



ARTIGO ORIGINAL

## Correlation between acoustic rhinometry, computed rhinomanometry and cone-beam computed tomography in mouth breathers with transverse maxillary deficiency<sup>☆</sup>



Raquel Harumi Uejima Satto Sakai<sup>a</sup>, Fernando Augusto Lima Marson<sup>a,b</sup>,  
Emerson Taro Inoue Sakuma<sup>c</sup>, José Dirceu Ribeiro<sup>a,\*</sup> e Eulália Sakano<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Pediatria, Campinas, SP, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Genética Médica, Campinas, SP, Brasil

<sup>c</sup> Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Radiologia, Campinas, SP, Brasil

<sup>d</sup> Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia, Campinas, SP, Brasil

Recebido em 20 de agosto de 2016; aceito em 30 de outubro de 2016  
Disponível na Internet em 20 de junho de 2017

### KEYWORDS

Minimum cross-sectional areas;  
Nasal cavity;  
Respiratory flow;  
Average nasal resistance

### Abstract

**Introduction:** To provide clinical information and diagnosis in mouth breathers with transverse maxillary deficiency with posterior crossbite, numerous exams can be performed; however, the correlation among these exams remains unclear.

**Objective:** To evaluate the correlation between acoustic rhinometry, computed rhinomanometry, and cone-beam computed tomography in mouth breathers with transverse maxillary deficiency.

**Methods:** A cross-sectional study was conducted in 30 mouth breathers with transverse maxillary deficiency (7–13 y.o.) patients with posterior crossbite. The examinations assessed: (i) acoustic rhinometry: nasal volumes (0–5 cm and 2–5 cm) and minimum cross-sectional areas 1 and 2 of nasal cavity; (ii) computed rhinomanometry: flow and average inspiratory and expiratory resistance; (iii) cone-beam computed tomography: coronal section on the head of inferior turbinate (Widths 1 and 2), middle turbinate (Widths 3 and 4) and maxilla levels (Width 5). Acoustic rhinometry and computed rhinomanometry were evaluated before and after administration of vasoconstrictor. Results were compared by Spearman's correlation and Mann–Whitney tests ( $\alpha = 0.05$ ).

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.10.015>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Sakai RH, Marson FA, Sakuma ET, Ribeiro JD, Sakano E. Correlation between acoustic rhinometry, computed rhinomanometry and cone-beam computed tomography in mouth breathers with transverse maxillary deficiency. Braz J Otorhinolaryngol. 2018;84:40–50.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [jdirceuribeiro@gmail.com](mailto:jdirceuribeiro@gmail.com) (J.D. Ribeiro).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

2530-0539/© 2016 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Results:** Positive correlations were observed between: (i) flow evaluated before administration of vasoconstrictor and Width 4 ( $Rho=0.380$ ) and Width 5 ( $Rho=0.371$ ); (ii) Width 2 and minimum cross-sectional areas 1 evaluated before administration of vasoconstrictor ( $Rho=0.380$ ); (iii) flow evaluated before administration of vasoconstrictor and nasal volumes of 0–5 cm ( $Rho=0.421$ ), nasal volumes of 2–5 cm ( $Rho=0.393$ ) and minimum cross-sectional areas 1 ( $Rho=0.375$ ); (iv) Width 4 and nasal volumes of 0–5 cm evaluated before administration of vasoconstrictor ( $Rho=0.376$ ), nasal volumes of 2–5 cm evaluated before administration of vasoconstrictor ( $Rho=0.376$ ), minimum cross-sectional areas 1 evaluated before administration of vasoconstrictor ( $Rho=0.410$ ) and minimum cross-sectional areas 1 after administration of vasoconstrictor ( $Rho=0.426$ ); (v) Width 5 and Width 1 ( $Rho=0.542$ ), Width 2 ( $Rho=0.411$ ), and Width 4 ( $Rho=0.429$ ). Negative correlations were observed between: (i) Width 4 and average inspiratory resistance ( $Rho=-0.385$ ); (ii) average inspiratory resistance evaluated before administration of vasoconstrictor and nasal volumes of 0–5 cm ( $Rho=-0.382$ ), and average expiratory resistance evaluated before administration of vasoconstrictor and minimum cross-sectional areas 1 ( $Rho=-0.362$ ).

**Conclusion:** There were correlations between acoustic rhinometry, computed rhinomanometry, and cone-beam computed tomography in mouth breathers with transverse maxillary deficiency. © 2016 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## PALAVRAS-CHAVE

Áreas mínimas de corte transversal;  
Cavidade nasal;  
Fluxo respiratório;  
Resistência nasal  
média

## Correlação entre rinometria acústica, rinomanometria computadorizada e tomografia computadorizada de feixe cônico em respiradores bucais com atresia maxilar

### Resumo

**Introdução:** Numerosos exames podem ser realizados para fornecer informações clínicas e diagnósticas em respiradores bucais com atresia maxilar e mordida cruzada posterior, entretanto a correlação entre esses exames ainda é incerta.

**Objetivo:** Avaliar a correlação entre rinometria acústica, rinomanometria computadorizada e tomografia computadorizada por feixe cônico em respiradores bucais com atresia maxilar.

**Método:** Um estudo de corte transversal foi realizado em 30 respiradores bucais com atresia maxilar (7-13 anos) com mordida cruzada posterior. Os exames avaliados foram: (i) rinomanometria acústica: volumes nasais (0-5 cm e 2-5 cm) e áreas mínimas de corte transversal 1 e 2 da cavidade nasal; (ii) rinomanometria computadorizada: fluxo nasal e resistências médias inspiratórias e expiratórias; (iii) tomografia computadorizada por feixe cônico: corte coronal na cabeça da concha inferior (larguras 1 e 2), concha média (larguras 3 e 4) e na maxila (Largura 5). Rinomanometria acústica e rinomanometria computadorizada foram avaliadas antes e depois da administração de vasoconstritor. Os resultados foram comparados pelo teste de correlação de Spearman e pelo teste de Mann-Whitney ( $\alpha=0,05$ ).

