

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Bruno César Ladeira Vidigal

**O VOLUME DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES MENSURADO POR
MEIO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS É CONCORDANTE
COM O DIAGNOSTICO DE OBSTRUÇÃO REALIZADO PELO
OTORRINOLARINGOLOGISTA?**

Belo Horizonte
2014

Bruno César Ladeira Vidigal

**O VOLUME DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES MENSURADO POR
MEIO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS É CONCORDANTE
COM O DIAGNOSTICO DE OBSTRUÇÃO REALIZADO PELO
OTORRINOLARINGOLOGISTA?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de Concentração em Clínicas Odontológicas - Ênfase: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki

Belo Horizonte

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

V653v Vidigal, Bruno César Ladeira
O volume das vias aéreas superiores mensurado por meio das tomografias computadorizadas é concordante com o diagnostico de obstrução realizado pelo otorrinolaringologista? / Bruno César Ladeira Vidigal. Belo Horizonte, 2014.
57f.: il.

Orientador: Bernardo Quiroga Souki
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Cavidades nasais - Diagnóstico. 2. Tomografia computadorizada. 3. Orofaringe. 4. Nasofaringe. I. Souki, Bernardo Quiroga. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.214

Bruno César Ladeira Vidigal

O VOLUME DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES MENSURADO POR MEIO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS É CONCORDANTE COM O DIAGNOSTICO DE OBSTRUÇÃO REALIZADO PELO OTORRINOLARINGOLOGISTA?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Ênfase: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Profa. Dra. Maria Helena Gonçalves Becker – UFMG
- 2- Profa. Dra. Mariele Cristina Garcia Pantuzo – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 24 de fevereiro de 2014

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 20 de março de 2014

Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

**Aos meus pais e irmão,
pessoas ímpares em minha vida!**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fazer forte em momentos difíceis, por me abençoar com saúde e paz e me guiar em mais essa realização e conquista.

A Santo Expedito que se temos fé, o impossível é capaz de acontecer.

Aos meus pais Aluísio e Wanda, por todo o auxílio, amor e incentivo, que me ensinaram a lutar por ideais, através do exemplo de vida e de trabalho.

Ao meu irmão Carlos, por estar sempre ao meu lado oferecendo seu apoio e companheirismo, sempre que precisei.

Aos meus parentes e demais familiares, pelo auxílio e incentivo no enfrentamento das dificuldades cotidianas, que sempre estiveram comigo me dando força.

A Jéssica, pessoa sincera e carinhosa de fundamental importância, incentivando sempre, mesmo nos momentos em que eu precisava estar ausente.

Aos amigos de infância e da vida, que sempre me apoiaram e ajudaram no trabalho e na vida cotidiana, proporcionando momentos de felicidades.

Ao Prof. Bernardo Quiroga Souki, por acreditar e me orientar na realização desta importante experiência e no meu amadurecimento.

Ao Prof. Flávio Ricardo Manzi, mais que professor, agradeço pela confiança e troca de experiências contribuindo nesta caminhada.

Aos Professores e funcionárias (Silvania e Angélica) do Programa de Mestrado da PUC Minas, pela grande oportunidade de pesquisa e por todo o apoio oferecido.

Aos alunos do Programa de Mestrado, pela amizade, apoio e colaboração nesta caminhada.

À Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais que me disponibilizou estrutura para adquirir os conhecimentos que transformam.

A Capes, pela concessão da bolsa de estudo de mestrado, na qual pude realizar mais essa conquista.

Aos funcionários da Axial e Axial Odonto, pela atenção e força, sempre prontos, em ajudar e fazer com que a rotina dessa pesquisa se tornasse muito mais simples do que parece ser realmente .

Às crianças que participaram voluntariamente deste trabalho, as quais, sob responsabilidade de seus pais, estiveram presentes em todos os momentos em que foram solicitadas, independente das suas dificuldades diárias. Sem vocês, nada disso teria sido possível.

A todos os profissionais e demais funcionários do HC, que me receberam e acolheram de forma incondicional.

Às Professoras Helena Maria Gonçalves Becker e Letícia Paiva Franco, pelos ensinamentos e aprofundamento de conhecimentos científicos para o trabalho e para a vida.

A todos que, de alguma maneira, fizeram parte dessa conquista, meu muito

OBRIGADO!

Foi buscando acertar que às vezes eu errei, mas quem pode acusar sem tentar compreender (SARON, 2009).

RESUMO

Objetivo: Avaliar, em crianças respiradoras orais, a associação entre as medidas volumétricas das vias aéreas superiores feitas a partir de tomografia computadorizada com o diagnóstico e indicação cirúrgica otorrinolaringológica. **Objetiva-se,** ainda, estudar a associação entre as causas da obstrução das vias aéreas superiores e a redução volumétrica do sítio anatômico envolvido. **Material e Métodos:** Vinte e cinco crianças respiradoras orais, na faixa etária entre 5 e 9 anos, foram submetidas ao diagnóstico otorrinolaringológico e à tomografia computadorizada *multislice*, em posição supina. Comparação entre o volume das vias aéreas superiores e o diagnóstico otorrinolaringológico (teste t para amostras independentes) foi feita com nível de significância estabelecido em 5%. **Resultados:** O ICC (Coeficiente de Correlação Intraclass) foi de 0,99 para a avaliação interobservador da cavidade nasal e orofaringe e 0,97 para nasofaringe. Enquanto o ICC para avaliação intraobservador foi de 0,98 para a cavidade nasal, 0,97 para nasofaringe e orofaringe. A medição do volume total de vias aéreas superiores foi significativamente menor ($P < 0.001$) no grupo de crianças que teve indicação cirúrgica para a remoção da obstrução dos tecidos obstrutivos (18.258mm^3), comparativamente com o grupo de crianças respiradoras orais que não receberam indicação cirúrgica (26.607 mm^3). O volume da cavidade nasal em pacientes que tinham indicação cirúrgica otorrinolaringológica também foi significativamente menor do que o de respiradores orais que não receberam uma indicação de remoção cirúrgica de tecidos obstrutivos ($P < 0,05$). O mesmo padrão foi encontrado em relação à nasofaringe de crianças com indicação cirúrgica ($P < 0,001$). Na orofaringe, embora o volume em respiradores orais cirúrgicos fosse reduzido (5.313mm^3), em comparação com crianças sem indicação cirúrgica (6.215mm^3), essa diferença não foi estatisticamente significativa ($P > 0,05$). **Conclusões:** Houve uma redução do volume das vias aéreas superiores em indivíduos com indicação cirúrgica para a normalização do padrão respiratório. Pode-se concluir ainda, que quando as conchas nasais e adenoides estão hiperplásicas há uma redução do volume na cavidade nasal e na nasofaringe. A orofaringe de crianças com amígdalas hiperplásicas apresentou volume semelhante à de crianças sem obstrução.

Palavras-chave: Tomografia. Diagnóstico. Cavidade nasal. Orofaringe. Nasofaringe.

ABSTRACT

Introduction: The objective of this study was to evaluate if mouth breathing children's upper airway volume is associated with the ENT clinical diagnosis. **Methods:** Twenty-five mouth breathing children, aging 5-9 years-old were submitted to ENT clinical diagnosis, flexible nasoendoscopy, and to a full head multislice computed tomography scan taken at supine position. ENT diagnostic should be dichotomic: obstructed or non-obstructed; with surgical indication or without surgical indication. From CT scan DICOM files, the total volume of the upper airway, as well as the volume of nasal cavity, nasopharynx and oropharynx with precise anatomical landmarks were assessed with Dolphin Imaging 11.5 software. **Results:** Independent sample t-test was used to assess the association between volume and ENT diagnosis. Inter and intraobserver ICC (Intraclass correlation coefficient) ranged from 0.97 to 0.99. The total volume measurement of upper airways, including nasal cavity, nasopharynx and oropharynx was significantly smaller ($P < 0.001$) in children who had ENT surgical indication for removal of lymphatic tissues obstruction (18.258 mm^3) in comparison with no surgical mouth breathers (26.607 mm^3). Association was found between turbinate's hypertrophy and nasal cavity volume reduction ($P < 0.05$), and adenoid's hypertrophy and nasopharynx CT volume measurements ($P < 0.001$). No association was found between tonsil's hypertrophy and oropharynx measured volume. In conclusion, 1) Upper airway total volume reduction was found in mouth-breathing children with ENT surgical indication; 2) The volume of nasal cavity and of nasopharynx was reduced when, respectively, hypertrophic turbinates and adenoids were diagnosed; and 3) The volume of oropharynx of tonsil's obstructed children was similar with non-obstructed mouth-breathing children.

