separação da sutura pterigomaxilar e sutura palatina mediana.

CA, USA) de forma aleatória por um único examinador previamente calibrado. As imagens foram posicionadas de acordo com planos de orientação espacial (Fig. 2). Medidas lineares e angulares foram obtidas nos cortes coronais realizadas ao nível de primeiros molares e primeiros pré-molares, determinando-se a largura do assoalho nasal, largura maxilar, distância inter-radicular, distância inter-coronal e inclinação dentária (Figs. 3 e 4).

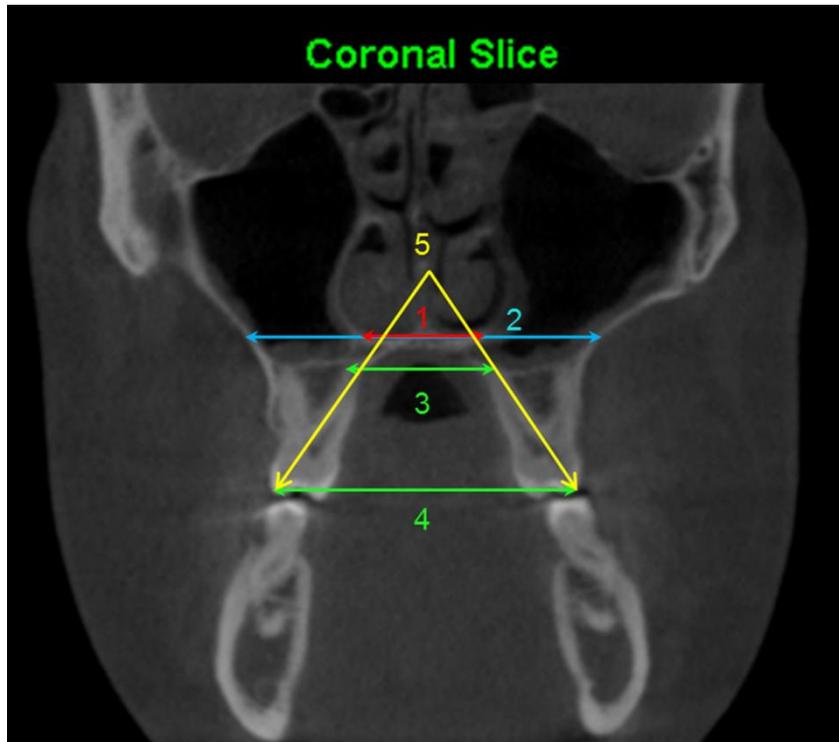
Para determinar a reprodutibilidade do método, dezoito TCFC foram selecionadas aleatoriamente e reavaliadas pelo mesmo examinador com o intervalo de trinta dias, o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foi usado para determinação da concordância entre as medidas. O CCI variou entre 0,984 e 0,998 indicando excelente reprodutibilidade. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para determinação da normalidade dos dados e o teste de Levene para verificação da



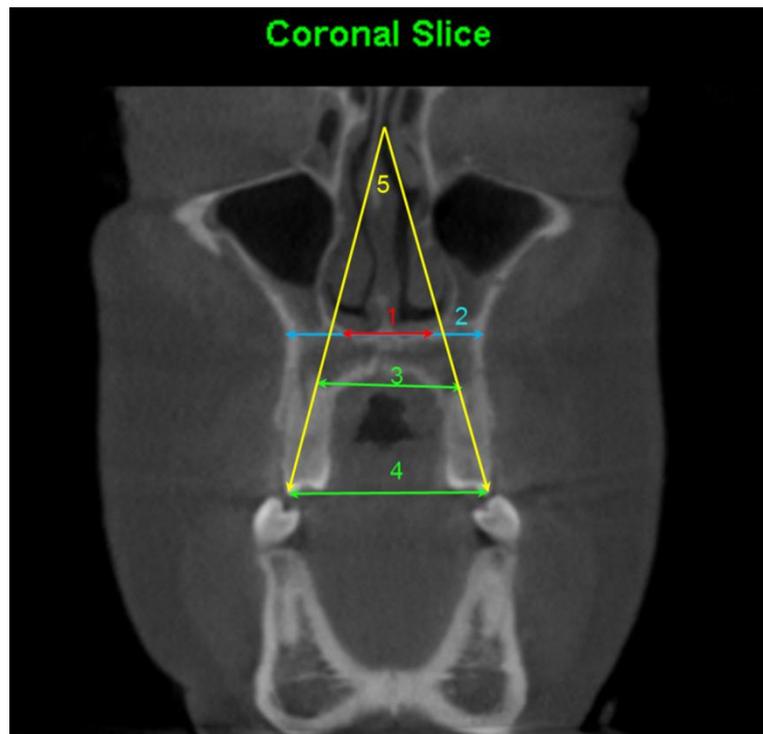
**Figura 2** - Planos de orientação espacial: Plano axial (azul) definido pelas órbitas direita e esquerda e pelo pório direito. Plano coronal (verde) definido pelos pórios direito e esquerdo, perpendicular ao plano axial. Plano sagital mediano (vermelho) definido como plano ortogonal aos planos anteriores que passa pelo násio.

homogeneidade de variâncias entre os grupos testados. Assumidos os pressupostos para testes paramétricos, o teste t de Student para amostras independentes foi utilizado para comparar a quantidade de expansão realizada nos dois grupos, para avaliar diferenças entre os expansores utilizados no Grupo 2 e para avaliar diferenças entre as regiões anterior e posterior da maxila; o teste não paramétrico de Mann-Whitney foi utilizado nos casos de amostras com distribuição não normal. Alterações longitudinais nos tempos T1, T2 e T3 foram avaliadas utilizando a análise de variância (ANOVA) mista para medidas repetidas, com correção de Greenhouse-Geisser para casos de esfericidade não assumida. Nos resultados estatisticamente significativos, foi aplicado o teste post hoc de Bonferroni para avaliar as diferenças entre grupos e tempos de tratamento. A associação entre a abertura do expansor e as alterações dentoalveolares foram avaliadas utilizando o coeficiente de

correlação de Pearson. As análises foram realizadas no software SPSS 16.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) adotando nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ).



**Figura 3** - Medidas realizadas na região posterior da maxila ao nível dos primeiros molares superiores: (1) Largura do assoalho nasal: medida a partir da porção mais inferior do assoalho nasal, no corte coronal determinado pelo ápice da raiz palatina do primeiro molar mais posterior. (2) Largura maxilar: medida a partir das paredes laterais da maxila ao nível do assoalho nasal. (3) Distância Inter-radicular: Distância entre os ápices da raiz palatina dos primeiros molares direito e esquerdo. (4) Distância inter-coronal: Distância entre as cúspides méso-vestibulares dos molares direito e esquerdo. (5) Ângulo molar: ângulo formado entre as retas que passam pela cúspide méso-vestibular e ápice da raiz palatina dos molares direito e esquerdo.



**Figura 4** - Medidas realizadas na região anterior da maxila ao nível dos primeiros pré-molares superiores: (1) Largura do assoalho nasal: medida a partir da porção mais inferior do assoalho nasal, no corte coronal determinado pelo ápice radicular do primeiro pré-molar superior localizado mais posteriormente. (2) Largura maxilar: medida a partir das paredes laterais da maxila ao nível do assoalho nasal. (3) Distância inter-radicular: Distância entre os ápices radiculares dos primeiros pré-molares direito e esquerdo. (4) Distância inter-coronal: Distância entre as cúspides vestibulares dos pré-molares direito e esquerdo. (5) Ângulo pré-molar: ângulo formado entre as retas que passam pela cúspide vestibular e ápice radicular dos pré-molares direito e esquerdo.

## RESULTADOS

Os grupos 1 e 2 apresentaram expansão média de 8,00 mm (dp = 1,64) e 8,16 mm (dp = 1,24), respectivamente, no entanto não apresentaram diferenças entre si ( $p = 0,764$ ). Nenhuma diferença foi encontrada entre os aparelhos expansores Hass e hyrax utilizados no grupo 2, entre os tempos do estudo (Tabela 1), desta forma a amostra total para o grupo 2 ( $n = 14$ ) foi considerada em todas as análises.

O resultado da ANOVA mista para medidas repetidas mostrou não haver efeito significativo de interação entre os grupos ao longo dos tempos para as medidas dento-esqueléticas avaliadas neste estudo ( $p > 0,05$ ), as quais se mostraram estatisticamente semelhantes em ambos os grupos ( $p > 0,05$ ). Contudo, as alterações entre os tempos estudados foram significativas para todas as medidas ( $p < 0,001$ ) conforme apresentado na Tabela 2.

O teste de comparações múltiplas revelou um aumento significativo em todas as medidas entre os tempos T1 e T2 ( $p < 0,001$ ) como consequência da expansão maxilar. Foi observada diferença entre os tempos T2 e T3 para distância radicular de molares, ângulo de molares, largura do assoalho nasal ao nível de pré-molares e ângulo dos pré-molares (Tabela 3).

A expansão esquelética, representada pela largura do assoalho nasal e largura maxilar, verificadas ao nível de primeiro molar e primeiro pré-molar superior apresentaram diferenças significativas entre T1 e T2 ( $p < 0,001$ ). Foi observada uma pequena diminuição na largura do assoalho nasal medida ao nível de pré-molar de 0,29 mm entre T2 e T3 ( $p = 0,017$ ), que representou, em média, uma recidiva de 4,8% nesta medida. A expansão dentária, representada pelas distâncias inter-radicular e inter-coronal entre molares e pré-molares superiores, apresentou diferença significativa entre T1 e T2 ( $p < 0,001$ ), entretanto, a medida da distância inter-radicular dos primeiros molares aumentou 1,28 mm entre T2 e T3 ( $p < 0,001$ ), enquanto que não foi observada alteração significativa na distância entre as coroas destes dentes ( $p = 0,409$ ). O aumento na inclinação dentária foi

**Tabela 1** - Comparação entre os aparelhos Haas (n=6) e hyrax (n=8) utilizados no grupo 2.

<i>Região</i> Medida	T1			T2- T1		
	Haas	Hyrax	<i>p</i>	Haas	Hyrax	<i>p</i>
	média (dp)	média (dp)		média (dp)	média (dp)	
<i>Região do primeiro molar</i>						
Largura assoalho nasal (mm)	22,80 (4,05)	22,98 (2,65)	0,918	0,97 (2,00)	1,51 (0,68)	0,484
Largura maxilar (mm)	64,30 (8,78)	59,51 (5,69)	0,239	0,67 (0,35)	1,07 (0,72)	0,230
Distância inter-radicular (mm)	31,93 (6,40)	32,21 (5,93)	0,934	3,18 (2,18)	4,08 (1,85)	0,418
Distância inter-coronal (mm)	46,51 (4,33)	46,09 (3,91)	0,849	8,48 (2,54)	6,74 (1,41)	0,125
Ângulo molar (°)	47,83 (4,86)	41,07 (15,40)	0,422	12,85 (5,02)	7,85 (4,62)	0,126 <sup>†</sup>
<i>Região do primeiro pré-molar</i>						
Largura assoalho nasal (mm)	17,81 (1,79)	18,81 (2,14)	0,376	1,38 (0,73)	2,00 (1,08)	0,255
Largura maxilar (mm)	37,63 (4,11)	34,77 (5,26)	0,293	2,06 (1,30)	3,10 (1,22)	0,154
Distância inter-radicular (mm)	33,02 (3,83)	29,52 (4,09)	0,302 <sup>†</sup>	3,10 (2,99)	4,70 (2,77)	0,322
Distância inter-coronal (mm)	36,95 (3,51)	37,95 (4,01)	0,636	8,90 (2,16)	6,73 (2,34)	0,101
Ângulo pré-molar (°)	17,30 (4,23)	25,11 (14,23)	0,318	11,87 (4,41)	7,22 (4,65)	0,129

<sup>†</sup> teste não paramétrico de Mann-Whitney.

**Tabela 2** - Média e desvio padrão antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados ANOVA para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo x grupo.

