

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta tese  
será disponibilizado somente a partir  
de 11/03/2021.



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Cibele Braga de Oliveira**

**Avaliação tomográfica da expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos em indivíduos com maturação óssea avançada.**

**Araraquara**  
**2019**



**UNESP - Universidade Estadual Paulista**  
**“Júlio de Mesquita Filho”**  
**Faculdade de Odontologia de Araraquara**



**Cibele Braga de Oliveira**

**Avaliação tomográfica da expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos em indivíduos com maturação óssea avançada.**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Odontologia de Araraquara para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas, na área de Ortodontia.

**Orientador: Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto**

**Araraquara**  
**2019**

Oliveira, Cibele Braga de

Avaliação tomográfica da expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos em indivíduos com maturação óssea avançada /

Cibele Braga de Oliveira. -- Araraquara: [s.n.], 2019

103 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Ary Santos-Pinto

1.Técnica de expansão palatina 2.Procedimentos de ancoragem ortodôntica 3. Tomografia computadorizada de feixe cônico I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646

Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

**Cibele Braga de Oliveira**

**Avaliação tomográfica da expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos em indivíduos com maturação óssea avançada**

**Comissão julgadora**

**Tese para obtenção do grau de Doutor em Ciências Odontológicas, área de Ortodontia.**

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

2º Examinador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli

3º Examinador: Prof. Dra. Lídia Parsekian Martins

4º Examinador: Profa. Dra. Selly Sayuri Suzuki

5º Examinador: Prof. Dra. Daniela Gamba Garib Carreira

Araraquara, 11 de março de 2019.

## **DADOS CURRICULARES**

### **Cibele Braga de Oliveira**

- Nascimento:** 22/12/1983 – João Pessoa/PB
- Filiação:** Maria Lúcia Braga de Oliveira  
Clóvis Gomes de Oliveira Sobrinho
- 2002-2007:** Curso de Graduação em Odontologia pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB
- 2008-2008:** Curso de Aperfeiçoamento em Estética e Cosmética. Núcleo de Estudos e Aperfeiçoamento Odontológico, NEAO, Brasil.
- 2008-2011:** Curso de Especialização em Ortodontia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Brasil
- 2010-2012:** Curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Ortodontia, nível Mestrado pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr – UNESP
- 2015-2019:** Curso de Pós-graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Ortodontia, nível Doutorado pela Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr – UNESP

Dedico este trabalho aos meus pais Clóvis e Lúcia, pelo amor incondicional e incentivo para o meu aprimoramento moral. O amparo nas horas mais difíceis de minha vida e o conforto das suas constantes orações foram o alimento para minha alma.

## **AGRADECIMENTOS**

A finalização deste trabalho é o resultado de um longo caminho que começou com os conhecimentos adquiridos na base da minha iniciação científica na graduação da UFPB na Paraíba e se sedimentou na UNESP de Araraquara. Por isso, há uma longa lista de pessoas que fizeram parte do meu crescimento e, por isso, agradeço a todos que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem eu sou hoje.

**A Deus**, por ter guiado meus passos.

**A minha família**, em especial meu marido Francisco Xavier de Andrade Filho e meus pais, pelo amor transmitido em forma de ajuda, carinho e paciência no decorrer de todo o curso.

**Ao meu orientador, Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto**, pelos conhecimentos e experiências transmitidos na base da minha formação profissional na Ortodontia. Agradeço ainda pela paciência e ajuda prestada para a realização deste e de outros trabalhos. Um exemplo de dedicação acadêmica e de amor pela profissão que escolheu, além de uma pessoa ética e humana, são suas características. Agradeço pela oportunidade da convivência por todos esses anos.

**Ao Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior**, pela contribuição prestada no início da minha jornada em Araraquara como mestrandia, estendendo também minha gratidão a sua mulher e professora **Marcia Regina E. Apª S. Gandini**, por abrir as portas e me proporcionar enriquecedores momentos no consultório.

**À Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins**, pelas agradáveis conversas, pelos ensinamentos transmitidos, sempre generosa e carinhosa como uma mãe.

**Ao Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli**, pelos ensinamentos teóricos e práticos, seja na clínica ou nos seminários, e pelas boas conversas durante minha permanência em Araraquara.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, nas pessoas de seu Magnífico Reitor Dr. Sandro Roberto Valentini e do Excelentíssimo Senhor Vice-Reitor Dr. Sergio Roberto Nobre.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (FOAr-UNESP), em nome da sua Diretora Profa. Dra. Elaine Maria Sgavioli Massucato e do Vice-Diretor Prof. Dr. Edson Alves de Campos.



Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Odontológicas, representado pela Coordenadora Profa. Dra. Fernanda Lourenção Brighenti e pela Vice coordenadora Profa. Dra. Alessandra Nara de Souza Rastelli.

Ao Departamento de Clínica Infantil, em nome do seu Chefe de Departamento Profa. Dra. Josimeri Hebling Costa e do Vice chefe Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior.