**Resultados:** Foram encontradas correlações positivas entre: (i) fluxo antes da administração de vasoconstritor e largura 4 ( $Rho=0,380$ ) e largura 5 ( $Rho=0,371$ ); (ii) largura 2 e área mínima de corte transversal 1 antes da administração de vasoconstritor ( $Rho=0,380$ ); (iii) fluxo antes da administração de vasoconstritor e volumes nasais de 0-5 cm ( $Rho=0,421$ ), 2-5 cm ( $Rho=0,393$ ) e área mínima de corte transversal 1 ( $Rho=0,375$ ); (iv) largura 4 e volume nasal de 0-5 cm antes da administração do vasoconstritor ( $Rho=0,376$ ), volume nasal de 2-5 cm antes do uso de vasoconstritor ( $Rho=0,376$ ), áreas mínimas de corte transversal 1 antes da administração de vasoconstritor ( $Rho=0,410$ ) e áreas mínimas de corte transversal 1 após o uso do vasoconstritor ( $Rho=0,426$ ); (v) largura 5 e largura 1 ( $Rho=0,542$ ), largura 2 ( $Rho=0,411$ ) e largura 4 ( $Rho=0,429$ ). Foram encontradas correlações negativas: (i) largura 4 e resistência inspiratória média ( $Rho=-0,385$ ); (ii) resistência inspiratória média antes da administração de vasoconstritor e volume de 0-5 cm ( $Rho=-0,382$ ) e resistência expiratória média antes da administração de vasoconstritor e área mínima de corte transversal 1 ( $Rho=-0,362$ ).

**Conclusão:** Correlações foram encontradas entre a rinometria acústica, a rinomanometria computadorizada e a tomografia computadorizada de feixe cônico em respiradores bucais com atresia maxilar.

© 2016 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## Introdução

A atresia maxilar pode determinar a presença de mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral.<sup>1</sup> A atresia maxilar com palato ogival é uma das alterações ósseas craniofaciais mais frequentemente encontradas em crianças respiradoras bucais,<sup>2</sup> e pode contribuir para o aumento da resistência do fluxo aéreo nasal devido ao estreitamento da cavidade nasal.<sup>3</sup>

A influência da respiração bucal no desenvolvimento maxilar e dentofacial não está clara na literatura médica.<sup>4</sup> Os relatórios científicos atuais são contraditórios e apresentam três posicionamentos diferentes: (i) os respiradores bucais apresentam um padrão de crescimento vertical mais elevado do que os respiradores nasais;<sup>5</sup> (ii) o padrão respiratório promove alterações dentárias, mas não alterações faciais;<sup>6</sup> (iii) a respiração bucal não afeta o desenvolvimento craniofacial.<sup>7,8</sup> Um dos procedimentos ortodônticos mais utilizados para a correção da atresia maxilar é a expansão rápida da maxila, cujos efeitos para reduzir o padrão respiratório bucal em longo prazo ainda permanecem controversos.<sup>9-12</sup>

Os pacientes foram avaliados por rinometria acústica (RA) e rinomanometria computadorizada (RC), para avaliar função respiratória nasal, e pela tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) da cavidade nasal e da maxila, para analisar a estrutura óssea. As imagens de TCFC fornecem dados tridimensionais para a avaliação de estruturas ósseas com menor quantidade de radiação primária e secundária do que a tomografia radiográfica convencional. Por essa razão, a TCFC tem sido cada vez mais usada por médicos e dentistas.<sup>13-16</sup>

Estudos recentes encontraram correlações entre medidas de volumes e larguras nasais na tomografia computadorizada e valores de fluxo nasal de RC. Devido à confiabilidade da RA, RC e TCFC, estes foram considerados métodos de referência.<sup>17,18</sup>

Nesse contexto, este estudo investigou se há uma correlação entre a função respiratória nasal (RA e RC) e TCFC respiradores bucais portadores de atresia maxilar.

## Método

Foram incluídos neste estudo 30 pacientes (12/30 [40%] do sexo masculino) entre sete e treze anos. Todos eram respiradores bucais com atresia maxilar, portadores de mordida cruzada posterior unilateral ou bilateral e não apresentavam histórico de tratamento ortodôntico prévio. Foram excluídos pacientes com cáries extensas e síndromes.

Foi realizada avaliação clínica otorrinolaringológica e nasofibroscopia para o diagnóstico da respiração bucal.<sup>19,20</sup> Na RA, as medidas de áreas transversais mínimas (MCA1 e MCA2) e o volume (0-5 cm e 2-5 cm) da cavidade nasal foram avaliados. A RC avaliou as medidas de fluxo nasal, resistência inspiratória média (RIM) e resistência expiratória média (REM) antes após o uso de vasoconstritor. As TCFC da maxila e cavidade nasal avaliaram as larguras dos cortes coronais nas regiões da cabeça da concha inferior (larguras 1 e 2), da concha média (larguras 3 e 4) e da maxila (largura 5) (fig. 1). A análise de Korkhaus foi feita em modelos de gesso ortodôntico para complementar o diagnóstico de atresia maxilar. RA,

RC e TCFC foram feitas dentro do mesmo período máximo de 20 dias.

Os exames de RA e RC foram feitos de acordo com o Relatório de Consenso sobre Rinometria Acústica e Rinomanometria de 2005,<sup>21</sup> com o uso do equipamento médico A1/NR6 (GM Instruments®, Kilwinning, Escócia). Foi administrado vasoconstritor nasal (cloridrato de oximetazolina [0,5 mg/mL]) em duas etapas: (i) duas pulverizações de 50 µg em cada narina; (ii) uma pulverização em cada narina após cinco minutos. As medições após o uso do vasoconstritor foram obtidas 15-30 minutos após a última administração.

