

Caroline Akemi Hassegawa¹ 
 Michele Alves Garcia-Usó² 
 Marília Sakayo Yatabe-Ioshida³ 
 Inge Elly Kiemle Trindade^{4,5} 
 Ana Paula Fukushiro^{4,6} 
 Daniela Gamba Garib Carreira^{7,8} 
 Ivy Kiemle Trindade-Suedam^{4,5} 

Descritores

Fissura Palatina
 Cavidade Nasal
 Rinometria Acústica
 Tomografia Computadorizada de Feixe
 Cônico
 Respiração

Keywords

Cleft Palate
 Nasal Cavity
 Acoustic Rhinometry
 Cone-Beam Computed Tomography
 Respiration

Endereço para correspondência:

Ivy Kiemle Trindade-Suedam
 Departamento de Ciências Biológicas,
 Faculdade de Odontologia de
 Bauru, Universidade de São Paulo e
 Laboratório de Fisiologia, Hospital
 de Reabilitação de Anomalias
 Craniofaciais, Universidade de São
 Paulo – FOB USP e HRAC USP
 Rua Silvio Marchione, 3-20, Vila Nova
 Cidade Universitária, Bauru (SP),
 Brasil, CEP: 17012-900.
 E-mail: ivytrin@usp.br

Recebido em: Abril 17, 2020

Aceito em: Junho 24, 2020

Dimensões internas nasais de crianças com fissura labiopalatina e deficiência maxilar: comparação entre a técnica de rinometria acústica e a tomografia computadorizada de feixe cônico

Internal nasal dimensions of children with unilateral cleft lip and palate and maxillary atresia: comparison between acoustic rhinometry technique and cone-beam computed tomography

RESUMO

Objetivo: Comparar a geometria da cavidade nasal de crianças e adolescentes com fissura labiopalatina e deficiência maxilar por meio de dois métodos: a tomografia computadorizada de feixe cônico, considerada padrão-ouro, e a rinometria acústica. **Método:** Foram avaliados, de maneira transversal, os exames de tomografia computadorizada de feixe cônico e de rinometria acústica, previamente obtidos para fins de planejamento ortodôntico, de 17 crianças e adolescentes com fissura labiopalatina e atresia maxilar. Por meio do programa *Dolphin Imaging 11.8*, a cavidade nasal das imagens tomográficas foi reconstruída por dois avaliadores e foram obtidos os volumes internos nasais. Por meio da rinometria, os volumes nasais foram aferidos para as regiões V1 e V2. Os valores de cada exame foram, então, comparados, a um nível de significância de 5%. **Resultados:** A análise estatística mostrou alta reprodutibilidade intra e interavaliadores na análise da tomografia computadorizada de feixe cônico. Os volumes internos nasais médios (\pm desvio-padrão), utilizando a rinometria acústica e a tomografia computadorizada de feixe cônico corresponderam a $6,6 \pm 1,9 \text{ cm}^3$ e $8,1 \pm 1,5 \text{ cm}^3$, respectivamente. A diferença entre os exames foi de 17,7%, considerada estatisticamente significativa ($p = 0,006$). **Conclusão:** Os volumes nasais aferidos pelos dois métodos são diferentes, ou seja, apresentam discrepâncias nas medidas. A técnica considerada padrão-ouro identificou volumes maiores na cavidade nasal. A determinação de qual exame reflete a realidade clínica constitui passo futuro importante.

ABSTRACT

Purpose: To compare the nasal cavity geometry of children and teenagers with cleft lip and palate and maxillary atresia by two methods: cone-beam computed tomography, considered the gold standard, and acoustic rhinometry. **Methods:** Data on cone-beam computed tomography and acoustic rhinometry examinations of 17 children and teenagers with cleft lip and palate and maxillary atresia, previously obtained for orthodontic planning purposes, were evaluated prospectively. Using *Dolphin Imaging 11.8* software, the nasal cavity was reconstructed by two evaluators, and the internal nasal volumes were obtained. Using rhinometry, the volumes of regions V1 and V2 were measured. The values of each examination were then compared at a significance level of 5%. **Results:** Statistical analysis showed high intra- and inter-rater reproducibility in the cone-beam computed tomography analysis. The mean internal nasal volumes (\pm standard deviation) obtained using acoustic rhinometry and cone-beam computed tomography corresponded to $6.6 \pm 1.9 \text{ cm}^3$ and $8.1 \pm 1.5 \text{ cm}^3$, respectively. The difference between the examinations was 17.7%, which was considered statistically significant ($p = 0.006$). **Conclusion:** The nasal volumes measured via the two methods were different; that is, they presented discrepancies in the measurements. The gold standard technique identified larger volumes than acoustic rhinometry in the nasal cavity. Therefore, determining which test reflects clinical reality is an essential future step.

Trabalho realizado no Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo – HRAC USP - Bauru (SP), Brasil

¹ Programa de Pós-graduação, Laboratório de Fisiologia, Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo – HRAC USP - Bauru (SP), Brasil.

² Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos – UNIFIO - Ourinhos (SP), Brasil.

³ Departamento de Ortodontia e Odontopediatria, School of Dentistry, University of Michigan – UM - Ann Arbor (MI), USA.

⁴ Laboratório de Fisiologia, Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo – HRAC USP - Bauru (SP), Brasil.

⁵ Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – FOB USP - Bauru (SP), Brasil.

⁶ Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – FOB USP - Bauru (SP), Brasil.

⁷ Setor de Ortodontia, Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo – HRAC USP - Bauru (SP), Brasil.

⁸ Departamento de Ortodontia, Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB USP - Bauru (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: FAPESP (2017/12789-9).