Keywords: Tomography. Diagnosis. Nasal cavity. Oropharynx. Nasopharynx.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Nasolaringoscópio flexível.....	25
Figura 2: A) Tomógrafo <i>multislice</i> 128 detectores. B) Computador (<i>workstation</i>). ...	26
Figura 3: Orientação tridimensional do crânio - Planos A) sagital. B) coronal. C) axial.	27
Figura 4: Anatomia de vias aéreas superiores: cavidade nasal, nasofaringe e orofaringe.	27
Figura 5: Reconstrução das vias aéreas em 3D - (A) Volume total. (B) Cavidade nasal. (C) Nasofaringe. (D) Orofaringe.....	29
Figura 6: Delimitação da cavidade nasal - (A) vista coronal. (B) vista axial. (C) vista sagital. (D) mensuração do volume da cavidade nasal.	29
Figura 7: Delimitação da nasofaringe - (A) vista sagital. (B) mensuração do volume da nasofaringe.....	30
Figura 8: Delimitação da orofaringe - (A) vista sagital. (B) mensuração do volume da orofaringe.	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS.....	23
2.1 Objetivo Geral.....	23
2.2 Objetivos Específicos	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Amostra.....	24
3.2 Métodos de Registro.....	24
3.2.1 <i>Exame Clínico e Otorrinolaringológico</i>	24
3.2.2 <i>Exame Tomográfico</i>	25
3.2.3 <i>Método de análise e medida</i>	26
3.2.4 <i>Análise Estatística</i>	30
4 ARTIGO	32
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERENCIAS.....	52
ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética da PUC Minas	54

1 INTRODUÇÃO

O comprometimento obstrutivo das vias aéreas superiores é altamente prevalente entre as crianças. Apesar de algumas controvérsias, por mais de um século a obstrução da passagem de ar tem sido associada com o desenvolvimento de anomalias dentofaciais (ANGLE, 1907; MCNAMARA, 1981; VIG, 1998; GRAUER et al., 2009; SOUKI et al., 2009). Embora a maioria dos estudos ortodônticos não diferencie respiradores orais de acordo com a etiologia da obstrução das vias aéreas superiores (ABOUDARA et al., 2009; KIM et al., 2010), vários fatores obstrutivos estão envolvidos com a causa deste distúrbio respiratório. (SUBTELNY; BAKER, 1956; GRAUER et al., 2009; LENZA et al., 2010). Portanto, a obstrução das vias aéreas pode variar de acordo com uma combinação de locais anatômicos com deficiência. Redução do lúmen referente à hiperplasia de tecido linfóide da cavidade nasal, gera um aumento da resistência ao fluxo de ar. Conchas nasais nas cavidades nasais, adenóides na nasofaringe e amígdalas na orofaringe são tecidos que, quando o seu volume é aumentado tem impacto sobre a etiologia obstrutiva de pacientes ortodônticos jovens (EL; PALOMO, 2010; ALSUFYANI; FLORES-MIR; MAJOR, 2012; GHONEIMA; KULA, 2013). O diagnóstico precoce da obstrução das vias aéreas superiores pode contribuir para um encaminhamento adequado para o otorrinolaringologista, melhorando a qualidade de vida dos pacientes.

O padrão-ouro para diagnóstico de obstrução das vias aéreas é o exame otorrinolaringológico (MODRZYNSKI; ZAWISZA, 2007; MAGNUSSON et al., 2011). Usualmente, o exame é realizado com o auxílio de nasoendoscopia flexível (SCHWAB; GOLDBERG, 1998). O diagnóstico das vias aéreas por ortodontistas historicamente tem sido realizado com o auxílio da telerradiografia lateral (ABOUDARA et al., 2009; ZINSLY et al., 2010). No entanto, com o aumento do uso da tomografia computadorizada (TC) em Ortodontia, bem como o desenvolvimento de softwares comerciais ortodônticos uma nova perspectiva foi aberta. Esta tecnologia, entre outras funcionalidades, permite a medição de volume e área das vias aéreas em uma maneira mais rápida e mais confiável (GRIBEL et al., 2011; GUIJARRO-MARTINEZ; SWENNEN, 2011; EL; PALOMO, 2010; LENZA et al., 2010; ALVES JÚNIOR, 2012a). Ainda não está estabelecido se as medições de TC deve se correlacionar corretamente com o diagnóstico dado pelo otorrinolaringologista.

Clinicamente, torna-se importante observar se há associação entre a indicação cirúrgica do paciente para a remoção dos tecidos hiperplásicos e a redução na medida de volume por meio de TC das vias aéreas superiores. Entretanto, apesar da literatura fornecer evidências de que o volume das vias aéreas por meio de TC sejam reprodutíveis, dentro do mesmo software (EL; PALOMO, 2010; ALSUFYANI; FLORES-MIR; MAJOR, 2012), existe significativa falta de consistência de medição entre diferentes softwares. Além disso, há grande variabilidade entre os limites anatômicos para a medição das vias aéreas do TC (ALSUFYANI; FLORES-MIR; MAJOR, 2012; GRAUER et al., 2009; GUIJARRO-MARTINEZ; SWENNEN, 2011; EL; PALOMO, 2011), especialmente no que diz respeito a definição de marcos anatômicos e os limites das várias regiões que compõe as vias respiratórias superiores. Como os métodos anteriores não medem o trato respiratório anatômico preciso, essa falta de uma padronização de como avaliar o volume das vias aéreas do TC levanta uma questão, se a validade de tais métodos é confiável.

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar se as medições volumétricas da cavidade nasal, da nasofaringe e orofaringe por meio da tomografia computadorizada, seguindo limites anatômicos precisos, correlacionam-se bem com o diagnóstico otorrinolaringológico e a indicação cirúrgica. Objetiva-se, ainda, estudar a associação entre as causas da obstrução das vias aéreas superiores e a redução volumétrica do sítio anatômico envolvido.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a correlação entre as medidas volumétricas das vias aéreas superiores e o diagnóstico otorrinolaringológico em pacientes respiradores orais.

2.2 Objetivos Específicos

- a) avaliar a correlação entre as medidas volumétricas da fossa nasal e o diagnóstico de sua obstrução, pela hipertrofia dos cornetos;
- b) avaliar a correlação entre as medidas volumétricas da nasofaringe e o diagnóstico da obstrução pela adenoide;
- c) avaliar a correlação entre as medidas volumétricas da orofaringe e o diagnóstico da obstrução pelas amígdalas;
- d) avaliar a correlação entre as medidas volumétricas da fossa nasal e a indicação de cirurgia desobstrutiva das vias aéreas superiores;
- e) avaliar a correlação entre as medidas volumétricas da nasofaringe e a indicação de cirurgia desobstrutiva das vias aéreas superiores;
- f) avaliar a correlação entre as medidas volumétricas da orofaringe e a indicação de cirurgia desobstrutiva das vias aéreas superiores;
- g) avaliar a correlação entre o volume total das vias aéreas superiores e a indicação de cirurgia desobstrutiva das vias aéreas superiores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostra

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da PUC Minas de acordo com o processo CAAE nº 10706812.1.0000.5137.