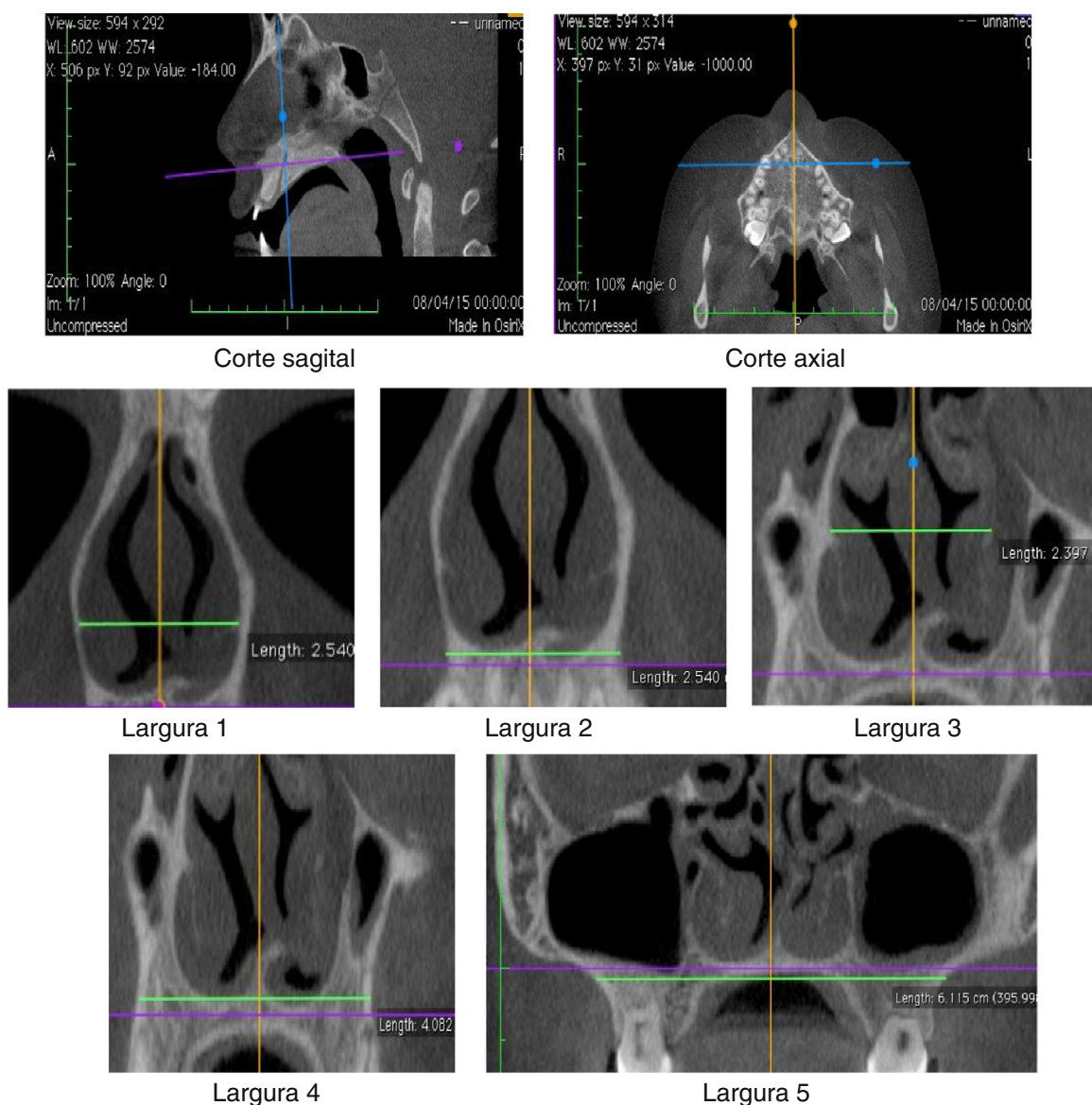
Na RA, os pacientes foram instruídos a suspenderem a respiração durante três segundos para as medições nasais. Na RC, os pacientes foram instruídos a respirarem normalmente até que quatro curvas de inspiração e expiração fossem obtidas. A resistência nasal (cm<sup>3</sup>/s) foi ajustada a uma pressão de 150 Pa.

A TCFC foi feita com o sistema de imagens tomográficas I-Cat® (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA), com as seguintes configurações: 5 mA, 120 kV, tempo de exposição de 26,9 segundos e tamanho do voxel de 0,2 mm. Osirix® (Pixmeo, Genebra, Suíça), um software de processamento de imagem dedicado a imagens DICOM, foi usado para visualizar a imagem volumétrica tridimensional digital (3D) nos planos axial, sagital e coronal. Os planos axial e sagital foram fixados pelas bordas inferiores das órbitas e do palato duro, passaram pelos pontos ortodônticos das espinhas nasais anterior (ENA) e posterior (ENP). Os planos sagitais e coronais foram obtidos pelos planos ortogonais em relação ao plano axial (fig. 1).

A cavidade nasal foi avaliada em TCFC em dois cortes coronais, no nível da cabeça das conchas inferior e média (fig. 1). O plano coronal sobre a cabeça da concha inferior determinou as larguras 1 e 2. O plano coronal sobre a cabeça da concha média determinou as larguras 3 e 4. O plano coronal que determinou a largura 5 foi localizado na altura do canal radicular méso-vestibular do primeiro molar superior. Esses pontos anatômicos foram estabelecidos considerando a relação entre TCFC e RA, que mostra os valores de MCA1 e MCA2 determinados nas regiões das conchas.

A largura 1 foi medida na borda externa da cavidade nasal, medida por uma linha horizontal que atravessa o assoalho da cavidade nasal. A largura 2 foi medida através de uma linha horizontal que atravessa a extremidade anterior da porção óssea das conchas inferiores. A largura 3 foi medida na borda interna da cavidade nasal, através de uma linha horizontal que atravessa a cabeça da concha inferior. A largura 4 foi medida pela linha horizontal que atravessa o assoalho da cavidade nasal no nível da borda externa da região palatal do osso maxilar. A largura 5 (Maxila) foi medida entre o ponto mais profundo da concavidade maxilar bilateralmente.

Os dados foram avaliados com o uso do software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) e MedCalc® for Windows, versão 16.1 (MedCalc® Software, Ostend, Bélgica). Para a análise dos dados, usou-se a análise descritiva (média, mediana, desvio padrão, valores mínimo e máximo). O teste de correlação de Spearman foi usado para avaliar a relação entre as variáveis dos exames. A comparação dos dados antes e depois do



**Figura 1** Planos sagital e axial usados para protocolo para planos coronais reformatados (larguras 1–5). Larguras 1 e 2 – cabeça do corneto inferior; larguras 3 e 4 – cabeça do corneto médio; largura 5 – osso maxilar.

uso do vasoconstritor foi feita pelo teste de Mann-Whitney. O valor alfa foi ajustado em 5% para todas as análises.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (#041/2011). Todos os procedimentos feitos neste estudo estavam de acordo com os padrões éticos do comitê nacional de pesquisa e com a declaração de Helsinki de 1964 e suas emendas posteriores ou padrões éticos comparáveis.