Conflito de interesses: nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

As fissuras labiopalatinas são malformações congênitas que atingem a face e que são formadas precocemente no período embrionário, até, aproximadamente, a 12^a semana de gestação, sendo decorrentes da ausência de fusão dos processos faciais embrionários (maxilar, mandibular, nasais e palatinos)^(1, 2).

O indivíduo com fissura labiopalatina é submetido a várias intervenções no seu processo reabilitador, iniciando pelas cirurgias primárias de lábio (queiloplastia) e de palato (palatoplastia), que têm como objetivo a reconstrução do defeito morfológico ainda na primeira infância⁽³⁾. Entretanto, a fissura labiopalatina também possui impacto sobre a forma e função nasal. Suas alterações geralmente reduzem a cavidade interna nasal, interferindo no fluxo do ar, levando a respiração oral e influenciando no desenvolvimento craniofacial⁽⁴⁾. Tendo isso em vista, o tratamento do indivíduo com fissura labiopalatina, também envolve cirurgias de correção do septo, base, osso nasal, entre outras estruturas do nariz⁽⁵⁾, as chamadas cirurgias secundárias.

Especificamente com relação à cavidade nasal, estudo demonstrou que crianças com fissura transforame incisivo unilateral e bilateral possuem as dimensões internas nasais reduzidas, na ordem de 30% em relação a um grupo controle⁽⁶⁾. Observou ainda que, no caso das fissuras unilaterais, não há diferença volumétrica entre as cavidades nasais nos lados acometido e não acometido pela fissura, ao passo que outros autores demonstraram que o lado afetado pela fissura é volumetricamente menor que o não afetado⁽⁷⁾. Contudo, em 2017, estudo com pacientes entre nove e 12 anos com fissuras bilateral e unilateral concluiu que estes indivíduos não são mais propensos a obstrução da nasofaringe comparado ao grupo controle pareado por idade⁽⁸⁾.

Estudos prévios de nosso grupo de pesquisa demonstraram, por meio de avaliação rinométrica e rinomanométrica, que a expansão rápida de maxila, um procedimento muito utilizado para corrigir a deficiência transversal maxilar, mostrou-se capaz de aumentar significativamente as dimensões internas nasais de crianças com fissura labiopalatina unilateral em 26%⁽⁹⁾ e bilaterais em 20%⁽¹⁰⁾, melhorando a permeabilidade nasal comprometida nestes pacientes.

Deste modo, é ideal que se proceda uma avaliação da permeabilidade nasal, devido à importância e necessidade de se analisar objetivamente os resultados das intervenções nasais nos indivíduos portadores de fissuras labiopalatinas⁽⁴⁾.

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) pode ser considerada como exame padrão ouro para visualizar a cavidade nasal. Testada por diversos programas de análise tridimensional, demonstrou ser apta para reproduzir, com alta concordância, variáveis como volume, comprimento e área seccional mínima das vias aéreas superiores, sendo indicada como uma ferramenta confiável e precisa para análise tridimensional da via aérea superior^(11, 12). A TCFC é um tipo de tomografia que provê doses menores de radiação, quando comparada à convencional e supera as limitações da radiografia plana, por não possuir restrições de orientação cefalométrica, ruído, dentre outras⁽¹³⁾. Ainda assim, o uso inadvertido desse método deve ser analisado⁽¹³⁾.

Além da TCFC, outros métodos são utilizados para a avaliação das dimensões internas nasais, como é o caso da rinometria acústica (RA), que permite a identificação dos locais de constrição da cavidade nasal através de medições consecutivas de diferentes segmentos da cavidade, abrangendo desde as narinas até a nasofaringe⁽¹⁴⁾. Esse método conta com a vantagem de não se restringir apenas à medida do segmento de maior constrição e não exigir a colaboração do paciente, como no caso da rinomanometria⁽⁴⁾. Dessa forma, a técnica não invasiva tem mostrado a importância do uso de métodos objetivos para acompanhar o desenvolvimento de procedimentos que tem grande potencial para interferir na morfofisiologia da cavidade nasal, como a rinosseptoplastia⁽¹⁰⁾.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo comparar a geometria da cavidade nasal de crianças e adolescentes com fissura labiopalatina e deficiência maxilar por meio de dois métodos: a TCFC, considerada padrão-ouro, e a rinometria acústica.

MÉTODO

Casuística

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo (HRAC-USP), sob o parecer nº 2.190.137.

A amostra do estudo foi composta por exames de TCFC e de RA de 17 indivíduos com fissura transforame incisivo unilateral completa previamente reparada e atresia maxilar antero-posterior e transversa, os quais foram avaliados de maneira transversal, sendo esses exames previamente obtidos para fins de planejamento ortodôntico.

Como critérios de inclusão no estudo, foram considerados os exames de pacientes provenientes da população de crianças e adolescentes, sendo considerado indivíduo adolescente aquele entre as idades de dez e 19 anos (OMS)⁽¹⁵⁾, com fissura transforame incisivo unilateral completa, ausência de síndromes craniofaciais associadas à FLP e a presença de deficiência maxilar anteroposterior, caracterizada, essencialmente, pela presença de classe III.