Aos docentes da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto, Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli, Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins, Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior e Prof. Dr. Maurício Tatsuei Sakima, que contribuíram na minha formação como ortodontista.

Aos amigos de turma do doutorado, Talles Fernando Medeiros de Oliveira, Isabela Parsekian Martins, João Paulo Schwartz, Luis Filipe Siu Lon, Patrícia Pigatto Schneider, Priscila Vaz Ayub, Roberto Soares da Silva Junior e Wendel Minoro Muniz Shibasaki pelo convívio, solidariedade e amizade. Agradeço pelo compartilhamento não só de conhecimentos ortodônticos, como também pela descontração e clima de alegria transmitidos a cada encontro mensal.

Aos demais colegas de pós-graduação, sejam do mestrado ou doutorado, pelo auxílio na forma de conselhos e ensinamentos valiosos que ajudaram a compor meus conhecimentos ortodônticos.

Aos funcionários do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, Antonio Parciaseppe Cabrini, Célia Aparecida Brogna Braga da Silva, Cristina Ferreira Affonso, Dulce Helena de Oliveira, Odete Amaral, Pedro César Alves, Regina Aparecida Favarin Bausells, Sílvia Maria Sandaniello, Sônia Maria Tircailo e Tânia Aparecida Moreira dos Santos, pelo auxílio diário no departamento.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP, pela disposição em ajudar nas questões relacionadas ao curso de doutorado.

Aos funcionários do Gestos - Grupo de Estudos Ortodônticos e Serviços, pelo acolhimento carinhoso e todo apoio dispendido durante os três anos de doutorado.

Ao Prof. Wilson Humio Murata, pela ajuda imprescindível para a realização deste trabalho. Agradeço sua dedicação e empenho durante todo o processo de tratamento dos pacientes utilizados na amostra deste trabalho. Estendo também meus

agradecimentos aos meu amigos e professores do curso de especialização em Ortodontia do COESP, em João Pessoa.

À CAPES:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Oliveira CB. Avaliação tomográfica da expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos em indivíduos com maturação óssea avançada [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

## **RESUMO**

Este estudo clínico retrospectivo pesquisou, em uma amostra de pacientes com maturação óssea avançada, as alterações esqueléticas e dentárias produzidas com a técnica de expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos (MARPE) e comparou com as alterações da expansão rápida maxila assistida cirurgicamente (SARPE). Foi pesquisada também a correlação entre o grau de maturação da sutura palatina mediana (SPM), gênero e idade, com os resultados (sucesso ou insucesso) gerados com a técnica MARPE. Por último, em uma amostra maior de 85 pacientes entre 15 e 58 anos de idade, observou-se a prevalência, por gênero e período etário, dos estágios de maturação da sutura palatina mediana. Para o primeiro objetivo, uma amostra de 17 indivíduos tratados com a MARPE foi comparada com outra amostra de 15 pacientes, com faixa etária semelhante, tratados por meio da SARPE. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico antes(T0) e após(T1) a expansão foram avaliadas. Para o segundo objetivo, a mesma amostra da MARPE foi usada para avaliar as alterações esqueléticas observadas na T0 e T1. Imagens do plano axial da SPM foram extraídas da T0 e classificadas em um dos cinco estágios de maturação sutural. Foi avaliada a taxa de sucesso e insucesso quanto aos fatores idade, gênero e maturação sutural. E, para o terceiro objetivo, foram classificadas imagens axiais de SPM de 85 indivíduos entre 15 e 58 anos, para determinar a prevalência da maturação da SPM em relação ao gênero e idade. Os resultados mostraram que há uma ampla variação em relação ao estágio de maturação da SPM encontrado em adolescentes tardio e adultos. A MARPE mostrou-se ser um procedimento com boa previsibilidade de sucesso em pacientes com avançada maturação sutural até aproximadamente 29 anos de idade. O gênero não mostrou ser um fator relevante quanto ao sucesso deste procedimento. Indivíduos classificados no estágio E de maturação da SPM mostrou menor previsibilidade de sucesso da MARPE do que os estágio D e C. Quando comparado à SARPE, a MARPE apresentou maior expansão ortopédica da maxila, principalmente no terço médio da face e na região posterior do palato e menor efeito colateral dentário.

**Palavras chave:** Técnica de expansão palatina. Procedimentos de ancoragem ortodôntica. Tomografia computadorizada de feixe cônico.

Oliveira CB. Tomographic evaluation of rapid maxillary expansion assisted by orthodontic mini-implants in individuals with advanced bone maturation [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2019.