O representante legalmente autorizado do menor foi informado do estudo e assinou um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de iniciar qualquer procedimento de pesquisa.

## Resultados

A análise descritiva dos dados obtidos pelos exames de RA, RC e TCFC da maxila e da cavidade nasal está apresentada na [tabela 1](#).

A [tabela 2](#) mostra a correlação entre os dados de RA e RC. Foram encontradas correlações positivas entre fluxo nasal sem vasoconstritor e volume nasal de 0-5 cm ( $Rho=0,421$ ; IC 95% = 0,072-0,679), volume nasal de 2-5 cm ( $Rho=0,393$ ; IC 95% = 0,038-0,660) e MCA1 ( $Rho=0,375$ ; IC 95% = 0,017-0,648) ([fig. 2A-C](#)). Foram encontradas correlações negativas entre a RIM e o volume de 0-5 cm ( $Rho=-0,382$ ; IC 95% = -0,653 a -0,026), e REM e MCA1 ( $Rho=-0,362$ ; IC 95% = -0,639 a -0,001) ([fig. 3A e B](#)), sem vasoconstritor.

Para a correlação entre RC e TCFC houve correlação positiva entre fluxo sem uso de vasoconstritor e largura 4 ( $Rho=0,380$ ; IC 95% = 0,023-0,651) e largura 5 ( $Rho=0,371$ ; IC 95% = 0,013-0,645) ([fig. 2D e E](#)), e correlação negativa entre RIM e largura 4 ( $Rho=-0,385$ ; IC 95% = -0,654 a -0,029) ([fig. 3C e tabela 3](#)).

Para a correlação entre RA e TCFC, houve correlação positiva entre MCA1 sem o uso de vasoconstritor e

**Tabela 1** Análise descritiva de rinometria acústica, rinomanometria computadorizada e tomografia computadorizada com feixe cônico da maxila e cavidade nasal em respiradores bucais com atresia maxilar. Comparação entre os valores da rinometria acústica e a rinomanometria computadorizada, com ou sem o uso de vasoconstritores nasais

Exame	Marcador	Vasoconstritor	Média	Desvio padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Rinometria acústica	Volume da cavidade nasal 0-5 cm (cm <sup>3</sup> )	Com	18,77	9,10	14,18	9,29	39,44
		Sem	12,02	4,81	11,16	5,75	31,18
	Volume da cavidade nasal 2-5 cm (cm <sup>3</sup> )	Com	15,50	8,31	11,22	6,4	34,6
		Sem	9,16	4,37	8,46	3,47	26,95
	MCA 1 (cm <sup>2</sup> )	Com	2,71	1,84	2,13	0,98	7,38
		Sem	1,49	0,97	1,24	0,74	6,06
		Com	5,50	3,03	4,65	1,84	12,28
		Sem	3,38	2,05	2,69	0,72	10,77
Rinomanometria computadorizada	Fluxo (cm <sup>3</sup> /s)	Com	549,27	207,54	539	139	966
		Sem	329,43	159,77	304	48	703
	Resistência inspiratória média (Pa/cm <sup>3</sup> /s)	Com	1,62	1,42	1,19	0,62	6,45
		Sem	3,05	2,96	2,35	0,95	17,18
	Resistência expiratória média (Pa/cm <sup>3</sup> /s)	Com	1,52	1,15	1,07	0,70	5,17
		Sem	3,81	3,82	2,70	0,98	18,02
Tomografia computadorizada em feixe cônico	Largura 1		2,10	0,22	2,10	1,61	2,58
	Largura 2		2,63	0,59	2,73	1,21	3,87
	Largura 3		1,95	0,25	1,95	1,56	2,46
	Largura 4		4,38	0,59	4,18	3,47	5,94
	Largura 5		6	0,55	6,08	3,78	6,69

MCA1 e MCA2, áreas mínimas de corte transversal da cavidade nasal; Spray nasal vasoconstritor, cloridrato de oximetazolina 0,5 mg/ML; Larguras 1 e 2, corte coronal na cabeça do corneto inferior; Larguras 3 e 4, corte coronal na cabeça do corneto médio; Largura 5, Corte coronal da largura maxilar. Teste de Mann-Whitney foi usado para dados de rinometria acústica e rinomanometria computadorizada. Todos os valores foram diferentes com e sem vasoconstritor ( $p < 0,001$ ). Alfa igual a 0,05.

**Tabela 2** Correlação entre dados de rinometria acústica e rinomanometria computadorizada em respiradores bucais com atresia maxilar. Correlações entre a largura 5 e as larguras 1 a 4 da tomografia computadorizada com feixe cônico da maxila e cavidade nasal

Rinomanometria computadorizada	Rinometria acústica							
	Cavidade nasal vol. 0–5 cm		Cavidade nasal vol. 2–5 cm		Área mínima de corte transversal 1		Área mínima de corte transversal 2	
	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor
Fluxo (valor p)	0,2926	<b>0,0204</b>	0,3648	<b>0,0318</b>	0,9265	<b>0,0413</b>	0,6927	0,0708
Coefficiente Rho	0,199	<b>0,421</b>	0,172	<b>0,393</b>	–0,0176	<b>0,375</b>	0,0752	0,335
IC 95%	–0,174–0,522	<b>0,072–0,679</b>	–0,201–0,501	<b>0,038–0,660</b>	–0,375–0,345	<b>0,017–0,648</b>	–0,293–0,424	–0,029–0,620
RIM (valor p)	0,3866	<b>0,0370</b>	0,4724	0,0550	0,7649	0,0988	0,8253	0,1593
Coefficiente Rho	–0,164	<b>–0,382</b>	–0,136	–0,354	0,0570	–0,307	–0,0421	–0,263
IC 95%	–0,495–0,209	<b>–0,653–0,026</b>	–0,473–0,235	–0,633–0,007	–0,310–0,409	–0,601–0,0598	–0,396–0,323	–0,570–0,107
REM (valor p)	0,1794	0,0983	0,2556	0,1607	0,5488	<b>0,0496</b>	0,6733	0,3347
Coefficiente Rho	–0,252	–0,307	–0,214	–0,263	–0,114	<b>–0,362</b>	–0,0803	–0,182
IC 95%	–0,561–0,119	–0,601–0,059	–0,533–0,158	–0,569–0,108	–0,456–0,257	<b>–0,639––0,001</b>	–0,428–0,288	–0,509–0,190
Tomografia	<b>Largura 1</b>		<b>Largura 2</b>		<b>Largura 3</b>		<b>Largura 4</b>	
Largura 5 (valor p)	<b>0,020</b>		<b>0,0242</b>		0,0950		<b>0,0181</b>	
Coefficiente Rho	<b>0,542</b>		<b>0,411</b>		0,310		<b>0,429</b>	
IC 95%	<b>0,226–0,755</b>		<b>0,059–0,672</b>		–0,056–0,603		<b>0,081–0,683</b>	