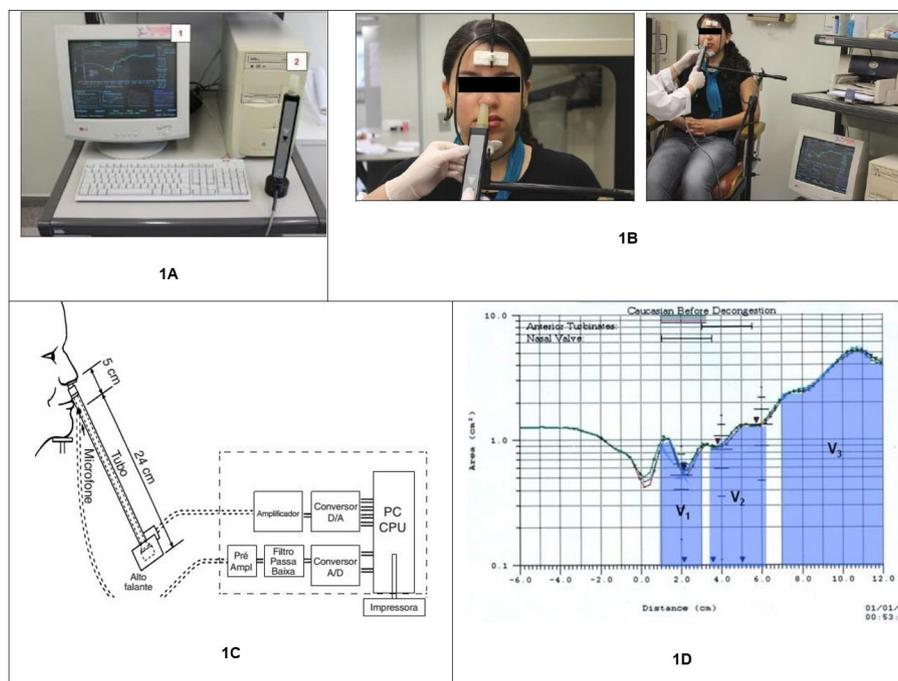
Os dois exames foram realizados no mesmo dia ou com apenas um dia de diferença entre eles, considerando a dinâmica da instituição e disponibilidade dos pacientes.

PROCEDIMENTOS

Rinometria acústica (RA)

Os volumes fornecidos pela técnica de RA foram calculados nos exames previamente obtidos de rotina para fins de avaliação pré-tratamento. Os exames foram realizados por duas fonoaudiólogas treinadas e calibradas para a execução da técnica, com sete e 10 anos de experiência na área, respectivamente, e que atuam na rotina clínica da instituição onde se deu a pesquisa.

O exame utiliza o sistema *Eccovision Acoustic Rhinometer*, que consiste em um tubo de 24 cm, cuja porção distal possui uma fonte sonora (alto-falante) e a porção proximal, um microfone de registro (Figura 1A). Baseia-se na reflexão das ondas sonoras que



Legenda: 1 = rinômetro 2 = monitor de computador mostrando um rinograma. Veja o paciente em posição para aquisição de dados. V1: região da válvula nasal, V2: região dos cornetos e V3: volume da nasofaringe

Figura 1. Rinômetro acústico (Eccovision, Hood Laboratories): Instrumentação para verificar áreas transversais da cavidade nasal

foram incididas na cavidade nasal e é realizado sempre na mesma sala em ambiente com temperatura e umidade relativamente estáveis (24°C e em torno de 50%, respectivamente) e com um nível de ruído não superior a 60 dB, após um período para o paciente se adaptar às condições ambientais, de duração de 30 minutos. Dessa forma, procura-se evitar os possíveis erros de medida, decorrentes de ruídos externos e variações na temperatura ambiente.

A RA ocorre da seguinte forma: encosta-se o tubo em uma das narinas e as ondas sonoras geradas no alto-falante propagam-se ao longo do tubo e adentram a cavidade nasal. Havendo variações na área de secção transversa, ou seja, quaisquer constrições que diminuam a luz da cavidade, as ondas sonoras são refletidas, como um eco, de volta para o tubo. Para se obter melhores dados, o rinômetro é sempre posicionado em paralelo ao dorso do nariz e é feito um vedamento entre o adaptador nasal e a cavidade nasal com gel neutro para eletrocardiograma a fim de evitar perda sonora (Figura 1B). Ainda, para manter estável a cabeça do paciente durante o exame em posição paralela ao solo, utiliza-se um suporte para o apoio do mento e da testa. Os sinais de pressão da onda refletida sensibilizam o microfone, são amplificados e digitalizados, e então passados para análise em um microcomputador equipado com um programa específico (Figura 1C).

A área de secção transversal nasal e a distância da constrição são calculadas com base na intensidade do eco e na relação entre velocidade e tempo de chegada do eco, respectivamente. Os dados são apresentados em um gráfico, o rinograma, na tela do computador e na função área-distância, sendo que o eixo x mostra a distância (em cm) e o eixo y, a área em escala logarítmica (em cm²) (Figura 1D). As medidas são feitas em rápida sucessão, a cada 0,5 segundos aproximadamente e feitas em toda cavidade nasal, dos lados direito e esquerdo,

independentemente⁽¹³⁾. A partir das variáveis área e distância, é possível obter o volume das regiões nasais (V1, V2 e V3), fornecido pelo próprio exame, correspondendo à região abaixo da curva do rinograma (figura 1D). Para fins comparativos, considerou-se, na RA, como volume total da cavidade nasal, a soma dos valores de V1 (volume da região da válvula nasal) e V2 (volume da região anterior do corneto inferior) (cm³) e na TCFC, o valor da região abrangida pelo polígono descrito (figura 2), que procura corresponder ao espaço de V1 e V2 da RA.

Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)

Foram utilizadas tomografias computadorizadas de feixe cônico obtidas para fins de planejamento cirúrgico, no tomógrafo *i-CAT Next Generation (ISI- iCAT Imaging System - cone beam, Next Generation i-CAT®)*, com as seguintes especificações: campo de visão (FOV) de 16 x 13cm, tempo de exposição de 26,9 segundos, 120 Kv, 37,07 mA, resolução de 0,25 voxels. As imagens são geradas originalmente com a extensão .xstd e depois importadas e salvas na extensão DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) para que seja visualizada no programa *Dolphin Imaging 11.8* de análise de imagens.