## **ABSTRACT**

In a sample of patients with advanced bone maturation, this retrospective clinical study investigated the skeletal and dental changes produced by mini-implants assisted rapid palatal expansion (MARPE) compared with the changes in the surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE). The correlation between the maturation stage of the midpalatal suture (MPS), sex and age was also investigated, with the results (success or failure) generated with MARPE. At last, in a larger sample of 85 patients between 15 and 58 years of age, the prevalence of maturation stages of the MPS was observed by sex and age period. For the first objective, a sample of 17 individuals, treated with MARPE, was compared with another sample of 15 patients with similar age group, treated with SARPE. CBCT before (T0) and after (T1) expansion were evaluated. For the second objective, the sample MARPE was used to evaluate the skeletal changes observed in T0 and T1. Images of the axial plane of MPS were extracted from T0 and classified into one of the five stages of suture maturation. The success rate and failure by age, sex and suture maturation were evaluated. And for the third objective, MPS axial images of 85 individuals, aged 15 to 58 years, were classified to determine the prevalence of maturation of MPS in relation to sex and age. The results showed that there is a wide variation in relation to the maturation stage of MPS founded in late adolescents and adults. MARPE showed to be a procedure with good predictability of success in patients with advanced suture maturation until approximately 29 years of age. Sex did not play a relevant role in the success of this procedure. Subjects classified in E maturation stage of MPS showed less predictability of MARPE success than D and C stages, respectively. Finally, MARPE showed to be superior to SARPE for the treatment of maxillary atresia, because it allows a greater orthopedic expansion of the maxilla and less dental collateral effect. When compared to SARPE, MARPE presented greater maxillary orthopedic expansion, mainly in the middle face and posterior MPS, and lower dental effect.

**Keywords:** Palatal expansion technique. Orthodontic anchorage procedures; Cone-beam computed tomography.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>PUBLICAÇÕES</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Artigo 1</b> .....	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Artigo 2</b> .....	<b>40</b>
<b>3.3</b>	<b>Artigo 3</b> .....	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>94</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>95</b>
	<b>ANEXO</b> .....	<b>98</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atresia maxilar é uma discrepância transversal de origem esquelética que pode gerar mordida cruzada posterior uni ou bilateral, além de apinhamentos<sup>1,2,3</sup>. Segundo uma revisão da literatura recente<sup>4</sup>, a mordida cruzada apresenta uma prevalência de 11,9% na dentadura mista e 9,39% na dentadura permanente em uma perspectiva mundial.

A expansão rápida da maxila aumenta o perímetro do arco pelo rompimento da sutura palatina mediana que se reorganiza por meio do reparo do tecido conjuntivo e formação óssea<sup>5</sup>. Desde de 1860, ela foi descrita, pela primeira vez, por um dentista americano chamado Angell, que observou clinicamente a abertura do diastema entre os incisivos centrais superiores. No entanto, só foi comprovada por Haas em 1961 com a publicação de seu estudo realizado em porcos que confirmou que a abertura da sutura palatina mediana era possível e segura, uma vez que seguida de neoformação óssea.

Posteriormente, outros estudos em animais confirmaram o processo por meio de evidência histológica da disjunção da sutura palatina mediana e sua subsequente neoformação óssea progressiva. O comportamento histológico da sutura palatina mediana foi estudado e mostrado no trabalho existente em humanos publicado por Melsen em 1972<sup>7</sup> em crianças de oito a treze anos de idade. Observou-se que 3 a 4 semanas após a disjunção maxilar havia inflamação e acentuada atividade osteoblástica ao longo da superfície dos processos ósseos da sutura palatina mediana rompida. Ao longo da sutura foi observada a formação de ilhas ossificadas após cinco a seis semanas e encontrou-se imagens histológicas da sutura completamente ossificada depois de 1 ano após a expansão. Essas evidências permitiram que a expansão rápida da maxila (ERM) se tornasse um procedimento de rotina nos consultórios de ortodontia nos tempos atuais.

Sabe-se que forças mecânicas controladas transmitidas para a sutura, durante o período de crescimento do esqueleto, podem promover remodelação sutural. Entretanto, em indivíduos pós-surto de crescimento, as suturas adquirem maior resistência pelo processo de ossificação<sup>8</sup>.

Pearsson e Thilander<sup>8</sup> estudaram os estágios de ossificação da sutura palatina mediana em cadáveres de 15 a 35 anos de idade, verificaram que a fusão desta sutura pode iniciar durante o período juvenil. Porém, a grande variação individual quanto à idade cronológica impossibilitou estabelecer o período etário em que se inicia a fusão,

assim como o período de término do fechamento. Evidências científicas corroboram este resultado a medida que observaram nenhum sinal de fusão da sutura palatina mediana em indivíduos de 54 anos<sup>9</sup> e até em 71 anos de idade<sup>10</sup>.

Observações mostram que o processo de ossificação ao longo da sutura se inicia mais frequentemente na região posterior e progride em direção à região anterior e progride mais rápido no lado bucal do que na parte nasal da abóboda palatina<sup>8</sup>.

A expansão ortopédica da maxila é obtida facilmente até 10 anos de idade, com maiores efeitos esqueléticos quando comparado a indivíduos que estão no período tardio de crescimento puberal (11 a 18 anos de idade)<sup>11</sup>. A resistência à expansão neste período pode ser atribuída à maior rigidez do esqueleto craniofacial que é encontrada de forma mais precoce em mulheres<sup>12</sup>.