IC 95%, intervalo de confiança de 95% para coeficiente Rho; REM, resistência expiratória média; RIM, resistência inspiratória média; Vol., volume. A análise estatística foi feita por teste de correlação de Spearman. Dados positivos estão em negrito. Alfa igual a 0,05.

**Tabela 3** Correlação entre dados de tomografia computadorizada com feixe cônico e rinomanometria computadorizada em respiradores bucais com atresia maxilar

Tomografia computadorizada com feixe cônico	Rinomanometria computadorizada					
	Fluxo		RIM		REM	
	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor
Largura 1 (valor p)	0,3312	0,7293	0,2159	0,8821	0,3874	0,6032
Coefficiente Rho	-0,184	0,0659	0,233	-0,0283	0,164	0,0989
IC 95%	-0,510-0,189	-0,302-0,416	-0,139-0,547	-0,385-0,335	-0,209-0,495	-0,271-0,443
Largura 2 (valor p)	0,2774	0,1790	0,2658	0,3449	0,0752	0,1077
Coefficiente Rho	0,205	0,252	-0,210	-0,179	-0,330	-0,300
IC 95%	-0,168-0,526	-0,119-0,561	-0,530-0,163	-0,506-0,194	-0,617-0,035	-0,596-0,068
Largura 3 (valor p)	0,4810	0,2560	0,4847	0,6859	0,2793	0,9015
Coefficiente Rho	-0,134	0,2014	0,133	-0,0770	0,204	-0,0236
IC 95%	-0,471-0,235	-0,158-0,533	-0,239-0,470	-0,425-0,291	-0,169-0,526	-0,381-0,340
Largura 4 (valor p)	0,4982	<b>0,0384</b>	0,6126	<b>0,0357</b>	0,2311	0,0816
Coefficiente Rho	0,129	<b>0,380</b>	-0,0963	<b>-0,385</b>	-0,225	-0,323
IC 95%	-0,243-0,467	<b>0,023-0,651</b>	-0,441-0,273	<b>-0,654--0,029</b>	-0,542-0,147	-0,612-0,042
Largura 5 (valor p)	0,4691	<b>0,0433</b>	0,570	0,0764	0,4007	0,1424
Coefficiente Rho	0,137	<b>0,371</b>	-0,103	-0,328	-0,159	-0,241
IC 95%	-0,235-0,474	<b>0,013-0,645</b>	-0,447-0,237	-0,616-0,036	-0,491-0,213	-0,578-0,095

IC 95%, intervalo de confiança de 95% para coeficiente Rho; REM, resistência expiratória média; RIM, resistência inspiratória média. A análise estatística foi feita por teste de correlação de Spearman. Dados positivos estão em negrito. Alfa igual a 0,05.

**Tabela 4** Correlação entre dados de tomografia computadorizada com feixe cônico e rinometria acústica em respiradores bucais com atresia maxilar