Região Medida	Grupo	Tempo			RM-ANOVA ( <i>p</i> )		
		T1	T2	T3	Tempo	Grupo	Tempo × Grupo
<i>Região do primeiro molar</i>							
Largura assoalho nasal (mm)	G1	22,77 (4,05)	24,21 (4,61)	24,09 (4,64)	<b>&lt;0,001</b>	0,966	0,807
	G2	22,91 (3,18)	24,19 (2,84)	24,16 (2,93)			
Largura maxilar (mm)	G1	61,54 (4,99)	62,58 (4,78)	62,40 (4,69)	<b>&lt;0,001</b>	0,972	0,793
	G2	61,56 (7,29)	62,46 (7,01)	62,26 (6,99)			
Distância inter-radicular (mm)	G1	32,98 (3,55)	36,30 (3,33)	37,51 (3,61)	<b>&lt;0,001</b>	0,710	0,608
	G2	32,09 (5,89)	35,79 (5,04)	37,14 (4,55)			
Distância inter-coronal (mm)	G1	49,56 (4,99)	57,01 (5,77)	56,20 (5,36)	<b>&lt;0,001</b>	0,096	0,409
	G2	46,27 (3,94)	53,76 (4,29)	53,73 (4,47)			
Ângulo molar (°)	G1	47,74 (11,63)	61,06 (13,92)	55,48 (13,90)	<b>&lt;0,001</b>	0,214	0,176
	G2	43,32 (12,97)	52,84 (13,63)	49,53 (12,11)			
<i>Região do primeiro pré-molar</i>							
Largura assoalho nasal (mm)	G1	16,83 (3,52)	19,00 (3,66)	18,58 (3,77)	<b>&lt;0,001</b>	0,219	0,527
	G2	18,39 (1,99)	20,12 (2,00)	19,95 (2,20)			
Largura maxilar (mm)	G1	37,08 (5,19)	40,17 (5,14)	39,84 (4,93)	<b>&lt;0,001</b>	0,464	0,675
	G2	36,00 (4,85)	38,66 (4,96)	38,44 (4,84)			
Distância inter-radicular (mm)	G1	31,51 (3,22)	35,55 (3,15)	35,51 (3,38)	<b>&lt;0,001</b>	0,804	0,662
	G2	31,02 (4,23)	35,04 (4,86)	35,49 (4,38)			
Distância inter-coronal (mm)	G1	38,01 (3,25)	45,78 (4,08)	45,21 (3,33)	<b>&lt;0,001</b>	0,721	0,756
	G2	37,52 (3,70)	45,18 (3,05)	45,01 (3,01)			
Ângulo pré-molar (°)	G1	19,28 (10,85)	31,40 (11,11)	28,51 (10,92)	<b>&lt;0,001</b>	0,792	0,208
	G2	22,50 (14,25)	31,28 (12,88)	28,85 (13,16)			

G1 – grupo 1 (osteotomia horizontal sem degrau no pilar zigomático), G2 – grupo 2 (osteotomia lateral com degrau no pilar zigomático). Valores em negrito são considerados significativos para  $p < 0,05$ .

**Tabela 3** - Resultados do teste de comparação múltipla com ajuste de Bonferroni entre os tempos do estudo.

Região Medida	Comparação	Diferença das médias estimadas	Erro Padrão	p	Intervalo de confiança (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
<i>Região do primeiro molar</i>						
Largura assoalho nasal (mm)	T2-T1	1,36	0,25	<b>&lt;0,001</b>	0,73	1,99
	T3-T2	-0,07	0,08	1,000	-0,27	0,13
	T3-T1	1,29	0,22	<b>&lt;0,001</b>	0,74	1,84
Largura maxilar (mm)	T2-T1	0,97	0,15	<b>&lt;0,001</b>	0,59	1,35
	T3-T2	-0,19	0,11	0,271	-0,48	0,09
	T3-T1	0,78	0,14	<b>&lt;0,001</b>	0,42	1,13
Distância inter-radicular (mm)	T2-T1	3,50	0,30	<b>&lt;0,001</b>	2,73	4,28
	T3-T2	1,28	0,20	<b>&lt;0,001</b>	0,77	1,79
	T3-T1	4,79	0,32	<b>&lt;0,001</b>	3,97	5,60
Distância inter-coronal (mm)	T2-T1	7,47	0,38	<b>&lt;0,001</b>	6,51	8,43
	T3-T2	-0,42	0,27	0,409	-1,12	0,28
	T3-T1	7,05	0,37	<b>&lt;0,001</b>	6,10	7,99
Ângulo molar (°)	T2-T1	11,42	1,13	<b>&lt;0,001</b>	8,51	14,32
	T3-T2	-4,44	0,91	<b>&lt;0,001</b>	-6,75	-2,13
	T3-T1	6,98	0,97	<b>&lt;0,001</b>	4,48	9,47
<i>Região do primeiro pré-molar</i>						
Largura assoalho nasal (mm)	T2-T1	1,95	0,27	<b>&lt;0,001</b>	1,25	2,65
	T3-T2	-0,29	0,10	<b>0,017</b>	-0,54	-0,04
	T3-T1	1,66	0,25	<b>&lt;0,001</b>	1,02	2,30
Largura maxilar (mm)	T2-T1	2,87	0,34	<b>&lt;0,001</b>	2,01	3,73
	T3-T2	-0,28	0,17	0,368	-0,72	0,17
	T3-T1	2,60	0,35	<b>&lt;0,001</b>	1,70	3,50
Distância inter-radicular (mm)	T2-T1	4,03	0,43	<b>&lt;0,001</b>	2,91	5,14
	T3-T2	0,21	0,20	0,969	-0,32	0,73
	T3-T1	4,23	0,43	<b>&lt;0,001</b>	3,15	5,31
Distância inter-coronal (mm)	T2-T1	7,71	0,37	<b>&lt;0,001</b>	6,76	8,66
	T3-T2	-0,37	0,22	0,302	-0,92	0,18
	T3-T1	7,34	0,34	<b>&lt;0,001</b>	6,47	8,22
Ângulo pré-molares (°)	T2-T1	10,44	1,05	<b>&lt;0,001</b>	7,75	13,14
	T3-T2	-2,66	1,01	<b>0,042</b>	-5,23	-0,08
	T3-T1	7,89	0,96	<b>&lt;0,001</b>	5,33	10,24

T1: antes da expansão; T2: imediatamente após a expansão; T3: seis meses após a expansão.  
Valores em negrito são considerados significativos para  $p < 0,05$ .

observado entre os tempos T1 e T2 para primeiros molares (11,42°) e primeiros pré-molares (10,44°) como consequência da ERMAC, entretanto entre os tempos T2 e T3 foi observada diminuição destes ângulos ( $p < 0,05$ ) (Tabela 3).

A diferença (T2 - T1) na largura maxilar foi maior na região de primeiros pré-molares (M = 2,87 mm, dp = 1,82) que na região dos primeiros molares (M = 0,97 mm, dp = 0,80),  $t = 5,26$ ;  $gl = 39,7$ ;  $p < 0,001$ . Contudo, a expansão medida no assoalho nasal não apresentou diferença significativa entre as duas regiões ( $p = 0,103$ ). A quantidade de expansão na coroa dos primeiros molares (M = 7,47 mm, dp = 2,02) foi semelhante à obtida na coroa dos primeiros pré-molares (M = 7,71 mm, dp = 2,00),  $t = 0,481$ ;  $gl = 58$ ;  $p = 0,632$ , representando um paralelismo na expansão ao nível coronal dos elementos dentários de suporte do aparelho expensor. Resultados semelhantes foram obtidos nas medidas realizadas no ápice radicular ( $p = 0,315$ ).

Os resultados revelaram maior expansão nas regiões inferiores da maxila, onde a expansão no nível dentário correspondeu a 90% da abertura o aparelho expensor nos primeiros molares e 96% nos primeiros pré-molares, enquanto que na altura de ápice radicular essa expansão foi de 43% e 51%, na largura maxilar de 11% e 34% e na largura do assoalho nasal de 17% e 23%, respectivamente, representando um movimento de inclinação dos segmentos maxilares (Fig. 5).

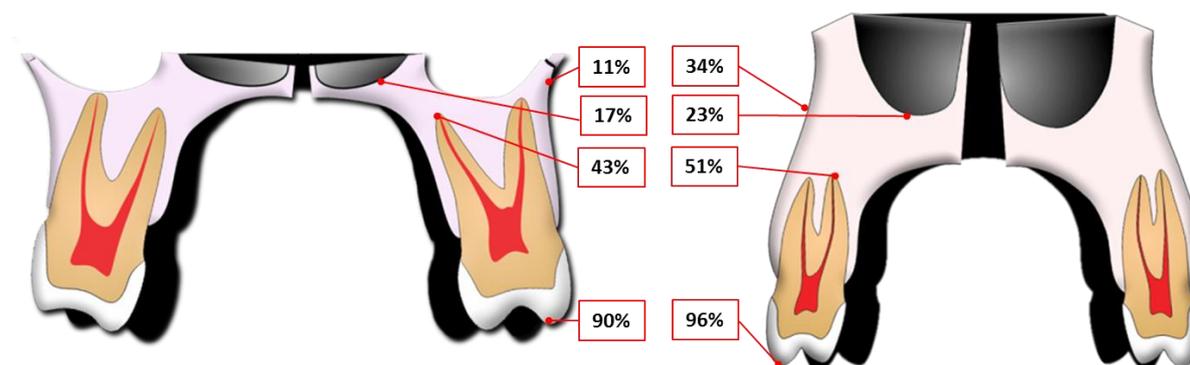
Observou-se correlação com a quantidade de abertura do aparelho expensor apenas para as medidas dentárias, exceto para distância radicular dos primeiros pré-molares. A distância entre as coroas dos molares e pré-molares apresentou alta correlação com a abertura do expensor, a inclinação dentária obtida nesses dentes apresentou correlação moderada, ao passo que a distância

inter-radicular apresentou baixa correlação quando medida nos primeiros molares e não se encontrando correlação entre a distância radicular dos primeiros pré-molares e a abertura do expansor. Não foi observada correlação entre nenhuma medida maxilar e a quantidade de abertura do expansor (Tabela 4).

**Tabela 4** - Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre a abertura do aparelho expansor e as alterações das variáveis entre T2 e T1.

Região Medida	$r$	$p$
<i>Região do primeiro molar</i>		
Largura assoalho nasal	0,146	0,449
Largura maxilar	0,052	0,787
Distância inter-radicular	0,382	<b>0,041</b>
Distância inter-coronal	0,852	<b>&lt;0,001</b>
Ângulo molar	0,569	<b>&lt;0,001</b>
<i>Região do primeiro pré-molar</i>		
Largura assoalho nasal	0,185	0,356
Largura maxilar	0,321	0,090
Distância inter-radicular	0,215	0,262
Distância inter-coronal	0,701	<b>&lt;0,001</b>
Ângulo pré-molar	0,457	<b>0,013</b>

Valores em negrito são considerados significativos para  $p < 0,05$ .



**Figura 5** - Representação esquemática do movimento de inclinação dos segmentos maxilares ao nível de molares e pré-molares. Valores destacado representam o percentual de expansão em cada região com relação a abertura do parafuso expansor.

## DISCUSSÃO

A ERMAC é um procedimento considerado seguro, eficiente e estável para o tratamento das deficiências transversais de maxila<sup>11, 18, 19</sup>. Um dos principais desafios da ERMAC é a obtenção de uma expansão maxilar uniforme sem que haja inclinação acentuada dos segmentos maxilares<sup>3, 6</sup>. Diversos tipos de osteotomias têm sido realizados na ERMAC visando maior liberação maxilar e a redução desta inclinação<sup>3</sup>. Neste estudo avaliou-se a influência do desenho da osteotomia da parede lateral da maxila sobre as respostas dentoalveolares maxilares.

Os resultados mostraram não haver diferenças entre os dois tipos de osteotomia da parede lateral da maxila, quando avaliados de forma imediata e seis meses após a expansão. Ambas as osteotomias mostraram-se eficazes na expansão transversal dentária e maxilar, ainda que esta tenha ocorrido principalmente por movimentos de inclinação dos segmentos maxilares. A realização de osteotomia lateral com degrau do pilar zigomático aparenta ser útil apenas para movimentos anteroposteriores da maxila<sup>24</sup>. De acordo com alguns estudos, o padrão de expansão maxilar está relacionado às osteotomias realizadas, especialmente a osteotomia da sutura pterigomaxilar<sup>5, 6, 25</sup>, entretanto a liberação desta sutura não elimina por completo a resistência da região posterior<sup>26</sup>, que associado à posição do expansor abaixo do centro de resistência maxilar justifica o movimento de inclinação encontrado.

De acordo com de Assis et al.<sup>16</sup> o degrau no pilar zigomático e a separação da sutura pterigomaxilar são importantes para diminuição das tensões prejudiciais à ERMAC. Os autores usaram análise de elementos finitos para simular 1 mm de ativação, determinando desta maneira apenas as tensões geradas no início

da ERMAC, o que pode não reproduzir situações clínicas nas quais maiores expansões são necessárias.

Neste estudo, observou-se que o movimento transversal dos segmentos maxilares ao nível da osteotomia lateral apresentou variações individuais, sendo observado movimento de expansão, bem como movimento rotacional interno do segmento maxilar, presente em três pacientes dessa amostra, independente da osteotomia realizada (Fig. 6). Tal fato pode ser explicado pelo deslizamento interno da parede maxilar durante a expansão, em decorrência de uma osteotomia realizada de forma não perpendicular ao plano sagital mediano, de lateral para medial, quando observado no sentido anteroposterior<sup>27</sup>, situações semelhantes também foram relatadas por Chamberland e Proffit<sup>18</sup>. Apesar do movimento de inclinação interna observado, este tipo de movimento pareceu não interferir no resultado final da expansão.



**Figura 6** - Movimento de rotação interna da parede lateral da maxila em decorrência da ERMAC.

As alterações esqueléticas decorrentes da expansão mostraram aumento da largura maxilar e do assoalho nasal na região de molares e de primeiros pré-molares. A expansão maxilar foi relatada na literatura por diversos autores<sup>6, 17-19, 21, 22</sup>, entretanto com grande variação da quantidade de expansão.

