

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

**FABIANE AZEREDO**

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS VIAS AÉREAS OROFARÍNGEAS EM  
PACIENTES COM E SEM FISSURA LÁBIO-PALATAL SUBMETIDOS À  
EXPANSÃO MAXILAR**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciane Macedo de Menezes  
Orientadora**

**Porto Alegre  
2014**

FABIANE AZEREDO

**AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS VIAS AÉREAS OROFARÍNGEAS EM  
PACIENTES COM E SEM FISSURA LÁBIO-PALATAL SUBMETIDOS À  
EXPANSÃO MAXILAR**

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

Aprovada em 26 de fevereiro de 2014.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Leandro Berni Osório – UFSM

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Aline Rose Cantarelli Morosolli - PUCRS

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciane Macedo de Menezes – PUCRS

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

A993 Azeredo, Fabiane

Avaliação tridimensional das vias aéreas orofaríngeas em pacientes com e sem fissura lábio-palatal submetidos à expansão maxilar / Fabiane Azeredo – 2014.

82 fls.

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul / Faculdade de Odontologia / Programa de Pós-Graduação em Odontologia, concentração em Ortodontia e Ortopedia Facial, Porto Alegre, 2014.

Orientador: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciane Macedo de Menezes

1. Odontologia. 2. Fissura labiopalatal. 3. Orofaringe. I. Menezes, Luciane Macedo de. II. Título.

CDD 617.52

## DEDICATÓRIA

*À minha família, em especial à minha querida mãe, Noemia, pelo apoio, confiança e por, em nenhum momento, ter medido esforços para viabilizar minha formação profissional.*

## AGRADECIMENTOS

*Em especial à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciane Macedo de Menezes, principal responsável pela minha formação na Ortodontia, pelo grande exemplo de incansável dedicação ao ensino e pesquisa, modelo de postura profissional, humildade, conduta ética e organização. Agradeço aos ensinamentos transmitidos desde a época em que fui paciente, antes mesmo de pensar em ingressar no Curso de Graduação em Odontologia - PUCRS, à confiança em mim depositada, ao constante incentivo diante de cada novo desafio proposto, pelas inúmeras oportunidades de aprendizado oferecidas, ao excelente convívio e amizade.*

*À Prof<sup>a</sup> Susana Maria Deon Rizzatto, pela maneira entusiasmada e humilde de transmitir sua enorme experiência clínica e conhecimentos ortodônticos, que contribuíram imensamente para a minha formação profissional, pelo excelente convívio e amizade.*

*Ao Prof. Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima pela maneira simples e honesta de transmitir conhecimento, pelo apoio e incentivo ao aprimoramento profissional, ótima convivência e amizade.*

*Aos Profs. Tatiana Gonçalves, Fernando Martinelli, Telmo Berthold e Ernani Marchioro pela atenção e disponibilidade durante a longa fase de “alfabetização” ortodôntica, e pelos ensinamentos clínicos transmitidos, que contribuíram enormemente para minha evolução profissional.*

*Ao grande e verdadeiro amigo André Weissheimer, pelo incentivo e apoio na busca diária pelo conhecimento, pela maneira vibrante de ensinar e pela imensurável ajuda prestada ao longo de todos estes anos de convívio fraterno.*

*Aos queridos colegas de turma, Claudia Kochenborger, Vanessa Dias, Fabiano Mattiello e Omar Melendres pelos momentos alegres que contribuíram para que este período fosse muito especial na vida de todos nós.*

*Aos colegas de Especialização, Mestrado e Doutorado, Bruno Barbo, Paulo Matje, Aura Manfio, Rodrigo Mattos, Daniel, Fabíola, Fernanda, Josiane, Marina, Mariana, Helena, Vanessa, Renato Garcia, Gabriela Schmitz, Maurício Mezomo, Mariana Rinaldi, Susiane Allgayer e Leandro Osorio pela amizade, troca de conhecimentos, excelente convívio e coleguismo durante o curso.*

*À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, representada pelo competente Prof. Dr. Alexandre Bahlis, Diretor da Faculdade de Odontologia.*

*À Comissão Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Odontologia da PUCRS, representada pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Ana Maria Spohr.*

*A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia da PUCRS, especialmente às secretárias Carla, Neusa Moraes, Rejane e Karina; e aos funcionários da Secretaria da Pós-Graduação pela dedicação e amizade.*

*Ao CNPQ, pelo apoio financeiro disponibilizado, indispensável para a realização deste curso.*

*Aos pacientes, que foram fundamentais para o aprendizado da Ortodontia, pela colaboração e confiança.*

*“Cada sonho deixado para trás é um pedaço  
do futuro que deixa de existir”*

*(Steve Jobs)*

## SUMÁRIO

<b>1. RESUMO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>2. ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>3. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>4. PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<i>4.1 Objetivo geral.....</i>	<i>14</i>
<i>4.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>14</i>
<b>5. REVISÃO DE LITERATURA - Artigo 1.....</b>	<b>15</b>
<b>6. ESTUDO CLÍNICO - Artigo 2.....</b>	<b>36</b>
<b>7. CONCLUSÃO GERAL.....</b>	<b>65</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>78</b>



## 1. RESUMO GERAL

**Introdução:** A expansão rápida da maxila (ERM) apresenta longo histórico na literatura ortodôntica, tendo como objetivo principal a correção da discrepância maxilar transversa em pacientes em crescimento. O estreitamento das vias aéreas naso-orofaríngeas é um tipo de problema funcional, que pode estar presente em pacientes com deficiência maxilar transversa. A ERM pode trazer benefícios à respiração, já que as paredes externas da cavidade nasal estão incluídas na maxila, e a expansão resulta em aumento da capacidade internasal.

**Objetivos:** Realizar uma revisão de literatura abordando aspectos relacionados à influência da ERM sobre as vias aéreas superiores, bem como avaliar e comparar as dimensões das vias aéreas orofaríngeas em uma amostra de pacientes em crescimento, com e sem fissura lábio-palatal (FLP), portadores de atresia maxilar transversa, no período inicial e após a ERM.

**Materiais e métodos:** Dentre os diferentes métodos descritos pela literatura para avaliação das vias aéreas, foram realizadas medidas lineares, área e volume da orofaringe a partir de tomografia computadorizada cone-beam (TCCB), em uma amostra de 63 pacientes (30 com FLP e 33 sem FLP). Foram aplicados o teste de normalidade Shapiro-Wilk e Equações de Estimação Generalizadas (GEE), seguido pelo ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas. Para avaliação da confiabilidade das medidas foi calculado o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC).

**Resultados:** As dimensões das vias aéreas orofaríngeas foram semelhantes na comparação entre os grupos com e sem FLP no período inicial. Após a ERM, pacientes com FLP apresentaram aumento significativo no volume e na área localizada no limite superior da orofaringe. Nos pacientes do grupo sem FLP foi observado aumento significativo na área e diâmetro transversal, ambas as medidas situadas no plano superior da orofaringe.

**Conclusões:** Não houve diferenças dimensionais na orofaringe de pacientes com ou sem FLP antes da ERM. A ERM promoveu aumento no volume da orofaringe, sendo significativo em pacientes com FLP; além de

promover aumento no diâmetro transversal nas regiões superior e de maior constrição da orofaringe nos pacientes sem FLP.

Palavras-chave: Técnica de expansão palatina. Faringe. Nasofaringe. Orofaringe. Fissura palatina. Tomografia computadorizada de feixe cônico.

## 2. ABSTRACT

### **Three-dimensional evaluation of oropharyngeal airway in cleft and non-cleft patients after maxillary expansion**

**Introduction:** Rapid maxillary expansion (RME) has an extensive history in the orthodontic literature, and the correction of transverse maxillary discrepancy in growing patients is its main objective. Patients with transverse maxillary deficiency may also have functional problems such as the narrowing of the nasopharyngeal and oropharyngeal airways. The RME can promote a breathing improvement, since the external walls of the nasal cavity are included in the maxilla, and the expansion increases the nasal capacity.

**Objectives:** To review the literature associating aspects about RME and changes resulting from this kind of procedure on the upper airways, as well as to assess and compare the oropharyngeal airway dimensions in cleft and non-cleft lip and palate growing patients with maxillary constriction, after and before RME.

**Material and methods:** Among different methods for airway assessment, as described in the literature, linear, area and volumetric measurements of oropharyngeal airway were taken from cone-beam computed tomography (CBCT) scans, in a sample composed of 63 patients (30 cleft and 33 non-cleft). Shapiro-Wilk normality test and Generalized Estimating Equations (GEE) with Bonferroni adjustment were used. The intrarater repeatability was calculated with intraclass correlation coefficient (ICC).

**Results:** The oropharyngeal airway dimensions were not significantly different when cleft and non-cleft patients were compared before the treatment. After RME, the total airway volume and the upper cross-sectional area were significantly increased in cleft patients. Non-cleft patients presented significant increases in the area and transverse measurements at the upper cross-sectional plane of oropharynx.

**Conclusions:** There were no dimensional differences in the oropharynx between cleft and non-cleft patients before the treatment. RME increased the airway volume, and it was significant in cleft patients. Non-cleft subjects

presented increases in the transverse widths at upper limit and minimal cross-sectional planes of oropharynx after RME.

Keywords: Palatal expansion technique. Pharynx. Nasopharynx. Oropharynx. Cleft palate. Cone-beam computed tomography.

### 3. INTRODUÇÃO

As fissuras lábio-palatais (FLP) são o tipo mais frequente de anomalia craniofacial congênita, e sua etiologia envolve fatores hereditários e ambientais (Derijcke et al., 1996; Rocha et al., 2012).

A atresia maxilar transversa está relacionada à deficiência de desenvolvimento do arco superior, em consequência das cirurgias primárias reabilitadoras (queiloplastia e palatoplastia), realizadas no primeiro ano de vida. Geralmente, os indivíduos portadores de FLP apresentam mordida cruzada anterior e posterior, colapso dos segmentos alveolares em direção medial, retrusão maxilar e prognatismo mandibular (Kawakami *et al.*, 2002), que contribuem para o comprometimento da estética facial (Handelman e Pruzansky, 1968; Rocha et al., 2012). Em geral, a hipoplasia maxilar nos indivíduos com FLP não é restrita somente ao segmento dentoalveolar, mas inclui, também, a região paranasal, infraorbital e zigomática (Pinto et al., 2005; Menezes et al., 2012).

A expansão rápida da maxila (ERM), introduzida por Angell (1860), e popularizada pelos estudos de Haas (1961; 1965; 1970) a partir da década de 60, é um procedimento comumente adotado para correção da discrepância maxilar transversa em pacientes com FLP (Trindade et al., 2010).

Além de reestabelecer as dimensões do arco maxilar (Haas, 1965; Biederman, 1968), a literatura têm reportado a redução da resistência nasal após o procedimento de ERM (Hershey et al., 1976; Hartgerink et al., 1987; Schmidt-Nowara et al., 1995), bem como aumento da capacidade intranasal (Hilberg et al., 1989; Bcakci et al., 2005; Enoki et al., 2006; Compadretti et al., 2006). Os procedimentos de ERM promovem, ainda, aumento nas dimensões da cavidade nasal, abaixamento do assoalho nasal, resultando na diminuição da obstrução das vias respiratórias, e consequente redução da tendência de respiração bucal em pacientes com e sem FLP (Isaakson e Murphy, 1964; Basciftci et al., 2002). Outra alteração observada em consequência da ERM é a postura mais superior da língua, contribuindo para o aumento das vias aéreas superiores (VAS) (Ozbek et al., 2009).

Tradicionalmente, os estudos sobre alterações dimensionais das vias aéreas consistiram na análise de radiografias cefalométricas bidimensionais (2D) (Mah e Hatcher, 2004; Tso et al., 2009; Chang et al., 2013). No entanto, a complexidade tridimensional (3D) das estruturas anatômicas e a presença de superposições de estruturas bilaterais limita a precisão das avaliações (Chang et al., 2013).

A introdução da tomografia computadorizada cone beam (TCCB) para obtenção de imagens da região maxilofacial propiciou uma mudança com a transição de uma abordagem 2D para 3D no que se refere à aquisição dos dados e reconstrução das imagens (Scarfe e Farman, 2008). A TCCB gera imagens do complexo craniofacial com resolução submilimétrica, além de tempos de escaneamento comparáveis aos das radiografias panorâmicas, e menor dose de radiação em comparação à tomografia computadorizada helicoidal (Brown et al., 2009). Estudos prévios têm demonstrado que as imagens 3D, obtidas por meio de TCCB, são confiáveis para análise de vias aéreas (Aboudara et al., 2009, Cheung e Oberoi, 2012; Weissheimer et al., 2012).

Este estudo prospectivo tem como objetivos principais avaliar e comparar a dimensão das vias aéreas orofaríngeas, por meio de TCCB, em pacientes com e sem fissura lábio-palatal, previamente e após a expansão rápida da maxila.

## 4. PROPOSIÇÃO

### **4.1 Objetivos Gerais:**

Este estudo prospectivo tem como objetivos principais avaliar e comparar a dimensão das vias aéreas orofaríngeas, por meio de TCCB, em pacientes com e sem fissura lábio-palatal, previamente e após a expansão rápida da maxila.

### **4.2 Objetivos Específicos:**

- Revisar a literatura referente aos efeitos da expansão rápida da maxila sobre as vias aéreas superiores em pacientes portadores de fissura lábio-palatal (Artigo 1).

Revista Ortodontia Gaúcha

- Avaliar tridimensionalmente das vias aéreas em pacientes com e sem fissura lábio-palatal submetidos à expansão maxilar em relação ao volume, área e diâmetros ântero-posterior e transversos da orofaringe (Artigo 2).

American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

## 5. REVISÃO DE LITERATURA

- Artigo 1

A ser submetido para a Revista Ortodontia Gaúcha.



Título:

**EFEITOS DA EXPANSÃO RÁPIDA DA MAXILA SOBRE AS VIAS AÉREAS SUPERIORES DE PACIENTES PORTADORES DE FISSURA LÁBIO-PALATAL**

Resumo

A expansão rápida da maxila (ERM) apresenta longo histórico na literatura ortodôntica, tendo como objetivo principal a correção da discrepância maxilar transversa em pacientes em crescimento. Este procedimento é comumente realizado como parte da sequência de tratamento de pacientes com fissura lábio-palatal, visando o reestabelecimento da harmonia do arco maxilar. Pacientes com deficiência maxilar transversa podem apresentar também problemas funcionais como o estreitamento das vias aéreas naso-orofaríngeas. A ERM pode trazer benefícios à respiração, já que as paredes externas da cavidade nasal estão incluídas na maxila, e a expansão resulta em aumento da capacidade internasal.

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura abordando aspectos gerais relacionados à ERM, considerações anatômicas e alterações decorrentes deste tipo de procedimento sobre as vias aéreas superiores, com ênfase nas fissuras lábio-palatais, além da descrição de métodos para avaliação das vias aéreas.

Palavras-chave: Técnica de expansão palatina. Faringe. Nasofaringe. Orofaringe. Fissura palatina. Diagnóstico por imagem.

## **EFFECTS OF RAPID MAXILLARY EXPANSION ON THE UPPER AIRWAYS IN CLEFT LIP AND PALATE**

### **Abstract**

Rapid maxillary expansion (RME) has an extensive history in the orthodontic literature, and the correction of transverse maxillary discrepancy in growing patients is its main objective. This procedure is commonly performed as part of the treatment sequence in cleft lip and palate patients, where the goal is to obtain harmony of the maxillary arch. Patients with transverse maxillary deficiency may also have functional problems such as the narrowing of the nasopharyngeal and oropharyngeal airways. The RME can promote a breathing improvement, since the external walls of the nasal cavity are included in the maxilla, and the expansion increases the nasal capacity.

The aim of this study was to review the literature concerning general aspects about RME, anatomical considerations and changes resulting from this kind of procedure on the upper airways, emphasizing cleft lip and palate, apart from describing methods for airway assessment.