Já é comprovado cientificamente<sup>13,14,15</sup> que o efeito ortopédico da separação da sutura palatina mediana corresponde a aproximadamente 50% ou menos do total da expansão transversal da maxila convencional, sendo o restante atribuído principalmente aos efeitos dentários de vestibularização. O estudo de Garret et al.<sup>15</sup> mostrou que o padrão de abertura da sutura é triangular com a base mais larga na porção anterior da maxila, apresentando uma expansão transversal decrescente na sutura palatina mediana de 55%, 45% e 38% do total da expansão transversal da maxila na região de primeiro pré-molar, segundo pré-molar e primeiro molar, respectivamente. Ao contrário, o efeito de flexão alveolar e inclinação dentária para vestibular aumenta de anterior para posterior. Entre primeiros pré-molares, segundos pré-molares e primeiros molares, a flexão alveolar representou 6%, 9% e 13%, respectivamente, do total da expansão transversal da maxila e a inclinação dentária com 39%, 46% e 49% respectivamente<sup>15</sup>.

Os efeitos indesejados são maiores quanto maior a resistência à expansão maxilar produzida pelo processo de interdigitação da sutura palatina mediana e das suturas circum-maxilares<sup>16,17,18</sup>.

Baccetti et al.<sup>11</sup> compararam dois grupos com estágios de maturação óssea diferentes submetidos à expansão rápida da maxila, um antes do pico de crescimento e outro no pico de crescimento puberal ou depois. Concluíram que os efeitos ortopédicos da expansão rápida da maxilar convencional são maiores no estágio pré-puberal, enquanto nos estágios puberal ou pós-puberal a ERM gera mais efeitos dentoalveolares.

Uma nova classificação da morfologia da sutura palatina mediana foi desenvolvida por Angelieri et al.<sup>12</sup> com o objetivo de permitir ao ortodontista identificar os estágios de fusão da sutura palatina mediana e indicar com segurança a ERM. Para tal, imagens tomográficas da sutura de 140 indivíduos, entre 5 a 58 anos de idade, foram classificadas em estágios A, B, C, D e E. Esses autores observaram que os estágios A e B estavam presentes em indivíduos até 13 anos de idade e sua observação indicava boas chances de sucesso na ERM. O estágio C de maturação da sutura palatina mediana foi encontrado em indivíduos de 11 a 17 anos de idade. Já a fusão completa da área palatina (estágio D) e maxilar (estágio E) foi encontrada a partir de 11 anos em meninas. O estágio D foi encontrado em 23% dos meninos entre 14 a 17 anos de idade. Concluíram que este estudo testou e validou um método que tem o potencial de guiar decisões quanto à realização da expansão rápida da maxila em pacientes adolescentes tardios e adultos jovens, a fim de evitar os insucessos da ERM ou desnecessárias expansões rápidas da maxila assistidas cirurgicamente em casos onde a ERM poderia ser bem sucedida.

Angelier et al.<sup>19</sup> também estudaram a performance do método de classificação da maturidade óssea das vértebras cervicais em estimar precisamente os estágios de classificação da maturação da sutura palatina mediana em pacientes em crescimento e adultos jovens. Para isso, utilizou imagens de tomografia computadorizada de 142 indivíduos com os quais estudou a correlação entre maturidade esquelética das vértebras cervicais e da sutura palatina mediana. Os resultados indicaram que apenas os estágios CS1, CS2 e CS3 podem ser utilizados de forma confiável para identificação dos estágios A, B e C, respectivamente, da classificação de maturidade da sutura palatina mediana. O estágio CS5 é indicativo de que a fusão da sutura já ocorreu parcial ou totalmente. No entanto, para indivíduos no estágio CS4 e CS5 de maturação vertebral, os autores indicam a tomografia por causa da variação individual em relação ao estágio de maturação da sutura em que se encontravam.

O início e progressão da fusão sutural acarretam em um aumento gradual da rigidez do esqueleto facial que pode levar a maiores dificuldades para a realização da separação da sutura palatina mediana e um alto número de insucessos da ERM<sup>8</sup>. Dessa forma, a previsão do sucesso ou falha da ERM convencional pode estar relacionada à porcentagem de fusão da sutura palatina mediana.

Persson e Thilander<sup>8</sup> especularam que índices de fusão abaixo de 5% são favoráveis à abertura da sutura por meio de aparelhos expansores convencionais.



Estudos histológicos e com micro-tomografia computadorizada acharam índices de fusão abaixo de 5% em indivíduos de variadas idades: de 18 a 38 anos <sup>20</sup> e de 18 a 63 anos de idade <sup>10</sup>. No estudo de Persson e Thilander <sup>8</sup>, apenas um dos sete indivíduos entre 15 a 19 anos mostrou início de fusão, com índice de 0.9% da sutura palatina mediana ossificada. Após esta idade, dos 20 aos 35 anos, houve um grande aumento no índice de fusão, indicando um aumento rápido do grau de ossificação em torno dos 30 anos de idade.