Encontramos 0,97 mm e 2,87 mm de expansão maxilar para regiões de primeiros molares e primeiros pré-molares, respectivamente. Byloff e Mossaz<sup>19</sup> observaram 1,31 mm de expansão, Gurgel et al.<sup>17</sup> relataram 4,25 mm de aumento da largura maxilar, Magnusson et al.<sup>22</sup> encontraram 2,63 mm. Esta variação pode ser explicada devido à grande variabilidade individual, à diferentes metodologias empregadas, utilizando desde métodos radiográficos<sup>17-19</sup> a métodos com TCFC<sup>6, 21, 22</sup>, bem como à região maxilar analisada em cada método, pois devido à inclinação dos segmentos maxilares, espera-se uma menor alteração nessa medida quando avaliada nas regiões mais superiores da maxila. Neste estudo utilizou-se a região mais inferior do assoalho nasal como referência para as medidas de largura maxilar, justificando menores valores encontrados.

As alterações esqueléticas mostraram estabilidade em curto prazo após a remoção do aparelho expansor, com exceção da largura do assoalho nasal na região de pré-molares, que apresentou diminuição significativa ( $M = 0,29$  mm,  $dp = 0,54$  mm,  $p = 0,017$ ). O valor do desvio padrão indicou grande variação individual na quantidade de alteração observada entre T2 e T3, no qual 23% dos pacientes apresentaram mais de 0,5 mm de recidiva, enquanto que 7% apresentaram aumento na largura do assoalho nasal maior que 0,5 mm. As alterações observadas em 70% dos pacientes foram menores que 0,5 mm, o que torna as alterações da largura do assoalho nasal entre T2 e T3 clinicamente insignificantes. Resultados semelhantes foram encontrados por Chamberland e Proffit<sup>18</sup>. Entretanto, difere do estudo de Gurgel et al.<sup>17</sup>, pois estes autores não observaram alterações na largura do assoalho nasal, em nenhum momento do estudo.

O aumento da distância inter-coronal e inter-radicular entre os tempos T1 e T2 nos dentes de suporte era um efeito esperado com a ERMAC, conforme os achados de outros autores<sup>17, 19, 21</sup>. Contudo, observou-se que após a remoção do expensor ocorreu uma tendência de correção radicular dos primeiros molares, pois, a distância inter-radicular destes dentes aumentou em T3, enquanto não foi observada alteração significativa da posição da coroa deste dente, o que contribuiu para a correção da inclinação dos primeiros molares, corroborando os achados de Byloff e Mossaz<sup>19</sup>. Tal alteração pode ser explicada pela presença da barra palatina, que impediu a recidiva na coroa do molar. Ainda que não significativos, os movimentos combinados de raiz e coroa nos primeiros pré-molares resultaram na correção da inclinação destes dentes. As mudanças na inclinação dentária podem ter ocorrido pela ação da musculatura, estabilização da oclusão, bem como consequência do início do tratamento ortodôntico após a remoção do expensor, fato este que não pôde ser controlado devido à natureza retrospectiva do estudo. Os resultados encontrados contradizem os achados de Gurgel et al.<sup>17</sup>, que não encontraram alteração na inclinação dentária após a ERMAC, entretanto, estes autores realizaram a última análise quatro meses pós expansão, ainda com os aparelhos expansores em posição.

O padrão de inclinação nas regiões anterior e inferior da maxila, com maiores expansões observadas na região anterior, foi semelhante ao observado por Daif<sup>3</sup>, ainda que no trabalho deste autor a separação da sutura pterigomaxilar não tenha sido realizada. O paralelismo observado na expansão dentária nos primeiros molares e primeiros pré-molares está de acordo com outros trabalhos da literatura<sup>18, 28</sup> e pode ocorrer devido à natureza dos expansores com suporte dentário, utilizados neste estudo. As medidas de expansão e inclinação dentária

apresentam correlação com a abertura do expansor, entretanto esta abertura não está correlacionada com o grau de expansão esquelética observado. Desta forma, não houve correlação entre a expansão dentária e a expansão esquelética para região posterior ( $r = 0,016$ ,  $p = 0,932$ ) nem para região anterior da maxila ( $r = 0,282$ ,  $p = 0,132$ ), confirmando que a ERMAC promove uma rotação maxilar, com dentes expandindo mais que base óssea. Resultados semelhantes foram encontrados por Goldenberg et al.<sup>6</sup> e Chamberland e Proffit<sup>18</sup>.

Apesar de não ser o objetivo principal do estudo, não se observou diferenças entre os tipos de aparelhos utilizados no grupo 2, o que justificou a utilização de ambos os aparelhos para compor a amostra deste grupo. Resultados semelhantes entre os dois tipos de expansores foram relatados na literatura<sup>29</sup>. Apesar de ser uma limitação do estudo, as diferentes taxas de ativação pareceram não influenciar nas características da expansão. A literatura atual não é clara quanto a determinação da taxa de ativação, que varia de 0,25 a 1 mm por dia<sup>4</sup>. Segundo Cureton e Cuenin<sup>30</sup> a taxa de ativação deve ser individualizada para cada paciente, ajustando-se em razão da simetria da fratura óssea interdental e principalmente pela integridade da inserção gengival entre os incisivos.

Baseado nos resultados apresentados por este estudo pode-se concluir que não há diferença nas respostas dentárias e maxilares transversais na ERMAC com separação da sutura pterigomaxilar, quanto ao desenho da osteotomia lateral da maxila, com ou sem degrau no pilar zigomático. Ambos os procedimentos são eficazes para expansão maxilar, que ocorre por meio de inclinação dos segmentos maxilares.

**REFERÊNCIAS**

1. Pereira MD, Prado GP, Abramoff MM, Aloise AC, Masako Ferreira L. Classification of midpalatal suture opening after surgically assisted rapid maxillary expansion using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;**110**:41-5. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.12.028.
2. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, et al. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;**144**:759-69. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022.
3. Daif ET. Segment tilting associated with surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;**43**:311-5. doi: 10.1016/j.ijom.2013.06.019.
4. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;**133**:290-302. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.01.021.
5. Kilic E, Kilic B, Kurt G, Sakin C, Alkan A. Effects of surgically assisted rapid palatal expansion with and without pterygomaxillary disjunction on dental and skeletal structures: a retrospective review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2013;**115**:167-74. doi: 10.1016/j.oooo.2012.02.026.
6. Goldenberg DC, Goldenberg FC, Alonso N, et al. Hyrax appliance opening and pattern of skeletal maxillary expansion after surgically assisted rapid palatal expansion: a computed tomography evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;**106**:812-9. doi: 10.1016/j.tripleo.2008.02.034.
7. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod* 1975;**67**:44-56.
8. Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J Orthod* 1976;**70**:517-28.
9. Bell WH, Jacobs JD. Surgical-orthodontic correction of horizontal maxillary deficiency. *J Oral Surg* 1979;**37**:897-902.

10. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HI. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod* 1984;**86**:207-13.
11. Bays RA, Greco JM. Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long-term stability. *J Oral Maxillofac Surg* 1992;**50**:110-3.
12. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1995;**10**:75-96.
13. Betts NJ, Ziccardi VB. Surgically assisted maxillary expansion. In: Fonseca RJ, editor. Oral and maxillofacial surgery. Philadelphia: W.B. Saunders; 2000. p. 211-31.
14. Anttila A, Finne K, Keski-Nisula K, et al. Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. *Eur J Orthod* 2004;**26**:391-5.
15. Laudemann K, Santo G, Revilla C, et al. Assessment of surgically assisted rapid maxillary expansion regarding pterygomaxillary disjunction using thin volume-rendering technique: in variance analysis and in reliability, accuracy, and validity. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;**69**:2631-43. doi: 10.1016/j.joms.2010.12.007.
16. de Assis DS, Xavier TA, Noritomi PY, Gonçalves ES. Finite element analysis of bone stress after SARPE. *J Oral Maxillofac Surg* 2014;**72**:e1-7. doi: 10.1016/j.joms.2013.06.210.
17. Gurgel JA, Tiago CM, Normando D. Transverse changes after surgically assisted rapid palatal expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014;**43**:316-22. doi: 10.1016/j.ijom.2013.10.001.
18. Chamberland S, Proffit WR. Short-term and long-term stability of surgically assisted rapid palatal expansion revisited. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;**139**:815-22. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.04.032.

19. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod* 2004;**26**:403-9.
20. de Assis DS, Xavier TA, Noritomi PY, et al. Finite element analysis of stress distribution in anchor teeth in surgically assisted rapid palatal expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013;**42**:1093-9. doi: 10.1016/j.ijom.2013.03.024.
21. Nada RM, Fudalej PS, Maal TJ, et al. Three-dimensional prospective evaluation of tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg* 2012;**40**:757-62. doi: 10.1016/j.jcms.2012.01.026.
22. Magnusson A, Bjerklin K, Kim H, Nilsson P, Marcusson A. Three-dimensional assessment of transverse skeletal changes after surgically assisted rapid maxillary expansion and orthodontic treatment: a prospective computerized tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;**142**:825-33. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.08.015.
23. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc* 2006;**72**:75-80.
24. Bennett MA, Wolford LM. The maxillary step osteotomy and Steinmann pin stabilization. *J Oral Maxillofac Surg* 1985;**43**:307-11.
25. Laudemann K, Petruchin O, Mack MG, et al. Evaluation of surgically assisted rapid maxillary expansion with or without pterygomaxillary disjunction based upon preoperative and post-expansion 3D computed tomography data. *Oral Maxillofac Surg* 2009;**13**:159-69. doi: 10.1007/s10006-009-0167-3.
26. Magnusson A, Bjerklin K, Nilsson P, Marcusson A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: long-term stability. *Eur J Orthod* 2009;**31**:142-9. doi: 10.1093/ejo/cjn074.
27. Perciaccante VJ, Bays RA. Maxillary orthognathic surgery. In: Miloro M, editor. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. 2<sup>nd</sup> ed. Hamilton - London: BC Decker; 2004. p. 1179-204.

28. Koudstaal MJ, Wolvius EB, Schulten AJ, Hop WC, van der Wal KG. Stability, tipping and relapse of bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion; a prospective randomized patient trial. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;**38**:308-15. doi: 10.1016/j.ijom.2009.02.012.
29. Hino CT, Pereira MD, Sobral CS, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects of surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparative study using Haas and Hyrax. *J Craniofac Surg* 2008;**19**:718-25. doi: 10.1097/SCS.0b013e31816aaa91.
30. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;**116**:46-59.



# CAPÍTULO 2

## **4 CAPÍTULO 2**

### **AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DO POSICIONAMENTO MANDIBULAR E DO RELACIONAMENTO CÔNDILO-FOSSA APÓS EXPANSÃO RÁPIDA DE MAXILA ASSISTIDA CIRURGICAMENTE\***

---

\* Versão em português do artigo a ser enviado à revista The Angle Orthodontist.

## **Avaliação tridimensional do posicionamento mandibular e do relacionamento cêndilo-fossa após expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente**

### **RESUMO**

**Objetivo:** Avaliar a influência de dois desenhos diferentes de osteotomia na parede lateral da maxila sobre as alterações tridimensionais do posicionamento mandibular e do relacionamento cêndilo-fossa em pacientes adultos, submetidos à expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente (ERMAC).

**Materiais e Métodos:** A amostra foi composta por tomografias de 30 pacientes adultos com deficiência transversal de maxila submetidos à ERMAC, divididos em dois grupos de acordo com o desenho da osteotomia lateral. Tomografias computadorizadas de feixe cônico foram realizadas no pré-operatório (T1), após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3). Pontos anatômicos mandibulares foram medidos com relação aos planos axial, sagital e coronal. Os espaços articulares anterior, superior e posterior foram avaliados para determinar o relacionamento cêndilo-fossa. ANOVA mista para medidas repetidas foi utilizada para análise dos dados.

**Resultados:** Não houve efeito significativo de interação entre os grupos e os tempos do estudo ( $p > 0,05$ ). Nos dois grupos foi verificada rotação horária com deslocamento lateral da mandíbula imediatamente após a ERMAC. No entanto não houve associação entre o lado do deslocamento e o tipo de mordida cruzada do paciente. As alterações mandibulares tenderam a retornar aos valores próximos aos iniciais no período de contenção (T3). Não se observou alteração significativa no relacionamento cêndilo-fossa em nenhum momento do estudo.

**Conclusão:** O desenho da osteotomia lateral da maxila não influenciou nos movimentos mandibulares, a rotação mandibular assim como o desvio lateral da mandíbula são efeitos transitórios da ERMAC.

**Palavras-chave:** Má oclusão; Técnica de expansão palatina; Tomografia computadorizada de feixe cônico.

## Three-dimensional assessment of mandibular positioning and condyle fossa relationship after surgically assisted rapid maxillary expansion

### ABSTRACT

**Objective:** To evaluate the influence of two different osteotomy designs of the maxillary lateral wall on three-dimensional changes in mandibular positioning and condyle fossa relationship after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME).

**Materials and Methods:** The sample comprised tomographic records of thirty adult patients with maxillary transverse deficiency underwent SARME divided into two groups according to the lateral osteotomy design. Cone beam computed tomography scans were obtained preoperatively (T1), after expansion (T2) and six months after expansion (T3). Mandibular landmarks were measured with respect to axial, sagittal and coronal planes. Anterior, superior and posterior joint spaces were assessed to determine the condyle fossa relationship. Mixed ANOVA was used for statistical analysis.