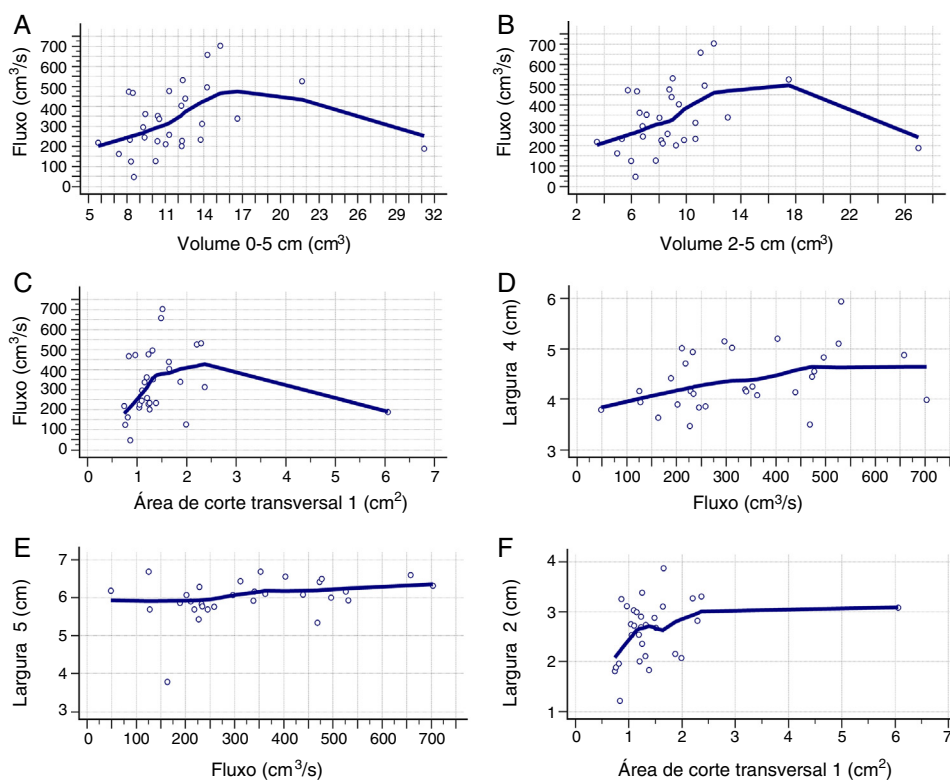
Tomografia computadorizada com feixe cônico	Rinometria acústica							
	Cavidade nasal vol. 0–5 cm		Cavidade nasal vol. 2–5 cm		Área mínima de corte transversal 1		Área mínima de corte transversal 2	
	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor	Com vasoconstritor	Sem vasoconstritor
Largura 1 (valor p)	0,9534	0,2050	0,8830	0,2442	0,4223	0,2932	0,5288	0,9529
Coeficiente Rho	–0,011	0,238	0,028	0,219	0,152	0,198	0,120	0,0113
IC 95%	–0,370–0,351	–0,134–0,551	–0,336–0,384	–0,153–0,537	–0,220–0,486	–0,174–0,521	–0,251–0,460	–0,350–0,370
Largura 2 (valor p)	0,3775	0,2742	0,4242	0,3281	0,3221	<b>0,0385</b>	0,4150	0,5556
Coeficiente Rho	0,167	0,206	0,152	0,185	0,187	<b>0,380</b>	0,154	0,112
IC 95%	–0,206–0,497	–0,166–0,527	–0,221–0,485	–0,188–0,511	–0,186–0,513	<b>0,022–0,651</b>	–0,218–0,488	–0,259–0,454
Largura 3 (valor p)	0,3387	0,6353	0,3832	0,7242	0,4977	0,5196	0,6780	0,9246
Coeficiente Rho	–0,181	0,090	–0,165	0,067	–0,129	0,122	–0,0791	0,0180
IC 95%	–0,508–0,192	–0,279–0,436	–0,496–0,207	–0,300–0,417	–0,467–0,243	–0,249–0,462	–0,427–0,289	–0,344–0,376
Largura 4 (valor p)	0,3622	<b>0,0408<sup>a</sup></b>	0,444	<b>0,0408<sup>a</sup></b>	<b>0,0190</b>	<b>0,0245</b>	0,2770	0,5727
Coeficiente Rho	0,172	<b>0,376</b>	0,145	<b>0,376</b>	<b>0,426</b>	<b>0,410</b>	0,227	0,107
IC 95%	–0,200–0,502	<b>0,018–0,648</b>	–0,227–0,480	<b>0,018–0,648</b>	<b>0,077–0,682</b>	<b>0,058–0,671</b>	–0,145–0,543	–0,263–0,450
Largura 5 (valor p)	0,9311	0,0955	0,9916	0,1152	0,9441	0,1543	0,9246	0,4411
Coeficiente Rho	–0,017	0,310	0,002	0,294	0,0134	0,267	0,0180	0,146
IC 95%	–0,375–0,346	–0,057–0,603	–0,359–0,362	–0,075–0,591	–0,349–0,372	–0,104–0,572	–0,344–0,376	–0,226–0,481

IC 95%, intervalo de confiança de 95% para coeficiente Rho; Vol., volume.

A análise estatística foi feita por teste de correlação de Spearman. Dados positivos estão em negrito. Alfa igual a 0,05.

<sup>a</sup> Os mesmos coeficiente Rho e IC 95% foram observados.





**Figura 2** Correlação positiva entre os dados obtidos na rinometria acústica, rinomanometria computadorizada e tomografia computadorizada com feixe cônico. A, Correlação entre fluxo de rinomanometria computadorizada e volume nasal de 0-5 cm de rinometria acústica ( $Rho = 0,421$ ; IC 95% = 0,072-0,679). B, Correlação entre fluxo de rinomanometria computadorizada com volume nasal de 2-5 de rinometria acústica ( $Rho = 0,393$ ; IC 95% = 0,038-0,660). C, Correlação entre fluxo de rinomanometria computadorizada e área mínima de corte transversal 1 de rinometria acústica ( $Rho = 0,375$ ; 95% IC = 0,017-0,648). D, Correlação entre largura 4 de tomografia computadorizada com feixe cônico e fluxo de rinomanometria computadorizada ( $Rho = 0,380$ ; IC 95% = 0,023-0,651). E, Correlação entre largura 5 de tomografia computadorizada com feixe cônico e fluxo de rinomanometria computadorizada ( $Rho = 0,371$ ; IC 95% = 0,013-0,645). F, Correlação entre largura 3 de tomografia computadorizada com feixe cônico e área mínima de corte transversal 1 da rinometria acústica ( $Rho = 0,380$ ; IC 95% = 0,022-0,651). Análise estatística feita por teste de correlação de Spearman.

largura 2 ( $Rho = 0,380$ ; IC 95% = 0,022-0,651) (fig. 2F); largura 4 e volumes nasais de 0-5 cm ( $Rho = 0,376$ ; IC 95% = 0,018-0,648), 2-5 cm ( $Rho = 0,376$ ; IC 95% = 0,018-0,648), MCA1 ( $Rho = 0,410$ ; IC 95% = 0,058-0,671) sem uso de vasoconstritor; e largura 4 e MCA1 após administração de vasoconstritor ( $Rho = 0,426$ ; IC 95% = 0,077-0,682) (tabela 4).

A largura 5 apresentou correlação positiva com a largura 1 ( $Rho = 0,542$ ; IC 95% = 0,226-0,755), largura 2 ( $Rho = 0,411$ ; IC 95% = 0,059-0,672) e largura 4 ( $Rho = 0,429$ ; 0,081-0,683) (tabela 2, os dados não são apresentados graficamente).