**Keywords:** Palatal expansion technique. Pharynx. Nasopharynx. Oropharynx. Cleft palate. Diagnostic imaging.

## INTRODUÇÃO

As fissuras lábio-palatais (FLP), cuja manifestação clínica se expressa pela ruptura do lábio e/ou palato, situam-se entre os defeitos mais notórios que hostilizam o ser humano e representam as mais comuns malformações congênitas que envolvem a face e a cavidade bucal.<sup>1</sup> São deformidades que, em graus variados, atingem uma série de estruturas faciais, gerando problemas de ordem funcional, estética<sup>1,2</sup> e emocional.<sup>1</sup>

A deficiência maxilar transversa e ântero-posterior, a presença de mordidas cruzadas, o comprometimento do perfil facial devido à retrusão do terço médio da face e prognatismo mandibular são características frequentes em pacientes portadores de FLP.<sup>3-5</sup> A estabilidade esquelética no sentido transversal é reduzida em decorrência da condição anatômica peculiar da maxila, à qual pode apresentar o colapso dos segmentos laterais em direção medial.<sup>6,7</sup> Anomalias dentárias de número e de morfologia, geralmente estão presentes e podem afetar as dentições decídua e permanente.<sup>8,9</sup>

Além de alterações maxilo-mandibulares e dentárias, as FLP são frequentemente associadas a deformidades nasais, tais como desvio de septo, atresia das narinas, hipertrofia de cornetos e constrição alar.<sup>10-12</sup> A combinação de alterações nasais pode contribuir para redução das dimensões da cavidade nasal e função respiratória das vias aéreas superiores (VAS).<sup>11-13</sup>

A expansão rápida da maxila (ERM) é um procedimento comumente adotado para correção da discrepância maxilar transversa. O estabelecimento das relações intermaxilares adequadas em pacientes portadores de FLP, por meio de técnicas de expansão transversal, quando realizadas em momento oportuno, proporciona melhores condições para futuros tratamentos reabilitadores, reduzindo as possibilidades de impacções dentárias, permitindo o crescimento e desenvolvimento maxilar de maneira mais harmônica.<sup>14,15</sup> O tratamento pode, ainda, beneficiar a respiração,<sup>11,13,16</sup> já que as paredes externas da cavidade nasal estão incluídas na maxila, e a expansão resulta em um aumento da capacidade internasal;<sup>17</sup> além de permitir que a língua assumira uma posição mais adequada no interior da cavidade bucal.<sup>15,18</sup>

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão de literatura abordando aspectos gerais relacionados à ERM, considerações anatômicas e alterações decorrentes deste tipo de procedimento sobre as vias aéreas superiores, com ênfase nas FLP, assim como a descrição de métodos para avaliação das vias aéreas.

### **Expansão maxilar**

A ERM é o procedimento ortopédico realizado por meio da aplicação de forças lateralmente direcionadas contra os dentes e/ou mucosa palatina, visando à correção da discrepância maxilar transversa.<sup>17</sup> Apresenta longo histórico na literatura ortodôntica, sendo introduzido pioneiramente por Angell em 1860,<sup>19</sup> que descreveu o tipo de aparelho e sua utilização para tratamento de atresias no arco superior. No entanto, os efeitos desta técnica não puderam ser fundamentados radiograficamente, e a hipótese da separação da maxila em duas metades foi descartada pela maioria dos pesquisadores daquela época,<sup>20</sup> até ser reintroduzida nos Estados Unidos por Haas,<sup>21</sup> na década de 60. O referido autor passou a aplicar o tratamento em crianças e adolescentes utilizando um aparelho expensor com ancoragem dentária e palatina, e um protocolo de ativação que proporcionou a obtenção de resultados consistentes. Como principais achados de seus estudos, Haas<sup>21-23</sup> observou ausência de dor durante a abertura da sutura palatina mediana, a qual oferece pouca ou nenhuma resistência às forças da expansão em pacientes em crescimento; aumento significativo na largura do arco maxilar e espaço intranasal; expansão do arco dentário inferior em resposta às alterações dentárias do arco superior; e neoformação óssea na região da sutura.

A expansão maxilar consiste em um procedimento amplamente empregado em pacientes portadores de FLP, que devido às fibroses cicatriciais e forças musculares resultantes das cirurgias reabilitadoras, apresentam constrição da maxila,<sup>24</sup> muitas vezes localizada principalmente na região anterior do arco.<sup>25</sup> De acordo com Timms,<sup>26</sup> a expansão maxilar em pacientes com fissura gera menor desconforto do que em pacientes sem fissura, devido à ausência de sutura palatina mediana, o que possibilita o afastamento dos

segmentos maxilares por meio de forças de menor intensidade. Os aparelhos expansores podem exercer forças de até 120 Newtons (12,2Kg) para promover a abertura da sutura palatina mediana e afastamento lateral dos processos maxilares.<sup>7,27-30</sup> Segundo Holberg et al,<sup>7</sup> 5N (0,51Kg) já seriam suficientes para obtenção de efeitos esqueléticos em pacientes com FLP, devido à menor resistência transversa da maxila. No entanto, por não haver abertura da referida sutura, não ocorre ganho ósseo na região anterior, apenas reposicionamento lateral dos segmentos do arco superior, com reduzida estabilidade no plano transversal e possibilidade de recidiva, que exige utilização de contenção durante e, especialmente, após o término do tratamento ortodôntico.<sup>31,32</sup>

A Ortodontia dispõe de um grande número de aparelhos expansores que proporcionam aumento transversal do arco dentário superior.<sup>33</sup> Dentre estes, os mais utilizados são os expansores tipo Haas e outros aparelhos modificados que incorporam parafusos com limitador posterior, que como o próprio nome sugere, tem o objetivo de limitar a expansão na região posterior da maxila, pois muitas vezes, os pacientes com fissura e atresia maxilar requerem quantidades distintas de expansão nos segmentos anterior e posterior do arco.<sup>25</sup>

Entretanto, segundo Timms,<sup>26</sup> independentemente do tipo de parafuso utilizado, a expansão na região posterior do arco tende a ser menor do que na porção anterior, pois a maxila é articulada posteriormente com ossos da base do crânio, conferindo à região de molares maior resistência à expansão. Como consequência da resistência dessas estruturas, a abertura da sutura palatina mediana, no aspecto axial, ocorreria de forma triangular, com a base voltada para a região anterior e o vértice situado na junção dos ossos palatinos.<sup>34-37</sup> No aspecto coronal, o padrão de abertura também seria triangular, com o fulcro localizado próximo à sutura frontonasal e maior quantidade de expansão em direção inferior, ou seja, a base do triângulo voltada para oclusal.<sup>22,39,35,37-40</sup> A ERM resulta no reposicionamento anterior da maxila em relação à mandíbula e demais estruturas craniofaciais. Este efeito auxilia na compensação da deficiência esquelética no terço médio da face em pacientes com FLP.<sup>41</sup>

O protocolo adotado durante a fase ativa da ERM tem apresentado variações conforme a literatura (Tabela 1).

Tabela 1. Protocolo de ERM de acordo com a literatura.

<i>Autor</i>	<i>Aparelho</i>	<i>Protocolo</i>	<i>Idade (anos)</i>
Haas <sup>21</sup>	Haas	2/4 de volta/dia	9 - 18
Capelozza Filho et al. <sup>31*</sup>	Haas	1 volta/dia	-
Capelozza Filho e Silva Filho <sup>33</sup>	Haas	1 volta/dia	-
Silva Filho et al. <sup>32</sup>	Haas	1 volta/dia	5 - 11
Townend <sup>42*</sup>	One hinged RME	3/4 de volta/dia	-
Isaacson e Murphy <sup>43*</sup>	Haas	1/4 de volta/dia	12 - 22
Buschang et al. <sup>44*</sup>	Oclusal encapsulada	1/4 de volta/dia	7 - 8
Kawakami et al. <sup>4*</sup>	Oclusal encapsulada	1/4 de volta a cada 2 dias	7
Liou e Tsai <sup>45*</sup>	Double-hinged RME	1 volta/dia	9 - 12

\* ERM em pacientes portadores de fissura lábio-palatal.

### Vias Aéreas Superiores

#### *Considerações anatômicas*

O sistema respiratório é responsável pela realização das trocas gasosas entre o sistema circulatório e o ambiente externo. O trato respiratório é anatomicamente subdividido em cavidade nasal, cavidade bucal, faringe e laringe, que constituem as vias aéreas superiores (VAS). A traquéia, os brônquios, bronquíolos e alvéolos pulmonares são estruturas que constituem as vias aéreas inferiores.<sup>46</sup>

As VAS são compostas por estruturas anatômicas complexas e multifuncionais, que em conjunto com outras estruturas circundantes, são responsáveis pelos processos fisiológicos de respiração, deglutição e fonação.<sup>47,48</sup>

A faringe é um canal músculo-membranoso comum aos sistemas respiratório e digestório, que se comunica com as fossas nasais e cavidade bucal.<sup>49</sup> Esta estrutura é delimitada superiormente pelo corpo do osso esfenóide e pela porção basilar do osso occipital.<sup>46</sup> Os cornetos nasais, palato mole, língua e epiglote compõem o limite anterior. Posteriormente ao espaço

aéreo faríngeo situam-se os músculos constritores da faringe e as vértebras cervicais, enquanto que lateralmente localizam-se importantes vasos sanguíneos, nervos (glossofaríngeos, vago e hipoglosso), além de tecido adiposo, linfóide e muscular.<sup>46,48,49</sup> A faringe é subdividida em três componentes anatômicos: nasofaringe, orofaringe e hipofaringe. A nasofaringe, também denominada de epifaringe ou rinofaringe, é a porção mais superior da faringe, situada entre o limite distal dos cornetos nasais e a borda mais posterior do palato duro.<sup>50</sup> A orofaringe, localizada na região intermediária da faringe, estende-se verticalmente a partir da espinha nasal posterior até a epiglote. O ponto mais inferior do palato mole (úvula) é a referência anatômica utilizada para subdivisão da orofaringe em porções retropalatal (posterior ao palato mole) e retroglossal (posterior à língua).<sup>50</sup> A região mais inferior da faringe é denominada hipofaringe ou laringofaringe, e localiza-se entre a epiglote e o esôfago, próximo ao osso hióide (Figura 1).<sup>46,48</sup>

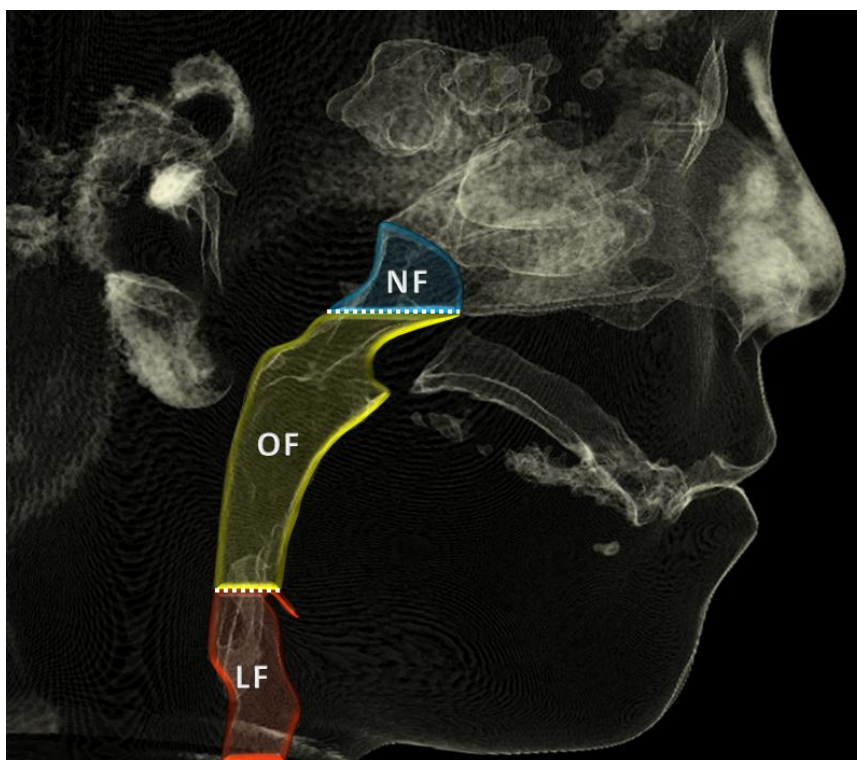


Figura 1. Limites das vias aéreas superiores na região da faringe: nasofaringe (NF), orofaringe (OF), laringofaringe (LF).

### *Crescimento das vias aéreas superiores*

Em geral, o crescimento da faringe no sentido transverso e ântero-posterior ocorre até o final do segundo ano de vida, sendo considerado pequeno em relação ao componente vertical.<sup>51,52</sup> Este apresenta crescimento predominante, que se estende até à idade adulta.<sup>52,53-56</sup>

As tonsilas, compostas por tecido linfóide, localizam-se na faringe. A tonsila faríngea é encontrada na porção superior da nasofaringe. As tonsilas palatinas são estruturas bilaterais localizadas na orofaringe, e as tonsilas linguais ficam na parte posterior da língua.<sup>57</sup>

A dimensão ântero-posterior da orofaringe aumenta entre as idades de 6 e 9 anos, e novamente entre 12 e 15 anos, mas apresenta pouca variação dos 9 aos 12 anos de idade.<sup>58</sup> Sugere-se que os seguintes fatores, atuando isoladamente ou em combinação, podem causar aumento no tamanho das vias aéreas, no período que compreende dos 6 aos 9 anos: remoção cirúrgica de tecido adenoideano; o contínuo crescimento da faringe; o início da involução das adenóides, que ocorre a partir dos 8 anos de idade; e o surto de crescimento pré-puberal, às vezes observado em torno dos 7 anos de vida.<sup>58</sup> Já para o aumento da dimensão da orofaringe ocorrida na faixa etária que corresponde dos 12 aos 15 anos, os autores acreditam que seja devido ao surto de crescimento puberal combinado com o período onde se observa a completa regressão das adenóides, ou ainda pelas tonsilectomias e adenoidectomias.<sup>58</sup>

Estudos cefalométricos têm relatado que a distância entre o osso hióide e as vértebras cervicais tende a permanecer constante.<sup>52,59-61</sup>

### **Vias aéreas superiores e ERM**

Estudos sobre a relação entre as VAS com a Ortodontia vêm sendo realizados desde a metade do século XX, devido à proximidade das vias respiratórias com as estruturas maxilofaciais.<sup>50,62</sup> Historicamente os pesquisadores objetivaram avaliar a interferência da obstrução das vias aéreas no crescimento e desenvolvimento esquelético, bem como dos tecidos moles de estruturas da cabeça e pescoço.<sup>50,63,64</sup> Entretanto, com a evolução na



ciência e na prática da Ortodontia, os estudos passaram a dar ênfase à influência de procedimentos clínicos e cirúrgicos sobre as VAS.<sup>65-69</sup>

A respiração nasal desempenha extrema importância para a saúde respiratória e crescimento facial do indivíduo. A cavidade nasal é designada para o preparo do ar inspirado promovendo umidificação, aquecimento e remoção de impurezas antes de sua chegada aos pulmões.<sup>70,71</sup> A passagem de ar pelo nariz também proporciona importante estímulo ao crescimento transversal da cavidade nasal e do arco maxilar, uma vez que ambas as estruturas encontram-se anatomicamente interligadas pelos ossos maxilares.<sup>71,72</sup> Dessa forma, a deficiência maxilar transversa está frequentemente associada ao estreitamento da cavidade nasal.<sup>17,71,73</sup> Diferentes estudos já observaram que pacientes que apresentam constrição do arco superior e necessidade de expansão maxilar exibem menores dimensões nasais e maior resistência à passagem de ar pelo nariz quando comparados a pacientes com arco maxilar normal, podendo ainda apresentar respiração bucal.<sup>16,74,75</sup>

De acordo com a literatura, além do tratamento da deficiência maxilar transversa, a ERM pode beneficiar a respiração,<sup>15,16,21-23,75</sup> promovendo aumento da capacidade internasal,<sup>76-79</sup> já que as paredes externas da cavidade nasal estão incluídas na maxila.<sup>17,21</sup> Os procedimentos de expansão maxilar promovem, ainda, redução da resistência nasal,<sup>16,65,80</sup> abaixamento do assoalho nasal, resultando na diminuição da obstrução das vias respiratórias, e consequente redução da tendência de respiração bucal em pacientes com e sem FLP.<sup>43,81</sup> Durante o movimento lateral dos ossos maxilares ocorre um abaixamento das margens livres dos processos palatinos, proporcionando aumento nas dimensões verticais da cavidade nasal.<sup>21,73</sup> Nesta ocasião, a posição do septo nasal torna-se indefinida, podendo desinserir-se dos processos palatinos ou acompanhar o deslocamento de um dos lados da maxila.<sup>82</sup> O aumento vertical da cavidade nasal pode, ainda, resultar na correção da posição do septo, quando este estiver desviado.<sup>73</sup> Outra alteração observada em consequência da ERM é a postura mais superior da língua, contribuindo para o aumento das VAS.<sup>83</sup>

No entanto, em uma revisão sistemática que avaliou os efeitos da ERM nas dimensões da VAS em longo prazo, concluiu-se que há moderada

evidência de que as alterações promovidas pelo tratamento ortopédico favoreçam as condições respiratórias.<sup>84</sup> Os autores comentaram também que a estabilidade dos resultados pode ser mantida por pelo menos 11 meses após a ERM. Contudo, mesmo que as alterações na dimensão das VAS possam melhorar as condições respiratórias, procedimentos de expansão maxilar não podem ser indicados somente com este propósito.<sup>84</sup>

#### *Métodos para diagnóstico das vias aéreas*

Pesquisadores têm avaliado as vias aéreas após a ERM, por meio de diferentes métodos para diagnóstico. Estudos em radiografias cefalométricas laterais revelaram aumento na dimensão das VAS quando comparadas medidas iniciais e após a ERM.<sup>81,85-87</sup> No entanto, nestas pesquisas foram utilizadas diferentes referências anatômicas para a aferição das medidas em cefalogramas, assim como o intervalo entre os períodos pré e pós-ERM apresentou variações. Os cefalogramas bidimensionais (2D), obtidos a partir de radiografias laterais, têm sido amplamente utilizados em diversos estudos, e considerados, até então, o padrão-ouro para avaliação das dimensões das VAS.<sup>88</sup> Este recurso pode ser útil para analisar o tamanho das vias aéreas no plano sagital, embora não descreva a anatomia tridimensionalmente.<sup>89</sup> No entanto, as imagens radiográficas apresentam distorção, magnificação e sobreposição de estruturas anatômicas.<sup>90</sup>

Outros estudos foram realizados a fim de avaliar os efeitos da ERM sobre a cavidade nasal utilizando, para isso, o exame de rinometria acústica. Esta técnica baseia-se na análise do som refletido da cavidade nasal em resposta a uma onda sonora incidente emitida por uma fonte eletrônica. Ou seja, o som, que é propagado em um tubo (cavidade nasal), é refletido por mudanças acústicas causadas por alterações na dimensão deste tubo.<sup>91</sup> Por meio de comparações de medidas das áreas de secção transversa, secção transversa mínima e volume da cavidade nasal, a maior parte dos trabalhos que realizaram aferições com a técnica de rinometria acústica demonstra incrementos nos parâmetros avaliados após a ERM.<sup>70,77-79,92,93</sup> No entanto, segundo Hilberg et al,<sup>76</sup> que foram os idealizadores da técnica, esta apresenta limitações inerentes à perda de precisão das medidas em decorrência de

desvios ou obstruções, observadas especialmente na região posterior da cavidade nasal.