As imagens foram analisadas por dois avaliadores treinados conjuntamente para a realização das medidas. O treinamento, que durou aproximadamente 2 meses, consistiu em 3 etapas:

- 1) Ciclo de aulas: aula 1 - princípios de aquisição das imagens tomográficas (IKTS) / aula 2 - TCFC (IKTS) / aula 3 - aspectos tomográficos das fissuras labiopalatinas e das vias aéreas superiores (IKTS e SHKT).

- 2) Treinamento das funcionalidades do software Dolphin e utilização das ferramentas disponíveis para reconstrução 3D das vias aéreas superiores (IKTS).
- 3) Estudo piloto para reconstrução das imagens 3D em 10 imagens, repetidas 2 vezes para aferição da reprodutibilidade (avaliador menos experiente sendo instruída pela avaliadora mais experiente).

O avaliador 1 (CAH), estudante de Fonoaudiologia, portanto, avaliador menos experiente, e o avaliador 2 (IKTS), orientadora da pesquisa, assim, avaliador mais experiente, realizaram a leitura das imagens em dois tempos distintos (T1 e T2), com intervalo de duas semanas entre as medidas, com o propósito de se aferir a reprodutibilidade intra- e interavaliador. Os valores médios de volume, dos dois avaliadores, obtidos nas duas medições, foram considerados para análise.

Antes da delimitação da cavidade nasal, o crânio de cada exame tomográfico foi orientado paralelo ao solo, de acordo com óstio do osso temporal e a base do globo ocular (Plano de *Frankfurt*).

As tomografias computadorizadas de feixe cônico foram, então, avaliadas por meio do programa *Dolphin Imaging 11.8*, que permite a reformatação da imagem da via aérea em 3D. O volume interno da cavidade nasal foi obtido a partir da marcação, nos cortes coronal, axial e sagital, dos polígonos que delimitam a cavidade nasal, seguindo os seguintes passos:

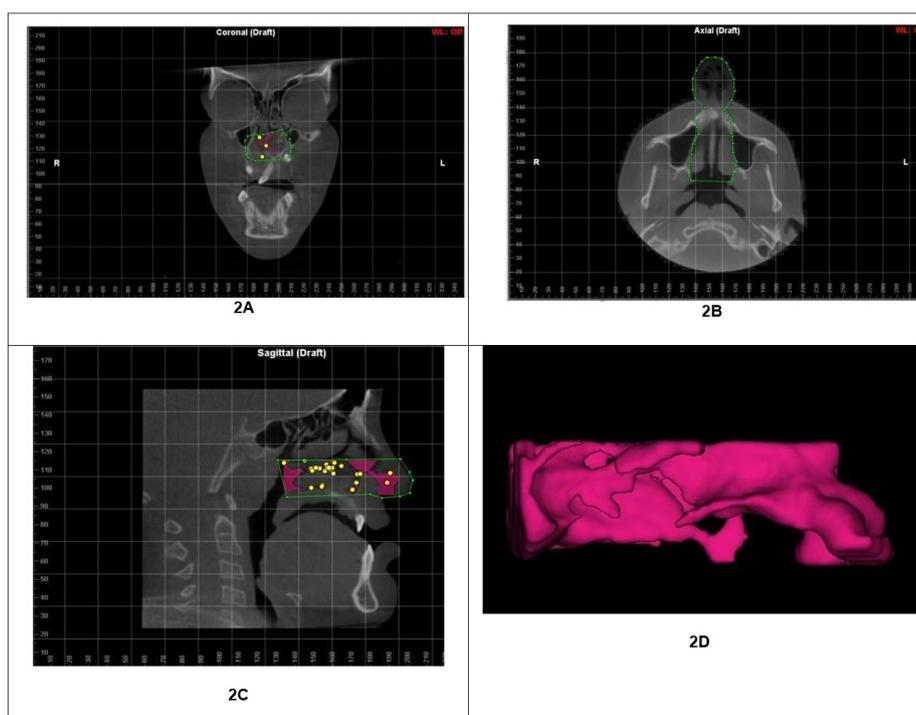
- 1) No corte coronal, selecionar, no sentido anteroposterior, a 1ª vez em que a crista gali aparece por completo. Neste corte, inicia-se a marcação do polígono, cujo limite superior é constituído pela parte superior dos cornetos inferiores dos dois lados, formando uma linha irregular. Em seguida,

contorna-se o restante da cavidade nasal, estabelecendo o limite entre a cavidade nasal e os seios maxilares, abrangendo a abertura piriforme, até a espinha nasal anterior, fechando-se o polígono. (Figura 2A).

- 2) No corte axial, selecionar, no sentido ínfero-superior, a primeira vez que aparece a ponta nasal por completo. Neste corte, o limite posterior do polígono é formado por uma linha paralela ao solo que une as duas extremidades dos processos pterigóide do osso esfenóide. Na sequência, contorna-se toda a cavidade nasal, até a extremidade da abertura piriforme, em ambos os lados. Por fim, a partir das extremidades piriformes, inicia-se o contorno do tecido mole do nariz, fechando-se o polígono, conforme ilustra a Figura 2B.