Em pacientes com avançado estágio de fusão da sutura palatina mediana, a resistência à ERM gerada pela interdigitação sutural pode causar vestibularizações dentárias excessivas, complicações periodontais, dor durante a expansão, ausência de efeitos esqueléticos, resultados instáveis e imprevisíveis, além de recidivas da expansão <sup>16, 21, 22, 23</sup>.

Casos de isquemia e necrose da mucosa do palato também foram observados quando a sutura não cede às forças aplicadas por um aparelho dento-muco-suportado. Além disso, podem ocorrer reabsorções dentárias nas faces vestibulares das raízes dos dentes de suporte como relatado em um estudo <sup>24</sup>.

Existe um consenso de que a previsibilidade da expansão ortopédica é muito reduzida em pacientes adultos, sendo indicada a expansão rápida da maxila assistida cirurgicamente nesses casos <sup>25</sup>. A desvantagem da técnica se deve ao procedimento cirúrgico invasivo, alto custo, risco de infecção e de dano radicular <sup>26,27,28</sup>.

Outros trabalhos pesquisaram alternativas menos invasivas de dispositivos de ancoragem no osso palatino para disjunção maxilar em adolescentes com o objetivo de reduzir os efeitos dentários e potencializar os efeitos esqueléticos<sup>29,30,31,32</sup>. Diversos desenhos de disjuntores ósseo-suportados foram propostos, tanto apoiados em onplants <sup>30</sup> como em mini-implantes <sup>31,33</sup>.

A vantagem do uso de mini-implantes como apoio dos expansores palatinos é a sua simples instalação por meio de uma técnica minimamente invasiva, de baixo custo e sem risco de dano radicular. A intenção de utilizar um expansor ósseo-suportado para disjunção maxilar seria para evitar os resultados indesejados da expansão convencional apoiada em dentes, como o maior efeito dentário do que esquelético, recessões periodontais ou reabsorções radiculares dos dentes de apoio <sup>34,35,36</sup>.

Os expansores apoiados em mini-implantes têm apresentado resultados bem sucedidos em alguns estudos clínicos realizados em pacientes adolescentes <sup>29, 35,36</sup>.

Quando comparados com a expansão convencional, estes estudos observaram resultados melhores para a expansão rápida da maxila apoiada em mini-implantes, pois esta produziu a expansão ortopédica da maxila sem efeitos colaterais de vestibularização dos molares e nem abertura da mordida. Com isso, em pacientes adolescentes, a indicação precisa e unânime entre os pesquisadores para a escolha pelo aparelho expansor apoiado em mini-implantes seria para casos que necessitam de expansão ortopédica da maxila, mas apresentam perdas dentárias dos dentes posteriores, casos severos que necessitam de muita expansão ou quando os dentes de apoio estão comprometidos periodontalmente<sup>31,35,36,37</sup>.

Apenas um estudo apresentou resultados contrários ao observado na literatura. De acordo com Lagravère et al.<sup>30</sup>, os resultados do tratamento de pacientes adolescentes com a expansão rápida maxila apoiada em dentes e em osso são semelhantes tanto em relação aos efeitos ortopédicos quanto aos de inclinação dentária. Esse resultado antagônico pode ser devido à diferença das tensões propagadas para a sutura por causa do local de posicionamento dos mini-implantes que foram inseridos no processo alveolar entre o segundo pré-molar e o primeiro molar.

Existem diversos modelos de disjuntores maxilares suportados por mini-implantes, cada um definindo o local ideal para a instalação dos mini-implantes que terão o papel de suportar as forças ortopédicas horizontais da disjunção. Em meio a essa grande variedade de aparelhos, surge a dúvida de qual o melhor modelo que permita o melhor desempenho ortopédico da disjunção maxilar<sup>38</sup>.

Um estudo<sup>32</sup>, com elemento finitos, teve o objetivo de analisar a distribuição de tensões ao longo da maxila e dentes produzidos por três diferentes modelos de expansores palatinos suportados por mini-implantes posicionados em diferentes sítios na maxila e compará-los com um modelo simulando o expansor dentossuportado cirurgicamente assistido. Dentre os expansores ósseo-suportados avaliados, aqueles que mostraram maior transmissão de tensões para a sutura palatina mediana foram os modelos que utilizaram quatro mini-implantes instalados na região paramediana, sendo dois anteriores e dois posteriores ao longo da sutura palatina mediana. O modelo de aparelho ósseo-suportado por mini-implantes que tem braços de apoio em molares também apresentou tensões sobre a área dentoalveolar. O modelo com 4 mini-implantes instalados no osso alveolar do palato distribuiu as tensões da força por todo o palato, produzindo menor tensão sobre os mini-implantes. No entanto, as forças

transmitidas à sutura palatina mediana foram menores. Na expansão com aparelhos dento-suportados assistidos cirurgicamente, houve pouca tensão na região de sutura palatina mediana, sendo a concentração maior de tensões dirigida para as raízes dos dentes de ancoragem.