Gallarreta<sup>91</sup> não recomenda o uso de ressonância magnética, embora este método seja fidedigno para avaliação das vias aéreas, apresente alto nível de detalhamento anatômico e não utilize radiação ionizante. Porém, o alto custo econômico, o tempo de duração do exame, e a necessidade de colaboração do paciente são considerados as maiores desvantagens deste método. Além disso, o referido autor concluiu que a ressonância magnética foi similar à rinometria acústica para avaliação das VAS.

Outro método diagnóstico em vias aéreas é a rinomanometria, que consiste de um exame dinâmico, que quantifica o fluxo aéreo transnasal e fornece o índice de resistência nasal.<sup>71,94</sup> No entanto, esta técnica apresenta reprodutibilidade relativamente baixa, requer cooperação e coordenação do paciente, e os resultados não são descritos de maneira padronizada.<sup>76,95</sup>

A tomografia computadorizada (TC) permite a obtenção de medidas precisas para avaliação das VAS, a partir da utilização da unidade de Hounsfield ou valor de pixel, que se baseia na escala de tons de cinza, para delimitação tridimensional entre os tecidos moles e o ar.<sup>95</sup> Apesar de o método tomográfico possibilitar fácil mensuração das VAS, a alta exposição à radiação e o custo do exame são fatores que limitam a sua utilização na Odontologia.<sup>93</sup> Além disso, o escaneamento é realizado com o paciente em posição supina, e por influência da gravidade, ocorre o movimento posterior da língua e do palato mole, promovendo a redução nas dimensões das VAS, especialmente, na região da orofaringe.<sup>96</sup> Doruk et al<sup>93</sup> avaliaram as alterações decorrentes da ERM no volume nasal, comparando rinometria acústica e tomografia computadorizada convencional. Os autores concluíram que houve aumento nas dimensões nasais após a ERM, e não houve diferença entre os diferentes métodos para diagnóstico.

A introdução da tomografia computadorizada cone beam (TCCB) tornou as imagens tridimensionais mais acessíveis para aplicação na Odontologia, por apresentar vantagens, tais como mínima distorção, menor dose de radiação, menor custo e alta resolução das imagens em comparação à TC convencional.<sup>90,97-100</sup> Os dados tomográficos podem ser obtidos com o paciente sentado, o que se torna importante para preservar as relações fisiológicas entre

os tecidos duros e moles, já que o volume das vias aéreas é influenciado pela postura da cabeça.<sup>101</sup> Pelas vantagens que apresenta em relação aos demais tipos de exames por imagem e pela confiabilidade das medidas,<sup>12,102,103</sup> a TCCB tornou-se o método preferencial para avaliação das VAS.<sup>104</sup> No estudo de Smith et al,<sup>68</sup> que realizaram complexa segmentação e avaliação individual das diferentes porções das vias aéreas (cavidade nasal, nasofaringe, orofaringe, hipofaringe e seios maxilares), por meio de TCCB, a ERM promoveu aumento significativo no volume da cavidade nasal e nasofaringe; mas a região da orofaringe permaneceu estável. Segundo Zhao et al,<sup>105</sup> não há evidência de que a ERM amplie o volume das vias aéreas orofaríngeas. De acordo com El e Palomo,<sup>106</sup> a ERM proporciona significativo aumento na passagem nasal, porém não promove alteração significativa no volume das vias aéreas orofaríngeas.

Todavia, a literatura ainda não dispõe de avaliações tridimensionais das vias aéreas que compare pacientes com e sem FLP, submetidos à ERM.

### **Considerações finais**

Além da correção da deficiência maxilar transversa, a literatura tem indicado que a ERM promove relevantes alterações nas vias aéreas superiores, especialmente na cavidade nasal e nasofaringe. Diversos métodos de diagnóstico têm sido utilizados para avaliação dos efeitos da ERM sobre as vias aéreas em pacientes com e sem fissuras lábio-palatais. No entanto, mais estudos tridimensionais são necessários para avaliar e comparar as vias aéreas de pacientes com e sem FLP, bem como as alterações decorrentes da ERM sobre estas estruturas.

## REFERÊNCIAS

1. Aiello CA, Silva Filho OG, Freitas JAS. Fissuras labiopalatais: uma visão contemporânea do processo reabilitador. Cap.3, p.111-138, In: Mugayar LRF. Pacientes Portadores de Necessidades Especiais: Manual de Odontologia e Saúde Oral. São Paulo:Pancast, 2000.
2. Barcellos J. Fissuras Lábio-palatinas. Cap.19, p.321-334. In: Zanini, SA. Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacial. Rio de Janeiro:Revinter, 1990.
3. Handelman CS, Pruzansky S. Occlusion and dental profile with complete bilateral cleft lip and palate. Angle Orthod 1968;38:185-98.
4. Kawakami M, Yagi T, Takada K. Maxillary expansion and protraction in correction of midface retrusion in a complete unilateral cleft lip and palate patient. Angle Orthod 2002;72:355-61.
5. Vieira GL, Menezes LM, Lima EMS, Rizzatto SMD. Dentoskeletal effects of maxillary protraction in cleft patients with repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. Cleft Palate Craniofac J 2009;46:391-8.
6. Optiz C, Hochmuth M, Rabe H, Subklew D. Unilateral cleft lip and palate. Relationship between morphology of the dentition and functional parameters of the tongue. J Orofac Orthop 1997;58:270-81.
7. Holberg C, Holberg N, Schwenzer K, Wichelhaus A, Rudzki-Janson I. Biomechanical Analysis of Maxillary Expansion in CLP Patients. Angle Orthod. 2007;77:280-87.
8. Menezes LM, Rizzatto SMD, Azeredo F, Vargas DA. Characteristics and distribution of dental anomalies in a Brazilian cleft population. Rev odonto ciênc 2010;25:137-41.
9. Abreu MC, Azeredo F, Rizzatto SMD, Menezes LM. Caracterização das anomalias dentárias de pacientes portadores de fissuras lábio-palatais em tomografia computadorizada cone beam. Ortodon Gauch 2013;XVII:17-26.
10. Hairfield WM, Warren DW, Seaton DL. Prevalence of mouth breathing in cleft lip and palate. Cleft Palate J 1988;25:135-38.
11. Warren DW, Drake AF, Davis JU. Nasal airway in breathing and speech. Cleft Palate Craniofac J 1992; 29:511-19.
12. Cheung T, Oberoi S. Three Dimensional Assessment of the Pharyngeal Airway in Individuals with Non-Syndromic Cleft Lip and Palate. PLoS ONE 2012;7:e43405.
13. Trindade IE, Manco JC, Trindade Junior AS. Pulmonary function of individuals with congenital cleft palate. Cleft Palate Craniofac J 1992;29:429-34.

14. Subtelny JD, Brodie AG. An analysis of orthodontic expansion in unilateral cleft lip and cleft palate patients. *Am J Orthod* 1954;40:686-97.
15. Tindlund RS, Rygh P, Boe OE. Intercanine widening and sagittal effect of maxillary transverse expansion in patients with cleft lip and palate during the deciduous and mixed dentitions. *Cleft Palate Craniofac J* 1993;30:195-207.
16. Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1976;69:274-84.
17. Doruk C, Bicakci AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2004;74:184-94.
18. Ohkiba T, Hanada K. Adaptive functional changes in the swallowing pattern of the tongue following expansion of the maxillary dental arch in subjects with and without cleft palate. *Cleft Palate J* 1989;26:21-30.
19. Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent Cosm* 1860;1:540-44.
20. Habersack K, Karoglan A, Sommer B, Benner KU. High-resolution multislice computerized tomography with multiplanar and 3-dimensional reformation imaging in rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:776-781.
21. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73-90.
22. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965;35:200-17.
23. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970;57:219-55.
24. Silva Filho OG, Almeida RR. Fissuras lábio-palatais: o que o cirurgião dentista precisa saber. *Rev Fac Odont Lins* 1992;5:7-18.
25. Levrini L, Filippi V. A fan shaped maxillary expander. *J Clin Orthod* 1999;33:642-43.
26. Timms DJ. *Rapid Maxillary Expansion*. Chicago:Quintessence Publishing; 1981:140p.
27. Isaacson RJ, Wood JL, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part I. Design of the force measuring system. *Angle Orthod* 1964;34:256-60.

28. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part II. Forces present during treatment. *Angle Orthod* 1964;34:261-70.
29. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part III. Forces present during retention. *Angle Orthod* 1965;35:178-86.
30. Sander C, Huffmeier S, Sander FM, Sander FG. Initial results regarding force exertion during rapid maxillary expansion in children. *J Orofac Orthop*. 2006;67:19-26.
31. Capelozza Filho L, et al. Rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *J Clin Orthod* 1994;XXVIII:34-9.
32. Silva Filho OG, Capelozza Filho L, Werneck VA, Freitas JAS. Abordagem ortodôntica ao paciente com fissura unilateral completa de lábio e palato. *Rev Soc Paulista Ortod* 1998;31:32-44.
33. Capelozza Filho L, Silva Filho OG. Expansão rápida da maxila: considerações gerais e aplicação clínica: Parte I. *Dental Press Ortodon* 1997;2:88-92.
34. Chaconas S J, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. *Am J Orthod* 1982;82:492-501.
35. Bishara SE, Stanley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:3-14.
36. Lione, R. et al. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthoped* 2008;134:389-92.
37. Weissheimer A. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os disjuntores tipo haas e hyrax, em tomografia computadorizada cone beam. 2008;149p. Dissertação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
38. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1980;50:189-217.
39. Biederman W, Chen B. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod* 1973;63:47-55.
40. Taşpınar F, Uçüncü H, Bishara SE. Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss. *Angle Orthod* 2003;73:669-73.
41. Silva Filho OG, Capelozza Filho L, Werneck VA, Freitas JAS. Abordagem ortodôntica ao paciente com fissura unilateral completa de lábio e palato. *Rev Soc Paulista Ortod* 1998;31:32-44.

42. Townend PI. Technique of rapid expansion in patients with cleft lip and palate. *Br J Orthod* 1980;7:65-7.
43. Isaacson RJ, Murphy TD. Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *Angle Orthod* 1964;34:143-54.
44. Buschang PH, Porter C, Genecov E, Genecov D, Saylor KE. Face mask therapy of preadolescents with unilateral cleft lip and palate. *Angle Orthod* 1994;64:145-50.
45. Liou EJW, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: Repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate J* 2005;42:121-27.
46. Netter F. *Atlas of human anatomy*, 4th Ed. Philadelphia: Saunders; 2006.
47. Schwab RJ, Goldberg AN. Upper airway assessment: radiographic and other imaging techniques. *Otolaryngol Clin North Am* 1998;31:931-68.
48. Burgess BL. Pharyngeal airway volume following maxillomandibular advancement surgery utilizing cone beam computed tomography. 2008;60p. Thesis, Saint Louis University, Saint Louis.
49. Rakosi T. *Soft tissue analysis. An atlas and manual of cephalometric radiography*. Philadelphia, 1982:78-100.
50. Yaremko B. Cone-beam computed tomography evaluation of oropharyngeal airway dimensions in adolescents with maxillary transverse deficiency. 2012;83p. Thesis, University of Alberta, Edmonton.
51. Tourne LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:129-39.
52. Grauer D. Airway volume and shape from cone-beam CT relationship to facial morphology. 2007;52p. Thesis, University of North Carolina, Chapel Hill.
53. Bench RW. Growth of the cervical vertebrae as related to tongue, face and denture behavior. *Am J Orthod* 1963; 49:183-214.
54. Tsai HH. Developmental changes of pharyngeal airway structures from young to adult persons. *J Clin Pediatr Dent* 2007;31:219-21.
55. Sheng CM, Lin LH, Su Y, Tsai HH. Developmental changes in pharyngeal airway depth and hyoid bone position from childhood to young adulthood. *Angle Orthod* 2009;79:484-90.
56. Shannon TP. Oropharyngeal airway volume following orthodontic treatment: premolar extraction versus non-extraction. 2012;155p. Thesis, University of Tennessee, Knoxville.



57. German RZ, Palmer JB. Anatomy and development of oral cavity and pharynx. *GI Motility* online [www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo5.html](http://www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo5.html). Accessed on Oct 30, 2013.
58. Taylor M, Hans MG, Strohl KP, Nelson S, Broadbent BH. Soft tissue growth of the oropharynx. *Angle Orthod* 1996;66:393-400.
59. King EW. A roentgenographic study of pharyngeal growth. *Angle Orthod* 1952;22:23-37.
60. Durzo CA, Brodie AG. Growth behavior of the hyoid bone. *Angle Orthod* 1962;32:193-204.
61. Brodie AG. Emerging concepts of facial growth. *Angle Orthod* 1971;41:103-18.
62. Subtelny JD. The significance of adenoid tissue in orthodontia. *Angle Orthod*, 1954;24:59-69.
63. McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod* 1981;51:269-300.
64. Stellzig-Eisenhauer A, Meyer-Marcotty P. Interaction between otorhinolaryngology and orthodontics: correlation between the nasopharyngeal airway and the craniofacial complex. *Laryngorhinootol* 2010;89(Suppl1):S72-8.
65. Schmidt-Nowara W, Lowe AA, Wiegand L, Cartwright R, Perez-Guerra F, Menns S. Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep: a review. *Sleep* 1995;18:501-10.
66. Ng AT, Gotsopoulos H, Qian J, Cistulli PA. Effect of oral appliance therapy on upper airway collapsibility in obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:238-41.
67. Fairburn SC, Waite PD, Vilos G, Harding SM, Bernreuter W, Cure J, Cherala S. Three-dimensional changes in upper airways of patients with obstructive sleep apnea following maxillomandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:6-12.
68. Smith T, Ghoneima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S, Kula K. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:618-26.
69. El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion A CBCT study. *Angle Orthod*. 2013 Jul 18. [Epub ahead of print]
70. de Felipe, N. L. et al. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short- e long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:370-82.

71. Moreira AM. Alterações dimensionais produzidas nas vias aéreas superiores após expansão rápida da maxila: avaliação por tomografia computadorizada cone beam. 2009; 99p. Dissertação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,
72. Normando ADC. et al. Os efeitos da expansão rápida da maxila sobre o fluxo aéreo nasal: revisão de literatura e apresentação de um caso clínico. *Rev Paranaense Ortodon* 1996;1:19-26.
73. Gray LP. Results of 310 cases of rapid maxillary expansion selected for medical reasons. *J Laryngol Otol* 1975;89:601-14.
74. Timms DJ. Rapid maxillary expansion in the treatment of nasal obstruction and respiratory disease. *Ear Nose Throat J* 1987;66:242-7.
75. Warren DW, Hershey HG, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM. The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:111-16.
76. Hilberg O. Objective measurement of nasal airway dimensions using acoustic rhinometry: methodological and clinical aspects. *Allergy* 2002;57(suppl 70):5-39.
77. Bcakci AA, Agar U, Sokucu O, Babacan H, Doruk C. Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing. *Angle Orthod* 2005;75:1-6.
78. Enoki C, Valera FC, Lessa FC, Elias AM, Matsumoto MA, Anselmo-Lima WT. Effect of rapid maxillary expansion on the dimension of the nasal cavity and on nasal air resistance. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70:1225-30.
79. Compadretti GC, Tasca I, Alessandri-Bonetti G, Peri S, D'Addario A. Acoustic rhinometric measurements in children undergoing rapid maxillary expansion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70:27-34.
80. Hartgerink, D. V.; Vig, P. S.; Abbott, D. W. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:381-89.
81. Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Küçükkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod* 2002;72:118-23.
82. Timms DJ. Some medical aspects of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod* 1974;1:127-32.
83. Ozbek MM, Memikoglu UTT, Altug-Atac AT, Lowe AA. Stability of maxillary expansion and tongue posture. *Angle Orthod* 2009;79:214-20.
84. Baratieri C, Alves Jr M, Souza MMG, Araujo MTS. Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:146-56.