- 3) No corte sagital mediano, demarcar o polígono unindo os seguintes pontos: N` (Nasal: o ponto mais inferior e anterior entre os ossos nasais), em seguida, contorna-se o tecido mole do nariz até o ponto SN (subnasal: ponto de intersecção entre a columela e o filtro labial), ENA (espinha nasal anterior: o ponto mais anterior da projeção da sutura intermaxilar), ENP (espinha nasal posterior: o ponto mais posterior da projeção da sutura intermaxilar), o ponto mais posterior do corneto inferior, seguindo para o seio esfenoidal e, finalmente, unindo ao N`. (Figura 2C).

- 4) Assim, uma vez delimitados os polígonos, procede-se à marcação do espaço aéreo nasal contido nestes polígonos com a ferramenta “*seed point*”, a qual realiza a coloração automática da área de interesse. Desta forma, uma imagem tridimensional da cavidade nasal é gerada, e, a partir dela, calcula-se os valores numéricos de volume, expressos em cm^3 , conforme ilustra a Figura 2D.



Legenda: Polígonos que delimitam a cavidade nasal nos cortes coronal (3A), axial (3B) e sagital (3C) e imagem tridimensional da cavidade nasal obtida a partir dos três polígonos (3D)

Figura 2. Programa *Dolphin Imaging*: TCFC da cavidade nasal

Desse modo, na TCFC, o valor da região abrangida pelo polígono descrito na figura 2, procura corresponder, para fins de comparação, ao espaço de V1 e V2 da RA.

Forma de análise dos resultados

Considerando-se um erro alfa de 5%, um poder de teste de 80%, um desvio padrão esperado de 1,27⁽¹²⁾ e uma diferença mínima a ser detectada de 1cm³, estimou-se uma amostra mínima de 15 indivíduos por grupo.

A reprodutibilidade intra-avaliador foi calculada pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (*Intraclass correlation coefficient* - ICC)⁽¹⁶⁾ que adota a seguinte pontuação: ICC < 0,40 = concordância fraca; ICC de 0,4-0,75 = concordância moderada; e ICC > 0,75 = concordância alta. Caso o coeficiente de correlação intraclasse apresentasse um alto valor, a análise de apenas 35% da amostra, em T2, pelo avaliador 2, seria considerada suficiente para fins comparativos.

Visto que a variável volume seguiu distribuição normal, utilizou-se a tese de Kolmogorov Smirnov e os resultados dos grupos foram expressos como média ± desvio padrão (X±DP). Para a comparação da variável quantitativa volume, a significância das diferenças entre os dois testes (RA e TCFC) foi aferida pelo teste t de Student para amostras pareadas. Valores de p < 0,05 foram considerados significantes.

RESULTADOS

Os coeficientes de correlação intraclasse, na avaliação tomográfica, foram de 0,90 e 0,82, respectivamente, para a avaliação intra e interexaminadores. Considerando os altos

índices de concordância, para fins de análise, são apresentados e analisados os valores do avaliador 1, que completou a análise de todas as amostras, nos dois momentos.

A tabela 1 traz os resultados de volume internos nasais aferidos pela rinometria acústica e pela TCFC, pelo avaliador 1 em um primeiro momento (TCFC_A1_M1) e no segundo momento (TCFC_A1_M2), assim como as medidas do avaliador 2 em dois momentos (TCFC_A2_M1 e TCFC_A2_M2).

Os resultados de volume utilizando a RA e a TCFC corresponderam a 6,6 ± 1,9 cm³ e a 8,1 ± 1,5 cm³, respectivamente. A diferença entre os exames foi de 17,7%, considerada estatisticamente significativa (p = 0,006). Apesar da diferença estatística observada, nota-se por meio da Figura 3 que, à exceção dos pacientes 4 e 15, considerados *outliers*, os resultados volumétricos são equivalentes, ou seja, existe equivalência entre as medidas ou, ainda, semelhança entre as curvas ou mesmo padrão.

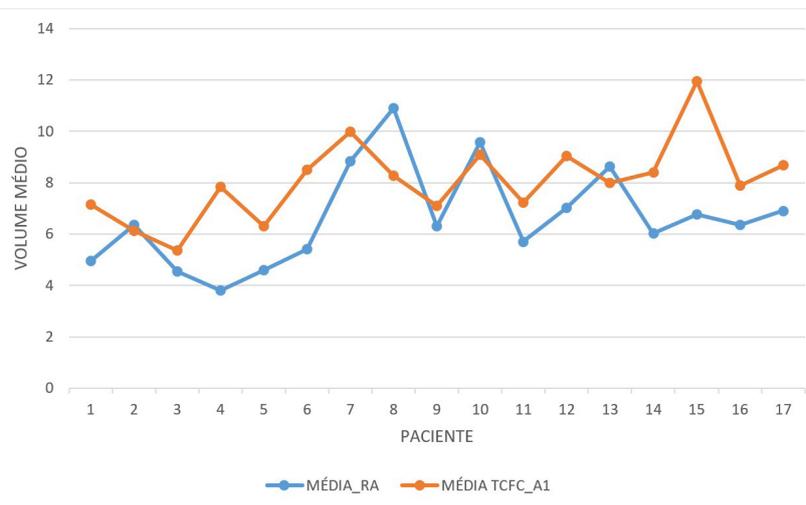
DISCUSSÃO

Contrariamente à hipótese inicial, o resultado do presente estudo mostra que os volumes nasais obtidos com a RA e com a TCFC são diferentes. Isto se deve, provavelmente, às dificuldades encontradas na reconstrução tomográfica. Embora o programa utilizado para a análise tomográfica seja um bom método para a avaliação volumétrica da faringe⁽¹⁷⁻¹⁹⁾, ele se mostrou não tão efetivo para aferição 3D da cavidade nasal. Isto porque a delimitação exclusiva da cavidade nasal, excluindo seios paranasais, era sempre um desafio técnico, difícil de contornar, tornando as medidas volumétricas na TCFC sempre maiores que as da RA.