Em 2010, Lee et al.<sup>39</sup> publicaram um caso clínico bem sucedido de tratamento de uma discrepância transversal severa da maxila em um paciente adulto jovem de 20 anos de idade utilizando um aparelho disjuntor suportado por mini-implantes inseridos no palato, cuja técnica chamaram de MARPE (Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion). Este caso mostrou, clinicamente e por meio de exames radiográficos, que o aparelho expensor apoiado em mini-implantes, inseridos na região parasutural, pode contribuir de forma efetiva para a correção transversal da maxila, utilizando-se da possibilidade que a abertura das suturas oferecem, podendo eliminar a necessidade de cirurgias em pacientes com discrepâncias severas.

Outro caso clínico<sup>40</sup>, em paciente com 19 anos de idade, também mostrou ser possível a disjunção maxilar em pacientes adolescentes tardios, quando utilizado um aparelho expensor apoiado em mini-implantes. Além da separação da sutura e da expansão maxilar sem cirurgia, a MARPE produziu uma abertura das suturas circum-maxilares e um alargamento das estruturas ósseas vizinhas, incluindo o osso zigomático e os ossos nasais. A vantagem deste aparelho nos mencionados pacientes é a potencialização do efeito ortopédico da expansão sem causar efeitos colaterais significantes de vestibularização dos dentes posteriores, permitindo a correção da discrepância transversal da maxila sem submeter o paciente à cirurgia invasiva e de alto custo que normalmente é indicada para indivíduos em tal faixa de idade.

Na literatura, há poucas evidências científicas que suportem os achados clínicos para definir se é seguro realizar a expansão ortopédica da maxila em pacientes adultos sem gerar efeitos deletérios que contraindiquem este procedimento. Além disso, há uma ausência de informação sobre o protocolo de ativação ideal para esses pacientes, bem como sobre como escolher o modelo ideal do aparelho e do local de inserção dos mini-implantes que melhor suportem as forças ortopédicas pesadas da disjunção<sup>38</sup>.

Enquanto isso, já foram publicadas pesquisas em nível laboratorial com o objetivo de avaliar como se comportam as distribuições de forças na expansão rápida da maxila suportada por mini-implantes, utilizando, para isso, um método matemático de elementos finitos<sup>41</sup>.

O estudo de MacGinnis et al.<sup>41</sup> avaliou a distribuição de forças, por meio dos elementos finitos, em modelos que simularam a disjunção maxilar com aparelho expensor dento-suportado e ósseo-suportado por mini-implantes, em situações com sutura palatina mediana aberta e fusionada. O resultado mostrou que a alteração do local de aplicação da força, ao nível dos dentes ou do osso palatino, muda totalmente a distribuição de tensões para o complexo craniofacial quando simulada a expansão rápida da maxila por aparelho dento-suportado e ósseo-suportado por mini-implantes.

Na ERM realizada pelo o aparelho dento-suportado Hyrax, as forças partem do seu ponto de aplicação, os dentes, e são propagadas ao longo dos pilares de apoio da maxila. Já as tensões da expansão suportada por mini-implantes mostraram menor propagação para as estruturas ósseas vizinhas e maior concentração de forças no complexo maxilar. Como o apoio ósseo está localizado no fundo da abóbada palatina no expensor osseosuportado, desloca-se o ponto de aplicação da força expansiva para mais próximo ao centro de resistência da maxila e propicia-se uma maior translação horizontal do complexo maxilar com menor resultante de inclinação, além de minimizar o efeito de vestibularização dos dentes posteriores, permitindo um melhor controle vertical. Com todos esses resultados, o presente estudo sugere que o uso do aparelho expensor maxilar apoiado em mini-implantes pode ser benéfico para pacientes adultos com ossificação avançada da sutura e para pacientes jovens dolicofaciais<sup>41</sup>.

Um ano depois, as observações sugeridas nos estudos com elementos finitos anteriores sobre a distribuição de forças foi confirmada pelo estudo clínico de Mosleh et al.<sup>42</sup>, que compararam os efeitos da expansão maxilar realizada com aparelhos dento-suportados e com aparelhos suportados por mini-implantes inseridos no palato. Estes autores mostraram que ambos os aparelhos produziram uma expansão significativa ao nível palatino, embora apenas os aparelhos suportados por mini-implantes tenham aumentado de forma significativa a largura ao nível da face e do osso maxilar por produzir uma força mais próxima ao centro de resistência da maxila. No entanto, este trabalho utilizou pacientes adolescentes com média de 12 anos de idade com imaturidade das suturas maxilares.

Um estudo em pacientes na adolescência tardia, com média de 18 anos, foi realizado com o objetivo de avaliar, por meio de tomografias computadorizadas, as mudanças esqueléticas e os efeitos de inclinação dentária na expansão rápida da maxila conseguida com aparelho expensor suportado em dentes (Hyrax) e com

aparelho expansor suportado em mini-implantes inseridos na região alveolar palatina. Para referida faixa etária, a pesquisa concluiu que o expansor com suporte ósseo por mini-implantes produziu melhor efeito ortopédico e menor efeito dentário quando comparado ao expansor suportado em dentes Hyrax <sup>43</sup>.