Vinte e cinco crianças respiradoras orais sendo, 13 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, na faixa etária de 05 a 09 anos, foram selecionadas por otorrinolaringologistas do Ambulatório do Respirador Oral do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (AROHC-UFMG). Nenhuma criança era portadora de síndromes, apresentava mal formação craniofacial ou havia sido submetida previamente a procedimentos cirúrgicos otorrinolaringológicos. O comportamento das crianças deveria ser compatível a realização do exame clínico, da nasoendoscopia e da tomografia computadorizada. Os responsáveis pelos pacientes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. (Anexo B)

3.2 Métodos de Registro

3.2.1 Exame Clínico e Otorrinolaringológico

O exame clínico foi realizado no AROHC-UFMG por otorrinolaringologistas experientes. Por meio da anamnese e preenchimento de ficha de exame clínica as vias aéreas superiores das crianças foram classificadas como obstruídas ou não obstruídas. O exame clínico foi complementado pela fibronasofaringoscopia, que era precedido pela aplicação de anestésico tópico no nariz.

A fibronasofaringoscopia foi realizada utilizando-se nasolaringoscópio flexível, 3.2mm (Machida ENT-30PIII) associado ao *endocoupler* Machida (Figura 1).

Figura 1: Nasolaringoscópio flexível.

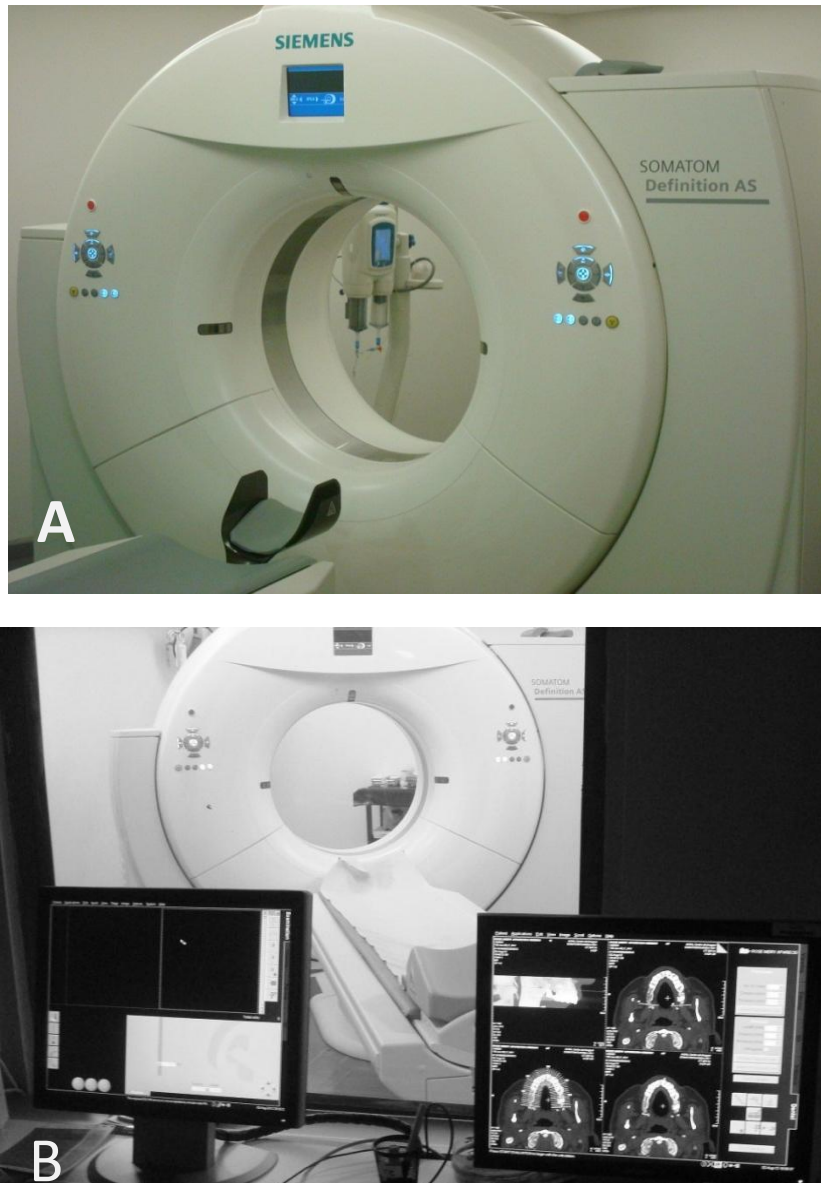


Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.2 Exame Tomográfico

A tomografia computadorizada das vias áreas superiores foi realizada usando um *scanner multislice 128* (Somatom, Siemens, Erlangen, Alemanha) (Figura 2), com tensão de tubo de 120 kV e corrente de 240 mA e tempo de 1,57 segundos de aquisição com protocolo de seios da face. O paciente foi posicionado em decúbito dorsal. Foram obtidas imagens axiais, coronais e sagitais com 1 mm de colimação; 0,6 mm de espessura de corte. Durante a realização do exame, os indivíduos foram acompanhados pelos pais. As crianças permaneceram acordadas e na posição supina. As imagens foram analisadas em uma estação de trabalho, pelo aplicativo *Dolphin System 3D Imaging 11.5*, por dois cirurgiões-dentistas treinados e calibrados.

Figura 2: A) Tomógrafo *multislice* 128 detectores. B) Computador (*workstation*).



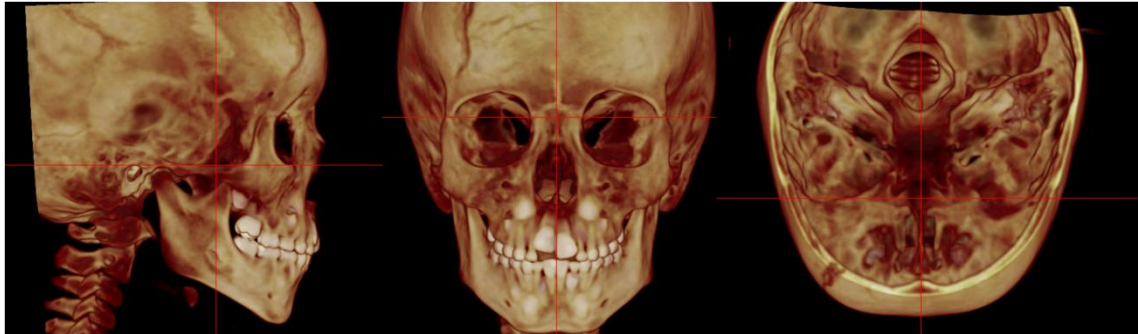
Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.3 Método de análise e medida

Para padronizar as medidas e minimizar os erros, a imagem 3D foi reorientada nos três planos do espaço. Na visão frontal (plano coronal), a cabeça foi posicionada com traçado que une as suturas fronto-zigomática direita e esquerda paralela ao solo. Na vista lateral direita (plano sagital), o plano horizontal de Frankfurt (FH) foi utilizado como plano de referência e também posicionado paralelo ao solo, orientado a partir do ponto Póron, localizado no ponto látero superior do conduto auditivo externo e o ponto Orbital, ambos do lado direito. A visão superior

(plano axial) foi orientada por meio de um traçado alinhado paralelo, ao plano sagital médio e perpendicular ao solo, que unia os pontos Crista galli e Basion (Figura 3).

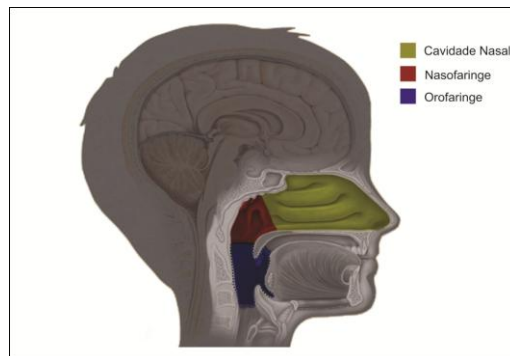
Figura 3: Orientação tridimensional do crânio - Planos A) sagital. B) coronal. C) axial.



Fonte: Elaborado pelo autor

O volume total da via aérea superior foi considerado a soma da cavidade nasal, da nasofaringe e orofaringe (Figura 4) e os limites anatômicos de cada uma dessas regiões foram delimitados conforme mostrado na Tabela 1.