Tabela 1. Volumes internos nasais individuais e médios aferidos pela rinometria acústica e pela tomografia computadorizada de feixe cônico (em cm³), dos avaliadores 1 e 2, nos momentos 1 e 2

PACIENTE	MÉDIA_RA	TCFC_A1_M1	TCFC_A1_M2	MÉDIA TCFC_A1	TCFC_A2_M1	TCFC_A2_M2	MÉDIA TCFC_A2
1	4,95	7,61	6,70	7,16	6,54	8,07	7,31
2	6,35	5,76	6,50	6,13	8,48	7,21	7,85
3	4,54	5,45	5,28	5,37	5,85		
4	3,82	7,90	7,80	7,85	7,75		
5	4,61	5,99	6,63	6,31	5,4		
6	5,42	8,58	8,41	8,50	8,23		
7	8,85	10,61	9,35	9,98	10,47		
8	10,91	8,34	8,21	8,28	8,47		
9	6,31	6,94	7,27	7,11	6,56		
10	9,57	8,98	9,21	9,10	8,86		
11	5,71	6,80	7,65	7,23	6,79		
12	7,02	8,87	9,19	9,03	8,38		
13	8,64	7,75	8,23	7,99	8,25	8,15	8,2
14	6,03	8,68	8,14	8,41	6,61		
15	6,76	11,57	12,34	11,96	13,83	12,18	13,01
16	6,36	7,09	8,68	7,89	6,73	9,01	7,87
17	6,91	8,94	8,42	8,68	9,43	9,21	9,32
x	6,6	8,0	8,1	8,1 (17,7%)	8,0	9,0	8,9
dp	1,9	1,6	1,5	1,5	2,0	1,7	2,1
p		0,20			0,09		
		0,006					

Legenda: rinometria acústica (RA); tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC); avaliador (A); momento (M).



Legenda: Rinometria acústica (RA); tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC); avaliador (A).

Figura 3. Gráfico dos volumes nasais médios (cm³) aferidos pela rinometria acústica e tomografia computadorizada de feixe cônico dos 17 indivíduos. Valores do avaliador 1

Neste sentido, a escolha do formato do polígono para delimitar a cavidade nasal, no plano sagital, sofreu ajustes ao longo do projeto e partiu do pressuposto de que os volumes das regiões posteriores nasais mensuradas pela RA não eram confiáveis⁽²⁰⁾, uma vez que o som oriundo do rinômetro, ao chegar nessa região, já sofreu muitas reflexões e se dissipou para a faringe. Dessa forma, decidiu-se excluir o valor de V3 do volume analisado, tanto na RA, quanto na TCFC.

Ainda, com as ferramentas disponíveis no programa *Dolphin Imaging* 11.8, como já mencionado, nem sempre era possível excluir os seios paranasais adjuntos à cavidade nasal por completo. Não era raro que estas estruturas acabavam sendo coradas e segmentadas juntamente com a cavidade nasal. Assim, partindo da premissa que a TCFC não refletiria a realidade clínica, o polígono proposto abrangeu toda a base nasal, das regiões V1 e V2, excluindo a região dos cornetos médios e superiores. Esta decisão teve amparo em dois fatores: 1) em estudo⁽²¹⁾ que propõe um polígono similar ao do presente trabalho, para delimitar a cavidade nasal, e, 2) é na base nasal que se distribui o eixo acústico do som gerado pela RA, ou seja, é este o principal caminho que as ondas sonoras percorrem, devido ao maior volume dessa porção.

Em estudo⁽²²⁾ comparando nove exames de rinometria acústica e tomografia computadorizada de pacientes adultos com obstrução nasal devido a conchas hipertróficas, os autores analisaram as três áreas seccionais mínimas da cavidade, correspondentes aos entalhes presentes no rinograma, tanto na RA, quanto na TCFC (definidos por meio de marcos anatômicos). Observaram que as áreas 1 e 2, correspondentes ao primeiro e segundo entalhes possuíam correlações estatisticamente significativas entre os dois métodos, enquanto na área 3, que indica o terceiro entalhe, na região mais posterior do nariz, não foi observada correlação.

Posteriormente, em estudo sobre cavidades nasais de seis indivíduos saudáveis, no qual se obteve curvas de área-distância (comparáveis ao rinograma) tanto da RA, quanto da TCFC, observou-se semelhança entre as curvas na parte anterior da cavidade nasal. Contudo, na região posterior, os resultados da RA

eram sempre maiores que os da TCFC, com curvas divergentes, mas com mesmo padrão. Na epifaringe, foram encontrados erros de medidas excedentes a 100%, mesmo tendo sido utilizados planos de medidas individualizados, como foi o caso com as linhas centrais, obtidas a partir do cálculo matemático dos centros de cada plano seccional da cavidade. Esses resultados indicam que a RA possui capacidade diagnóstica para as partes anteriores, não posteriores⁽²³⁾.

Já em 2018, tem-se, no caso de pacientes respiradores orais, com deficiência maxilar transversa e mordida cruzada posterior, uma comparação entre os dados fornecidos pela RA e larguras de diferentes regiões da cavidade nasal mensuradas por meio da TCFC. Dentre os resultados, o volume fornecido pela rinometria teve correspondência apenas com a largura 4, que correspondia a base da cavidade nasal, aferida por uma linha horizontal na borda externa da região palatina do osso maxilar, no plano coronal que passa pela parte mais anterior dos cornetos médios. Outros dados de larguras correspondiam a regiões mais superiores da cavidade nasal⁽²⁴⁾. Dessa forma, pode-se dizer que o volume nasal possui mais influência anatômica da região inferior aos cornetos médios, do que do restante da cavidade, assim como foi observado no presente estudo.