Um estudo clínico mais recente<sup>44</sup> foi publicado com o objetivo de determinar a taxa de sucesso e a estabilidade em adultos jovens (média de  $20.9 \pm 2.9$  anos de idade) da expansão com a técnica MARPE. Os resultados mostraram uma boa taxa de sucesso (86,96%) desta terapia podendo ser utilizada como uma alternativa ao tratamento da expansão cirúrgica. O efeito ortopédico de aumento na largura maxilar representou 43,34% da expansão total em relação ao aumento da largura inter-molar. As quantidades de recidiva pós-tratamento da largura maxilar e inter-molar foram -0,07 mm e -0,42 mm, respectivamente, durante o período de retenção. Concluiu-se que a expansão maxilar com a MARPE pode ser uma modalidade de tratamento clinicamente aceitável e estável para adultos jovens com deficiência transversal de maxila. Porém, destacam que com o aumento da idade a quantidade de expansão dentoalveolar aumentou em relação aos efeitos ortopédicos de expansão da maxila. Dessa forma, afirmaram que, em pacientes mais velhos, a rigidez do esqueleto craniofacial poderia limitar os efeitos esqueléticos da MARPE. Assim, a previsibilidade de sucesso deve ser bem explicada ao paciente, pois a MARPE ainda é susceptível à falha.

Outro trabalho<sup>45</sup> verificou que a técnica MARPE produziu uma maior expansão esquelética na região posterior da maxila, o que oferece vantagens não só na melhora da oclusão posterior, como também pode resultar em melhora nas vias aéreas. Além disso, mudanças esqueléticas no terço médio da face foram apresentadas por Cantarella et al.<sup>46</sup> em pacientes adolescentes tardios (média  $17,2 \text{ anos} \pm 4,2$ ) tratados com a técnica MARPE. Também mostraram que o osso zigomático tende a rotar para lateral juntamente com a maxila e o centro de rotação ficava localizado próximo a porção superior da sutura fronto-zigomática.

#### 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que não é possível estabelecer, por faixa etária e gênero, a prevalência de um estágio de maturação sutural devido à sua ampla variação em indivíduos de mesma faixa etária. Pela ausência de padrão, é indicado o diagnóstico individualizado para definir o estadiamento da sutura como finalidade guia a aplicação da ERM em indivíduos acima dos 15 anos.

A expansão rápida da maxila por meio da técnica MARPE mostrou ser uma terapia com boa previsibilidade de sucesso em pacientes pós-pico de crescimento até aproximadamente 29 anos de idade, sendo o fator idade relevante para o sucesso deste procedimento. Fatores como gênero e a análise morfológica da maturação da sutura palatina mediana não mostraram ser um fator relevante quanto à previsibilidade de sucesso deste procedimento.

Quando comparado com a expansão maxilar assistida cirurgicamente (SARPE), o MARPE apresentou maiores mudanças esqueléticas, principalmente no terço médio da face, bem como no terço posterior do palato e menores efeitos dentários, tornando-se, desta forma, um procedimento indicado para o tratamento da atresia maxilar em adultos como alternativa ao tratamento cirúrgico.

## REFERÊNCIAS\*

1. Kutin G, Hawes RR. Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions. *Am J Orthod.* 1969; 56(5): 491–504.
2. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Magnusson T, Thilander B. A longitudinal study on malocclusion in relation to signs and symptoms of cranio-mandibular disorders in children and adolescents. *Eur J Orthod.* 1990; 12(4): 399–407.
3. Brunelle JA, Bhat M, Lipton JA. Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population. *J Dent Res.* 1996; 75(7): 706–13.
4. Alhammadi MS, Halboub E, Fayed MS, Labib A, El-Saaidi. Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2018; 23(6): 40.e1-10.
5. McNamara JA Jr. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117(5): 567–70.
6. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the mid-palatal suture. *The Angle Orthodontist.* 1965(3); 35: 200–17.
7. Melsen B. A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children. *Trans Eur Orthod Soc* 1972: 499-507.
8. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1977; 72(1): 42-52.
9. Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. *J Orofac Orthop.* 2004; 65(6): 467-74.
10. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent three-dimensional micro-computed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J Orofac Orthop* 2007; 68(5): 364-76.
11. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA Jr. Treatment timing for rapidmaxillary expansion. *Angle Orthod.* 2001; 71(5): 343-50.
12. 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.
13. Krebs A. Expansion of the midpalatal suture studied by means of metallic implants. *Acta Odontol Scand.* 1959; 17(4): 491-501.
14. Handelman CS, Wang L, BeGole EA, Haas AJ. Non-surgical rapid maxillary expansion in adults: report of 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod.* 2000; 70(2): 129-44.
15. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kim JS, Taylore GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134(1): 8-9.
16. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod.* 1975; 67(1): 44-56.
17. Kennedy JW, Bell WH, Kimbrough OL, James WB. Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976; 70(2): 123-37.
18. Bell WH, Jacobs JD. Surgical-orthodontic correction of horizontal maxillary deficiency. *J Oral Surg.* 1979; 37(12): 897-902.