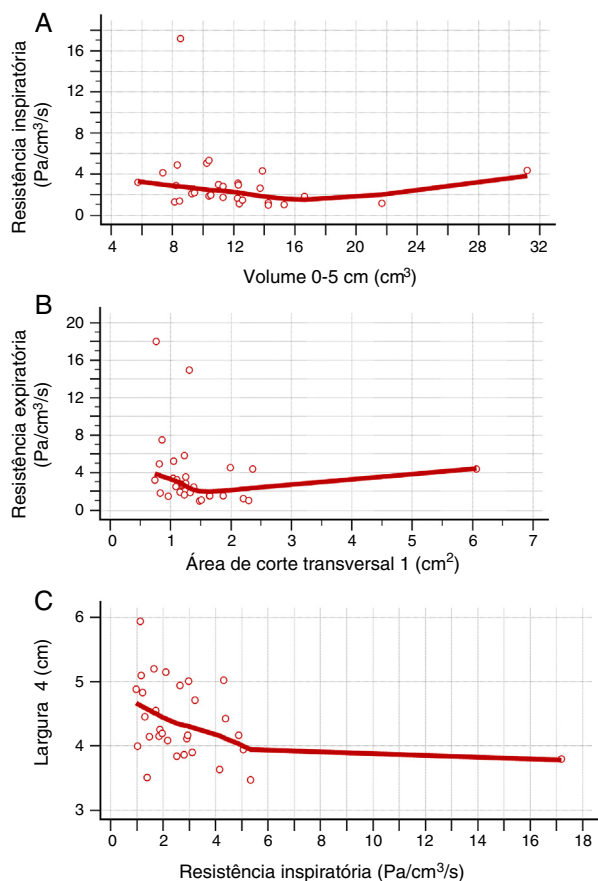
## Discussão

A relação da função respiratória nasal com o desenvolvimento de alterações dentofaciais é controversa. A respiração bucal tem sido relacionada com: (i) desenvolvimento de mordida cruzada posterior e aumento da sobressaliência dentária anterior em portadores de rinite alérgica;<sup>1,22</sup> (ii) maior prevalência de palato duro estreito e ogival;<sup>3,23</sup> (iii) adenóides hipertróficas com perfil facial acentuadamente convexo;<sup>4</sup> (iv) respiração bucal acentuada com alterações do perfil nasolabial.<sup>24</sup> Entretanto, em outros

relatos não houve correlação entre a respiração bucal e o padrão facial ou maloclusões. Provavelmente existem fatores genéticos que contribuem para a presença da atresia maxilar que deverão ser futuramente mais estudados.

Neste estudo, o estreitamento do osso maxilar (largura 5) e a largura da base nasal (largura 4) mostraram uma correlação positiva com o fluxo nasal. Também foi observada uma correlação negativa entre a largura 4 e a RIM. Houve correlação positiva entre a largura maxilar e a largura nasal na atresia maxilar. Pacientes com atresia maxilar mais acentuada, com menor largura maxilar, apresentaram valores menores de largura nasal e fluxo aéreo. A largura nasal 3 foi a única sem uma correlação positiva com a largura maxilar, provavelmente porque foi medida no terço médio da narina. Isso favorece a hipótese de que o respirador bucal tem respiração nasal deficiente devido à presença de atresia maxilar e base nasal mais estreita.<sup>1-3</sup>

Identificou-se uma correlação positiva entre o fluxo de ar nasal sem o uso de vasoconstritor e o volume nasal de 0-5 cm, volume nasal de 2-5 cm e MCA1. Indivíduos com maior volume nasal, apresentaram maior fluxo nasal. Uma correlação negativa foi observada entre o volume nasal de 0-5 cm e RIM. Os pacientes com maior volume nasal



**Figura 3** Correlação negativa entre os dados obtidos na rinometria acústica, rinomanometria computadorizada e tomografia computadorizada com feixe cônico. A, Correlação entre resistência inspiratória média de rinomanometria computadorizada e volume nasal de 0-5cm de rinometria acústica ( $Rho = -0,382$ ;  $-0,653$  a  $-0,026$ ). B, Correlação entre resistência expiratória média de rinomanometria computadorizada e área mínima de corte transversal 1 de rinometria acústica ( $Rho = -0,362$ ; IC 95% =  $-0,639$  a  $-0,001$ ). C, Correlação entre largura 4 de tomografia computadorizada com feixe cônico e resistência inspiratória média de rinomanometria computadorizada ( $Rho = -0,385$ ; IC 95% =  $-0,654$  a  $-0,029$ ). Análise estatística feita por teste de correlação de Spearman.

apresentaram menos RIM. Os métodos de RA e RC são amplamente relatados na literatura<sup>25,26</sup> e demonstraram correlação entre si.

Procedimentos ortodônticos, como expansão rápida da maxila, expandem o osso maxilar, aumentam a largura da base do osso nasal e podem melhorar a respiração nasal.<sup>14-16</sup> No entanto, a respiração nasal também é influenciada pela mucosa nasal. Com a hipertrofia da mucosa nasal, o comprometimento do fluxo aéreo é observado. Neste estudo, os exames de RA e RC foram feitos sem o uso de vasoconstritor, a fim de avaliar os pacientes em seu estado natural de saúde e com o uso de vasoconstritor para reduzir a hipertrofia da mucosa nasal. Todas as correlações foram observadas sem o uso de vasoconstritor.

TCFC possibilita a avaliação tridimensional das estruturas ósseas, com menor exposição à radiação do que a TC convencional e com melhor qualidade de imagem

radiográfica do que a telerradiografia. Por essa razão, a TCFC é amplamente usada para fins clínicos e em pesquisas.<sup>14,16</sup> As larguras nasais nos cortes coronais nas regiões da concha inferior e média foram comparadas com as suas respectivas regiões mais estreitas, nas mesmas regiões anatômicas, determinadas na RA (MCA1 e MCA2). Foram encontradas correlações positivas entre MCA1 e largura nasal 2 sem vasoconstritor, largura 4 sem vasoconstritor com volume nasal de 0-5 cm, volume nasal de 2-5 cm e MCA1; e largura 4 com MCA1 após administração de vasoconstritor. Quanto maior a área no estreitamento anatômico, maior foi a largura nasal encontrada.

Em nossos dados, observamos correlações entre as variáveis dos exames com força fraca e moderada. Esse fato pode ser associado ao pequeno tamanho da amostra.

A existência de correlações entre RA, RC e TCFC enfatiza a importância de uma equipe de ortodontistas, pediatras e otorrinolaringologistas para o tratamento interdisciplinar de pacientes com respiração bucal.

As limitações deste estudo incluíram: (i) tamanho amostral pequeno; (ii) não inclusão de controles saudáveis para correlação entre os exames; (iii) não inclusão de controles com atresia maxilar e respiradores nasais. Os controles não foram incluídos devido à necessidade de exames de TCFC. No futuro, estudos abrangentes devem ser feitos com tamanhos de amostra maiores e incluir comparações entre os grupos mencionados nas limitações deste estudo, bem como os resultados obtidos a partir do tratamento de longo prazo da atresia maxilar com expansão maxilar. Portanto, os resultados deste estudo têm uma relevância especial para futuros desafios de pesquisa.