Figura 4: Anatomia de vias aéreas superiores: cavidade nasal, nasofaringe e orofaringe.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os volumes das regiões da via aérea superior, foram reconstruídos no plano sagital e medidos por um operador experiente treinado e calibrado com a ferramenta específica para calcular o volume das vias aéreas (modo das vias aéreas 3D/Dolphin Imaging versão do software 11.5 Chatsworth, CA, EUA), o valor limiar foi fixado em 73 (referência padrão ALVES JÚNIOR et al., 2012b). Os Pontos Técnicos Cranianos foram identificados (Tabela 1) e para cada região previamente definida em corte sagital, foi marcado com a opção "Seed Point" do software, para a reconstrução das

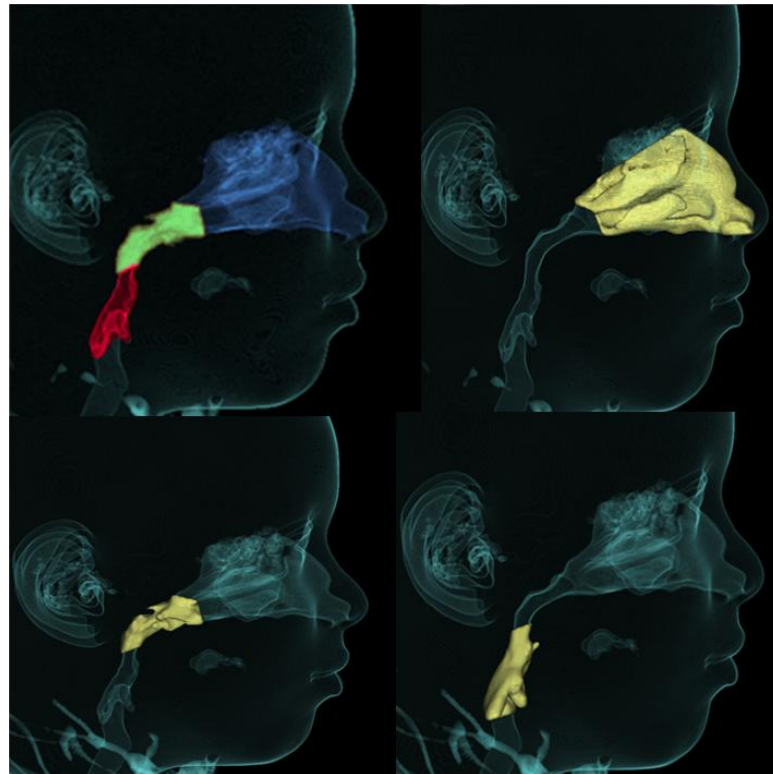
vias aéreas em 3D (Figura 5) e a opção "*Update volume*" calculou o volume da cavidade nasal (Figura 6), nasofaringe (Figura 7) e orofaringe (Figura 8).

Tabela 1: Os marcos anatômicos utilizados na identificação dos limites da cavidade nasal, nasofaringe e orofaringe

Cavidade Nasal	
Pontos Técnicos cranianos	Definição
Espinha nasal anterior	Ponto mais anterior do assoalho da fossa nasal, na margem inferior da abertura piriforme.
Espinha nasal posterior	Ponto mais posterior do osso palatino e do assoalho das fossas nasais.
Násio	Ponto localizado no centro da sutura frontonasal
Osso Nasal	Ponto mais inferior do Osso Nasal
Fossa pterigomaxilar	Ponto mais inferior da fossa pterigomaxilar
Vômer	Ponto localizado na porção mais posterior do osso vômer
Narina	Porção anterior da entrada da narina
Nariz	Porção anterior da ponta do nariz
Nasofaringe	
Pontos Técnicos cranianos	Definição
Espinha nasal Posterior	Ponto mais posterior do osso palatino e do assoalho das fossas nasais.
Vômer	Ponto localizado na porção mais posterior do osso vômer
Básio	Ponto localizado no limite inferior e posterior da borda anterior do forame magno
Fossa pterigomaxilar	Ponto mais inferior da fossa pterigomaxilar
Atlas	Ponto mais ínfero-anterior do Atlas
Orofaringe	
Pontos Técnicos cranianos	Definição
Espinha nasal posterior	Ponto mais posterior do osso palatino e do assoalho das fossas nasais.
Atlas	Ponto mais ínfero-anterior do Atlas
Osso hióide	Ponto superior do Osso hióide
Vértebra C3	Ponto ínfero - anterior da Vértebra C3

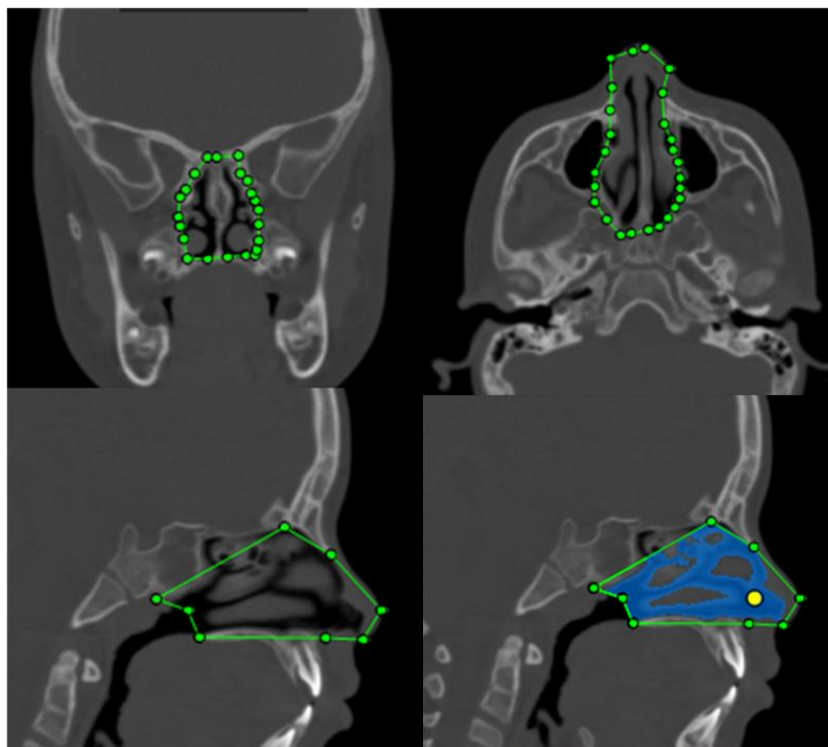
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5: Reconstrução das vias aéreas em 3D - (A) Volume total. (B) Cavidade nasal. (C) Nasofaringe. (D) Orofaringe.



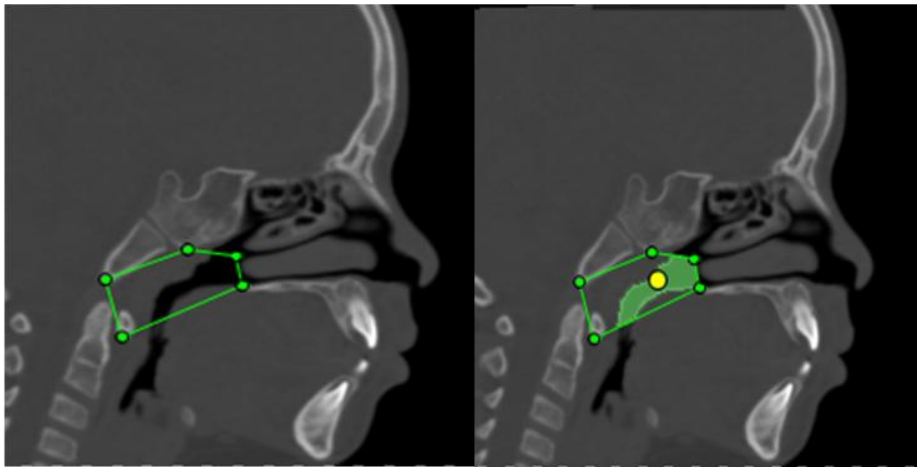
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6: Delimitação da cavidade nasal - (A) vista coronal. (B) vista axial. (C) vista sagital. (D) mensuração do volume da cavidade nasal.