**Results:** There was no significant interaction effect between groups and time points ( $p>0.05$ ). Clockwise rotation and lateral displacement of the mandible were observed in both groups immediately after SARME. However, there was no association between the side of the mandibular displacement and the crossbite. Mandibular displacements tended to return close to their initial values at T3. No significant changes in condyle fossa relationship were observed at any time points.

**Conclusion:** Lateral osteotomy design had no bearing on mandibular displacement after SARME. Clockwise rotation and lateral shift of the mandible are transient effects of SARME.

**Key words:** Malocclusion; Palatal Expansion Technique; Cone-Beam Computed Tomography.

## INTRODUÇÃO

A expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente (ERMAC) tem sido amplamente utilizada no tratamento da deficiência transversal de maxila em pacientes adultos<sup>1-5</sup>. Os principais efeitos da ERMAC ocorrem no sentido transversal, entretanto alterações sagitais e verticais como consequência da expansão também têm sido relatadas na literatura<sup>1, 3, 4, 6, 7</sup>.

Apesar da efetividade da ERMAC no tratamento das deficiências transversais da maxila, a possibilidade de ocasionar alterações negativas no perfil do paciente, em decorrência de alterações no posicionamento mandibular, ainda causa receio na indicação deste procedimento<sup>8</sup>. A rotação horária do plano mandibular tem sido descrita como um dos principais efeitos da ERMAC sobre a mandíbula, entretanto não há consenso quanto à magnitude e permanência dessa alteração<sup>4, 6, 9, 10</sup>. Uma possível explicação para rotação mandibular é a alteração oclusal em decorrência da extrusão e inclinação dos segmentos maxilares e dos dentes posteriores após a ERMAC<sup>9</sup>. Diferentes padrões de osteotomia têm sido realizados visando minimizar os efeitos adversos da ERMAC, entre elas a proposta por Betts et al.<sup>11</sup>, na qual a osteotomia lateral é realizada paralela ao plano oclusal com um degrau no pilar zigomático, de forma a reduzir o movimento pendular e deslocamento inferior dos segmentos maxilares, minimizando a rotação mandibular<sup>11, 12</sup>.

Os estudos que avaliam as mudanças do posicionamento da mandíbula após a ERMAC apresentam limitações, uma vez que a análise cefalométrica utilizada não permite a avaliação tridimensional do posicionamento mandibular,

assim movimentos laterais da mandíbula em decorrência do tratamento não podem ser avaliados.

A utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) apresenta vantagens na avaliação do posicionamento da mandíbula e no relacionamento côndilo-fossa, pois permite a análise tridimensional das estruturas bilaterais de forma individual, sem sobreposições de estruturas anatômicas e com mínimas distorções<sup>13-15</sup>.

Mudanças no posicionamento mandibular em decorrência de um novo padrão de oclusão após a expansão maxilar podem resultar em alterações da carga funcional do côndilo ocasionando alterações de posicionamento condilar e no relacionamento côndilo-fossa<sup>16, 17</sup>. Melgaço et al.<sup>17</sup> encontraram alterações imediatas no posicionamento do côndilo em pacientes jovens tratados com expansão rápida de maxila. Entretanto não há informações disponíveis a respeito das mudanças condilares em pacientes submetidos à ERMAC.

Este estudo objetivou a avaliação tridimensional das mudanças do posicionamento mandibular e do relacionamento côndilo-fossa em pacientes adultos submetidos à ERMAC realizadas com dois diferentes desenhos de osteotomia lateral da maxila.

## **MATERIAL E MÉTODO**

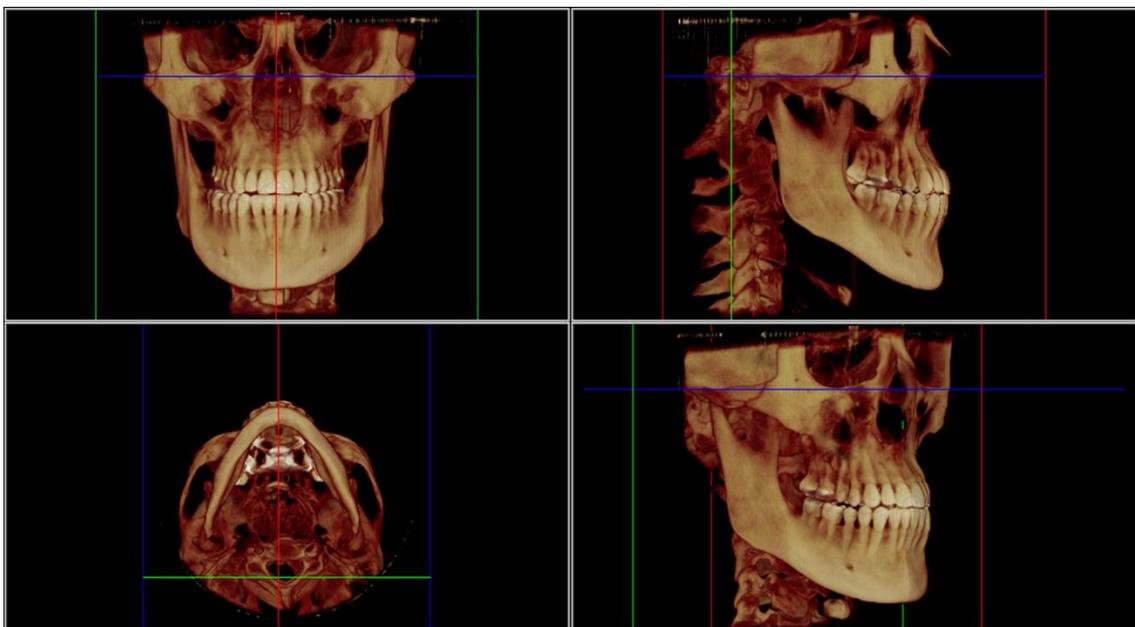
Neste estudo foram utilizados os arquivos tomográficos de trinta pacientes (19 mulheres e 11 homens) com deficiência transversal de maxila maior que 5 mm, portadores de mordida cruzada posterior unilateral (MCPU) ou bilateral (MCPB), que

foram submetidos à ERMAC com osteotomias da parede lateral da maxila, sutura pterigomaxilar e da sutura palatina mediana, realizadas em ambiente hospitalar sob anestesia geral entre os anos de 2010 a 2012. Foram excluídos do estudo pacientes portadores de fissura labiopalatina, síndromes craniofaciais ou pacientes com tratamento ortodôntico prévio. A realização do estudo foi aprovada pelo comitê de ética da Faculdade de Odontologia de Araraquara, São Paulo, Brasil (CAAE: 14484713.1.0000.5416; Anexo).

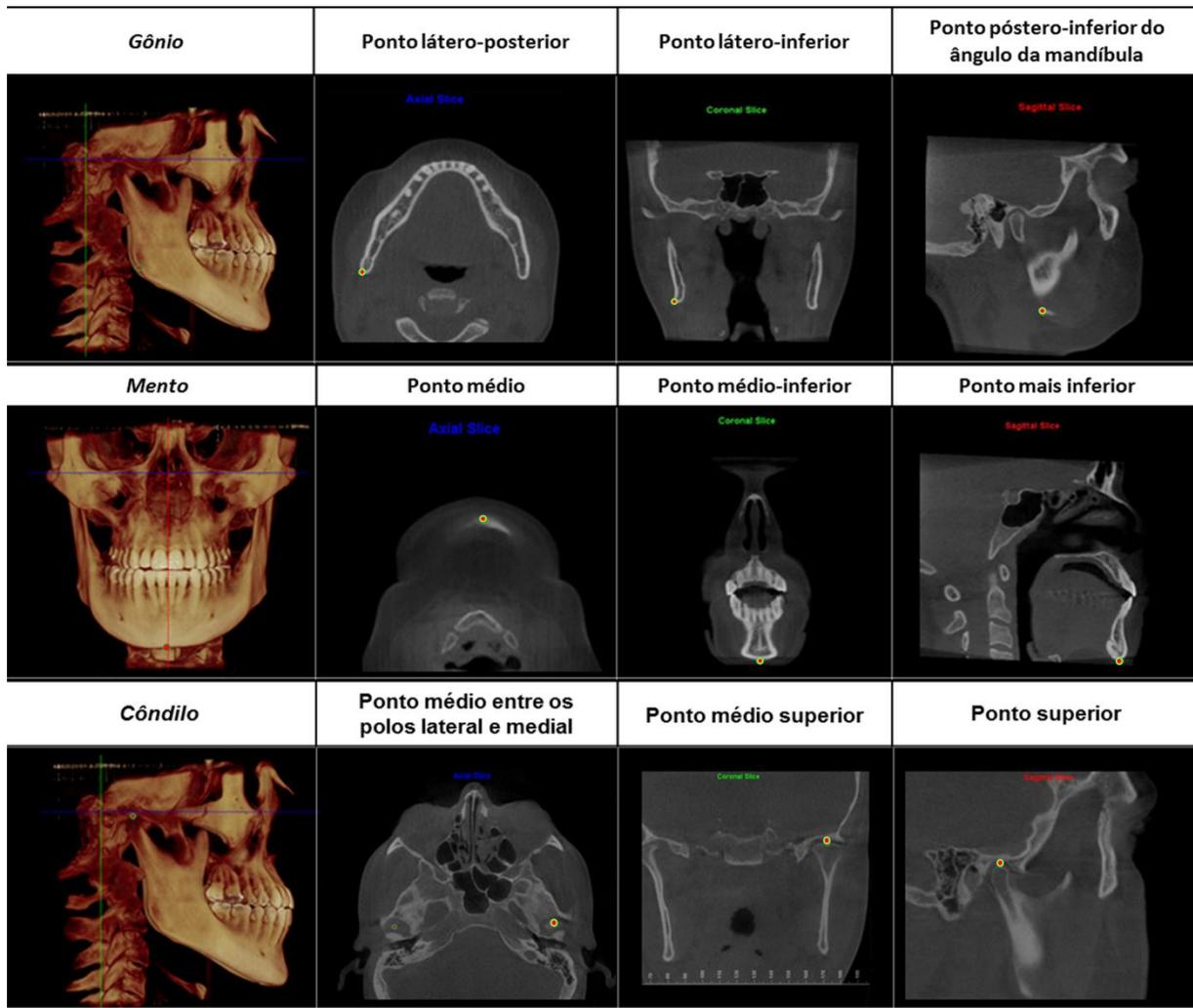
A amostra foi dividida em dois grupos de acordo com o procedimento cirúrgico adotado: Grupo 1, composto por 16 indivíduos com idade média de 30,4 anos (mín. 18,7 anos; máx. 39,7 anos) submetidos à ERMAC com osteotomia lateral sem degrau no pilar zigomaticomaxilar, com separação da sutura pterigomaxilar e abertura da sutura palatina mediana. Grupo 2, formado por 14 indivíduos com idade média de 24,2 anos (mín. 19,3 anos; máx. 33,2 anos) submetidos à ERMAC com osteotomia lateral paralela ao plano oclusal com degrau no pilar zigomaticomaxilar, com separação da sutura pterigomaxilar e abertura da sutura palatina mediana.

Os pacientes do grupo 1 foram tratados com aparelho hyrax com ativação de  $\frac{1}{4}$  de volta (0,2mm) três vezes ao dia até a correção da mordida cruzada. No grupo 2, os pacientes foram tratados com aparelho Hyrax (n=8) ou Haas (n=6) e realizou-se ativação inicial de 1 mm, seguido de  $\frac{1}{4}$  de volta duas vezes ao dia na primeira semana e, após este período,  $\frac{1}{4}$  de volta por dia até a correção da mordida cruzada. Em ambos os grupos o início da ativação ocorreu sete dias após o procedimento cirúrgico. Após o fim da expansão o aparelho expensor foi travado e mantido por quatro meses, sendo então removido e substituído por barra palatina nos primeiros molares.

As imagens tomográficas foram adquiridas previamente ao procedimento cirúrgico (T1), após o fim da expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3), utilizando o tomógrafo iCAT (*Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA*) com FOV de 16 × 22 cm e *voxel* de 0,3 mm. As imagens obtidas no formato DICOM foram importadas para o *software* Dolphin 3D (*Dolphin Imaging, Chatsworth, CA, USA*) para posterior análise. As imagens foram posicionadas de acordo com planos de orientação (Fig. 1). Em seguida foi realizada a marcação dos pontos anatômicos mandibulares utilizando as reconstruções volumétricas e as reconstruções multiplanares (MPR) (Fig.2). A fim de verificar alterações no posicionamento mandibular nos três tempos do tratamento procedeu-se a análise das medidas lineares e angulares entre os pontos anatômicos mandibulares e os planos de orientação previamente definidos (Fig. 3).