Ainda, em 2016, outro estudo⁽²¹⁾ utilizando os mesmos instrumentos da presente pesquisa (RA e TCFC), assim como o programa *Dolphin Imaging*, igualmente observou que, para o volume total da cavidade nasal, as medidas da TCFC eram um pouco maiores do que as da RA. Entretanto, a cavidade nasal delimitada difere da metodologia utilizada no presente estudo. As duas possuem em comum o limite superior, que são semelhantes, pois ambas as pesquisas não abrangem a parte mais superior do nariz. Contudo, quanto a parte posterior, o estudo citado envolveu até a região da nasofaringe, o que não ocorreu no presente estudo. Os resultados obtidos quanto à média volumétrica total mostraram baixa correlação com a RA ($r = 0,274$).

Essa diferença na delimitação do nariz pode explicar a razão da baixa correlação, uma vez que a região anterior nasal, aferida separadamente na investigação de 2016⁽²¹⁾ mostrou boa

correlação ($r = 0,786$), mais uma vez, indo ao encontro dos achados da literatura citados^(22, 23). Ainda, outro fator que os difere do presente estudo são os indivíduos que compõem a amostra, que no caso dos estudos referidos, foram indivíduos que procuravam por tratamento ortodôntico e foram submetidos à TCFC, não sendo especificado se havia a presença de fissura.

Se por um lado, não houve correlação entre RA e TCFC, pesquisadores mostraram que o programa *Dolphin Imaging* possui uma boa confiabilidade para análise da orofaringe, com uma diferença menor que 2% em relação a um modelo de aferição cujas medidas eram previamente conhecidas⁽²⁵⁾. Por outro lado, seu estudo avaliou volumes faríngeos e não os volumes nasais que, sabidamente, apresentam grande dificuldade técnica para sua segmentação. Assim, com base nesse estudo, os autores perguntam: será a rinometria um método efetivo para cálculo dos volumes nasais? Talvez o som emitido pelo equipamento não seja capaz de adentrar todos os espaços internos de um nariz obstruído como os dos pacientes com fissura labiopalatina.

Por outro lado, a literatura⁽²⁵⁾ também descreve algumas desvantagens do programa *Dolphin Imaging*, tais como a carência de ferramentas que segmentem a área desejada de forma mais precisa, pois seu algoritmo de segmentação ainda permite algumas partes transbordarem. No caso do nariz, a própria cavidade não possui limites bem estabelecidos, pois anatomicamente, seu espaço dá continuidade nos seios maxilares e etmoidais. Dessa forma, a segmentação do espaço aéreo desejado foi prejudicada diversas vezes, ao envolver os seios citados e levando ao pesquisador a escolher entre excluir parte do que é considerado cavidade nasal ou incluir parte de outros espaços que não correspondem ao nariz.

A avaliação tomográfica dos diferentes segmentos da cavidade nasal, conforme fornece a própria RA, constitui o próximo passo do presente estudo. Especula-se que, à semelhança dos trabalhos supracitados, equivalência no V1 e V2, entre os dois métodos seja encontrada, mesmo nos pacientes com fissura labiopalatina, cuja anatomia encontra-se significativamente alterada. Adicionalmente, uma amostra maior, avaliando-se a cavidade em seus diferentes segmentos, possa indicar semelhança entre os dois métodos de análise.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os volumes nasais aferidos pelos dois métodos, rinometria acústica e TCFC, são diferentes, apresentando discrepâncias nas medidas. A técnica considerada padrão-ouro identificou volumes maiores na cavidade nasal.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por ter financiado este estudo e estimulado, mais uma vez, a ciência brasileira.