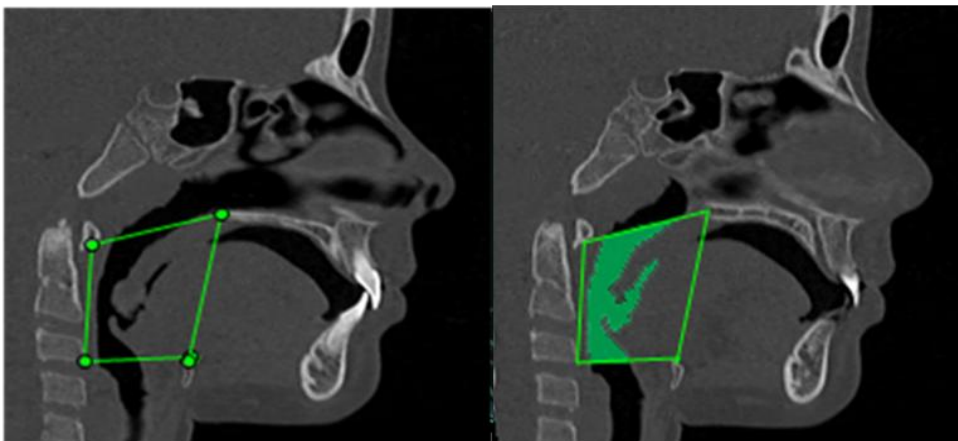
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7: Delimitação da nasofaringe - (A) vista sagital. (B) mensuração do volume da nasofaringe.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8: Delimitação da orofaringe - (A) vista sagital. (B) mensuração do volume da orofaringe.



Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.4 Análise Estatística

Para determinar erros na identificação e medidas, 20 indivíduos foram selecionados aleatoriamente, e seus exames foram reavaliados por um segundo investigador após um intervalo de um mês. Quatorze sujeitos também foram reavaliados pelo primeiro investigador. Coeficientes de correlação intraclass (ICC) para avaliar a concordância intraexaminador e interexaminadores foram calculados.

Para avaliar as diferenças entre as crianças obstruídas e não obstruídas, bem como as crianças cirúrgicas e não cirúrgicas, foi escolhido um teste t para amostras

independentes. Os pressupostos de normalidade dentro de cada grupo (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homocedasticidade (Levene) foram realizados.

O nível de significância foi estabelecido em $P < 0,05$. Os dados foram analisados utilizando o programa SPSS versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

4 ARTIGO

Do computed tomography airway obstruction measurements agree with the ENT diagnosis?

Artigo preparado dentro das normas da revista alvo: American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics (Qualis A1).

Normas para submissão de artigos podem ser encontradas no endereço eletrônico: <http://www.ajodo.org/authorinfo>.

Do computed tomography airway obstruction measurements agree with the ENT diagnosis?

Bruno César Ladeira Vidigal¹, Carolina Morsani Mordente², Flávio Ricardo Manzi³, Letícia Paiva Franco⁴, Helena Maria Gonçalves Becker⁵ and Bernardo Quiroga Souki⁶

Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Introduction: The objective of this study was to evaluate if mouth breathing children's upper airway volume is associated with the ENT clinical diagnosis. **Methods:** Twenty-five mouth breathing children, aging 5-9 years-old were submitted to ENT clinical diagnosis, flexible nasoendoscopy, and to a full head multi-slice computed tomography scan in supine position. ENT diagnostic should be dichotomic: obstructed or non-obstructed; with surgical indication or without surgical indication. From CT scan DICOM files, the total volume of the upper airway, as well as the volume of nasal cavity, nasopharynx and oropharynx with precise anatomical landmarks were assessed with Dolphin Imaging 11.5 software. **Results:** Independent sample t-test was used to assess the association between volume and ENT diagnosis. Inter and intraobserver ICC(*Intraclass correlation coefficient*) ranged from

¹Graduate student, Graduate Program in Dental Clinic, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

²Former Graduate student, Graduate Program in Orthodontics, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

³Associate Professor, Graduate Program in Radiology, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil.

⁴Otorhinolaryngologist, Outpatient Clinic for Mouth-Breathers, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

⁵Associate professor of otorhinolaryngology and chief, Outpatient Clinic for Mouth - Breathers, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

⁶Associate professor, Graduate Program in Orthodontics, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Corresponding author: Bernardo Quiroga Souki, DDS, MSD, PhD. **Address:** Av. Dom José Gaspar, 500 - Coração Eucarístico - Belo Horizonte/MG - Brazil CEP. 30535-901. **Phone:** 55-31-3319-4414. email: souki.bhe@terra.com.br.

0.97 to 0.99. The total volume measurement of upper airways, including nasal cavity, nasopharynx and oropharynx was significantly smaller ($p=331$) in children who had ENT surgical indication for removal of lymphatic tissues obstruction (18.258mm^3) in comparison with no surgical mouth breathers (26.607 mm^3). Association was found between turbinate's hypertrophy and nasal cavity volume reduction ($p<0.05$), and adenoid's hypertrophy and nasopharynx CT volume measurements ($p<0.001$). No association was found between tonsil's hypertrophy and oropharynx measured volume. **Conclusion:** 1) Upper airway total volume reduction was found in mouth-breathing children with ENT surgical indication; 2) The volume of nasal cavity and of nasopharynx was reduced when, respectively, hypertrophic turbinates and adenoids were diagnosed; and 3) The volume of oropharynx of tonsil's obstructed children was similar with non-obstructed mouth-breathing children.

Key words: Tomography. Diagnosis. Nasal cavity. Oropharynx. Nasopharynx.

INTRODUCTION

Upper airway impairment is highly prevalent among young children and for more than a century, despite some controversies, it has been associated with the development of dentofacial anomalies.¹⁻⁵ Although most orthodontic studies do not differentiate mouth breathers according to the etiology of the upper airway obstruction,^{6,7} several obstructive factors are involved with the cause of this sleeping respiratory disorder.^{4,8,9} Therefore, obstructed airway can vary according to a diverse combination of impaired anatomic sites. Nasal cavity, nasopharynx and oropharynx lumen reduction due to hypertrophic lymphoid tissue impose an increased resistance to the airflow. Turbinates in the nasal cavities, adenoids in the nasopharynx and tonsils in the oropharynx are tissues that when their volume is overgrown have the most prevalent impact on the obstructive etiology of young orthodontic patients.¹⁰⁻¹² The early diagnosis of upper airway obstruction might contribute to an adequate referral to ENT (Ear, Nose, and Throat), improving the quality of life of patients.

The airway diagnosis by orthodontists has been historically performed with the aid of cephalograms examination.^{6,13} However with the increasing use of computed tomography (CT) in Orthodontics as well as the development of orthodontic commercial softwares a new perspective was open. This technology, among other features, enables the measurement of airways volume and area in a faster and more reliable way.^{9,10,14-16}

However, the gold standard to diagnosis airway obstruction is ENT examination.^{17,18} Most of the time with the aid of flexible nasoendoscopy.¹⁹ Ideally, the CT measurements should correlate well with the ENT's opinion. Clinically it should be interesting if the ENT surgical indication for removal of hypertrophic tissues could be associated with the CT's reduced volume measurement of upper airways. Thus, if a clinically significant agreement with ENT diagnosis is expected, whenever orthodontists find in a CT examination a total diminished airway, or a relative reduction of either nasal cavity, nasopharynx or oropharynx, a more reliable ENT indication can be done. However, the literature has provide evidence that CT airway volume despite being highly reproducible, within the same software,^{10,11,15} it has significant lack of measurement consistency among different software. Besides that, there are great variability among the anatomic limits for CT's airway measurement,^{4,11,15,20} especially in regard the definition of anatomic landmarks and

the boundaries of the several cavities that composes the upper airways. As previous methods have not used the precise anatomic respiratory tract, this lack of a standardization of how to evaluate the CT's airway volume raises a question if the validity of such methods is reliable.

Therefore, the purpose of this investigation was to evaluate if nasal cavity, nasopharynx and oropharynx computed tomography measurements, following precise anatomical landmarks boundaries, correlates well with the ENT diagnosis and surgical indication.