85. Buccheri A, Dilella G, Stella R. Rapid palatal expansion and pharyngeal space: Cephalometric evaluation. *Prog Orthod* 2004;5:160-71.
86. Chiari S, Romsdorfer P, Swoboda H, Bantleon HP, Freudenthaler J. Effects of rapid maxillary expansion on the airways and ears - a pilot study. *Eur J Orthod* 2009;31:135-41.
87. Monini S, Malagola C, Villa MP, Tripodi C, Tarentini S, Malagnino I, Marrone V, Lazzarino AI, Barbara M. Rapid maxillary expansion for the treatment of nasal obstruction in children younger than 12 years. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;135:22-7.
88. Malkoc S, Usumez S, Nur M, Donaghy CE. Reproducibility of airway dimensions and tongue and hyoid positions on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:513-6.
89. Cheung T, Oberoi S. Three Dimensional Assessment of the Pharyngeal Airway in Individuals with Non-Syndromic Cleft Lip and Palate. *PLoS ONE* 2012;7:e43405.
90. Kumar V, Ludlow J, Cevidanes LHS, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod* 2008;78:873-79.
91. Gallarreta FWM. Efeito da expansão rápida da maxilla sobre a nasofaringe e o volume nasal: avaliação por ressonância magnética e rinometria acústica. 2010; 103p. Tese, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
92. Marchioro EM, Martins JCR, Roithmann R, Rizzato SMD, Hahn L. Efeito da expansão rápida da maxila na cavidade nasal avaliado por rinometria acústica. *Rev Dent Press Ortodon Ortoped Facial* 2001;6:31-8.
93. Doruk C, Sokucu O, Bicakci AA, Yilmaz U, Tas F. Comparison of nasal volume changes during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry and computed tomography. *Eur J Orthod* 2007; 29:251-5.
94. Roithmann, R. Testes específicos da permeabilidade nasal [editorial]. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2007;73:2.
95. Aras I, Olmez S, Dogan S. Comparative Evaluation of Nasopharyngeal Airways of Unilateral Cleft Lip and Palate Patients Using Three-Dimensional and Two-Dimensional Methods. *Cleft Palate Craniofac J* 2012;49:e75-e81.
96. Ayappa I, Rapoport DM. The upper airway in sleep: physiology of the pharynx. *Sleep Med Rev* 2003;7:9-33.
97. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:229-34.

98. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003;6(suppl 1):31-6.
99. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:257-65.
100. Weissheimer A, Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:366-76.
101. Alves Jr M, Baratieri C, Mattos CT, Brunetto D, Fontes RC, Santos JRL, Ruellas ACO. Is the airway volume being correctly analyzed? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:657-61.
102. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, et al. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:468-79.
103. Weissheimer A, Menezes LM, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:801-13.
104. Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of crosssection airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:102-8.
105. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah, JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S71-8.
106. El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2013 Jul 18. [Epub ahead of print]

## **6. ESTUDO CLÍNICO**

- Artigo 2

A ser submetido para o periódico American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.

## **AVALIAÇÃO TRIDIMENSIONAL DAS VIAS AÉREAS OROFARÍNGEAS EM PACIENTES COM E SEM FISSURA LÁBIO-PALATAL SUBMETIDOS À EXPANSÃO MAXILAR**

### **Resumo**

**Introdução:** O objetivo deste estudo prospectivo foi avaliar e comparar as dimensões das vias aéreas orofaríngeas em pacientes em crescimento, com e sem fissura lábio-palatal (FLP), portadores de atresia maxilar transversa, no período inicial e após a expansão rápida da maxila (ERM).

**Materiais e métodos:** Compuseram a amostra 63 pacientes (média de idade=10,3 anos), 30 com FLP e 33 sem FLP para realização de medidas do volume total, bem como das áreas e diâmetros transversos e ântero-posterior em diferentes planos axiais da orofaringe, a partir de tomografia computadorizada cone-beam (TCCB), obtidas antes e após a ERM. Foram aplicados o teste de normalidade Shapiro-Wilk e Equações de Estimação Generalizadas (GEE), seguido pelo ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas. Para avaliação da confiabilidade das medidas foi calculado o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC).

**Resultados:** As dimensões das vias aéreas orofaríngeas foram semelhantes na comparação entre os grupos com e sem FLP no período inicial. Após a ERM, pacientes com FLP apresentaram aumento significativo no volume ( $p=0,007$ ) e na área localizada no limite superior da orofaringe ( $p=0,002$ ). Nos pacientes do grupo sem FLP foi observado aumento significativo na área e diâmetro transversos, ambas as medidas situadas no plano superior da orofaringe ( $p=0,043$  e  $p=0,005$ , respectivamente). Na região de maior constrição houve aumento significativo no diâmetro transversos ( $p=0,020$ ), e significativo decréscimo no diâmetro ântero-posterior ( $p=0,042$ ).

**Conclusões:** Não houve diferenças dimensionais na orofaringe de pacientes com ou sem FLP antes da ERM. A ERM promoveu aumento no volume da orofaringe, sendo significativo em pacientes com FLP; além de promover aumento no diâmetro transversos nas regiões superior e de maior constrição da orofaringe nos pacientes sem FLP.

**Palavras-chave:** Fissura palatina. Orofaringe. Técnica de expansão palatina. Tomografia computadorizada de feixe cônico.

## **THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF THE OROPHARYNGEAL AIRWAYS IN CLEFT AND NON-CLEFT PATIENTS AFTER MAXILLARY EXPANSION**

### **Abstract**

**Introduction:** The aim of this prospective study was to assess and compare the oropharyngeal airway dimensions in cleft and non-cleft lip and palate growing patients with maxillary constriction, after and before rapid maxillary expansion (RME).

**Material and methods:** The sample was composed of 63 patients (mean age=10.3 years), 30 cleft and 33 non-cleft individuals. Cone-beam computed tomography (CBCT) scans were taken to measure the oropharyngeal airway differences in terms of volume, axial cross-sectional areas, and anteroposterior and transverse widths in different planes before and after RME. Shapiro-Wilk normality test and Generalized Estimating Equations (GEE) with Bonferroni adjustment were used. The intrarater repeatability was calculated with intraclass correlation coefficient (ICC).

**Results:** The oropharyngeal airway dimensions were not significantly different when cleft and non-cleft patients were compared before the treatment. After RME, the total airway volume and the upper cross-sectional area were significantly increased in cleft patients ( $p=0.007$  and  $p=0.002$ , respectively). Non-cleft patients presented significant increases in the area and transverse measurements at the upper cross-sectional plane of oropharynx ( $p=0.043$  and  $p=0.005$ , respectively). Also, in the minimal cross-sectional plane there was significant increase in the transverse width ( $p=0.020$ ), and significant decrease in the anteroposterior width ( $p=0.042$ ). However, non-cleft patients showed no significant changes in the airway volume.

**Conclusions:** There were no dimensional differences in the oropharynx between cleft and non-cleft patients before the treatment. RME increased the airway volume, and it was significant in cleft patients. Non-cleft subjects presented increases in the transverse widths at upper limit and minimal cross-sectional planes of oropharynx after RME.

**Keywords:** Cleft palate. Oropharynx. Palatal expansion technique. Cone-beam computed tomography.

## INTRODUÇÃO

A fisiologia e morfologia das vias aéreas superiores, as alterações na forma e volume com o crescimento e desenvolvimento do indivíduo, e a possibilidade de ocorrerem modificações decorrentes do tratamento ortodôntico são temas que têm despertado relevante interesse na Ortodontia.<sup>1-6</sup>

Além de alterações esqueléticas e dentárias, pacientes com deficiência maxilar transversa também podem apresentar problemas funcionais como o estreitamento das vias aéreas naso-orofaríngeas, resultantes do retroposicionamento da língua,<sup>2</sup> podendo desempenhar uma contribuição no desenvolvimento da apnéia obstrutiva do sono.<sup>2,7-9</sup>

Indivíduos portadores de fissuras lábio-palatais (FLP), muitas vezes, apresentam deficiência de desenvolvimento maxilar, em consequência das cirurgias primárias (queiloplastia e palatoplastia) realizadas no primeiro ano de vida.<sup>10</sup> Frequentemente as FLP estão associadas à deformidades na região nasal como desvio de septo, hipertrofia de cornetos e constrição alar, que tendem a reduzir as dimensões das vias aéreas.<sup>5</sup>

A expansão rápida da maxila (ERM) é comumente realizada como parte da sequência de tratamento de pacientes com FLP para correção da constrição maxilar, visando o reestabelecimento da harmonia do arco.<sup>11,12</sup> Este procedimento pode beneficiar a ventilação,<sup>13-16</sup> já que as paredes externas da cavidade nasal estão incluídas na maxila, e a expansão resulta no aumento da capacidade internasal.<sup>17</sup> A ERM promove também o abaixamento do assoalho nasal, redução da tendência de respiração bucal;<sup>18</sup> além de permitir que a língua assuma uma posição mais adequada no interior da cavidade bucal.<sup>16,19</sup>

Os cefalogramas bidimensionais (2D), obtidos a partir de radiografias laterais, têm sido amplamente utilizados em estudos e no diagnóstico das vias aéreas, e embora apresentem distorção, magnificação e superposição de imagens,<sup>20</sup> podem ser úteis para analisar o tamanho das vias aéreas no plano sagital, mas não descrevem a anatomia tridimensionalmente.<sup>5</sup> A introdução da tomografia computadorizada cone beam (TCCB) tornou as imagens tridimensionais (3D) mais acessíveis para aplicação na Odontologia, por apresentar vantagens, tais como mínima distorção, menor dose de radiação, menor custo e alta resolução das imagens em comparação à tomografia



computadorizada convencional.<sup>20-24</sup> Este método de exames por imagem oferece maior quantidade de informações, possibilitando a avaliação de estruturas pouco nítidas em radiografias convencionais.<sup>25</sup>

Este estudo prospectivo tem como objetivos avaliar e comparar a dimensão das vias aéreas orofaríngeas, por meio de TCCB, em pacientes com e sem fissura lábio-palatal, previamente e após a expansão rápida da maxila.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente estudo foi aprovado pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), sob os registros 10/05306 e 08/04147, conforme anexos.

As dimensões da orofaringe de 63 indivíduos, sendo 30 pacientes com FLP e 33 sem FLP, foram avaliadas em dois períodos, inicial (T1) e após o procedimento de ERM (T2). Foram selecionados pacientes com necessidades ortodônticas, que se apresentaram para iniciar o tratamento na Faculdade de Odontologia da PUCRS, conforme os seguintes critérios de inclusão comuns a ambos os grupos: deficiência maxilar transversa; no período da dentadura mista ou permanente jovem com idades entre 7 e 14 anos; presença dos primeiros molares superiores permanentes totalmente erupcionados e dos primeiros pré-molares superiores ou dos primeiros molares superiores decíduos; nenhum histórico de tratamento ortodôntico prévio.

A expansão foi realizada até que o parafuso atingisse 8mm de abertura em ambos os grupos.

### -Grupo com FLP

Outros critérios de inclusão específicos para este grupo foram: pacientes portadores de FLP do tipo transforame incisivo unilateral, com as cirurgias primárias reabilitadoras (queiloplastia e palatoplastia) previamente realizadas.

Pacientes com fissuras unilaterais incompletas, bilaterais ou pós-forame, portadores de síndromes foram excluídos da amostra. Pacientes com documentação incompleta, que não seguiram as recomendações quanto ao

protocolo de ativação do parafuso, ou aqueles que apresentaram intercorrências como descolamento ou fraturas do aparelho também foram excluídos do estudo. A amostra foi composta inicialmente por 35 pacientes, entretanto, devido à intercorrências descritas anteriormente, cinco casos foram excluídos. Portanto, a amostra utilizada neste estudo foi constituída por 30 pacientes (11 do gênero feminino e 19 do masculino), com média de idade inicial de 10,0 anos ( $dp=1,71$  anos).

O protocolo de ERM consistiu na ativação inicial de 4/4 de volta (8mm) imediatamente após a cimentação do aparelho, seguido de 4/4 de volta diariamente, totalizando 10 dias de ativação.

#### -Grupo sem FLP

Neste grupo foram excluídos os pacientes portadores de más-formações congênitas, agenesias dentárias e com doença periodontal. A amostra foi composta inicialmente por 48 pacientes, entretanto 15 casos foram excluídos do estudo por apresentarem documentação incompleta, não terem seguido as recomendações quanto ao protocolo de ativação do parafuso, ou devido à intercorrências como descolamento ou fraturas do aparelho.

Dessa maneira, a amostra de pacientes sem FLP foi constituída por 33 indivíduos (22 do gênero feminino e 11 do masculino), com média de idade inicial de 10,7 anos ( $dp=1,63$  anos).

Foi realizada ativação inicial de 4/4 de volta (8mm) imediatamente após a cimentação do aparelho, seguido de 2/4 de volta ao dia, durante 19 dias.

#### *Obtenção dos dados tomográficos*

As imagens de TCCB de face no período inicial (T1) e imediatamente após o final da fase ativa da expansão (T2) foram obtidas por meio do tomógrafo i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA), com regulagem de 120 kV, 8mA, tempo de escaneamento de 40 segundos e voxel de 0,3mm.

Os exames foram gravados no formato DICOM (*digital imaging and communications in medicine*), armazenados em CD-ROM, e as imagens de

TCCB foram analisadas por meio do programa OsiriX MD (FDA approved, version 1.4.2; Pixmeo, Geneva, Switzerland).

### *Orientação das imagens*

Previamente à análise da orofaringe, as imagens da cabeça de cada paciente foram orientadas tridimensionalmente de maneira que o plano palatal (PP), linha que se estende da espinha nasal anterior (ENA) à espinha nasal posterior (ENP), estivesse paralelo ao solo, nas vistas sagital e coronal; e perpendicular ao solo em vista axial (Figura 1).

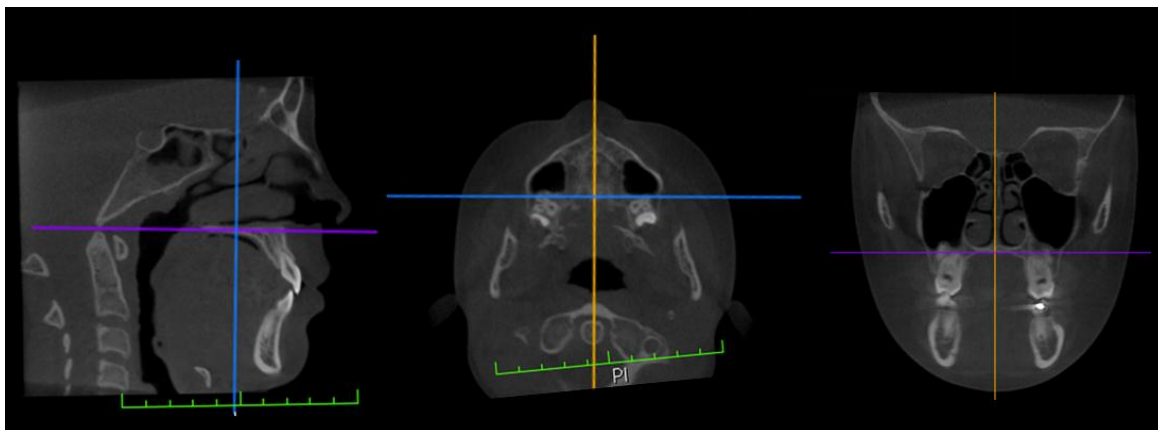


Figura 1. Orientação tridimensional das imagens da cabeça.

### *Planos e regiões mensuradas*

Após a orientação das imagens da cabeça, a orofaringe foi selecionada e recortada por meio de uma das ferramentas do programa OsiriX MD (*Vol cutter*), de acordo com as seguintes referências (Figura 2A):

- Limite superior: Extensão do PP (ENA-ENP) até a parede posterior da orofaringe.
- Limite inferior: Plano paralelo ao PP, passando pela extremidade superior da epiglote.
- Limite anterior: Linha perpendicular PP, passando pela ENP.
- Limite posterior: Parede posterior da orofaringe.