REFERÊNCIAS

1. Murray JC. Gene/environment causes of cleft lip and/or palate. *Clin Genet*. 2002;61(4):248-56. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-0004.2002.610402.x>. PMID:12030886.
2. Freitas JAS, Neves LT, Almeida ALPF, Garib DG, Trindade-Suedam IK, Yaedú RYF, et al. Rehabilitative treatment of cleft lip and palate: experience of the Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies/USP (HRAC/USP) - Part 1: overall aspects. *J Appl Oral Sci*. 2012;20(1):9-15. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572012000100003>. PMID:22437671.
3. Bertier CE, Trindade IEK, Silva Filho OG. Cirurgias primárias de lábio e palato. In: Trindade IE, Silva Filho OG. *Fissuras labiopalatinas: uma abordagem Interdisciplinar*. São Paulo: Ed. Santos; 2007. p. 73-86.
4. Bertier CE, Trindade IEK. Deformidades nasais: avaliação e tratamento cirúrgico. In: Trindade IE, Silva Filho OG. *Fissuras labiopalatinas: uma abordagem Interdisciplinar*. São Paulo: Ed. Santos; 2007. p. 87-107.
5. Freitas JAS, Trindade-Suedam IK, Garib DG, Neves LT, Almeida ALPF, Yaedú RYF, et al. Rehabilitative treatment of cleft lip and palate: experience of the Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies/USP (HRAC/USP) - Part 5: Institutional outcomes assessment and the role of the Laboratory of Physiology. *J Appl Oral Sci*. 2013;21(4):383-90. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-775720130290>. PMID:24037080.
6. Farzal Z, Walsh J, Lopes de Rezende Barbosa G, Zdanski CJ, Davis SD, Superfine R, et al. Volumetric nasal cavity analysis in children with unilateral and bilateral cleft lip and palate. *Laryngoscope*. 2016;126(6):1475-80. <http://dx.doi.org/10.1002/lary.25543>. PMID:26267849.
7. Starbuck JM, Friel MT, Ghoneima A, Flores RL, Tholpady S, Kula K. Nasal airway and septal variation in unilateral and bilateral cleft lip and palate. *Clin Anat*. 2014;27(7):999-1008. <http://dx.doi.org/10.1002/ca.22428>. PMID:24976342.
8. Al-Fahdawi MA, Farid MM, El-Fotouh MA, El-Kassaby MA. Cone-beam computed tomography analysis of the nasopharyngeal airway in nonsyndromic cleft lip and palate subjects. *Cleft Palate Craniofac J*. 2017;54(2):202-9. <http://dx.doi.org/10.1597/15-134>. PMID:26752132.
9. 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(2):306-11. <http://dx.doi.org/10.1097/SCS.0b013e3181cf5f5f>. PMID:20186095.
10. Trindade-Suedam IK, Castilho RL, Sampaio-Teixeira AC, Araújo BM, Fukushiro AP, Campos LD, et al. Rapid maxillary expansion increases internal nasal dimensions of children with bilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J*. 2016;53(3):272-7. <http://dx.doi.org/10.1597/14-244>. PMID:25591126.
11. Chen H, van Eijnatten M, Wolff J, de Lange J, van der Stelt PF, Lobbezoo F, et al. Reliability and accuracy of three imaging software packages used for 3D analysis of the upper airway on cone beam computed tomography images. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017;46(6):20170043. <http://dx.doi.org/10.1259/dmfr.20170043>. PMID:28467118.
12. Guijarro-Martínez R, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40(11):1227-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijom.2011.06.017>. PMID:21764260.
13. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton B. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006;35(4):219-26. <http://dx.doi.org/10.1259/dmfr/14340323>. PMID:16798915.
14. Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: recommendations for technical specifications and standard operating procedures. *Rhinol Suppl*. 2000;16:3-17. PMID:11225287.
15. WHO: World Health Organization. Regional Working Group on Health Needs of Adolescents: Final Report. WHO Document ICP/MCH/005. Manila: World Organization, Regional Office for the Western Pacific; 1980.
16. Fleiss J. *The design and analysis of clinical experiments*. New York: Wiley; 1986.
17. Trindade-Suedam IK, Lima TF, Campos LD, Yaedú RY, Filho HN, Trindade IEK. Tomographic pharyngeal dimensions in individuals with unilateral cleft lip/palate and Class III malocclusion are reduced when compared with controls. *Cleft Palate Craniofac J*. 2017;54(5):502-8. <http://dx.doi.org/10.1597/15-124>. PMID:27148639.

18. Pinheiro ML, Yatabe M, Ioshida M, Orlandi L, Dumast P, Trindade-Suedam IK. Volumetric reconstruction and determination of minimum cross-sectional area of the pharynx in patients with cleft lip and palate: comparison between two different softwares. *J Appl Oral Sci.* 2018;26(0):e20170282. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-7757-2017-0282>. PMID:30304121.
19. Yatabe-Ioshida MS, Campos LD, Yaedú RY, Trindade-Suedam IK. Upper Airway 3D Changes of patients with cleft lip and palate after orthognathic surgery. *Cleft Palate Craniofac J.* 2019;56(3):314-20. <http://dx.doi.org/10.1177/1055665618778622>. PMID:29846086.
20. Cakmak O, Tarhan E, Coskun M, Cankurtaran M, Çelik H. Acoustic rhinometry: accuracy and ability to detect changes in passage area at different locations in the nasal cavity. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2005;114(12):949-57. <http://dx.doi.org/10.1177/000348940511401211>. PMID:16425563.
21. Tsolakis IA, Venkat D, Hans MG, Alonso A, Palomo JM. When static meets dynamic: comparing cone-beam computed tomography and acoustic reflection for upper airway analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(4):643-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.03.024>. PMID:27692422.
22. Gilain L, Coste A, Ricolfi F, Dahan E, Marliac D, Peynegre R, et al. Nasal cavity geometry measured by acoustic rhinometry and computed tomography. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;123(4):401-5. <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1997.01900040037006>. PMID:9109788.
23. Terheyden H, Maune S, Mertens J, Hilberg O. Acoustic rhinometry: Validation by Three-Dimensionally Reconstructed Computer Tomographic Scans. *J Appl Physiol.* 2000;89(3):1013-21. <http://dx.doi.org/10.1152/jappl.2000.89.3.1013>. PMID:10956345.
24. Sakai RHUS, Marson FAL, Sakamura ETI, Ribeiro JD, Sakano E. Correlation between acoustic rhinometry, computed rhinomanometry and cone-beam computed tomography in mouth breathers with transverse maxillary deficiency. *Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed).* 2018;84(1):40-50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.10.015>.
25. 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(6):801-13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.07.015>. PMID:23195366.

Contribuição dos autores

CAH foi uma das avaliadoras responsáveis pela mensuração das vias aéreas, como descrito na metodologia do artigo e pela formatação e parte de sua redação; MAGU foi responsável por realizar parte das medidas, contribuindo como o outro avaliador e auxiliando na parte estatística e procedimental; MSYI realizou a etapa de obtenção das medidas realizadas pela rinometria acústica; IEKT contribuiu na definição metodológica do artigo, auxiliando a definição de pontos de referência para realizar as medidas tomográficas; APF auxiliou na redação e formatação do artigo; DGGC foi responsável por realizar os procedimentos para obtenção dos exames ortodônticos utilizados na pesquisa; e IKTS orientou toda a pesquisa, desde sua concepção, até sua finalização, tomando a decisão de submeter o artigo para publicação na presente revista e contribuindo em sua redação.