MATERIAL E METHODS

The study protocol was approved by the ethics committee Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil (CAAE 10706812.1.0000.5137). Informed written consent was obtained from the parents before the subjects entered the study.

As no previous study have used the airway landmarks proposed to the present investigation, the sample size was calculated based on the standard deviation of the 10 first cases, which served as pilot study. Thus a sample size of at least 25 patients should be evaluated, and in the comparison of two groups, at least 12 subjects should be enrolled in each group.

The sample was composed of 25 mouth breathing children, aged 5 to 9 years-old, 13 girls and 12 boys. They were selected after thoroughly examination by a team of ENT's from the Outpatient Clinic for Mouth-Breathers at the Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil, in a single visit, when a team comprised by allergists and orthodontists also examined the each subject. The exclusion criteria included syndromic children; craniofacial malformations; previous ENT surgical procedures; behavioral limitation for the acquisition of computed tomography.

Based on the clinical and endoscopic ENT examinations performed by two of the authors in the first consultation, mouth breathing was confirmed. Endoscopic examination was performed by an experienced otolaryngologist, using a flexible nasolaryngoscope, 3.2mm (Machida ENT-30PIII) associated with endocoupler Machida. Topical spray anesthesia (Xylocaine 2% with epinephrine at a concentration of 1:20,000) was previously applied to reduce discomfort.

Nasopharyngeal obstruction by adenoidal tissue was considered when more than 75% of the cavum was occupied by hyperplasia tissue.^{21,22} Oropharynx obstruction was diagnosed when palatine tonsil hyperplastic were on Brodsky and Koch's grades 3 or 4.²³ Nasal cavity was considered obstructed when turbinates were considered hyperplastic inferior and / or middle turbinates unilateral or bilateral, even after decongestion, increased volume maintained. Hyperplasia was classified as grade I adenoid occupying less than half of the choanae, as grade II, adenoid occupying between 50% and 75% of the choanae, and grade III, adenoid occupying 75% or more of the choanal area.^{17-19,22-24}

Multislice computed tomography (MSCT) of the airway was performed in the same day of ENT clinical examination using a multislice scanner 128 units (Somatom, Siemens, Erlangen, Germany) with 100 kV and 36 mA current time of 1.57 seconds tube voltage acquisition. The children were instructed not to breathe deeply, not to swallow, and not move her head and tongue during scanning and were supine positioned and obtained axial, coronal and sagittal images with 1 mm collimation, 0.6 mm slice thickness, and the images were reconstructed with 1 mm intervals bone.

To standardize the measurements and minimize errors, the 3D image was reoriented in all three planes of space. In the frontal view (coronal plane), the head was positioned with the line connecting both right and left fronto-zygomatic sutures parallel to the floor. In the right lateral view (sagittal plane), the Frankfort horizontal (FH) plane was used as the reference plane was also positioned parallel to the floor. It was constructed from the right *Porion*, located in the most laterosuperior point of the external auditory meatus, and the right *Orbitale*. Finally, in the superior view (axial plane) was constructed through *Crista galli* and *Basion*, the line connecting the anatomic structure was aligned parallel to the mid-sagittal plane and perpendicular to the ground (FIG. 1).

The upper airway total volume was considered the sum of the nasal cavity, nasopharynx and oropharynx volumes (FIG. 2). The anatomic boundaries of each of these components of the airways is given on Table 1.^{25,26}

The volumes of the regions rebuilt in the sagittal plane was measured by an experienced operator trained and previous calibrated with the specific tool to calculate the volume of air (3D mode airway/sinus Dolphin Imaging software version 11.5 Chatsworth, CA, USA), The threshold value was set at 73 (standard reference

Alves Jr et al 2012) The limits *Cranial Technical Points* were identified (*Table 1*) for each region previously defined in sagittal section, marked with a Seed Point option was performed 3D airway reconstruction (FIG. 3) and calculated to nasal cavity (FIG. 4) nasopharynx (FIG. 5) oropharynx (FIG. 6) the volume by volume software update tool.

Statistical Methods

To determine errors in the landmark identification and measurements, 20 subjects were randomly selected, and their scans were remeasured by a second investigator after an interval of one month. Fourteen subjects were also remeasured by the first investigator. Intraclass Correlation Coefficients (ICC) to assess interexaminer and intraexaminer agreement were calculated.

To assess the differences between obstructed and non-obstructed children, as well as surgical and non-surgical children, an independent sample t-test was chosen. The assumptions of normality within each group (Kolmogorov-Smirnov test) and homoscedasticity (Levene) were accomplished.

The significance level was set at $p < 0.05$. The data were analyzed using SPSS version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

RESULTS

The ICC was 0.99 for interobserver evaluation of nasal cavity and oropharynx and 0.97 for nasopharynx. While for intraobserver evaluation ICC was 0.98 for nasal cavity, 0.97 for nasopharynx and oropharynx. Therefore, reproducibility of the method was considered almost perfect.

According to FIGs. 7 and 8, which brings a series of histograms which synthesize the results, it can be inferred that.

Nasal cavity and nasopharynx volume measurements are reduced in mouth breathing children with ENT surgical indication

Nasal cavity volume in subjects who had ENT surgical indication is significantly smaller than of mouth breathers who did not receive an indication of surgical removal of obstructive tissues ($P = 0.002$) (FIG. 7A). With the same pattern,

nasopharynx of ENT surgical children (2.431mm^3) had almost half the volume of non-surgical subjects (4.433mm^3) ($P<0.001$) (FIG.7B).

Oropharynx of mouth breathing children with ENT surgical indication is similar to non-surgical mouth breathers

Although oropharynx volume in surgical mouth breathing children is reduced (5.313mm^3), in comparison with non-surgical children (6.215mm^3), such difference is not statistically significant ($P=331$) (FIG.7C).

Upper airway volume measurements are associated with ENT surgical indication

The total volume measurement of upper airways, including nasal cavity, nasopharynx and oropharynx, is significantly smaller in the group of children who had ENT surgical indication for removal of lymphatic tissues obstruction in comparison with no surgical mouth breathers. While non-surgical mouth breathing children presented a total volume measurement of 26.607mm^3 , surgical subjects had a 18.258mm^3 ($P<0.001$) (FIG.7D).

Reduced nasal cavity and nasopharynx are associated with enlarged turbinates and hypertrophic adenoids, however tonsils obstruction does not impact the oropharynx volume

CT measurements of nasal cavity showed reduced volume ($P=0.014$) in those children whose turbinate was diagnosed as obstructive by ENT examination, in comparison with mouth breathing children whose turbinate was considered within normal limits following ENT exam (10564mm^3 vs 15073mm^3) (FIG.8A). Nasopharynx volume measurement is also associated with lymphatic tissue hyperplasia. Children whose adenoids were considered obstructive after ENT examination presented statistically significant reduced nasopharynx volume (2757mm^3 vs 4143mm^3) in comparison with non-obstructive adenoids mouth breathers (FIG.8B). Tonsils hyperplasia did not have an influence on the CT measured volume of oropharynx. Tonsils obstructive children showed a oropharynx with 6094mm^3 , while tonsils non-obstructive children had 5453mm^3 (FIG.8C).

DISCUSSION

Excellent reproducibility (ICC 0.97-0.99) intra and inter were found for all regions studied upper airway high ICC values were also found in studies.^{9,10,12,16} This confirms that the reproducibility of measurements of the volume of airspace on CT scans is not a limiting factor in these types of studies. However, as identified by^{10,27} the validity of the method is a matter of concern that needed to be better assessed.

The objective of this study was to evaluate whether the total volume of the upper airways, as well as isolation from nasal, nasopharyngeal and oropharyngeal cavity, measured in CT, in fact correlate with the ENT diagnosis and surgical indication for the standardization breathing pattern. It was chosen in this study, the anatomical boundaries, rather than the approximate limits, used in previous studies. The reason for this is that with prior methods had not been accurately portrayed the boundaries of each region of the upper airways.^{4,6,15,20} We believe that the adoption of the real anatomy of the various compartments of the upper airspace is a gain for other forms of measurement, and is suggested as criteria to be used in future studies.