A identificação da região de maior constrição da orofaringe foi determinada ao se percorrer todos os cortes axiais, a partir do limite superior

até o limite inferior, para localização da imagem bidimensional que apresentasse o menor valor de área da orofaringe (obtido em  $\text{mm}^2$ ).

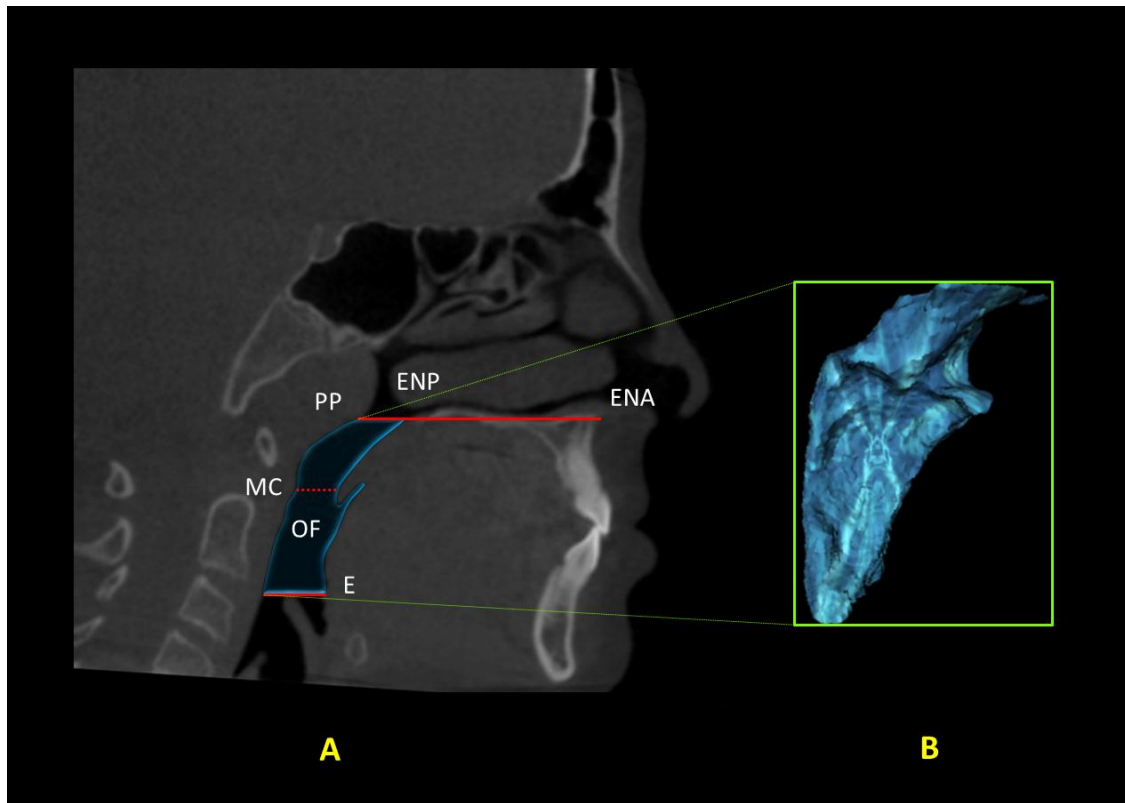


Figura 2. A) Referências em orofaringe: espinha nasal anterior (ENA), espinha nasal posterior (ENP); extensão do plano palatal (ENA-ENP) até a parede posterior da orofaringe (limite superior), extremidade superior da epiglote (E) paralelo ao PP (limite inferior); orofaringe (OF); área de maior constrição (MC). B) Reconstrução volumétrica da orofaringe.

### *Mensurações*

A etapa de segmentação das imagens foi baseada na densidade tecidual das vias aéreas (cujo valor de pixel é aproximadamente -1000). Dessa maneira, os limites da orofaringe em relação às imagens dos demais tecidos adjacentes foram claramente visíveis e distinguíveis (Figura 3).

Em imagem axial, o operador (F.A.) selecionou um ponto qualquer da orofaringe para determinação da densidade tecidual e preenchimento dos limites da área a ser segmentada. Após a conferência da segmentação em cada corte axial (imagens 2D), foram computadas as medidas da área superior,

inferior e de maior constrição (em  $\text{mm}^2$ ), bem como seus respectivos diâmetros no sentido ântero-posterior e transversal (em mm), conforme descrito por Yoshihara et al<sup>4</sup> (Figura 3).

Após, foi obtido o volume (em  $\text{mm}^3$ ) a partir da reconstrução do modelo 3D da orofaringe (Figura 2B).

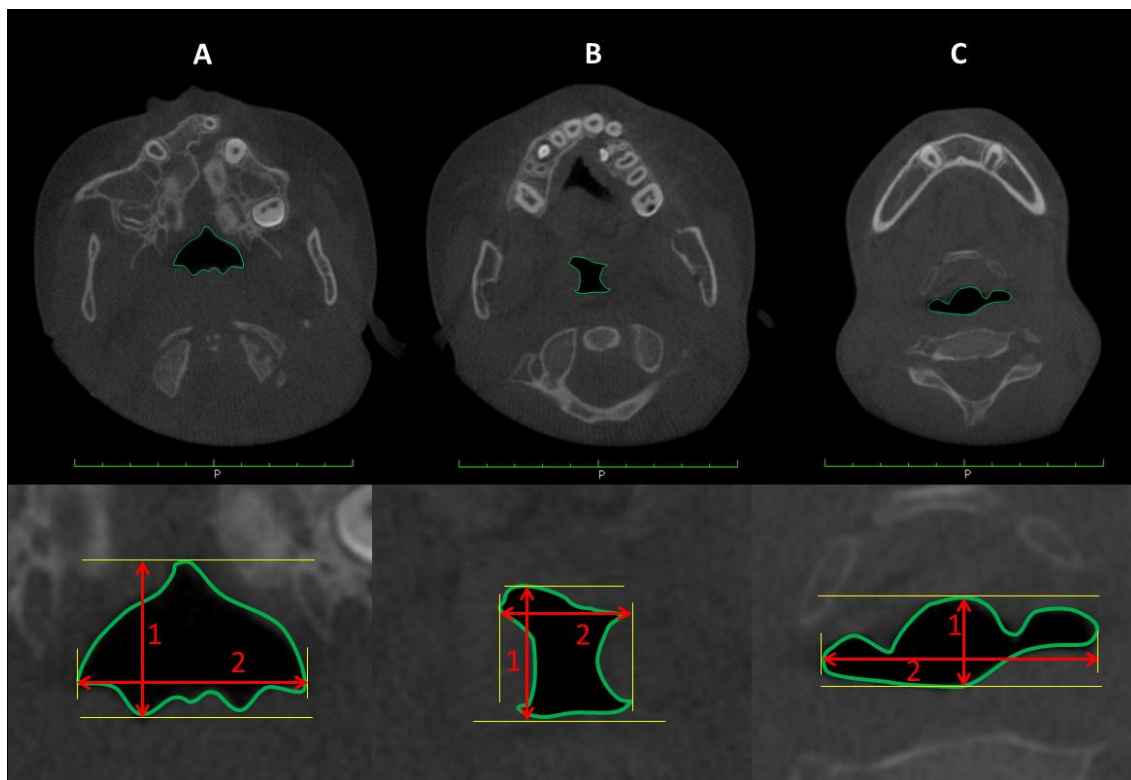


Figura 3. Cortes axiais bidimensionais da orofaringe nos 3 planos definidos de um paciente com FLP: A) limite superior; B) área de maior constrição; C) limite inferior. 1, Diâmetro ântero-posterior; 2, diâmetro transversal. Em verde, a delimitação do contorno interno da área da orofaringe nos 3 planos avaliados.

### *Análises estatísticas*

Dados contínuos foram descritos por meio de valores médios e desvios-padrão. Dados categóricos foram apresentados de maneira numérica e percentual. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para determinação da distribuição normal das variáveis. As análises das medidas foram realizadas a partir de modelos de Equações de Estimação Generalizadas (GEE) para avaliação de dados agrupados, seguido pelo ajuste de Bonferroni para comparações múltiplas. Para avaliação da confiabilidade das mensurações,

exames de TCCB de 10 pacientes foram selecionadas aleatoriamente e todas as medidas foram repetidas pelo mesmo operador (F.A.) com intervalo de 2 semanas, e o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) foi calculado (Tabela 2). Foi utilizado o programa IBM SPSS *Statistics* 20.0 (IBM Corp, Armonk, NY), e o nível de significância estatística foi  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS

As características da amostra avaliada e distribuição dos pacientes de acordo com os grupos, idade cronológica e gênero foram descritas na Tabela 1.

O ICC variou de 0,954 a 0,999, e as mensurações realizadas foram consideradas confiáveis (Tabela 2).

Conforme as análises em TCCB observou-se que as dimensões das vias aéreas orofaríngeas foram semelhantes na comparação entre os grupos com e sem FLP no período inicial (Tabela 3).

Após a ERM pacientes portadores de FLP apresentaram aumento significativo no volume total ( $p=0,007$ ) e na área localizada no limite superior da orofaringe ( $p=0,002$ ) (Tabela 4, Figura 4).

Nos pacientes do grupo sem FLP foi observado aumento significativo na área e diâmetro transverso, no plano correspondente ao limite superior da orofaringe ( $p=0,043$  e  $p=0,005$ , respectivamente). Na região de maior constrição houve aumento significativo no diâmetro transverso ( $p=0,020$ ), associado ao significativo decréscimo no diâmetro ântero-posterior ( $p=0,042$ ).

Embora ambos os grupos tenham apresentado aumento do volume total da orofaringe após a ERM, e mesmo esta medida sendo significativa nos pacientes com FLP (Tabela 4, Figura 4), não houve diferença na dimensão das vias aéreas entre fissurados e não fissurados para nenhuma das variáveis, conforme descrito na Tabela 5.

Quanto às dimensões iniciais da orofaringe, não houve diferença entre os gêneros nos grupos com e sem FLP ( $p > 0,05$ ).

Após a ERM, meninos com FLP apresentaram aumento volumétrico significativo da orofaringe em comparação às meninas ( $p=0,038$ ). No entanto, entre os indivíduos do gênero feminino houve aumento significativo na área ( $p=0,000$ ), bem como nos diâmetros ântero-posterior ( $p=0,013$ ) e transversos ( $p=0,031$ ) das variáveis situadas no limite superior da orofaringe.

Após a ERM, meninos sem FLP apresentaram aumento significativo na área do limite superior ( $p=0,001$ ), e em todas as medidas transversas nos limites superior, inferior e na região de maior constrição da orofaringe ( $p=0,000$ ,  $p=0,038$  e  $p=0,045$ , respectivamente), em comparação às meninas.

**Tabela 1. Características da amostra de pacientes com e sem fissura lábio-palatal de acordo com número, idade e gênero.**

	<i>Com fissura</i>	<i>Sem fissura</i>
Número (N)	30	33
Idade cronológica (anos $\pm$ dp)	10,0 $\pm$ 1,71	10,7 $\pm$ 1,63
Gênero		
N (%)		
Masculino	19 (63,3%)	11 (33,4%)
Feminino	11 (36,7%)	22 (66,6%)



**Tabela 2. Reprodutibilidade das medidas nas vias aéreas orofaríngeas de acordo com o Coeficiente de Correlação Intraclasse.**

<i>Variável</i>	<i>ICC</i>
Volume (mm <sup>3</sup> )	0,997
<b>Região de maior constrição</b>	
Área (mm <sup>2</sup> )	0,954
Diâmetro ântero-posterior (mm)	0,990
Diâmetro transverso (mm)	0,974
<b>Limite Superior</b>	
Área (mm <sup>2</sup> )	0,999
Diâmetro ântero-posterior (mm)	0,992
Diâmetro transverso (mm)	0,997
<b>Limite Inferior</b>	
Área (mm <sup>2</sup> )	0,999
Diâmetro ântero-posterior (mm)	0,995
Diâmetro transverso (mm)	0,999

**Tabela 3. Dimensão das vias aéreas orofaríngeas em pacientes com e sem fissura lábio-palatatal previamente à expansão maxilar (T1).**

Medidas	Com fissura (n=30) média ± dp	Sem fissura (n=33) média ± dp	Diferença média	P
Volume (mm <sup>3</sup> )	7509,3 ± 2644,6	7451,6 ± 3490,7	57,6	0,942
Região de maior constrição				
Área (mm <sup>2</sup> )	122,8 ± 55,8	142,5 ± 81,6	19,7	0,527
Ântero-posterior (mm)	10,4 ± 4,0	11,0 ± 4,3	0,6	0,726
Transverso (mm)	18,8 ± 5,2	19,6 ± 6,5	0,8	0,620
Limite Superior				
Área (mm <sup>2</sup> )	319,7 ± 124,5	303,2 ± 141,3	16,5	0,625
Ântero-posterior (mm)	19,4 ± 6,0	17,8 ± 6,2	1,6	0,311
Transverso (mm)	27,5 ± 4,6	25,2 ± 5,3	2,3	0,067
Limite Inferior				
Área (mm <sup>2</sup> )	177,2 ± 78,8	191,0 ± 75,3	13,8	0,479
Ântero-posterior (mm)	10,4 ± 3,5	11,3 ± 2,9	0,9	0,256
Transverso (mm)	23,6 ± 5,1	24,3 ± 4,9	0,7	0,596
dp, desvio-padrão *P<0,05.				

**Tabela 4. Médias das medidas orofaríngeas em pacientes com e sem fissura lábio-palatal nos períodos inicial (T1) e após (T2) a expansão maxilar.**

Medidas	Com fissura (n=30)			Sem fissura (n=33)			
	T1 ± dp	T2 ± dp	Dif	T1 ± dp	T2 ± dp	Dif	P
Volume (mm <sup>3</sup> )	7509,3 ± 2644,6	8628,6 ± 3095,3	1119,3	7451,6 ± 3490,7	8120,7 ± 3764,7	669,1	0,109
Maior constricção							
Área (mm <sup>2</sup> )	122,8 ± 55,8	120,7 ± 60,8	-2,1	142,5 ± 81,6	143,9 ± 86,5	1,4	0,909
AP (mm)	10,4 ± 4,0	10,1 ± 4,9	-1,4	11,0 ± 4,3	9,7 ± 3,7	-1,3	0,042*
T (mm)	18,8 ± 5,2	19,6 ± 5,1	0,8	19,6 ± 6,5	21,3 ± 6,6	1,7	0,020*
Limite Superior							
Área (mm <sup>2</sup> )	319,7 ± 124,5	371,9 ± 115,0	52,2	303,2 ± 141,3	346,8 ± 126,3	39,6	0,043*
AP (mm)	19,4 ± 6,0	21,4 ± 5,6	2,0	17,8 ± 6,2	19,1 ± 4,5	1,3	0,206
T (mm)	27,5 ± 4,6	28,5 ± 3,7	1,0	25,2 ± 5,3	27,8 ± 5,7	2,6	0,005*
Limite Inferior							
Área (mm <sup>2</sup> )	177,2 ± 78,8	177,1 ± 109,3	-0,1	191,0 ± 75,3	191,1 ± 90,6	0,1	0,997
AP (mm)	10,4 ± 3,5	10,0 ± 4,4	-0,4	11,3 ± 2,9	11,5 ± 7,1	0,2	0,856
T (mm)	23,6 ± 5,1	24,0 ± 4,2	0,4	24,3 ± 4,9	25,1 ± 4,0	0,8	0,115

AP, diâmetro ântero-posterior; T, diâmetro transverso.

dp, desvio-padrão; Dif, diferença média.

\*P<0,05.

**Tabela 5. Dimensão das vias aéreas orofaringeas em pacientes com e sem fissura lábio-palatal após a expansão maxilar (T2).**

Medidas	Com fissura (n=30) média ± dp	Sem fissura (n=33) média ± dp	Diferença média	P
Volume (mm <sup>3</sup> )	8628,6 ± 3095,3	8120,7 ± 3764,7	507,9	0,563
<b>Maior constrição</b>				
Área (mm <sup>2</sup> )	120,7 ± 60,8	143,9 ± 86,5	23,2	0,349
AP (mm)	10,1 ± 4,9	9,7 ± 3,7	0,4	0,956
T (mm)	19,6 ± 5,1	21,3 ± 6,6	1,7	0,242
<b>Limite Superior</b>				
Área (mm <sup>2</sup> )	371,9 ± 115,0	346,8 ± 126,3	25,1	0,413
AP (mm)	21,4 ± 5,6	19,1 ± 4,5	2,3	0,081
T (mm)	28,5 ± 3,7	27,8 ± 5,7	0,7	0,574
<b>Limite Inferior</b>				
Área (mm <sup>2</sup> )	177,1 ± 109,3	191,1 ± 90,6	14,0	0,582
AP (mm)	10,0 ± 4,4	11,5 ± 7,1	1,5	0,289
T (mm)	24,0 ± 4,2	25,1 ± 4,0	1,1	0,210

AP, diâmetro ântero-posterior; T, diâmetro transverso.

dp, desvio-padrão.