## Conclusão

Foram encontradas correlações entre as larguras nasal e maxilar (TCFC) e a função respiratória nasal (RA e RC) em respiradores bucais com atresia maxilar.

## Financiamento

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) [concessão número 2012/03519-4].

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

Pesquisador FALM: Fapesp pelo apoio às pesquisas #2011/12939-4 e #2015/12858-5; Fundo de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Extensão da Universidade Estadual de Campinas, pelo apoio à pesquisa #0648/2015; JDR: Fapesp, pelo apoio à pesquisa #2011/18845-1.

## Referências

- Luzzi V, Ierardo G, Viscogliosi A, Fabbri M, Consoli G, Voza I, et al. Allergic rhinitis as a possible risk factor for malocclusion: a case-control study in children. *Int J Paediatr Dent.* 2013;23:274-8.

2. Oulis CJ, Vadiakas GP, Ekonomides J, Dratsa J. The effect of hypertrophic adenoids and tonsils on the development of posterior crossbite and oral habits. *J Clin Pediatr Dent.* 1994;18:197–201.
3. Trevisan ME, Bellinaso JH, Pacheco AB, Augé LB, Silva AM, Corrêa EC. Respiratory mode, nasal patency and palatine dimensions. *Codas.* 2015;27:201–6.
4. Basheer B, Hegde KS, Bhat SS, Umar D, Baroudi K. Influence of mouth breathing on the dentofacial growth of children: a cephalometric study. *J Int Oral Health.* 2014;6:50–5.
5. Lessa FC, Enoki C, Feres MF, Valera FC, Lima WT, Matsumoto MA. Breathing mode influence in craniofacial development. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2005;71:156–60.
6. Retamoso LB, Knop LA, Guariza Filho O, Tanaka OM. Facial and dental alterations according to the breathing pattern. *J Appl Oral Sci.* 2011;19:175–81.
7. Coelho AR, Tanaka O, Ribeiro JS, Machado MA, Camargo ES. Transverse craniofacial dimensions in Angle Class II. Division 1 malocclusion according to breathing mode. *Braz Oral Res.* 2010;24:70–5.
8. Frasson JMD, Magnani MBBA, Nouer DF, Siqueira VCV, Lunardi N. Comparative cephalometric study between nasal and predominantly mouth breathers. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72:72–81.
9. Matsumoto MAN, Itikawa CE, Valera FCP, Faria G, Anselmo-Lima WT. Long-term effects of rapid maxillary expansion on nasal area and nasal airway resistance. *Am J Rhinol Allergy.* 2010;24:161–5.
10. Zambon CE, Cecchetti MM, Utumi ER, Pinna FR, Machado GG, Peres MP, et al. Orthodontic measurements and nasal respiratory function after surgically assisted rapid maxillary expansion: an acoustic rhinometry and rhinomanometry study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;41:1120–6.
11. Magnusson A. Evaluation of surgically assisted rapid maxillary expansion and orthodontic treatment. Effects on dental, skeletal and nasal structures and rhinological findings. *Swed Dent J Suppl.* 2013;229:1–104.
12. Capellele M, Cruz OLMC, Carlini D, Weckx LLM, Pignatari SSN. Evaluation of nasal capacity before and after rapid maxillary expansion. *Am J Rhinol.* 2007;22:74–7.
13. Garib DG, Henriques JFC, Janson G, Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-bone and tooth-bone expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:749–58.
14. Pereira-Filho VA, Monnazzi MS, Gabrielli MA, Spin-Neto R, Watanabe ER, Gimenez CM, et al. Volumetric upper airway assessment in patients with transverse maxillary deficiency after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;43:581–6.
15. Izuka EN, Feres MF, Pignatar SS. Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of mouth breathers. *Dental Press J Orthod.* 2015;20:43–9.
16. Smith T, Ghoneima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S, et al. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141:618–26.
17. Eichhorn KW, Schneider B, Bley TA, Wagner I, Schröck A, Jakob M. CT rhinometry: a correlation of rhinomanometry and multiplanar computer tomography of the nasal cavity. *HNO.* 2012;60:1067–74.
18. Numminen J, Dastidar P, Heinonen T, Karhuketo T, Rautiainen M. Reliability of acoustic rhinometry. *Respir Med.* 2003;97:421–7.
19. Okuro RT, Morcillo AM, Ribeiro MÂ, Sakano E, Conti PB, Ribeiro JD. Mouth breathing and forward head posture: effects on respiratory biomechanics and exercise capacity in children. *J Bras Pneumol.* 2011;37:471–9.
20. Sabatucci A, Raffaeli F, Mastrovincenzo M, Luchetta A, Giannone A, Ciavarella D. Breathing pattern and head posture: changes in craniocervical angles. *Minerva Stomatol.* 2015;64:59–74.
21. Clement PAR, Gordts F. Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Rhinology.* 2005;43:169–79.
22. Lione R, Franchi L, Huanca Ghislazoni LT, Primozic J, Buongiorno M, Cozza P. Palatal surface and volume in mouth-breathing subjects evaluated with three-dimensional analysis of digital dental casts – a controlled study. *Eur J Orthod.* 2015;37:101–4.
23. Souki BQ, Lopes PB, Veloso NC, Avelino RA, Pereira TB, Souza PE, et al. Facial soft tissues of mouth-breathing children: do expectations meet reality? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014;78:1074–9.
24. Cabrera LC, Retamoso LB, Mei RM, Tanaka O. Sagittal and vertical aspects of Class II division 1 subjects according to the respiratory pattern. *Dental Press J Orthod.* 2013;18:30–5.
25. Salgueiro AG, Silva AS, Araujo BM, Yamashita RP, Trindade IE. Comparative analysis of velopharyngeal activity assessed by acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Codas.* 2015;27:464–71.
26. Bazargani F, Jönson-Ring I, Nevéus T. Rapid maxillary expansion in therapy-resistant enuretic children: an orthodontic perspective. *Angle Orthod.* 2015;86:481–6.