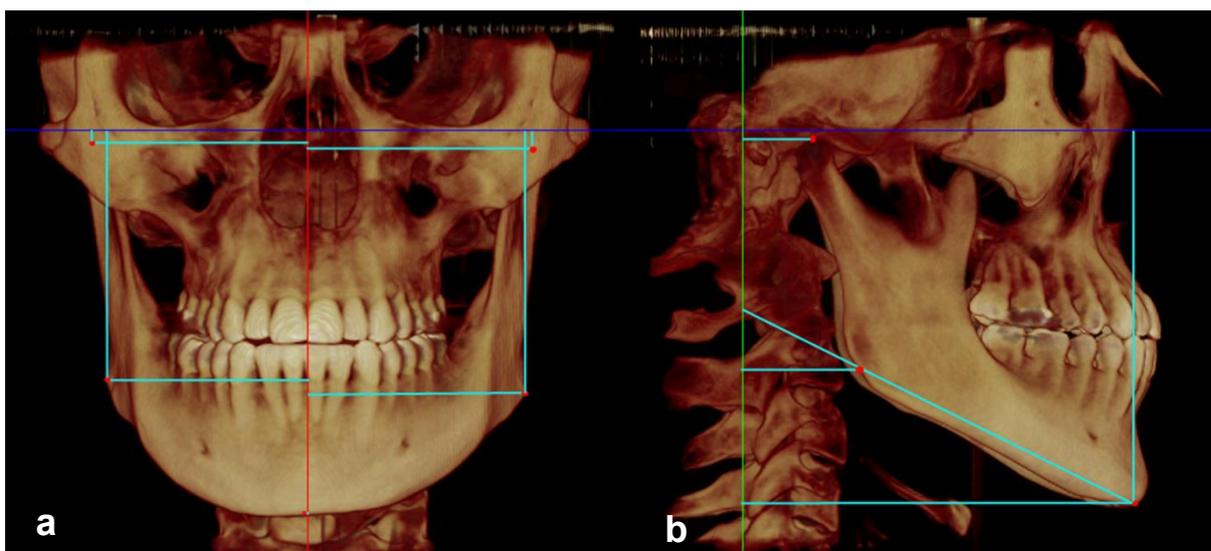
**Figura 1** - Planos de orientação: Plano axial, definido pelas órbitas direita e esquerda e pelo pório direito. Plano coronal, definido pelos pórios direito e esquerdo, perpendicular ao plano axial. Plano sagital mediano definido como plano ortogonal aos planos anteriores que passa pelo násio.



**Figura 2** - Definição dos pontos anatômicos mandibulares na reconstrução volumétrica e nas reconstruções multiplanares de acordo com cortes axial, coronal e sagital.

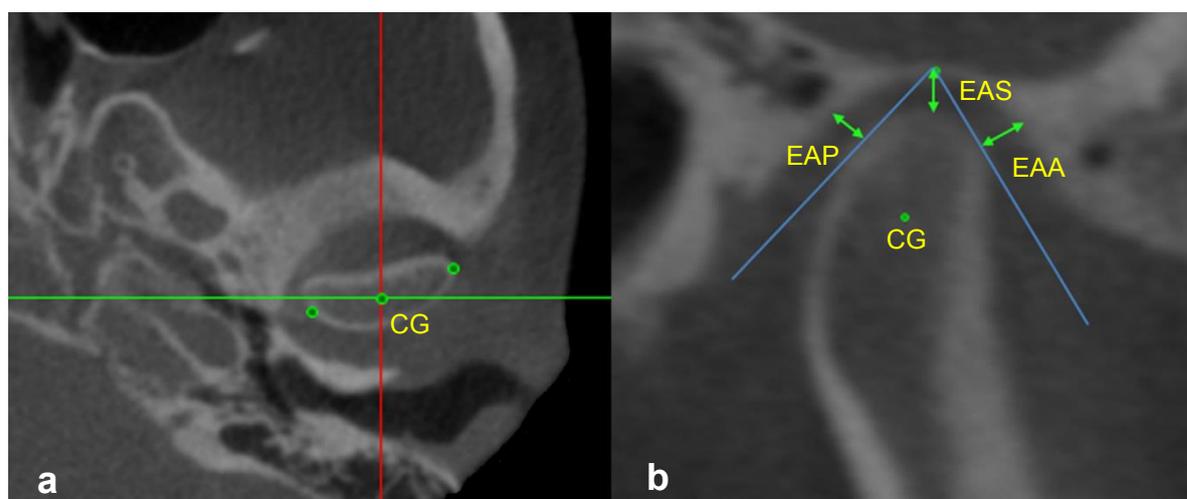
Para determinação das alterações no relacionamento cêndilo-fossa, utilizou-se como referência o corte parassagital que incide sobre o centro geométrico do cêndilo, determinado a partir da maior distância entre os polos lateral e medial do cêndilo correspondente. No corte parassagital, foi determinado as seguintes medidas (fig. 4):

1. Espaço articular anterior (EAA): distância do ponto tangente à face anterior do cêndilo até a parede anterior da fossa mandibular;



**Figura 3** - Representação tridimensional das medidas lineares e angulares realizadas entre os pontos anatômicos e os planos espaciais. Medidas dos pontos anatômicos aos planos sagital e axial (a); medidas dos pontos anatômicos ao plano coronal e medida da inclinação do plano mandibular (b).

2. Espaço articular superior (EAS): distância do ponto mais superior do côndilo até a parede superior da fossa mandibular;
3. Espaço articular posterior (EAP): distância do ponto tangente à face posterior do côndilo até a parede posterior da fossa mandibular.



**Figura 4** - Medidas do relacionamento côndilo-fossa: determinação do centro geométrico (CG) do côndilo na vista axial (a); medida do espaço articular anterior (EAA), superior (EAS) e posterior (EAP) (b).

### **Análise estatística**

A análise dos dados foi realizada com o software SPSS 16.0 (SPSS, Chicago, IL, USA), considerando o nível de significância de 5% ( $\alpha = 0,05$ ). A reprodutibilidade do método foi determinada utilizando dezoito TCFC selecionadas aleatoriamente e reavaliadas pelo mesmo examinador com o intervalo de trinta dias, o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) foi usado para determinação da concordância entre as medidas. Utilizou-se o teste exato de Fisher para verificar possível associação entre o tipo de mordida cruzada e o desvio mandibular ocorrido após a expansão (T2). O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para determinação da normalidade dos dados e o teste de Levene para verificação da homogeneidade de variâncias. O teste *t* de Student para amostras independentes foi utilizado para comparar a quantidade de expansão realizada nos dois grupos. A análise de variância para dois fatores (two-way ANOVA) foi utilizada para comparar os espaços articulares dos lados direito e esquerdo entre os diferentes tipos de mordida cruzada. Alterações longitudinais entre os tempos T1, T2 e T3 foram avaliadas utilizando ANOVA mista para medidas repetidas. Um fator de medidas repetidas foi usado para avaliar mudanças ao longo do tempo e um fator de tratamento foi usado para avaliar diferenças entre os grupos. O efeito significativo de interação indica que os grupos variam de forma diferente ao longo do tempo, todavia, a ausência de interação indica padrão de mudança semelhante ao longo do tempo, desta forma ambos os grupos são unidos para realização dos testes *post hoc*. Nos resultados estatisticamente significativos, foi aplicado o teste de comparação múltipla de Bonferroni para avaliar as diferenças entre grupos e tempos de tratamento.

## RESULTADOS

Treze pacientes (Grupo 1, n= 6; Grupo 2, n= 7) apresentavam mordida cruzada unilateral em T1 e dezessete pacientes (Grupo 1, n=10; Grupo 2, n=7) eram portadores de mordida cruzada bilateral. Os grupos estudados apresentaram médias de expansão semelhantes: 8,00 mm (dp = 1,64) para o grupo 1 e 8,16 mm (dp = 1,24) para o grupo 2 ( $p = 0,764$ ). O CCI variou entre 0,929 e 0,996 para medidas mandibulares e 0,902 e 0,995 para medidas de relacionamento cêndilo-fossa. Observou-se deslocamento lateral da mandíbula, maior que 0,5 mm, após a expansão em 70% da amostra, no entanto não houve associação entre o lado do deslocamento mandibular e o tipo de mordida cruzada inicial do paciente (teste exato de Fisher,  $p = 0,448$ ). Desta forma, as alterações no posicionamento mandibular foram analisadas em função do lado do deslocamento mandibular observado após a ERMAC, sendo consideradas ipsilaterais as estruturas localizadas do mesmo lado para o qual se observou o deslocamento e contralaterais as estruturas localizadas do lado contrário ao deslocamento mandibular.

A ANOVA para medidas repetidas não mostrou efeito significativo de interação entre os grupos e os tempos do estudo ( $p > 0,05$ ) (Tabelas 1, 2 e 3). Os dois protocolos cirúrgicos realizados não apresentaram diferenças entre si quanto às alterações do posicionamento mandibular, exceto para medidas do mento ( $p = 0,014$ ) em relação ao plano sagital, que mostrou, em média, uma maior distância para o grupo 1 quando comparado ao grupo 2 nos três tempos do estudo, entretanto, esta diferença já era observada antes da ERMAC (Tabela 3).

**Tabela 1** - Média e desvio padrão das distâncias (mm) entre os pontos anatômicos mandibulares e o plano axial, observadas antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.

<i>Pontos mandibulares</i> <i>Plano axial</i>		Tempo			RM-ANOVA ( <i>p</i> )		
		T1	T2	T3	Tempo	Grupo	Tempo x Grupo
Côndilo ipsilateral (mm)	G1	1,89 (1,23)	1,52 (1,22)	1,58 (1,32)	0,681	0,441	0,154
	G2	1,90 (1,13)	2,01 (1,15)	2,07 (1,40)			
Côndilo contralateral (mm)	G1	1,11 (1,42)	1,29 (0,81)	1,40 (1,15)	0,104	0,352	0,492
	G2	1,61 (1,05)	1,50 (1,05)	1,86 (1,21)			
Gônio ipsilateral (mm)	G1	58,04 (6,02)	58,48 (5,92)	58,47 (5,88)	0,676	0,535	0,547
	G2	57,07 (5,34)	56,95 (4,79)	57,10 (4,90)			
Gônio contralateral (mm)	G1	58,48 (4,80)	59,37 (5,18)	59,29 (5,58)	<b>0,030</b>	0,915	0,428
	G2	58,51 (8,80)	59,03 (8,29)	58,63 (8,46)			
Mento (mm)	G1	84,61 (7,13)	85,87 (7,05)	84,74 (6,94)	<b>&lt;0,001</b>	0,116	0,721
	G2	89,00 (8,55)	90,46 (8,68)	89,54 (8,44)			

G1 – grupo 1 (osteotomia horizontal sem degrau no pilar zigomático), G2 – grupo 2 (osteotomia lateral com degrau no pilar zigomático).

Valores em negrito são considerados significativos para  $p < 0,05$ .

**Tabela 2** - Média e desvio padrão das distâncias (mm) entre os pontos anatômicos mandibulares e o plano coronal, observadas antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.

<i>Pontos mandibulares</i> <i>Plano coronal</i>		Tempo			RM-ANOVA ( <i>p</i> )		
		T1	T2	T3	Tempo	Grupo	Tempo x Grupo
Côndilo ipsilateral (mm)	G1	16,29 (1,27)	16,62 (1,29)	16,31 (1,28)	0,374	0,139	0,306
	G2	15,79 (1,92)	15,60 (1,65)	15,43 (1,52)			
Côndilo contralateral (mm)	G1	16,04 (1,65)	16,40 (1,46)	16,21 (1,62)	0,824	0,122	0,079
	G2	15,81 (0,90)	15,26 (1,19)	15,41 (1,21)			
Gônio ipsilateral (mm)	G1	26,29 (4,23)	26,08 (3,60)	26,41 (3,38)	0,066	0,412	0,293
	G2	25,41 (5,09)	24,16 (5,39)	25,11 (5,29)			
Gônio contralateral (mm)	G1	26,00 (3,34)	25,96 (3,95)	26,61 (3,14)	0,066	0,183	0,079
	G2	24,80 (5,38)	23,13 (5,30)	23,96 (5,63)			
Mento (mm)	G1	92,52 (8,87)	91,27 (8,90)	92,30 (8,91)	<b>&lt;0,001</b>	0,226	0,571
	G2	89,01 (8,59)	87,16 (8,45)	88,04 (9,15)			

G1 – grupo 1 (osteotomia horizontal sem degrau no pilar zigomático), G2 – grupo 2 (osteotomia lateral com degrau no pilar zigomático).

Valores em negrito são considerados significativos para  $p < 0,05$ .

**Tabela 3** - Média e desvio padrão das distâncias (mm) entre os pontos anatômicos mandibulares e o plano sagital, observadas antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.

<i>Pontos mandibulares Plano Sagital</i>		Tempo			RM-ANOVA ( <i>p</i> )		
		T1	T2	T3	tempo	Grupo	Tempo x grupo
Côndilo ipsilateral (mm)	G1	48,00 (2,42)	48,50 (2,37)	47,98 (2,76)	<b>0,024</b>	0,970	0,781
	G2	47,79 (2,67)	48,50 (2,25)	48,08 (2,46)			
Côndilo contralateral (mm)	G1	49,08 (2,38)	48,18 (2,01)	48,50 (2,02)	<b>0,003</b>	0,073	0,911
	G2	47,15 (2,59)	46,44 (3,29)	46,70 (2,88)			
Gônio ipsilateral (mm)	G1	46,23 (2,69)	46,84 (2,74)	46,63 (2,88)	<b>0,017</b>	0,715	0,946
	G2	45,85 (3,52)	46,47 (3,58)	46,15 (3,33)			
Gônio contralateral (mm)	G1	45,45 (3,95)	45,04 (3,88)	45,53 (3,59)	<b>0,017</b>	0,585	0,464
	G2	46,48 (3,43)	45,70 (3,42)	46,08 (3,52)			
Mento (mm)	G1	2,76 (2,01)	2,65 (1,39)	2,65 (1,51)	0,276	<b>0,014</b>	0,493
	G2	1,64 (1,71)	1,07 (1,14)	1,35 (1,24)			

G1 – grupo 1 (osteotomia horizontal sem degrau no pilar zigomático), G2 – grupo 2 (osteotomia lateral com degrau no pilar zigomático).