The measurement of the total volume of the upper airways, including the nasal, nasopharyngeal and oropharyngeal cavity was significantly lower in the group of children who had surgical indication for removal of the obstruction of lymphatic tissues compared to oral breathing children. This finding is important because it indicates for the orthodontist when the total volume of airspace is significantly reduced, that there is a strong association with indication ENT therapy, reinforcing the need for early referral.^{18,28}

It was also found that an isolated reduction in volume of the nasal cavity and nasopharynx are associated with enlarged hypertrophied adenoids and hypertrophied turbinates, respectively. This study is a pioneer in the assessment of changes in the volume of specific sites of the upper airspace, and the findings are important in guiding orthodontists regions in which patients are more likely to be having trouble passing the air and in some way to allow a sense of how patients are likely to be treated by otolaryngologists. ENT therapy associated with turbinate hyperplasia tends to be conservative in young patients, usually with the use of drugs. On the other hand, in cases of severe obstruction of the nasopharynx, adenoidectomy seems to be the most appropriate treatment.²⁸

However when the tonsils were obstructed, no association was observed with the reduction of the volume of the oropharynx. This result brings weirdness. How can a region be partially occupied by a lymphoid tissue and have your volume unchanged? This finding may be attributed to the positioning of the tongue and other subsequent tissue, during the examination with the patient in supine position.^{18,22,29} The lingual breakdown in the oropharynx, which happens in all subjects may be masking the airspace in this region in patients whose obstruction by tonsils is not important. So comparatively, the two groups showed no statistically significant differences. However, it was chosen consciously by the acquisition of images with the patient lying in this position because we believe that we would have a better reproduction of what happens during sleep.³⁰ Moreover, with the use of MSCT, instead of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) the short time of image acquisition (1.5 seconds) allowed the examination of very young children without interference from respiratory movements.^{29,30} Studies with similar methodology, however using CBCT may help in understanding this finding.

Several DICOM file viewer applications are available in the market. We opted to use the Dolphin Imaging, in its 3D module. Based on previous study, we chose to work with the sensitivity threshold of 73.¹⁶ We call attention to the importance of standardization of this technical detail as well as the previous acquisition of a thorough knowledge of the anatomy of the head and especially of the upper airways.

Several methodologies have been proposed for evaluation of airways in CT studies.^{10,12,13,15} Some studies were based on parameters used in lateral radiograph.^{5,19,31} In a systematic review authors showed that anatomical definition of the airways were extremely variable.^{11,15,31} In this study we tried to use possible precise anatomical limits and closer to the real, carefully defined in Table 1. Many studies.^{10,20,32} used the anterior nasal spine and anterior limit of the nasal cavity, however the nasal cavity extends up to the doors of the nostrils and with it much of the area was not measured, moreover many studies do not fully involved in the pharyngeal region of nasopharynx therefore delimit the anterior wall of the nasopharynx at the end of the choanae, with that the region encompassed the structure completely. The lower limit of the nasopharynx by locating the middle stretch of the soft palate would not bring the reproducibility study, it was demarcated by the atlas vertebra is an anatomical bone structure and marking is reproducible and

extend a straight line until the soft palate in its great most go through the middle portion of the same.^{7,9}

The evidence surveyed in this study confirm that volumetric assessments of the upper airways, both the total volume, as the various anatomical sites is quite reproducible. We add the information when the total volume of airspace, or just nasal and nasopharyngeal isolation cavity is reduced, it is likely that oral breathing children receive an indication for surgical intervention by the otolaryngologist for normalization of breathing pattern. Regarding the oropharynx, additional research is needed in order to elucidate the lack of association between tonsillar obstruction and its volume.

CONCLUSION

Following the measurements of the volume of the upper airway and compare them with the ENT diagnosis, it was concluded that:

- a. upper airway volume reduction was found in subjects with ENT surgical indication;
- b. the volume of nasal cavity and of nasopharynx was reduced when hypertrophic turbinates and adenoids are diagnosed;
- c. the volume of oropharynx of tonsil's obstructed subject was similar of non-obstructed mouth-breathing children.

REFERENCES

1. Angle E. Treatment of malocclusion of the teeth. Philadelphia: SS White Manufacturing Company; 1907.
2. McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1981;51:269-300.
3. Vig KW. Nasal obstruction and facial growth: the strength of evidence for clinical assumptions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113: 603-11.
4. Grauer D, Cevdanes LSH, 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;136:805-814.
5. Souki BQ, Pimenta GB, Souki MQ, Franco LP, Becker HM, Pinto JA. Prevalence of malocclusion among mouth breathing children: do expectations meet reality? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2009;73:767-773.
6. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral head films and 3-dimensional reconstruction from cone beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:468-79.
7. Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:1-11.
8. Subtelny JD, Baker HK. The significance of adenoid tissue in velopharyngeal function. *Plast Reconstr Surg.* 1956;17:235-250.
9. Lenza MG, Lenza MM, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper air-way morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 2010;13:96-105.
10. El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:S50.e1-9.
11. Alsufyani NA, Flores-Mir C, Major PW. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012;41:276-284.
12. Ghoneima A, Kula K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *Eur J Orthod.* 2013;35:256-261.

13. Zinsly SR, Moraes LC, Moura P, Ursi W. Assessment of pharyngeal airway space using Cone-Beam Computed Tomography. *Dental Press J Orthod* 2010;15:150-158.
14. Gribel BF, Gribel MN, Frazão DC, Mcnamara Júnior JA, Manzi FR. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and measurements on CBCT scans. *Angle Orthod*. 2011;81:26-35.
15. Guijarro-Martinez 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;40:1227-1237.
16. Alves Júnior M, Baratieri C, Mattos CT, Brunetto D, Fontes RC, Santos JRL et al. Is the airway volume being correctly analyzed? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141:657-661.
17. Modrzynski M, Zawisza E. An analysis of the incidence of adenoid hypertrophy in allergic children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007;71:713-719.
18. Magnusson A, Bjerklin K, Nilsson P, Jhonsson F, Marcussone A. Nasal cavity size, airway resistance, and subjective sensation after surgically assisted rapid maxillary expansion: a prospective longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;140: 641-651.
19. Schwab RJ, Goldberg AN. Upper airway assessment: radiographic and other imaging techniques. *Otolaryngol Clin North Am*. 1998;31:931-968.
20. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139: 511-521.
21. Zhang L, Mendoza-Sassi RA, Cesar JA, Chadha NK. Intranasal corticosteroids for nasal airway obstruction in children with moderate to severe adenoidal hypertrophy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;16:1-22
22. Cassano P, Gelardi M, Cassano M, Fiorella ML, Fiorella R. Adenoid tissue rhinopharyngeal obstruction grading based on fiber endoscopy findings: a novel approach to therapeutic management. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2003;67:1303-1309.
23. Brodsky L. Tonsillitis, tonsilectomy and adenoidectomy. In: Bailey BJ, editor. *Head and neck surgery-otolaryngology*. Philadelphia: JB Lippincott; 1993: 833-847.
24. Franco LP, Souki BQ, Pereira TB, Brito GM, Becker HMG, Pinto JA. Is the growth pattern in mouth breathers comparable with the counterclockwise

- mandibular rotation of nasal breathers? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:341-348.
25. Get Body Smart. An online textbook about human anatomy and physiology. <http://www.getbodysmart.com/Website>. Updated 07-27-2013.
 26. Drake RL, Vogl AW, Mitchell AW. *Gray's Anatomy for Students*. 2. ed. Churchill Livingstone: Elsevier; 2009.
 27. Guijarro-Martinez R, Swennen GRJ. Three-dimensional cone beam computed tomography definition of the anatomical sub regions of the upper airway: a validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2013;42:1140-149.
 28. Chandra RK, Patadia MO, Ravic J. Diagnosis of nasal airway obstruction. *Otolaryngol Clin North Am*. 2009;42:207-225.
 29. Pae EK, Ferguson KA. A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;106:52-59.
 30. Al Prince H, Al Saide L. Role of multislice ct and local contrast in diagnosis and characterization of choanal atresia. *Bull Alexandria Facul Med*. 2006;42:83-90.
 31. Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:700-708.
 32. Claudino LV, Mattos CT, Ruellas ACO, Sant'anna EF. Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:799-809.