---

\* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

19. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LH, McNamara JA Jr. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015; 148 (6): 1010-6.
20. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod.* 2001; 23(2): 105-14.
21. Zemann 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.
22. Menon S, Manerikar R, Sinha R. Surgical management of transverse maxillary deficiency in adults. *J Maxillofac Oral Surg.* 2010; 9(3): 241-6.
23. 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): 117-28.
24. Consolaro A, Martins-Ortiz MF, Ennes JP, Velloso TRG. O periósteo e a ortopedia dos maxilares. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2001; 6(4): 77-89.
25. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 133(2): 290-302.
26. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1999; 37(4) 268–72.
27. Matteini C, Mommaerts MY. Posterior transpalatal distraction with pterygoid disjunction: a short-term model study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 120(5): 498–502.
28. Gerlach KL, Zahl C. Transversal palatal expansion using a palatal distractor. *J Orofac Orthop.* 2003; 64(6): 443–9.
29. Garib DG, Navarro RL, Francischone CE, Oltramari PVP. Expansão rápida da maxila ancorada em implantes – uma nova proposta para expansão ortopédica na dentadura permanente. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007; 12(3): 75-81.
30. Lagravère MO, Carey J, Heo G, Toogood RW, Majore 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.
31. Kim KB, Helmkamp ME. Miniscrew implant-supported rapid maxillary expansion. *J Clin Orthod.* 2012; 46(10): 608-12.
32. Lee SC, Park JH, Bayome M, Kim KB, Araujo EA, Kook YA. Effect of bone-borne rapid maxillary expanders with and without surgical assistance on the craniofacial structures using finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145(5): 638-48.
33. Boryor A, Hohmann A, Wunderlich A, Geiger M, Kilic F, Kim KB, et al. Use of a modified expander during rapid maxillary expansion in adults: an in vitro and finite element study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013; 28(1): e11-16.
34. Ludwig B, Glas B, Bowman SJ, Drescher D, Wilmes B. Miniscrew-supported Class III treatment with the Hybrid RPE Advancer. *J Clin Orthod.* 2014; 44(9): 533–9.
35. Wilmes B, Ngan P, Liou EJ, Franchi L, Drescher D. Early class III facemask treatment with the hybrid hyrax and Alt-RAMEC protocol. *J Clin Orthod.* 2014; 48(2) 84–93.
36. Yılmaz A, Arman-Özçırpıcı A, Erken S, Polat-Özsoy Ö. Comparison of short-term effects of mini-implant-supported maxillary expansion appliance with two conventional expansion protocols. *Eur J Orthod.* 2015; 37(5): 556–64.



37. Garib DG, Navarro R, Francischone CE, Oltramari PV. Rapid maxillary expansion using palatal implants. *J Clin Orthod.* 2008; 42(11): 665–71.
38. Murata WH, Oliveira CB de, Suzuki SS, Suzuki H. Expansão rápida da maxila assistida por mini-implantes ortodônticos. In: Feres MFN, Duarte DA, Capez MJ. *Ortodontia: estado atual da arte: diagnóstico, planejamento e tratamento.* Nova Odessa, SP: Napoleão; 2017. p. 310-33.
39. Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137(6): 830–9.
40. Carlson C, Sung J, McComb RW, Machado AW, Moon W. Microimplant-assisted rapid palatal expansion appliance to orthopedically correct transverse maxillary deficiency in an adult. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149(5): 716-28.
41. MacGinnis M, Chu H, Youssef G, Wu KW, Machado AW, Moon W. The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex—a finite element method (FEM) analysis. *Prog in Orthod.* 2014; 15(1): 52.
42. Mosleh MI, Kaddah MA, EISayed FAA, EISayed HS. Comparison of transverse changes during maxillary expansion with 4-point bone-borne and tooth-borne maxillary expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015; 148(4): 599-607.
43. Lin L, Ahn H-W, Kim S-J, Moon S-C, Kim S-H, Nelson G. Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthod.* 2015; 85(2): 253–62.
44. Choi SH, Shi KK, Cha JY, Park YC, Lee KJ. Nonsurgical miniscrew-assisted rapid maxillary expansion results in acceptable stability in young adults. *Angle Orthod.* 2016; 86(5): 713-20.
45. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Mallya SM, Moschik C, Pan HC, Miller J, et al. Changes in the midpalatal and pterygopalatine sutures induced by micro-implant-supported skeletal expander, analyzed with a novel 3D method based on CBCT imaging. *Progress in Orthod.* 2017; 18: 34.
46. Cantarella D, Dominguez-Mompell R, Moschik C, Mallya SM, Pan HC, Alkahtani MR, et al. Midfacial changes in the coronal plane induced by microimplant-supported skeletal expander, studied with cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2018; 154(3): 337–45.