\* P<0,05.

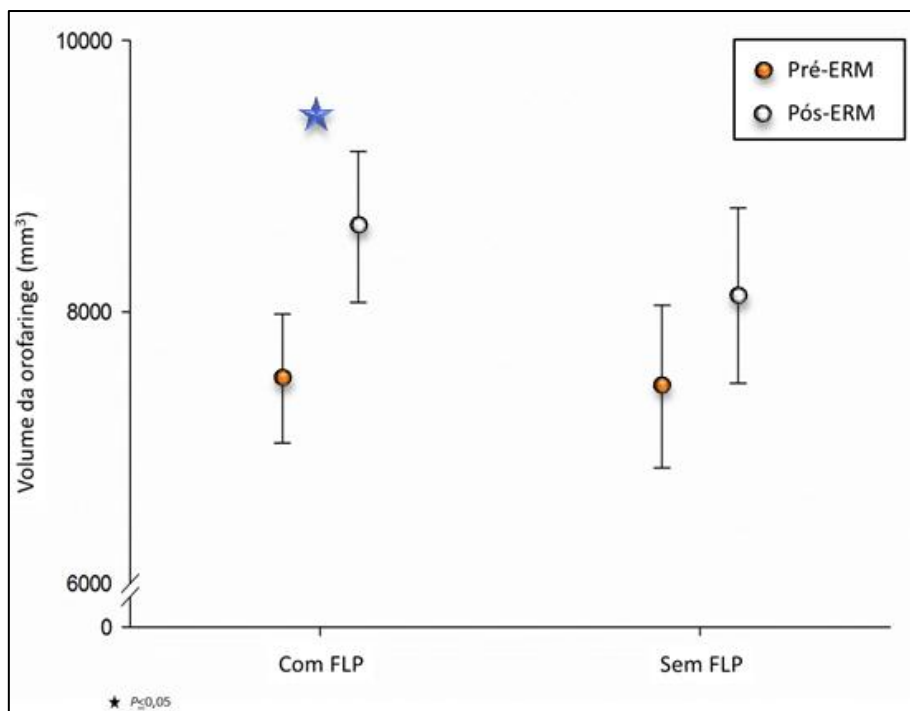


Figura 4. Volume da orofaringe em pacientes com e sem FLP nos períodos inicial (T1) e após a ERM (T2).

## DISCUSSÃO

Os objetivos deste estudo prospectivo foram avaliar e comparar as dimensões das vias aéreas orofaríngeas de pacientes em crescimento com e sem FLP, portadores de atresia maxilar transversa, no período inicial e após a ERM, por meio de TCCB.

Os resultados demonstraram que previamente à ERM, as dimensões da orofaringe de pacientes com e sem FLP foram semelhantes, não apresentando diferenças significativas entre nenhuma das variáveis avaliadas ( $p > 0,05$ ). Em média, o volume inicial da orofaringe foi de  $7509,3\text{mm}^3 \pm 2644,6\text{mm}^3$  no grupo com FLP, e de  $7451,6\text{mm}^3 \pm 3490,7\text{mm}^3$  no grupo sem FLP ( $p = 0,942$ ). Poucos estudos avaliaram o volume das vias aéreas em pacientes com FLP. Todavia, dentre as avaliações tridimensionais disponíveis na literatura,<sup>4,5</sup> os achados foram semelhantes aos do presente estudo, e também não foram observadas diferenças no volume total e na área da orofaringe obtidas em diferentes planos axiais, na comparação entre crianças com e sem FLP. No entanto, a amostra avaliada no estudo de Yoshihara et al<sup>4</sup> foi constituída apenas por meninas japonesas. Já no estudo de Cheung e Oberoi<sup>5</sup> foram incluídos pacientes com diferentes tipos de FLP no mesmo grupo. No presente estudo foram avaliados meninos e meninas distribuídos em dois grupos conforme a presença ou não de FLP. Além disso, foram avaliados apenas pacientes com fissura do tipo transforame incisivo unilateral, sendo este um diferencial do presente estudo.

Estudos realizados em amostras de pacientes em crescimento sem FLP têm demonstrado que fatores como a deficiência maxilar transversa<sup>2</sup> e a respiração bucal<sup>26</sup> podem trazer impactos negativos sobre as dimensões da orofaringe. Zhao et al<sup>2</sup> observaram que o volume da orofaringe foi significativamente menor em pacientes com deficiência maxilar transversa, em comparação àqueles que não apresentam constrições maxilares, pois frequentemente a atresia do arco superior está associada à baixa postura da língua, o que pode contribuir para o estreitamento das vias aéreas.<sup>27-29</sup> Alves Jr et al<sup>26</sup> constataram que o volume médio da orofaringe em indivíduos respiradores bucais foi de  $5594,7\text{mm}^3 \pm 1878,8\text{mm}^3$ ; enquanto que em pacientes respiradores nasais a média foi de  $8171,3\text{mm}^3 \pm 1710,3\text{mm}^3$ , indicando que as

dimensões da orofaringe foram, em média, 31,5% menores nos respiradores bucais. No entanto, assim como no presente estudo, as amostras avaliadas por estes pesquisadores não foram classificadas de acordo com o padrão facial e relações maxilo-mandibulares no sentido ântero-posterior. Porém, a variação destes aspectos entre pacientes poderia interferir no volume e morfologia das vias aéreas, conforme sugerido por Grauer et al<sup>1</sup> e El e Palomo<sup>3</sup>.

A idade também é um fator citado como capaz de influenciar as dimensões das VAS. Yoshihara et al<sup>4</sup> observaram que a orofaringe de adolescentes (média de idade de 15,4±1,4 anos) é maior em relação às mesmas medidas realizadas em crianças (média de idade de 10,9±1,2 anos). Entretanto, os referidos autores observaram que não houve diferenças dimensionais entre a orofaringe de crianças e adolescentes com FLP (médias de idade de 10,6±1,2 anos e 14,7±1,2 anos, respectivamente), sugerindo hipodesenvolvimento desta estrutura em indivíduos com fissura. Na presente avaliação, a média de idade inicial dos dois grupos foi semelhante (no grupo com FLP foi de 10,0±1,71 anos, e de 10,7±1,63 anos no grupo sem FLP). Em um estudo utilizando telerradiografias de perfil, Taylor et al<sup>30</sup> verificaram que as dimensões lineares da orofaringe aumentam entre os 6 e 9 anos de idade, e entre os 12 e 15 anos. Porém, entre os 9 e 12 anos apresentaram pequenas alterações. Segundo os autores, as medidas das VAS são afetadas pelo crescimento, hipertrofia de tonsilas e adenóides, bem como pela remoção cirúrgica destas estruturas. No entanto, salienta-se que o referido estudo<sup>30</sup> não foi longitudinal, sendo que os dados de diferentes pacientes foram coletados em tempo único. Chiang et al<sup>31</sup> realizaram avaliações tridimensionais em 387 pacientes, por meio de TCCB, e observaram que o volume total das vias aéreas aumentou durante o período de crescimento, porém de maneira diferente na comparação entre os gêneros.<sup>31</sup> Meninos apresentaram maior volume médio das vias aéreas do que meninas. Dos 7 aos 18 anos o aumento no volume da orofaringe foi constante nos pacientes do gênero feminino. Em contraste, nos meninos houve pequena ampliação dos 8 aos 10 anos; porém a partir dos 11 até os 18 anos o aumento no volume das vias aéreas ocorreu com maior velocidade.<sup>31</sup> Porém, na presente avaliação não foi observada influência do gênero nas dimensões iniciais da orofaringe de pacientes com e sem FLP ( $p>0,05$ ).

Segundo Zhao et al,<sup>2</sup> não há evidência de que a ERM amplie o volume das vias aéreas orofaríngeas, em estudo constituído por 24 pacientes com atresia maxilar comparados a um grupo controle de 24 indivíduos, com idades entre 8,6 e 15,8 anos. No estudo de Smith et al,<sup>32</sup> que realizaram complexa segmentação e avaliação individual das diferentes porções das vias aéreas (cavidade nasal, nasofaringe, orofaringe, hipofaringe e seios maxilares), a ERM promoveu aumento significativo nos volumes da cavidade nasal (15,2%) e nasofaringe (16,2%); mas a região da orofaringe permaneceu estável, com inexpressivo aumento de 1,7%, em uma amostra de 20 pacientes, entre 8 e 15 anos, com deficiência maxilar transversa. Entretanto, a limitação destes estudos foi a ausência de controle sobre a posição da língua no momento da obtenção das imagens de TCCB<sup>2</sup> e TC helicoidal<sup>32</sup> em posição supina, podendo afetar a forma e tamanho da orofaringe<sup>2</sup>. De acordo com El e Palomo,<sup>6</sup> ERM proporciona aumento significativo na passagem nasal, porém não promove alteração significativa no volume das vias aéreas orofaríngeas, em estudo que avaliou 70 pacientes divididos em dois grupos de 35 indivíduos, conforme a presença ou ausência de atresia maxilar.

A ERM tem sido indicada também como um método terapêutico em casos de apneia obstrutiva do sono,<sup>33,34</sup> pois além de tratar a atresia maxilar transversa, promove a redução da resistência nasal e do índice de apneia-hipopneia em pacientes com distúrbios do sono.<sup>35</sup> Pesquisadores que avaliaram as vias aéreas nasais por meio de rinometria acústica e rinomanometria, concluíram que a ERM resulta em alargamento efetivo da cavidade nasal<sup>36</sup> e aumento do volume internasal.<sup>37</sup> Outra alteração observada em consequência da ERM é a postura mais superior da língua, contribuindo para o aumento das VAS.<sup>38</sup>

Em curto prazo, o presente estudo demonstrou alterações no volume total da orofaringe em ambos os grupos após a ERM. No entanto, os pacientes com FLP apresentaram acréscimo significativo de 14,9% (1119,3mm<sup>3</sup>) nas dimensões desta estrutura (p=0,007). Já, no grupo sem FLP houve aumento de 8,9% (669,1mm<sup>3</sup>) (p=0,109) no volume da orofaringe, embora não tenha sido estatisticamente significativo. Apesar disso, no período T2, todas as variáveis, para ambos os grupos, permaneceram semelhantes quando comparadas entre si (p>0,05) (Tabela 5).



A ERM promoveu o aumento significativo na área do limite superior da orofaringe, situado imediatamente na porção posterior do palato duro, em ambos os grupos. Pacientes sem FLP apresentaram ainda significativo alargamento no sentido transversal da orofaringe nas regiões superior e na região de maior constrição. No entanto, estas diferenças não resultaram em ganho quantitativo real no volume total da orofaringe. Possivelmente estas alterações locais resultaram da adaptação dos tecidos moles.

O aumento significativo no volume da orofaringe, observado após a ERM nos pacientes com FLP, pode ter sido resultado do protocolo de tratamento adotado, com ativação de 1 volta completa por dia nos pacientes com FLP e ½ volta nos indivíduos sem FLP, apesar da quantidade de ativação final ter sido semelhante em ambos os grupos (8mm). A ERM pode ter promovido o afastamento dos segmentos maxilares e de tecidos moles adjacentes, incluindo as VAS. De acordo com a literatura, os aparelhos expansores podem produzir forças de até 120 Newtons (12,2Kgf) para promover a abertura da sutura palatina mediana e afastamento lateral dos processos maxilares.<sup>39-43</sup> No entanto, segundo Holberg et al,<sup>43</sup> não é necessária a utilização de forças pesadas para ERM em pacientes com FLP, devido à menor resistência transversal da maxila, ocasionada pela ausência da sutura palatina mediana, sendo que 5N (0,51Kgf) já seria suficiente para obtenção de efeitos esqueléticos nestes indivíduos.

Embora, no presente estudo, a ERM tenha promovido alterações dimensionais nas vias aéreas, a literatura não informa de maneira clara e, portanto ainda não se sabe o quanto estas mudanças são clinicamente significativas na respiração.<sup>44,45</sup> Todavia, sabe-se que a resistência nasal de pacientes com FLP é de 20% a 30% maior do que em pacientes sem FLP.<sup>46</sup> Além das deformidades nasais, que dificultam a respiração, as obstruções naso-orofaríngeas causadas por sinusites crônicas são frequentes, e estão entre os desafios do tratamento multidisciplinar de pacientes com FLP.<sup>47</sup> As secreções nasais são constituídas por líquido, e nas imagens de TCCB podem ser caracterizadas como tecidos moles (valor de pixel próximo à zero), de acordo com os tons da escala de cinza.<sup>48</sup> Dessa maneira, este fator pode ter influenciado na segmentação do volume da orofaringe do período T1 para T2, em determinados pacientes.

Após a ERM foram observadas diferenças entre meninos e meninas quanto às medidas na orofaringe. Meninos com FLP apresentaram aumento volumétrico significativo da orofaringe em comparação às meninas ( $p=0,038$ ). Meninos sem FLP apresentaram aumento significativo na área do limite superior ( $p=0,001$ ), e em todas as medidas transversas nos limites superior, inferior e na região de maior constrição da orofaringe ( $p=0,000$ ,  $p=0,038$  e  $p=0,045$ , respectivamente), em comparação às meninas. No entanto, estes achados devem ser vistos com cautela, pois devido à distribuição aleatória dos pacientes nos grupos não ter sido equitativa entre os gêneros, este acontecimento, pode ter sido ocasional. No estudo retrospectivo de Abransom et al,<sup>49</sup> que propuseram um método para avaliação das vias aéreas orofaríngeas por meio de TC, não foram observadas diferenças significativas no volume e na área de maior constrição das vias aéreas entre meninos e meninas com até 16 anos de idade.

Quanto aos meios para avaliação das vias aéreas naso-orofaríngeas, os cefalogramas 2D, obtidos a partir de telerradiografias laterais, eram considerados, até então, o padrão-ouro para este tipo de análise,<sup>50</sup> sendo amplamente utilizados em diversos estudos.<sup>30,37,51-57</sup> Embora as imagens radiográficas apresentem distorção, magnificação e superposição de estruturas anatômicas,<sup>20</sup> podem ser úteis para analisar o tamanho das vias aéreas no plano sagital, mas não descrevem a anatomia tridimensionalmente.<sup>5</sup> O método de rinometria acústica fornece dados 3D para avaliação das VAS. No entanto, segundo Hilberg et al,<sup>58</sup> que foram os idealizadores da técnica, esta apresenta limitações inerentes à perda de precisão das medidas em decorrência de desvios ou obstruções, observadas especialmente na região posterior da cavidade nasal. A tomografia computadorizada (TC) permite a obtenção de medidas precisas para avaliação das VAS, a partir da utilização da unidade de Hounsfield ou valor de pixel, que se baseia na escala de tons de cinza, para delimitação tridimensional entre os tecidos moles e o ar.<sup>59</sup> Porém, em TC as imagens são obtidas com o paciente em posição supina, e por influência da gravidade, ocorre o movimento posterior da língua e do palato mole, promovendo a redução da área da orofaringe.<sup>60</sup> A TCCB tornou as imagens 3D mais acessíveis para aplicação na Odontologia, por apresentar mínima distorção, menor dose de radiação, menor custo e alta resolução das imagens

em comparação à TC convencional.<sup>20-24</sup> Os dados tomográficos são obtidos com o paciente sentado, o que se torna importante para preservar as relações fisiológicas entre os tecidos duros e moles, já que o volume das vias aéreas é influenciado pela postura da cabeça.<sup>26</sup> Pelas vantagens que apresenta em relação aos demais tipos de exames por imagem e pela confiabilidade das medidas,<sup>5,61,62</sup> a TCCB tornou-se o método preferencial para avaliação das VAS.<sup>63</sup>

Há grande variedade de programas para visualização e análises de arquivos no formato DICOM, obtidos por meio de acesso livre ou disponíveis no mercado.<sup>48,62</sup> Conforme estudos recentes, o programa OsiriX foi considerado confiável para determinação da escala de tons de cinza,<sup>48</sup> detecção dos limites da orofaringe em imagens 2D, bem como, sua reconstrução volumétrica 3D.<sup>62</sup> Dessa maneira, no presente estudo foi utilizado o *software* OsiriX MD, que difere da versão gratuita por permitir que os exames sejam acessados com sua máxima resolução, além de ser aprovado pelo FDA (*United States Food and Drug Administration*) e certificado para fornecimento de diagnóstico por imagem.

Todavia, as limitações do presente estudo estão relacionadas às alterações involuntárias do ciclo respiratório, que é um processo dinâmico e, especialmente em crianças, apresenta difícil controle durante o tempo de escaneamento para obtenção das imagens de TCCB. A segmentação e reconstrução do volume de determinada estrutura, como a orofaringe, depende da qualidade das imagens.<sup>62</sup> No entanto, o movimento pode produzir artefatos e conseqüentemente pode influenciar na acurácia da segmentação.<sup>62</sup> Dessa maneira, assim como em outros tipos de avaliações realizadas em tecidos moles, as imagens das vias aéreas estão sujeitas a compensações que podem influenciar o tamanho e a forma destas estruturas.