Valores em negrito são considerados significativos para  $p < 0,05$ .

Alterações entre os tempos ocorreram no plano axial para as medidas do mento ( $p < 0,001$ ) e do gônio contralateral ao deslocamento mandibular ( $p = 0,030$ ) (Tabela 1). No plano coronal observaram-se alterações apenas para o mento ( $p < 0,001$ ) (Tabela 2). Com relação ao plano sagital, o côndilo ipsilateral ao deslocamento ( $p = 0,024$ ), côndilo contralateral ( $p = 0,003$ ), gônio ipsilateral ( $p = 0,017$ ) e gônio contralateral ( $p = 0,017$ ) apresentaram alterações ao longo do tempo (Tabela 3). As medidas do ângulo do plano mandibular também sofreram alterações significativas entre os tempos do estudo ( $p < 0,01$ ) (Tabela 4).

A análise de comparações múltiplas para os dados agrupados revelou diferenças nas medidas do mento entre T1 e T2 nos planos axial (1,36 mm) e coronal (-1,55 mm), indicando movimento para baixo e para trás deste ponto imediatamente após a expansão (Tabela 5). No entanto a análise em T3 revelou uma reversão destes movimentos (T3-T2,  $p < 0,05$ ). Alterações semelhantes foram encontradas nas medidas do ângulo do plano mandibular (FMA), indicando um movimento transitório de rotação mandibular no sentido horário.

As mudanças dos pontos mandibulares em relação ao plano sagital indicaram movimento lateral da mandíbula em T2 em direção ao lado do deslocamento (T2-T1,  $p < 0,05$ ), no entanto não foi observada diferença significativa entre T2 e T3 nem entre T1 e T3 (Tabela 5). Foi observado um deslocamento lateral médio de 1,10 mm ( $dp = 0,93$ ; IC (95%) mín. = 0,74; máx. = 1,47) para o mento após a expansão.

**Tabela 4** - Média e desvio padrão do ângulo do plano mandibular (FMA) do lado ipsilateral e contralateral observados antes (T1), imediatamente após a expansão (T2) e seis meses após a expansão (T3) para os grupos de acordo com a osteotomia realizada. Resultados da análise de variância para medidas repetidas entre os tempos, grupos e interação tempo × grupo.

Ângulo do plano mandibular		Tempo			RM-ANOVA ( <i>p</i> )		
		T1	T2	T3	Tempo	Grupo	Tempo x Grupo
FMA ipsilateral (°)	G1	18,67 (4,67)	19,84 (4,97)	18,91 (4,44)	<b>&lt;0,001</b>	0,175	0,978
	G2	20,96 (4,67)	22,22 (4,41)	21,24 (4,61)			
FMA contralateral (°)	G1	18,30 (3,85)	18,76 (4,71)	18,16 (4,10)	<b>0,003</b>	0,069	0,376
	G2	21,03 (4,97)	22,05 (4,34)	21,40 (5,09)			

G1 – grupo 1 (osteotomia horizontal sem degrau no pilar zigomático), G2 – grupo 2 (osteotomia lateral com degrau no pilar zigomático).

Valores em negrito são considerados significativos para  $p < 0,05$ .

**Tabela 5** - Resultados do teste de comparação múltipla com ajuste de Bonferroni entre os tempos do estudo.

Planos Pontos mandibulares	Comparação entre os tempos	Diferença das médias estimadas	Erro Padrão	$p$	Intervalo de confiança (95%)	
					Limite inferior	Limite superior
<i>Plano axial</i>						
Gônio contralateral	T2-T1	0,71	0,27	<b>0,047</b>	0,01	1,41
	T3-T2	-0,24	0,25	1,000	-0,88	0,40
	T3-T1	0,47	0,26	0,253	-0,20	1,13
Mento	T2-T1	1,36	0,25	<b>&lt;0,001</b>	0,73	1,99
	T3-T2	-1,02	0,22	<b>&lt;0,001</b>	-1,59	-0,46
	T3-T1	0,34	0,29	0,750	-0,39	1,07
<i>Plano coronal</i>						
Mento (mm)	T2-T1	-1,55	0,40	<b>0,002</b>	-2,56	-0,54
	T3-T2	0,96	0,35	<b>0,030</b>	0,07	1,84
	T3-T1	-0,60	0,37	0,362	-1,55	0,35
<i>Plano Sagital (mm)</i>						
Côndilo ipsilateral (mm)	T2-T1	0,60	0,22	<b>0,034</b>	0,04	1,17
	T3-T2	-0,47	0,20	0,082	-0,98	0,04
	T3-T1	0,14	0,25	1,000	-0,50	0,77
Côndilo contralateral (mm)	T2-T1	-0,80	0,24	<b>0,008</b>	-1,42	-0,18
	T3-T2	0,29	0,21	0,535	-0,25	0,84
	T3-T1	-0,51	0,23	0,105	-1,10	0,08
Gônio ipsilateral (mm)	T2-T1	0,62	0,16	<b>0,002</b>	0,20	1,04
	T3-T2	-0,27	0,20	0,557	-0,77	0,23
	T3-T1	0,35	0,24	0,485	-0,27	0,97
Gônio contralateral (mm)	T2-T1	-0,59	0,21	<b>0,027</b>	-1,13	-0,06
	T3-T2	0,43	0,22	0,163	-0,12	0,99
	T3-T1	-0,16	0,19	1,000	-0,65	0,33
Mento (mm)	G1 e G2	1,33	0,51	<b>0,014</b>	0,29	2,37
<i>Ângulo do plano mandibular (°)</i>						
FMA ipsilateral (°)	T2-T1	1,21	0,25	<b>&lt;0,001</b>	0,58	1,84
	T3-T2	-0,95	0,20	<b>&lt;0,001</b>	-1,47	-0,44
	T3-T1	0,25	0,23	0,812	-0,32	0,83
FMA contralateral (°)	T2-T1	0,73	0,23	<b>0,010</b>	0,15	1,32
	T3-T2	-0,62	0,23	<b>0,035</b>	-1,21	-0,04
	T3-T1	0,11	0,20	1,000	-0,39	0,62

T1: antes da expansão; T2: imediatamente após a expansão; T3: seis meses após a expansão. Valores positivos indicam movimento para baixo em relação ao plano axial, para frente em relação ao plano coronal e para fora em relação ao plano sagital mediano. Valores negativos representam movimentos para cima, para trás e para dentro.

Como não se observou diferenças significativas no posicionamento mandibular entre os dois grupos ao longo dos tempos (Tabelas 1, 2 e 3) e as medidas no espaço articular anterior, superior e posterior não apresentaram diferenças quanto ao tipo de mordida cruzada nem quanto aos lados avaliados nos pacientes deste estudo (Tabela 6), considerou-se a amostra total para avaliação do relacionamento cêndilo-fossa entre os tempos do estudo. No entanto, não foi observada alteração significativa no relacionamento cêndilo-fossa em decorrência da expansão maxilar nos três tempos avaliados (Tabela 7).

**Tabela 6** - Média e desvio padrão (mm) para o relacionamento cêndilo-fossa de acordo com o tipo de mordida cruzada e lado avaliado. Resultados para two-way ANOVA, entre o tipo de mordida, o lado avaliado e a interação tipo de mordida x lado

Tempo <i>Espaço articular</i>	MCPB (n=17)		MCPUD (n=8)		MCPUE (n=5)		Two-way ANOVA (p)		
	Lado direito	Lado esquerdo	Lado direito	Lado esquerdo	Lado direito	Lado esquerdo	Mordida	Lado	interação
T1									
<i>Anterior</i>	2,13 (0,85)	2,36 (0,77)	2,24 (0,67)	2,14 (0,48)	2,40 (0,65)	2,82 (0,82)	0,335	0,402	0,653
<i>Superior</i>	3,34 (1,13)	3,06 (1,12)	2,69 (0,66)	3,04 (0,80)	2,90 (0,75)	3,06 (0,44)	0,493	0,786	0,542
<i>Posterior</i>	2,27 (0,87)	2,00 (0,50)	1,76 (0,64)	1,91 (0,55)	2,28 (0,28)	2,22 (0,63)	0,211	0,781	0,566
T2									
<i>Anterior</i>	2,18 (0,85)	2,37 (0,84)	2,17 (0,71)	2,16 (0,77)	2,58 (0,53)	2,96 (0,87)	0,158	0,428	0,825
<i>Superior</i>	3,02 (1,00)	3,19 (1,17)	2,75 (1,04)	3,34 (1,11)	2,90 (0,52)	3,34 (0,93)	0,976	0,192	0,796
<i>Posterior</i>	2,00 (0,58)	2,12 (0,84)	1,77 (0,44)	2,21 (0,92)	2,10 (0,50)	2,08 (0,86)	0,931	0,389	0,690
T3									
<i>Anterior</i>	2,25 (0,94)	2,44 (0,77)	2,15 (0,77)	2,02 (0,56)	2,60 (0,78)	3,06 (0,96)	0,089	0,465	0,662
<i>Superior</i>	3,03 (0,96)	2,86 (1,02)	2,75 (0,81)	3,23 (0,96)	2,76 (0,44)	3,08 (0,94)	0,978	0,444	0,462
<i>Posterior</i>	1,92 (0,46)	1,79 (0,50)	1,76 (0,33)	2,13 (0,77)	2,00 (0,39)	2,06 (0,74)	0,645	0,521	0,290
T2-T1									
<i>Anterior</i>	0,05 (0,41)	0,01 (0,67)	-0,07 (0,29)	0,02 (0,46)	0,18 (0,61)	0,14 (0,41)	0,680	0,989	0,912
<i>Superior</i>	-0,32 (0,74)	0,13 (0,78)	0,06 (0,49)	0,30 (0,72)	0,00 (0,51)	0,28 (0,81)	0,373	0,127	0,865
<i>Posterior</i>	-0,27 (0,77)	0,13 (0,72)	0,01 (0,35)	0,30 (0,96)	-0,18 (0,63)	-0,14 (0,36)	0,457	0,241	0,773
T3-T2									
<i>Anterior</i>	0,07 (0,34)	0,07 (0,38)	-0,02 (0,23)	-0,14 (0,32)	0,02 (0,60)	0,10 (0,12)	0,338	0,917	0,782
<i>Superior</i>	0,01 (0,56)	-0,33 (0,56)	0,00 (0,25)	-0,10 (0,81)	-0,14 (0,71)	-0,26 (0,36)	0,765	0,259	0,714
<i>Posterior</i>	-0,08 (0,42)	-0,33 (0,72)	-0,01 (0,29)	-0,08 (0,70)	-0,10 (0,52)	-0,02 (0,16)	0,571	0,612	0,641

**Tabela 6 – Continuação.**

T3-T1									
<i>Anterior</i>	0,12 (0,42)	0,08 (0,53)	-0,09 (0,30)	-0,12 (0,38)	0,20 (0,19)	0,24 (0,40)	0,149	0,945	0,966
<i>Superior</i>	-0,31 (0,69)	-0,21 (0,67)	0,06 (0,33)	0,20 (0,41)	-0,14 (0,76)	0,02 (0,70)	0,128	0,472	0,989
<i>Posterior</i>	-0,35 (0,79)	-0,21 (0,33)	0,00 (0,50)	0,22 (0,79)	-0,28 (0,52)	-0,16 (0,25)	0,108	0,364	0,964

MCPB: mordida cruzada posterior bilateral; MCPUD: mordida cruzada posterior unilateral direita; MCPUE: mordida cruzada unilateral posterior esquerda.

T1: antes da expansão; T2: imediatamente após a expansão; T3: seis meses após a expansão.

**Tabela 7** - Média e desvio padrão para os espaços articulares (relacionamento côndilo-fossa) de acordo com o lado do deslocamento mandibular avaliados antes (T1), imediatamente após a ERMAC (T2) e seis meses após a ERMAC (T3). Resultados para ANOVA mista para medidas repetidas, entre os tempos, lado avaliado e interação tempo × lado.

Espaço articular		Tempo			RM-ANOVA (p)		
		T1	T2	T3	tempo	Lado	Tempo x Lado
Anterior (EAA) (mm)	L1	2,28 (0,71)	2,39 (0,78)	2,34 (0,79)	0,451	0,928	0,250
	L2	2,30 (0,79)	2,27 (0,83)	2,38 (0,88)			
Superior (EAS) (mm)	L1	3,12 (0,80)	3,04 (0,88)	2,86 (0,76)	0,199	0,755	0,229
	L2	3,03 (1,10)	3,14 (1,14)	3,05 (1,03)			
Posterior (EAP) (mm)	L1	2,13 (0,62)	2,02 (0,61)	1,91 (0,46)	0,100	0,915	0,619
	L2	2,02 (0,70)	2,07 (0,79)	1,92 (0,58)			

L1 - Côndilo ipsilateral ao deslocamento mandibular; L2 - Côndilo contralateral ao deslocamento mandibular.

## DISCUSSÃO

A possibilidade de ocasionar mudanças no perfil do paciente, em decorrência de alterações no posicionamento mandibular, ainda causa receio na indicação da expansão de maxila<sup>8</sup>. A rotação horária da mandíbula, com aumento da altura facial anteroinferior tem sido relatada como efeito da ERMAC<sup>6, 9</sup>. Este estudo avaliou as alterações tridimensionais do posicionamento mandibular e do relacionamento cêndilo-fossa em pacientes submetidos à ERMAC.

O deslocamento lateral da mandíbula observado imediatamente após a ERMAC não apresentou associação com o tipo de mordida cruzada. Variações quanto a este deslocamento lateral puderam ser observadas mesmo nos pacientes portadores de mordida cruzada unilateral, o que pode ser justificado pela alteração individual no padrão de oclusão após a expansão, tais como nas expansões assimétricas<sup>18</sup>. Desta forma, a determinação do lado para o qual a mandíbula irá se deslocar após a ERMAC torna-se imprevisível em pacientes adultos, contrariamente à correção da assimetria postural que se observa em mordidas cruzadas unilaterais funcionais em crianças<sup>19</sup>.

As alterações observadas no posicionamento dos gônios e cêndilos com relação ao plano sagital ocorreram em virtude da análise ter sido realizada considerando-se o deslocamento mandibular. Era de se esperar o afastamento das estruturas ipsilaterais e a aproximação das estruturas contralaterais ao deslocamento mandibular em relação ao plano sagital mediano (PSM). Assim, muito embora tenha sido observado um deslocamento médio de 1,10 mm do mento entre T1 e T2, não foi possível prever o sentido deste deslocamento uma vez que este ponto anatômico pode se afastar ou se aproximar do PSM. Apesar destas alterações

ocorrerem em T2, houve uma tendência de retorno a posição original seis meses após a expansão, de modo que não se observou diferença entre o tempo T3 e o tempo inicial (T1). Associado a isto, os movimentos mandibulares foram de pequena magnitude, não apresentando significância clínica. Portanto, não se deve esperar a correção de desvios mandibulares em pacientes adultos apenas com ERMAC.

O desenho da osteotomia lateral da maxila não influenciou nas alterações de posicionamento mandibular, a rotação horária da mandíbula imediatamente após a expansão foi observada nos dois grupos avaliados, apresentando aumento nos valores do FMA bem como um movimento para baixo e para trás do mento. No entanto, a rotação mandibular mostrou-se um movimento transitório, pois os valores observados seis meses após a expansão não apresentaram diferença quanto aos valores iniciais. Altug-Atac et al.<sup>6</sup> e Gunbay et al.<sup>9</sup> observaram rotação mandibular após ERMAC, enquanto que Parhiz et al.<sup>4</sup> e Iodice et al.<sup>10</sup> não observaram o movimento rotacional da mandíbula. As diferenças metodológicas dos estudos justificam a divergência entre os autores para a rotação mandibular após ERMAC, uma vez que os primeiros autores realizaram a avaliação após um curto período de tempo após a ERMAC ao passo que os demais realizaram uma avaliação mais tardia. Os resultados deste estudo corroboram os trabalhos realizados com telerradiografias publicados na literatura, pois se observou aumento transitório da inclinação do plano mandibular.

Estudos que relacionam as alterações tridimensionais do posicionamento mandibular após a ERMAC são escassos na literatura. Os movimentos mandibulares ocorrem de forma tridimensional, desta forma, as estruturas bilaterais da mandíbula podem apresentar comportamentos diferentes durante a ERMAC. Tal fato foi observado nas mudanças de posição vertical do gônio, que se mostrou significativa

apenas para o lado contralateral ao deslocamento, o que resultou em diferença nos valores do FMA entre os lados ipsilateral e contralateral ao deslocamento, ainda que ambos tenham apresentado aumento significativo.

Nos pacientes deste estudo não se observou diferença nas medidas iniciais dos espaços articulares anterior, superior ou posterior, independente do tipo de mordida cruzada apresentada. A persistência da mordida cruzada unilateral leva ao desenvolvimento de assimetrias esqueléticas<sup>19</sup> e à medida que a mandíbula cresce de forma assimétrica, a fossa mandibular e o côndilo sofrem alterações adaptativas de forma a manter o relacionamento côndilo fossa semelhante bilateralmente<sup>20-22</sup>. Resultados semelhantes de simetria no relacionamento côndilo fossa em pacientes adultos foram relatados na literatura<sup>20, 21, 23</sup>.

O relacionamento côndilo-fossa não apresentou alterações significativas após a ERMAC, ainda que mudanças no posicionamento mandibular tenham sido observadas neste estudo. Foi observado um aumento no espaço articular superior do lado contralateral com diminuição no lado ipsilateral ao deslocamento mandibular. Seis meses após a expansão o côndilo pareceu assumir uma posição mais posterior, ainda que essas alterações não tenham sido significativas.

A literatura não dispõe de informações a respeito do relacionamento côndilo fossa em pacientes adultos após a ERMAC, no entanto há estudos com crianças após expansão rápida de maxila (ERM). Melgaço et al.<sup>17</sup> encontraram movimentos condilares anteriores e inferiores semelhantes nos lados direito e esquerdo em crianças que não possuíam mordida cruzada, o que justifica a ausência de deslocamentos laterais da mandíbula após a expansão, conforme relatado pelos autores. Leonardi et al.<sup>24</sup> verificaram aumento dos espaços articulares

anterior, superior e posterior bilateralmente em crianças com mordida cruzada posterior unilateral funcional, imediatamente após a ERM.

A divergência entre os resultados do presente estudo e os disponíveis na literatura<sup>17, 24</sup> sugere diferenças no comportamento do relacionamento cêndilo-fossa entre crianças e adultos frente aos procedimentos de expansão maxilar. Desta forma mais estudos são necessários para se elucidar os padrões de movimentação mandibular e as alterações do relacionamento cêndilo-fossa em pacientes adultos submetidos à ERMAC.

## **CONCLUSÃO**

O desenho da osteotomia lateral da maxila não influenciou nos movimentos mandibulares após a ERMAC. Este estudo sugere a ocorrência de deslocamento mandibular na maioria dos pacientes após ERMAC, no entanto o sentido deste deslocamento não pode ser determinado em função da mordida cruzada, se bilateral, unilateral direita ou esquerda. O movimento rotacional da mandíbula, assim como o deslocamento lateral da mandíbula são efeitos transitórios da ERMAC. As alterações do relacionamento cêndilo-fossa após ERMAC mostraram não ser significativas.

**REFERÊNCIAS**

1. Chung CH, Woo A, Zagarinsky J, Vanarsdall RL, Fonseca RJ. Maxillary sagittal and vertical displacement induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120:144-8. doi: 10.1067/mod.2001.113791.
2. Anttila A, Finne K, Keski-Nisula K, et al. Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. *Eur J Orthod.* 2004;26:391-5.
3. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35:481-7. doi: 10.1016/j.ijom.2006.01.025.
4. Parhiz A, Schepers S, Lambrichts I, et al. Lateral cephalometry changes after SARPE. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011;40:662-71. doi: 10.1016/j.ijom.2011.03.005.
5. Prado GP, Furtado F, Aloise AC, et al. Stability of surgically assisted rapid palatal expansion with and without retention analyzed by 3-dimensional imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145:610-6. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.12.026.
6. Altug Atac AT, Karasu HA, Aytac D. Surgically assisted rapid maxillary expansion compared with orthopedic rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2006;76:353-9.
7. Bretos JL, Pereira MD, Gomes HC, Toyama Hino C, Ferreira LM. Sagittal and vertical maxillary effects after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) using Haas and Hyrax expanders. *J Craniofac Surg.* 2007;18:1322-6. doi: 10.1097/scs.0b013e3180a772a3.
8. Lineberger MW, McNamara JA, Baccetti T, Herberger T, Franchi L. Effects of rapid maxillary expansion in hyperdivergent patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142:60-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.02.019.

9. Gunbay T, Akay MC, Gunbay S, et al. Transpalatal distraction using bone-borne distractor: clinical observations and dental and skeletal changes. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66:2503-14. doi: 10.1016/j.joms.2008.06.105.
10. Iodice G, Bocchino T, Casadei M, Baldi D, Robiony M. Evaluations of sagittal and vertical changes induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *J Craniofac Surg.* 2013;24:1210-4. doi: 10.1097/SCS.0b013e3182997830.
11. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10:75-96.
12. Racey GL. Discussion: Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion: An Outpatient Technique With Long-Term Stability. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992;50:114-5.
13. Hilgers ML, Scarfe WC, Scheetz JP, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128:803-11. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.08.034.
14. Ikeda K, Kawamura A. Assessment of optimal condylar position with limited cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:495-501. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.05.021.
15. Sanders DA, Rigali PH, Neace WP, Uribe F, Nanda R. Skeletal and dental asymmetries in Class II subdivision malocclusions using cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;138:542 e1-20. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.02.027.
16. Arat FE, Arat ZM, Tompson B, Tanju S, Erden I. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 2: magnetic resonance imaging study of the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133:823-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.07.029.

17. Melgaco CA, Neto JC, Jurach EM, Nojima Mda C, Nojima LI. Immediate changes in condylar position after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014;145:771-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.01.024.
18. Koudstaal MJ, Smeets JB, Kleinrensink GJ, Schulten AJ, van der Wal KG. Relapse and stability of surgically assisted rapid maxillary expansion: an anatomic biomechanical study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67:10-4. doi: 10.1016/j.joms.2007.11.026.
19. Pinto AS, Buschang PH, Throckmorton GS, Chen P. Morphological and positional asymmetries of young children with functional unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120:513-20. doi: 10.1067/mod.2001.118627a.
20. O'Byrn BL, Sadowsky C, Schneider B, BeGole EA. An evaluation of mandibular asymmetry in adults with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;107:394-400.
21. Kim HO, Lee W, Kook YA, Kim Y. Comparison of the condyle-fossa relationship between skeletal class III malocclusion patients with and without asymmetry: a retrospective three-dimensional cone-beam computed tomography study. *Korean J Orthod*. 2013;43:209-17. doi: 10.4041/kjod.2013.43.5.209.
22. Fuentes MA, Opperman LA, Buschang P, et al. Lateral functional shift of the mandible: Part I. Effects on condylar cartilage thickness and proliferation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;123:153-9. doi: 10.1067/mod.2003.5.
23. Cohlmia JT, Ghosh J, Sinha PK, Nanda RS, Currier GF. Tomographic assessment of temporomandibular joints in patients with malocclusion. *Angle Orthod*. 1996;66:27-35.
24. Leonardi R, Caltabiano M, Cavallini C, et al. Condyle fossa relationship associated with functional posterior crossbite, before and after rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2012;82:1040-6. doi: 10.2319/112211-725.1.



CONSIDERAÇÕES

FINAIS

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

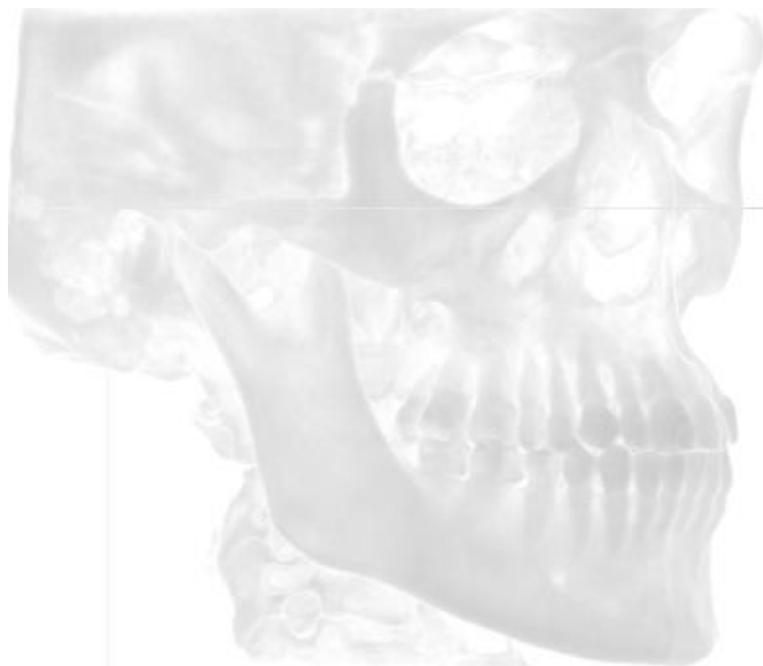
Após avaliar os efeitos maxilomandibulares de dois diferentes desenhos da osteotomia da parede lateral da maxila, imediatamente após a ERMAC e seis meses após a expansão, chegamos às seguintes considerações:

O desenho da osteotomia da parede lateral da maxila não influencia nas alterações transversais maxilares observadas após a ERMAC. Tanto a osteotomia horizontal da parede lateral da maxila, quanto à osteotomia com degrau no pilar zigomático são eficazes na expansão transversal da maxila, que ocorre por movimento de inclinação dos segmentos maxilares. As alterações dento-esqueléticas são estáveis em curto prazo, exceto para medidas do assoalho nasal e inclinação dentária, que apresentam diminuição após este período.