Futuros estudos poderão analisar as vias aéreas superiores para comparar diferenças tridimensionais na faringe (naso, oro e hipofaringe) e cavidade nasal de pacientes com e sem fissura, bem como avaliar os efeitos da ERM com diferentes tipos de aparelhos. São necessários estudos para elucidar o quanto das alterações dimensionais observadas quantitativamente seriam clinicamente significativas e percebidas na função respiratória.

## CONCLUSÕES

A dimensão da orofaringe de pacientes em crescimento, portadores de atresia maxilar transversa, com ou sem FLP foi semelhante. A ERM promoveu aumento no volume da orofaringe em ambos os grupos, sendo significativo em pacientes com FLP. Pacientes sem FLP apresentaram significativo alargamento no limite superior e na região de maior constrição da orofaringe.

## REFERÊNCIAS

1. Grauer D, Cevidanes LHC, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: Relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:805-14.
2. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah, JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S71-8.
3. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:e511-e521.
4. Yoshihara M, Terajima M, Yanagita N, Hyakutake H, Kanomi R, Kitahara T, Takahashi I. Three-dimensional analysis of the pharyngeal airway morphology in growing Japanese girls with and without cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:S92-101.
5. Cheung T, Oberoi S. Three Dimensional Assessment of the Pharyngeal Airway in Individuals with Non-Syndromic Cleft Lip and Palate. *PLoS ONE* 2012;7:e43405.
6. El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion A CBCT study. *Angle Orthod.* 2013 Jul 18. [Epub ahead of print]
7. Kushida CA, Efron B, Guilleminault C. A predictive morphometric model for the obstructive sleep apnea syndrome. *Ann Intern Med* 1997;127:581-7.
8. Seto BH, Gotsopoulos H, Sims MR, Cistulli PA. Maxillary morphology in sleep apnoea syndrome. *Eur J Orthod* 2001;23:703-14.
9. Johal A, Conaghan C. Maxillary morphology in obstructive sleep apnoea: a cephalometric and model study. *Angle Orthod* 2004;74:648-56.
10. Silva Filho OG, Almeida RR. Fissuras lábio-palatais: o que o cirurgião dentista precisa saber. *Rev Fac Odont Lins* 1992;5:7-18.
11. Timms DJ. *Rapid Maxillary Expansion*. Chicago:Quintessence Publishing; 1981:140p.
12. Gautam Z, Zhao L, Patel P. Biomechanical response of the maxillofacial skeleton to transpalatal orthopedic force in a unilateral palatal cleft *Angle Orthod* 2011;81:503-9.
13. Linder-Aronson S, Aschan G. Nasal resistance to breathing and palatal height before and after expansion of the median palatine suture. *Odontol Revy.* 1963;14:254-70.
14. Hershey G, Stewart B, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1976;69:274-84.

15. Warren DW, Hershey G, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM. The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:111-6.
16. Tindlund RS, Rygh P, Boe OE. Intercanine widening and sagittal effect of maxillary transverse expansion in patients with cleft lip and palate during the deciduous and mixed dentitions. *Cleft Palate Craniofac J* 1993;30:195-207.
17. Doruk C, Bicakci AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2004;74:184-94.
18. Isaacson RJ, Murphy TD. Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *Angle Orthod* 1964;34:143-54.
19. Okhiba T, Hanada T. Adaptive functional changes in the swallowing pattern of the tongue following expansion of the maxillary dental arch in subjects with and without cleft palate. *Cleft Palate Craniofac J* 1989;26:21-30.
20. Kumar V, Ludlow J, Cevidanes LHS, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod* 2008;78:873-9.
21. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol.* 2003;32:229-34.
22. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003;6(suppl 1):31-6.
23. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:257-65.
24. Weissheimer A, Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:366-76.
25. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod* 2005;75:895-903.
26. Alves Jr M, Baratieri C, Mattos CT, Brunetto D, Fontes RC, Santos JRL, Ruellas ACO. Is the airway volume being correctly analyzed? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:657-61.
27. Subtelny JD. The significance of adenoid tissue in orthodontia. *Angle Orthod* 1954;24:59-69.

28. Linder-Aronson S. Adenoids: their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. *Acta Otolaryngol Suppl* 1970; 265:1-132.
29. Chang Y, Koenig LJ, Pruszynski JE, Bradley TG, Bosio JA, Liu D. Dimensional changes of upper airway after rapid maxillary expansion: A prospective cone-beam computed tomography study *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:462-70.
30. Taylor M, Hans MG, Strohl KP, Nelson S, Broadbent BH. Soft tissue growth of the oropharynx. *Angle Orthod* 1996;66:393-400.
31. Chiang CC, Jeffres MN, Miller A, Hatcher DC. Three-dimensional airway evaluation in 387 subjects from one university orthodontic clinic using cone beam computed tomography *Angle Orthod* 2012;82:985-92.
32. Smith T, Ghoneima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S, Kula K. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:618-26.
33. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1980;77:500-7.
34. Schmidt-Nowara W, Lowe AA, Wiegand L, Cartwright R, Perez-Guerra F, Menns S. Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep: a review. *Sleep* 1995;18:501-10.
35. Cistulli PA, Palmisano RG, Poole MD. Treatment of obstructive sleep apnea syndrome by rapid maxillary expansion. *Sleep* 1998;21:831-5.
36. Compadretti GC, Tasca I, Bonetti GA. Nasal airway measurements in children treated by rapid maxillary expansion. *Am J Rhinol* 2006;20:385-93.
37. Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Kucukkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod* 2002;72:118-23.
38. Ozbek MM, Memikoglu UTT, Altug-Atac AT, Lowe AA. Stability of maxillary expansion and tongue posture. *Angle Orthod* 2009;79:214-20.
39. Isaacson RJ, Wood JL, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part I. Design of the force measuring system. *Angle Orthod* 1964;34:256-60.
40. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part II. Forces present during treatment. *Angle Orthod* 1964;34:261-70.
41. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part III. Forces present during retention. *Angle Orthod* 1965;35:178-86.

42. Sander C, Huffmeier S, Sander FM, Sander FG. Initial results regarding force exertion during rapid maxillary expansion in children. *J Orofac Orthop* 2006;67:19-26.
43. Holberg C, Holberg N, Schwenzer K, Wichelhaus A, Rudzki-Janson I. Biomechanical analysis of maxillary expansion in CLP patients. *Angle Orthod* 2007;77:280-87.
44. Gordon JM, Rosenblatt M, Witmans M, Carey JP, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Rapid palatal expansion effects on nasal airway dimensions as measured by acoustic rhinometry. A systematic review. *Angle Orthod* 2009;79:1000-7.
45. Baratieri C, Alves Jr M, Souza MMG, Araujo MTS. Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:146-56.
46. Warren DW, Duany LF, Fischer ND. Nasal pathway resistance in normal and cleft lip and palate subjects. *Cleft Palate J* 1969;6:134-40.
47. Drake AF, Rosenthal LH. Otolaryngologic challenges in cleft/craniofacial care. *Cleft Palate Craniofac J* 2013;50:734-43.
48. Azeredo F Menezes LM, Enciso R, Weissheimer A, Oliveira RB. Computed gray levels in multislice and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:147-55.
49. Abramson Z, Susarla S, Troulis M, Kaban L. Age-related changes of the upper airway assessed by 3-dimensional computed tomography. *J Craniofac Surg* 2009; 20(Suppl1):657-63.
50. Malkoc S, Usumez S, Nur M, Donaghy CE. Reproducibility of airway dimensions and tongue and hyoid positions on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:513-6.
51. King EW. A roentgenographic study of pharyngeal growth. *Angle Orthod* 1952; 22:23-37.
52. Tourne LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:129-39.
53. Rose E, Thissen U, Otten JE, Jonas I. Cephalometric Assessment of the Posterior Airway Space in Patients With Cleft Palate After Palatoplasty. *Cleft Palate Craniofac J* 2003;40:498-503.
54. Sayinsu K, Isik F, Arun T. Sagittal airway dimensions following maxillary protraction: a pilot study. *Eur J Orthod*. 2006;28(2):184-189.
55. Martin O, Muelas L, Viñas MJ. Nasopharyngeal cephalometric study of ideal occlusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:436.e1-436.e9.



56. Kiliç AS, Arslan SG, Kama JD, Ozer T, Dari O. Effects on the sagittal pharyngeal dimensions of protraction and rapid palatal expansion in Class III malocclusion subjects. *Eur J Orthod*. 2008;30(1):61-66.
57. Aydemir H, Memikoglu U, Karasu H. Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. *Angle Orthod* 2012;82:993-1000.
58. Hilberg O. Objective measurement of nasal airway dimensions using acoustic rhinometry: methodological and clinical aspects. *Allergy* 2002;57(suppl 70):5–39.
59. Aras I, Olmez S, Dogan S. Comparative evaluation of nasopharyngeal airways of unilateral cleft lip and palate patients using three-dimensional and two-dimensional methods. *Cleft Palate Craniofac J* 2012;49:e75-e81.
60. Ayappa I, Rapoport DM. The upper airway in sleep: physiology of the pharynx. *Sleep Med Rev* 2003;7:9-33.
61. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, et al. (2009) Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:468-79.
62. Weissheimer A, Menezes LM, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:801-13.
63. Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of crosssection airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:102-8.

## 7. CONCLUSÃO GERAL

Além da correção da deficiência maxilar transversa, a literatura tem indicado que a ERM promove relevantes alterações nas vias aéreas superiores, especialmente na cavidade nasal e nasofaringe. Diversos métodos de diagnóstico têm sido utilizados para avaliação dos efeitos da ERM sobre as vias aéreas em pacientes com e sem fissuras lábio-palatais.

A dimensão da orofaringe de pacientes em crescimento, portadores de atresia maxilar transversa, com ou sem FLP foi semelhante, em análise a partir de TCCB. A ERM promoveu aumento no volume da orofaringe em ambos os grupos, sendo significativo em pacientes com FLP. Pacientes sem FLP apresentaram significativo alargamento no limite superior e na região de maior constrição da orofaringe.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, et al. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:468-79.

Abramson Z, Susarla S, Troulis M, Kaban L. Age-related changes of the upper airway assessed by 3-dimensional computed tomography. *J Craniofac Surg* 2009; 20(Suppl1):657-63.

Abreu MC, Azeredo F, Rizzato SMD, Menezes LM. Caracterização das anomalias dentárias de pacientes portadores de fissuras lábio-palatais em tomografia computadorizada cone beam. *Ortodon Gauch* 2013;XVII:17-26.

Aiello CA, Silva Filho OG, Freitas JAS. Fissuras labiopalatais: uma visão contemporânea do processo reabilitador. Cap.3, p.111-138, In: Mugayar LRF. *Pacientes Portadores de Necessidades Especiais: Manual de Odontologia e Saúde Oral*. São Paulo:Pancast, 2000.

Aljohar A, Ravichandran K, Subhani S. Pattern of cleft lip and palate in hospital-based population in Saudi Arabia: retrospective study. *Cleft Palate Craniofac J* 2008;45:592-6.

Alves Jr M, Baratieri C, Mattos CT, Brunetto D, Fontes RC, Santos JRL, Ruellas ACO. Is the airway volume being correctly analyzed? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:657-61.

Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent Cosm* 1860;1:540-544.

Aras I, Olmez S, Dogan S. Comparative Evaluation of Nasopharyngeal Airways of Unilateral Cleft Lip and Palate Patients Using Three-Dimensional and Two-Dimensional Methods. *Cleft Palate Craniofac J* 2012;49:e75-e81.

Azeredo F Menezes LM, Enciso R, Weissheimer A, Oliveira RB. Computed gray levels in multislice and cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:147-55.

Ayappa I, Rapoport DM. The upper airway in sleep: physiology of the pharynx. *Sleep Med Rev* 2003;7:9-33.

Aydemir H, Memikoglu U, Karasu H. Pharyngeal airway space, hyoid bone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. *Angle Orthod* 2012;82:993-1000.

Baratieri C, Alves Jr M, Souza MMG, Araujo MTS. Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:146-56.

Barcellos J. Fissuras Lábio-palatinas. Cap.19, p.321-334. In: Zanini, SA. *Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial*. Rio de Janeiro:Revinter, 1990.

Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Küçükkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod* 2002;72:118-123.

Bench RW. Growth of the cervical vertebrae as related to tongue, face and denture behavior. *Am J Orthod* 1963; 49:183-214.

Bicakci AA , Agar U, Sokucu O, Babacan H, Doruk C. Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing. *Angle Orthod* 2005;75:1-6.

Biederman W. A hygienic appliance for rapid expansion. *J Clin Orthod* 1968;2:67-70.

Biederman W, Chen B. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod* 1973;63:47-55.

Bishara SE, Stanley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:3-14.

Brodie AG. Emerging concepts of facial growth. *Angle Orthod* 1971;41:103-18.

Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod* 2009;79:150-7.

Buccheri A, Dilella G, Stella R. Rapid palatal expansion and pharyngeal space: Cephalometric evaluation. *Prog Orthod* 2004;5:160-71.

Burgess BL. Pharyngeal airway volume following maxillomandibular advancement surgery utilizing cone beam computed tomography. 2008;60p. Thesis, Saint Louis University, Saint Louis.

Buschang PH, Porter C, Genecov E, Genecov D, Sayler KE. Face mask therapy of preadolescents with unilateral cleft lip and palate. *Angle Orthod* 1994;64:145-50.

Capelozza Filho L, et al. Rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *J Clin Orthod* 1994;XXVIII:34-9.

Capelozza Filho L, Silva Filho OG. Expansão rápida da maxila: considerações gerais e aplicação clínica: Parte I. *Dental Press Ortodon* 1997;2:88-92.

Chaconas S J, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. *Am J Orthod* 1982;82:492-501.

Chang Y, Koenig LJ, Pruszynski JE, Bradley TG, Bosio JA, Liu D. Dimensional changes of upper airway after rapid maxillary expansion: A prospective cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:462-70.

Cheung T, Oberoi S. Three dimensional assessment of the pharyngeal airway in individuals with non-syndromic cleft lip and palate. *PLoS ONE* 2012;7:e43405.

Chiang CC, Jeffres MN, Miller A, Hatcher DC. Three-dimensional airway evaluation in 387 subjects from one university orthodontic clinic using cone beam computed tomography *Angle Orthod* 2012;82:985-92.

Chiari S, Romsdorfer P, Swoboda H, Bantleon HP, Freudenthaler J. Effects of rapid maxillary expansion on the airways and ears - a pilot study. *Eur J Orthod* 2009;31:135-41.

Chung CH, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;126:569–75.

Cistulli PA, Palmisano RG , Poole MD. Treatment of obstructive sleep apnea syndrome by rapid maxillary expansion. *Sleep* 1998;21:831-5.

Compadretti GC , Tasca I, Alessandri-Bonetti G, Peri S, D'Addario A. Acoustic rhinometric measurements in children undergoing rapid maxillary expansion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70:27-34.

Compadretti GC , Tasca I, Bonetti GA . Nasal airway measurements in children treated by rapid maxillary expansion. *Am J Rhinol* 2006;20:385-93.

de Felipe, N. L. et al. Relationship between rapid maxillary expansion and nasal cavity size and airway resistance: short- e long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:370-82.

Derijcke A, Eerens A, Carels C. The incidence of oral clefts: a review. *Br J Oral Maxillofac Surg* 1996;34:488-94.

Doruk C, Bicakci AA, Basciftci FA, Agar U, Babacan H. A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod* 2004;74:184-94.

Doruk C, Sokucu O, Bicakci AA, Yilmaz U, Tas F. Comparison of nasal volume changes during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry and computed tomography. *Eur J Orthod* 2007; 29:251-5.

Drake AF, Rosenthal LH. Otolaryngologic challenges in cleft/craniofacial care. *Cleft Palate Craniofac J* 2013;50:734-43.

Durzo CA, Brodie AG. Growth behavior of the hyoid bone. *Angle Orthod* 1962; 32:193-204.

EI H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137(Suppl):S50-2.

EI H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:e511-e521.

EI H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion A CBCT study. *Angle Orthod*. 2013 Jul 18. [Epub ahead of print]

Enoki C, Valera FC, Lessa FC, Elias AM, Matsumoto MA, Anselmo-Lima WT. Effect of rapid maxillary expansion on the dimension of the nasal cavity and on nasal air resistance. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70:1225-30.

Fairburn SC, Waite PD, Vilos G, Harding SM, Bernreuter W, Cure J, Cherala S. Three-dimensional changes in upper airways of patients with obstructive sleep apnea following maxillomandibular advancement. *J Oral Maxillofac Surg* 2007;65:6-12.

Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:257-65.

Gallarreta FWM. Efeito da expansão rápida da maxilla sobre a nasofaringe e o volume nasal: avaliação por ressonância magnética e rinometria acústica. 2010; 103p. Tese, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Coelho RA. Rapid maxillary expansion -tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod* 2005;75:548-57.

Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K, Farrage JR, Kin JS, Taylor GD. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:8-9.

Gautam Z, Zhao L, Patel P. Biomechanical response of the maxillofacial skeleton to transpalatal orthopedic force in a unilateral palatal cleft *Angle Orthod* 2011;81:503-9.

German RZ, Palmer JB. Anatomy and development of oral cavity and pharynx. *GI Motility online* [www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo5.html](http://www.nature.com/gimo/contents/pt1/full/gimo5.html). Accessed on Oct 30, 2013.

Gordon JM, Rosenblatt M, Witmans M, Carey JP, Heo G, Major PW, Flores-Mir C. Rapid palatal expansion effects on nasal airway dimensions as measured by acoustic rhinometry. A systematic review. *Angle Orthod* 2009;79:1000-7.

Grauer D. Airway volume and shape from cone-beam CT relationship to facial morphology. 2007;52p. Thesis, University of North Carolina, Chapel Hill.

Grauer D, Cevitanes LHC, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: Relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:805-14.

Gray LP. Results of 310 cases of rapid maxillary expansion selected for medical reasons. *J Laryngol Otol* 1975;89:601-14.

Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73-90.

Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1965;35:200-17.

Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod* 1970;57:219-55.

Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod* 1980;50:189-217.

Habersack K, Karoglan A, Sommer B, Benner KU. High-resolution multislice computerized tomography with multiplanar and 3-dimensional reformation imaging in rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131:776-781.

Hairfield WM, Warren DW, Seaton DL. Prevalence of mouth breathing in cleft lip and palate. *Cleft Palate J* 1988;25:135-38.

Handelman CS, Pruzansky S. Occlusion and dental profile with complete bilateral cleft lip and palate. *Angle Orthod* 1968;38:185-98.

Hartgerink DV, Vig PS, Abbott DW. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:381-9.

Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1976;69:274-84.

Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl Physiol* 1989;66:295-303.

- Hilberg O. Objective measurement of nasal airway dimensions using acoustic rhinometry: methodological and clinical aspects. *Allergy* 2002;57(suppl 70):5–39.
- Holberg C, Holberg N, Schwenzer K, Wichelhaus A, Rudzki-Janson I. Biomechanical Analysis of Maxillary Expansion in CLP Patients. *Angle Orthod.* 2007;77:280-87.
- Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part II. Forces present during treatment. *Angle Orthod* 1964;34:261-70
- Isaacson RJ, Murphy TD. Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients. *Angle Orthod* 1964;34:143-54.
- Isaacson RJ, Wood JL, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part I. Design of the force measuring system. *Angle Orthod* 1964;34:256-60.
- Jaruratanasirikul S, Chichareon V, Pattanapreechawong N, Sangsupavanich P. Cleft lip and/or palate: 10 years' experience at a pediatric cleft center in Southern Thailand. *Cleft Palate Craniofac J* 2008;456:597-602.
- Johal A, Conaghan C. Maxillary morphology in obstructive sleep apnoea: a cephalometric and model study. *Angle Orthod* 2004;74:648-56.
- Kawakami M, Yagi T, Takada K. Maxillary expansion and protraction in correction of midface retrusion in a complete unilateral cleft lip and palate patient. *Angle Orthod.* 2002;72:355-61.
- Kilingç AS, Arslan SG, Kama JD, Ozer T, Dari O. Effects on the sagittal pharyngeal dimensions of protraction and rapid palatal expansion in Class III malocclusion subjects. *Eur J Orthod.* 2008;30(1):61-66.
- Kim NY, Baek SH. Cleft sidedness and congenitally missing or malformed permanent maxillary lateral incisors in Korean patients with unilateral cleft lip and alveolus or unilateral cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:752-8.
- King EW. A roentgenographic study of pharyngeal growth. *Angle Orthod* 1952; 22:23-37.
- Kirjavainen M, Kirjavainen T. Upper airway dimensions in Class II malocclusion. Effects of headgear treatment. *Angle Orthod* 2007;77:1046-53.
- Kumar V, Ludlow J, Cevitanes LHS, Mol A. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod* 2008;78:873-79.
- Kushida CA, Efron B, Guilleminault C. A predictive morphometric model for the obstructive sleep apnea syndrome. *Ann Intern Med* 1997;127:581-7.
- Levrini L, Filippi V. A fan shaped maxillary expander. *J Clin Orthod* 1999;33:642-43.



Linder-Aronson S, Aschan G. Nasal resistance to breathing and palatal height before and after expansion of the median palatine suture. *Odontol Revy.* 1963;14:254-70.

Linder-Aronson S. Adenoids: their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. *Acta Otolaryngol Suppl* 1970; 265:1-132.

Lione, R. et al. Treatment and posttreatment skeletal effects of rapid maxillary expansion studied with low-dose computed tomography in growing subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthoped* 2008;134:389-92.

Liou EJW, Tsai WC. A new protocol for maxillary protraction in cleft patients: Repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate J* 2005;42:121-27.

Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:229-34.

Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2004;126:308-9.

Malkoc S, Usumez S, Nur M, Donaghy CE. Reproducibility of airway dimensions and tongue and hyoid positions on lateral cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128:513-6.

Marchioro EM, Martins JCR, Roithmann R, Rizzato SMD, Hahn L. Efeito da expansão rápida da maxila na cavidade nasal avaliado por rinometria acústica. *Rev Dent Press Ortodon Ortoped Facial* 2001;6:31-8.

Martin O, Muelas L, Viñas MJ. Nasopharyngeal cephalometric study of ideal occlusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:436.e1-436.e9.

McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod* 1981;51:269-300.

Menezes LM, Azeredo F, Weissheimer A, Rizzato JL, Rizzato SMD. Cone beam computed tomography evaluation of maxillary expansion in twins with cleft lip and palate. *Dental Press J Orthod* 2012;17:42e.1-11.

Menezes LM, Rizzato SMD, Azeredo F, Vargas DA. Characteristics and distribution of dental anomalies in a Brazilian cleft population. *Rev odonto ciênc* 2010;25:137-41.

Monini S, Malagola C, Villa MP, Tripodi C, Tarentini S, Malagnino I, Marrone V, Lazzarino AI, Barbara M. Rapid maxillary expansion for the treatment of nasal obstruction in children younger than 12 years. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;135:22-7.

Moreira AM. Alterações dimensionais produzidas nas vias aéreas superiores após expansão rápida da maxila: avaliação por tomografia computadorizada cone beam. 2009; 99p. Dissertação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,

Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod* 2005;75:895-903.

Netter F. Atlas of human anatomy, 4th Ed. Philadelphia:Saunders; 2006.

Ng AT, Gotsopoulos H, Qian J, Cistulli PA. Effect of oral appliance therapy on upper airway collapsibility in obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;168:238-41.

Normando ADC. et al. Os efeitos da expansão rápida da maxila sobre o fluxo aéreo nasal: revisão de literatura e apresentação de um caso clínico. *Rev Paranaense Ortodon* 1996;1:19-26.

Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of crosssection airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:102-8.

Ohkiba T, Hanada K. Adaptive functional changes in the swallowing pattern of the tongue following expansion of the maxillary dental arch in subjects with and without cleft palate. *Cleft Palate J* 1989;26:21-30.

Optiz C, Hochmuth M, Rabe H, Subklew D. Unilateral cleft lip and palate. Relationship between morphology of the dentition and functional parameters of the tongue. *J Orofac Orthop* 1997;58:270-81.

Ozbek MM, Memikoglu UTT, Altug-Atac AT, Lowe AA. Stability of maxillary expansion and tongue posture. *Angle Orthod* 2009;79:214-20.

Pinto PRO, Menezes LM, Rizzato SMD. Distração osteogênica na maxila com uso de ancoragem externa em pacientes fissurados. *Ortodon Gauch* 2005;9:75-86.

Rakosi T. Soft tissue analysis. An atlas and manual of cephalometric radiography. Philadelphia, 1982:78-100.

Rocha R, Ritter DE, Locks A, de Paula LK, Santana RM. Ideal treatment protocol for cleft lip and palate patient from mixed to permanent dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:S140-8.

Roithmann, R. Testes específicos da permeabilidade nasal [editorial]. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2007;73:2.

Rose E, Thissen U, Otten JE, Jonas I. Cephalometric Assessment of the Posterior Airway Space in Patients With Cleft Palate After Palatoplasty. *Cleft Palate Craniofac J* 2003;40:498-503.

Sander C, Huffmeier S, Sander FM, Sander FG. Initial results regarding force exertion during rapid maxillary expansion in children. *J Orofac Orthop*. 2006;67:19-26.

Sayinsu K, Isik F, Arun T. Sagittal airway dimensions following maxillary protraction: a pilot study. *Eur J Orthod*. 2006;28(2):184-189.

Scarfe WC, Farman AG. What is conebeam CT and how does it work? *Dent Clin North Am* 2008;52:707-30.

Schmidt-Nowara W, Lowe AA, Wiegand L, Cartwright R, Perez-Guerra F, Menns S. Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep: a review. *Sleep* 1995;18:501-10.

Schwab RJ, Goldberg AN. Upper airway assessment: radiographic and other imaging techniques. *Otolaryngol Clin North Am* 1998;31:931-68.

Seto BH, Gotsopoulos H, Sims MR, Cistulli PA. Maxillary morphology in sleep apnoea syndrome. *Eur J Orthod* 2001;23:703-14.

Silva Filho OG, Almeida RR. Fissuras lábio-palatais: o que o cirurgião dentista precisa saber. *Rev Fac Odont Lins* 1992;5:7-18.

Silva Filho OG, Capelozza Filho L, Werneck VA, Freitas JAS. Abordagem ortodôntica ao paciente com fissura unilateral completa de lábio e palato. *Rev Soc Paulista Ortod* 1998;31:32-44.

Shannon TP. Oropharyngeal airway volume following orthodontic treatment: premolar extraction versus non-extraction. 2012;155p. Thesis, University of Tennessee, Knoxville.

Sheng CM, Lin LH, Su Y, Tsai HH. Developmental changes in pharyngeal airway depth and hyoid bone position from childhood to young adulthood. *Angle Orthod* 2009;79:484-90.

Smith T, Ghoneima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S, Kula K. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:618-26.

Sökücü O, Doruk C, Uysal OI. Comparison of the effects of RME and fanteype RME on nasal airway by using acoustic rhinometry. *Angle Orthod* 2010;80:870-75.

Stellzig-Eisenhauer A, Meyer-Marcotty P. Interaction between otorhinolaryngology and orthodontics: correlation between the nasopharyngeal airway and the craniofacial complex. *Laryngorhinootol* 2010;89(Suppl1):S72-8.

Subtelny JD, Brodie AG. An analysis of orthodontic expansion in unilateral cleft lip and cleft palate patients. *Am J Orthod* 1954;40:686-97.

Subtelny JD. The Significance of Adenoid Tissue in Orthodontia. *Angle Orthod*, 1954;24:59-69.

Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res* 2003;6(suppl 1):31-6.

Taşpınar F, Uçüncü H, Bishara SE. Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss. *Angle Orthod* 2003;73:669-73.

Taylor M, Hans MG, Strohl KP, Nelson S, Broadbent BH. Soft tissue growth of the oropharynx. *Angle Orthod* 1996;66:393-400.

Timms DJ. Some medical aspects of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod* 1974;1:127-32.

Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1980;77:500-7.

Timms DJ. *Rapid Maxillary Expansion*. Chicago:Quintessence Publishing; 1981:140p.

Timms DJ. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Br J Orthod* 1986;13:221-28.

Timms DJ. Rapid maxillary expansion in the treatment of nasal obstruction and respiratory disease. *Ear Nose Throat J* 1987;66:242-7.

Tindlund RS, Rygh P, Boe OE. Intercanine widening and sagittal effect of maxillary transverse expansion in patients with cleft lip and palate during the deciduous and mixed dentitions. *Cleft Palate Craniofac J* 1993;30:195-207.

Tourne LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:129-39.

Townend PI. Technique of rapid expansion in patients with cleft lip and palate. *Br J Orthod* 1980;7:65-7.

Trindade IE, Manco JC, Trindade Junior AS. Pulmonary function of individuals with congenital cleft palate. *Cleft Palate Craniofac J* 1992;29:429-34.

Trindade IE, Castilho RL, Sampaio-Teixeira AC, Trindade-Suedam IK, Silva Filho OG. Effects of orthopedic rapid maxillary expansion on internal nasal dimensions in children with cleft lip and palate assessed by acoustic rhinometry. *J Craniofac Surg* 2010;21:306-11.

Tsai HH. Developmental changes of pharyngeal airway structures from young to adult persons. *J Clin Pediatr Dent* 2007;31:219-21.

Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller A. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:768-76.

Vieira GL, Menezes LM, Lima EMS, Rizzato SMD. Dentoskeletal effects of maxillary protraction in cleft patients with repetitive weekly protocol of alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Cleft Palate Craniofac J* 2009;46:391-8.

Warren DW, Duany LF, Fischer ND. Nasal pathway resistance in normal and cleft lip and palate subjects. *Cleft Palate J* 1969;6:134-40.

Warren DW, Hershey HG, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM. The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:111-16.

Warren DW, Drake AF, Davis JU. Nasal airway in breathing and speech. *Cleft Palate Craniofac J* 1992; 29: 511-19.

Weissheimer A. Efeitos imediatos da expansão rápida da maxila no sentido transversal, com os disjuntores tipo haas e hyrax, em tomografia computadorizada cone beam. 2008;149p. Dissertação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Weissheimer A, Menezes LM, Mezomo M, Dias DM, Lima EMS, Rizzato SMD. Immediate effects of rapid maxillary expansion with Haas-type and hyrax-type expanders: A randomized clinical trial *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:366-76.

Weissheimer A, Menezes LM, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;142:801-13.

Yaremko B. Cone-beam computed tomography evaluation of oropharyngeal airway dimensions in adolescents with maxillary transverse deficiency. 2012;83p. Thesis, University of Alberta, Edmonton.

Yoshihara M, Terajima M, Yanagita N, Hyakutake H, Kanomi R, Kitahara T, Takahashi I. Three-dimensional analysis of the pharyngeal airway morphology in growing Japanese girls with and without cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:S92-101.

Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah, JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S71-8.

Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. Part III. Forces present during retention. *Angle Orthod* 1965;35:178-86.

## **ANEXOS**

ANEXO A – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE DISSERTAÇÃO PELA COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PUCRS (AMOSTRA DE PACIENTES COM FISSURA LÁBIO-PALATAL).



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

---

*Porto Alegre 01 de Dezembro de 2010*

**O Projeto de: Pesquisa**

**Protocolado sob nº:** 0096/10  
**Intitulado:** Efeitos da expansão maxilar com dois tipos de parafusos expansores em pacientes fissurados  
**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes  
**Pesquisadores Associados:** Fabiane Azeredo  
**Nível:** Pesquisa / Especialização

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em *01 de Dezembro de 2010*.

*Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP/PUCRS.*

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



ANEXO B – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE DISSERTAÇÃO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCRS. (AMOSTRA DE PACIENTES COM FISSURA LÁBIO-PALATAL).



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

OF.CEP-213/11

Porto Alegre, 31 de janeiro de 2011.

Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 10/05306 intitulado **"Efeitos da expansão maxilar com dois tipos de parafusos expansores em pacientes fissurados"**.

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

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

Atenciosamente,

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

Ilma. Sra.  
Profa. Luciane Macedo de Menezes  
FO  
Nesta Universidade

PUCRS

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

ANEXO C – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE DISSERTAÇÃO PELA COMISSÃO CIENTÍFICA E DE ÉTICA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA PUCRS. (AMOSTRA DE PACIENTES SEM FISSURA LÁBIO-PALATAL).



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

*Porto Alegre 03 de dezembro de 2007*

**O Projeto de:** Pesquisa

**Protocolado sob nº:** 0025/07

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

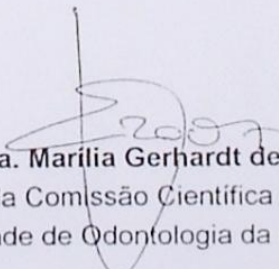
**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes

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

**Nível:** Mestrado

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

*Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP PUCRS*

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

ANEXO D – PROTOCOLO DE APROVAÇÃO DO PROJETO DE DISSERTAÇÃO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DA PUCRS (AMOSTRA DE PACIENTES SEM FISSURA LÁBIO-PALATAL).



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

OF.CEP 648/08

Porto Alegre, 21 de julho de 2008.

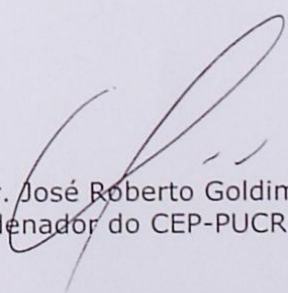
Senhora Pesquisadora,

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

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

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

Atenciosamente,

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

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

PUCRS

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