As medidas de expansão e inclinação dentária apresentam correlação com a abertura do expansor, entretanto, esta abertura não se correlaciona com o grau de expansão esquelética observada. Portanto não há correlação entre a expansão observada em nível dentário com a observada em nível esquelético.

O desenho da osteotomia lateral da maxila não influencia nas alterações de posicionamento mandibular. Rotação horária da mandíbula, o aumento do ângulo do plano mandibular e o deslocamento lateral da mandíbula são observados de forma semelhante nos dois desenhos de osteotomia, imediatamente após a fase ativa da ERMAC. Contudo, estes movimentos ocorrem de forma transitória, uma vez que após a fase de contenção da ERMAC há uma tendência de retorno à condição inicial. O desvio lateral da mandíbula observado imediatamente após a ERMAC não apresenta associação com o tipo de mordida cruzada do paciente.

Não ocorreram alterações significativas no relacionamento cômulo-fossa em pacientes adultos submetidos à ERMAC.



# REFERÊNCIAS

**REFERÊNCIAS \***

1. Altug Atac AT, Karasu HA, Aytac D. Surgically assisted rapid maxillary expansion compared with orthopedic rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2006; 76(3): 353-9.
2. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Goncalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(5): 759-69.
3. Arat FE, Arat ZM, Tompson B, Tanju S, Erden I. Muscular and condylar response to rapid maxillary expansion. Part 2: magnetic resonance imaging study of the temporomandibular joint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133(6): 823-9.
4. Baratieri C, Alves M Jr, Sant'anna EF, Nojima Mda C, Nojima LI. 3D mandibular positioning after rapid maxillary expansion in Class II malocclusion. *Braz Dent J.* 2011; 22(5): 428-34.
5. Bays RA, Greco JM. Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long-term stability. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992; 50(2): 110-3.
6. Bazargani F, Feldmann I, Bondemark L. Three-dimensional analysis of effects of rapid maxillary expansion on facial sutures and bones. *Angle Orthod.* 2013; 83(6): 1074-82.
7. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod.* 1982; 81(1): 32-7.
8. Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J Orthod.* 1976; 70(5): 517-28.
9. Bell WH, Jacobs JD. Surgical-orthodontic correction of horizontal maxillary deficiency. *J Oral Surg.* 1979; 37(12): 897-902.

---

\* De acordo com o manual da FOAr/UNESP, adaptadas das normas Vancouver. Disponível no site: <http://www.foar.unesp.br/#!/biblioteca/manual>

10. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995; 10(2): 75-96.
11. Betts NJ, Ziccardi VB. Surgically assisted maxillary expansion. In: Fonseca RJ, editor. *Oral and maxillofacial surgery.* Philadelphia: W.B. Saunders; 2000. p. 211-31.
12. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987; 91(1): 3-14.
13. Bretos JL, Pereira MD, Gomes HC, Toyama Hino C, Ferreira LM. Sagittal and vertical maxillary effects after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) using Haas and Hyrax expanders. *J Craniofac Surg.* 2007; 18(6): 1322-6.
14. Chung CH, Goldman AM. Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2003; 25(4): 353-8.
15. Chung CH, Woo A, Zagarinsky J, Vanarsdall RL, Fonseca RJ. Maxillary sagittal and vertical displacement induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 120(2): 144-8.
16. de Assis DS, Xavier TA, Noritomi PY, Goncales AG, Ferreira O Jr, de Carvalho PC, et al. Finite element analysis of stress distribution in anchor teeth in surgically assisted rapid palatal expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 42(9): 1093-9.
17. de Assis DS, Xavier TA, Noritomi PY, Goncales ES. Finite element analysis of bone stress after SARPE. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014; 72(1): 167 e1-7.
18. Garib DG, Henriques JF, Carvalho PE, Gomes SC. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2007; 77(3): 442-8.
19. Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion--tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod.* 2005; 75(4): 548-57.

20. Garib DG, Henriques JF, Janson G, Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 129(6): 749-58.
21. Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompre P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(4 Suppl): S117-28.
22. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HI. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod.* 1984; 86(3): 207-13.
23. Goldenberg DC, Goldenberg FC, Alonso N, Gebrin ES, Amaral TS, Scanavini MA, et al. Hyrax appliance opening and pattern of skeletal maxillary expansion after surgically assisted rapid palatal expansion: a computed tomography evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106(6): 812-9.
24. Gungor AY, Turkkahraman H, Baykul T, Alkis H. Comparison of the effects of rapid maxillary expansion and surgically assisted rapid maxillary expansion in the sagittal, vertical, and transverse planes. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012; 17(2): e311-9.
25. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1961; 31(2): 73-90.
26. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1965; 35(3): 200-17.
27. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970; 57(3): 219-55.
28. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod.* 1980; 50(3): 189-217.

29. Habeeb M, Boucher N, Chung CH. Effects of rapid palatal expansion on the sagittal and vertical dimensions of the maxilla: a study on cephalograms derived from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(3): 398-403.
30. Han UA, Kim Y, Park JU. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution and displacement of the maxilla following surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009; 37(3): 145-54.
31. Hino CT, Pereira MD, Sobral CS, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects of surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparative study using Haas and Hyrax. *J Craniofac Surg.* 2008; 19(3): 718-25.
32. Holberg C, Steinhauser S, Rudzki I. Surgically assisted rapid maxillary expansion: midfacial and cranial stress distribution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132(6): 776-82.
33. Ikeda K, Kawamura A. Assessment of optimal condylar position with limited cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 135(4): 495-501.
34. Iodice G, Bocchino T, Casadei M, Baldi D, Robiony M. Evaluations of sagittal and vertical changes induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *J Craniofac Surg.* 2013; 24(4): 1210-4.
35. Jacobs JD, Bell WH, Williams CE, Kennedy JW 3rd. Control of the transverse dimension with surgery and orthodontics. *Am J Orthod.* 1980; 77(3): 284-306.
36. Kennedy JW 3rd, Bell WH, Kimbrough OL, James WB. Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976; 70(2): 123-37.
37. Kilic E, Kilic B, Kurt G, Sakin C, Alkan A. Effects of surgically assisted rapid palatal expansion with and without pterygomaxillary disjunction on dental and skeletal structures: a retrospective review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013; 115(2): 167-74.

38. Kim YI, Cho BH, Jung YH, Son WS, Park SB. Cone-beam computerized tomography evaluation of condylar changes and stability following two-jaw surgery: Le Fort I osteotomy and mandibular setback surgery with rigid fixation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011; 111(6): 681-7.
39. Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KG, Wolvius EB, Prahli-Andersen B, Schulten AJ. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 34(7): 709-14.
40. Koudstaal MJ, Smeets JB, Kleinrensink GJ, Schulten AJ, van der Wal KG. Relapse and stability of surgically assisted rapid maxillary expansion: an anatomic biomechanical study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 67(1): 10-4.
41. Koudstaal MJ, Wolvius EB, Schulten AJ, Hop WC, van der Wal KG. Stability, tipping and relapse of bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion; a prospective randomized patient trial. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 38(4): 308-15.
42. Lagravere MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Major PW. Transverse, vertical, and anteroposterior changes from bone-anchored maxillary expansion vs traditional rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(3): 304 e1-12.
43. Lagravere MO, Major PW, Flores-Mir C. Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 35(6): 481-7.
44. Landes CA, Laudemann K, Schubel F, Petruchin O, Mack M, Kopp S, et al. Comparison of tooth- and bone-borne devices in surgically assisted rapid maxillary expansion by three-dimensional computed tomography monitoring: transverse dental and skeletal maxillary expansion, segmental inclination, dental tipping, and vestibular bone resorption. *J Craniofac Surg.* 2009; 20(4): 1132-41.
45. Laudemann K, Petruchin O, Mack MG, Kopp S, Sader R, Landes CA. Evaluation of surgically assisted rapid maxillary expansion with or without pterygomaxillary disjunction based upon preoperative and post-expansion 3D computed tomography data. *Oral Maxillofac Surg.* 2009; 13(3): 159-69.

46. Laudemann K, Petruchin O, Nafzger M, Ballon A, Kopp S, Sader RA, et al. Long-term 3D cast model study: bone-borne vs. tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion due to secondary variables. *Oral Maxillofac Surg.* 2010; 14(2): 105-14.
47. Lineberger MW, McNamara JA, Baccetti T, Herberger T, Franchi L. Effects of rapid maxillary expansion in hyperdivergent patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 142(1): 60-9.
48. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod.* 1975; 67(1): 44-56.
49. Loddi PP, Pereira MD, Wolosker AB, Hino CT, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. *J Craniofac Surg.* 2008; 19(2): 433-8.
50. Magnusson A, Bjerklin K, Kim H, Nilsson P, Marcusson A. Three-dimensional assessment of transverse skeletal changes after surgically assisted rapid maxillary expansion and orthodontic treatment: a prospective computerized tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012; 142(6): 825-33.
51. Magnusson A, Bjerklin K, Nilsson P, Marcusson A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: long-term stability. *Eur J Orthod.* 2009; 31(2): 142-9.
52. Marchetti C, Pironi M, Bianchi A, Musci A. Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: transverse stability over a 2-year period. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009; 37(2): 74-8.
53. Melgaco CA, Neto JC, Jurach EM, Nojima Mda C, Nojima LI. Immediate changes in condylar position after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145(6): 771-9.
54. Menon S, Manerikar R, Sinha R. Surgical management of transverse maxillary deficiency in adults. *J Maxillofac Oral Surg.* 2010; 9(3): 241-6.
55. Moura PM, Giraldi G, Lira PH, Leite DA, Rodrigues PS, Faria M, et al. Image assessment of MSCT and CBCT scans for rapid maxillary expansion: a pilot study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2011; 14(12): 1089-95.

56. Nada RM, Fudalej PS, Maal TJ, Berge SJ, Mostafa YA, Kuijpers-Jagtman AM. Three-dimensional prospective evaluation of tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012; 40(8): 757-62.
57. Parhiz A, Schepers S, Lambrichts I, Vrielinck L, Sun Y, Politis C. Lateral cephalometry changes after SARPE. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 40(7): 662-71.
58. Perciaccante VJ, Bays RA. Maxillary orthognathic surgery. In: Miloro M, editor. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery.* 2<sup>nd</sup> ed. Hamilton - London: BC Decker; 2004. p. 1179-204.
59. Pereira MD, Prado GP, Abramoff MM, Aloise AC, Masako Ferreira L. Classification of midpalatal suture opening after surgically assisted rapid maxillary expansion using computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 110(1): 41-5.
60. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977; 72(1): 42-52.
61. Ribeiro PD Jr, Goncales ES, Souza PCU, Nary Filho H, Luz JGC. Avaliação clínica dos procedimentos de expansão cirurgicamente assistida da maxila (ECAM). *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2006; 11(1): 44-59.
62. Shetty V, Caridad JM, Caputo AA, Chaconas SJ. Biomechanical rationale for surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994; 52(7): 742-9.
63. Silva Filho OG, Boas MC, Capelozza Filho L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991; 100(2): 171-9.
64. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133(2): 290-302.
65. Zemmann W, Schanbacher M, Feichtinger M, Linecker A, Karcher H. Dentoalveolar changes after surgically assisted maxillary expansion: a three-dimensional evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107(1): 36-42.



---

---

# ANEXO

## ANEXO

Certificado de aprovação pelo comitê de ética da FOAr.

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE  
ARARAQUARA - UNESP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação tridimensional das alterações maxilomandibulares após expansão rápida de maxila assistida cirurgicamente

**Pesquisador:** Ary dos Santos Pinto

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 14484713.1.0000.5416

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio  
Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 253.667

**Data da Relatoria:** 21/05/2013

#### Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa bem elaborado, no qual foi enviado para apreciação os seguintes arquivos: Folha de rosto; Autorização de utilização das imagens tomográficas; Autorização para o uso de material de arquivo do Departamento de Cirurgia; Termo de consentimento livre e esclarecido; Termo de cumprimento das normas do comitê de ética; Termo de ressarcimento de gastos; Projeto de pesquisa.

#### Objetivo da Pesquisa:

Avallar por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico as alterações maxilomandibulares em pacientes submetidos a Expansão Rápida de Maxila Assistida Cirurgicamente.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

**Riscos:** salvaguardar-se-ão os interesses dos sujeitos da pesquisa quanto a sua imagem e privacidade.

**Benefícios:** A pesquisa trará como benefício um entendimento sobre os efeitos da ERMAC nas alterações de posicionamento de mandíbula e côndilo.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Nada a acrescentar.

FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE  
ARARAQUARA - UNESP



**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados.

**Recomendações:**

Solicitação atendida. Recomento a aprovação.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Nada a acrescentar

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Atendida a solicitação de reunião. Considerado APROVADO sem recomendações.

ARARAQUARA, 24 de Abril de 2013

---

Assinador por:  
Maurício Meirelles Nagle  
(Coordenador)

Endereço: HUMANIA 1680

Bairro: CENTRO

CEP: 14.501-903

UF: SP

Município: ARARAQUARA

Telefone: 1633-0164

Fax: 1633-0164

E-mail: cep@foar.unesp.br, mnagle@foar.unesp.br

Não autorizo a reprodução deste trabalho até 18/11/2016

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 18 de Novembro de 2014.

TALLES FERNANDO MEDEIROS DE OLIVEIRA