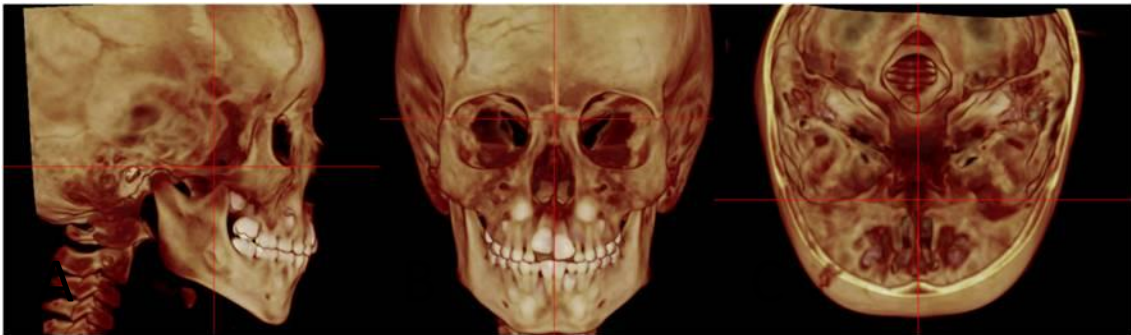
FIGURES

Figure 1: Three-dimensional skull orientation - (A) Sagittal. (B) Coronal. (C) Axial, planes. (Dolphin Imaging[®] software, version 11.5/Orientation function).

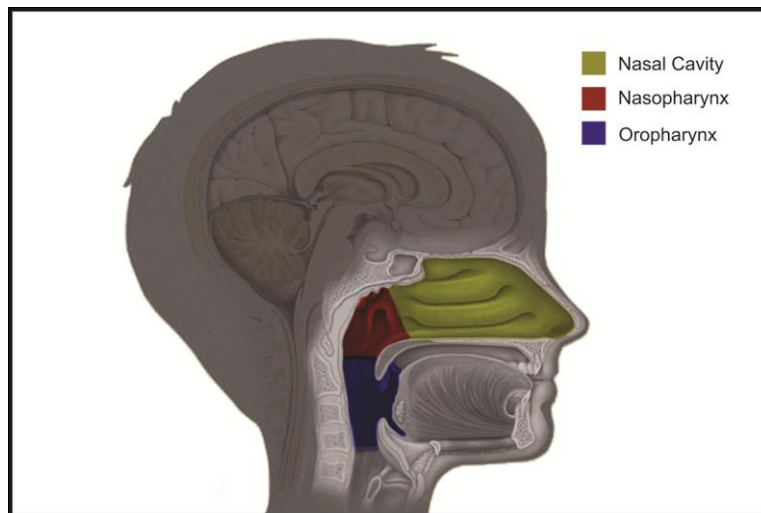


Figure 2: Anatomy of upper airway: nasal cavity, nasopharynx and oropharynx.

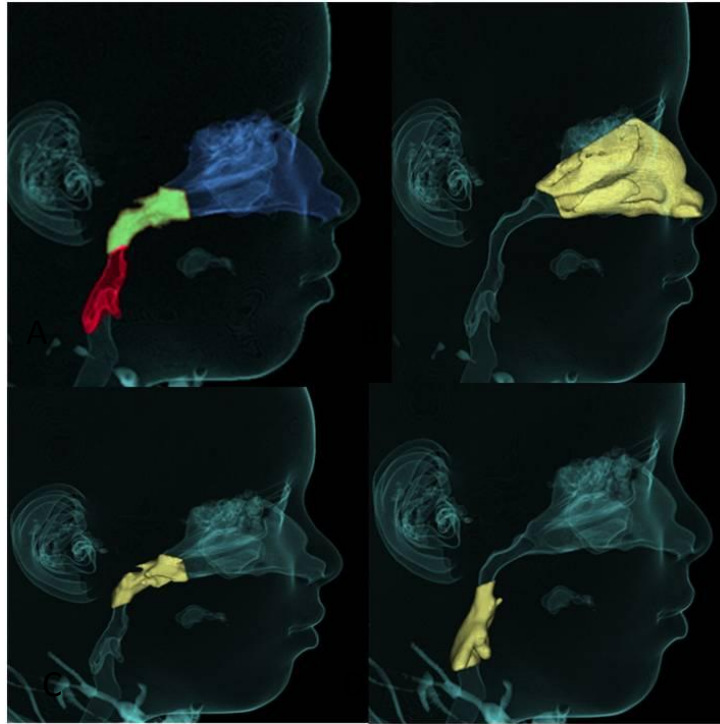


Figure 3: 3D airway reconstruction - (A) Total volume. (B) Nasal cavity. (C) Nasopharynx. (D) Oropharynx.

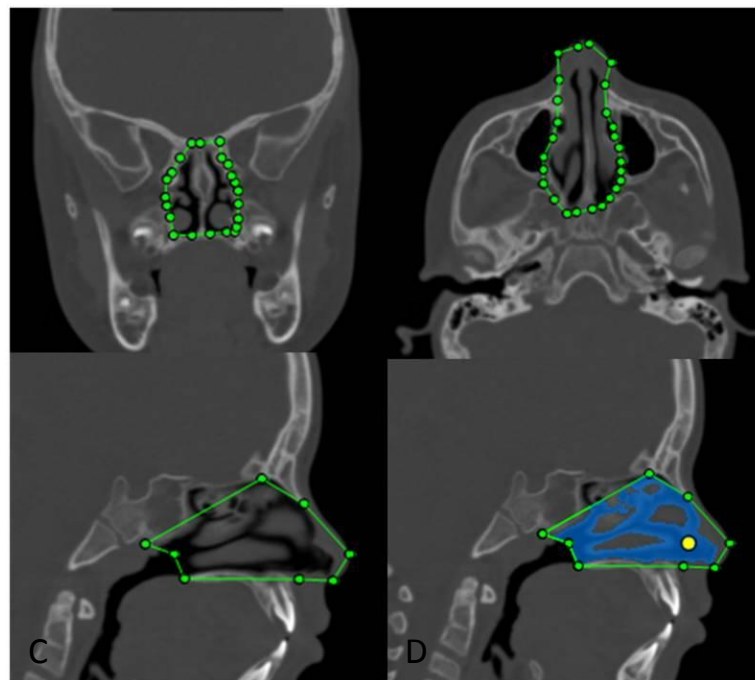


Figure 4: Nasal cavity delimitation - (A) Coronal view. (B) Axial view. (C) Sagittal view. (D) Nasal cavity volume rendering.

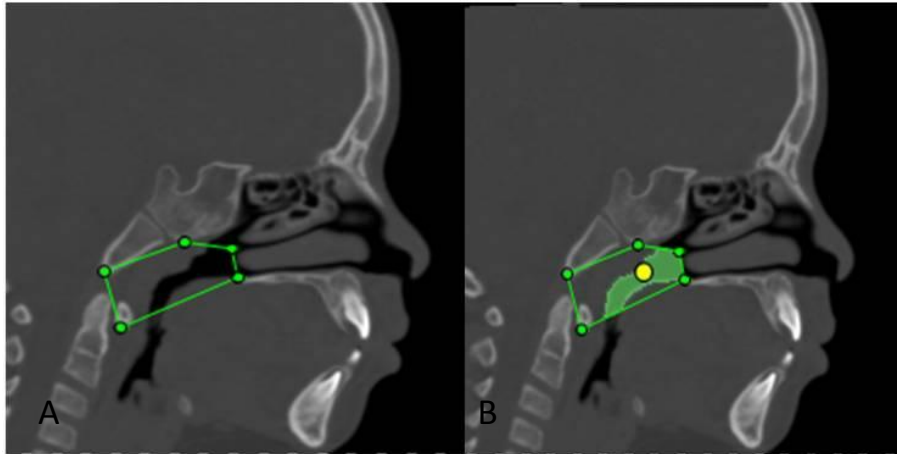


Figure 5: Nasopharynx delimitation (A) Sagittal view. (B) Nasopharynx volume rendering.

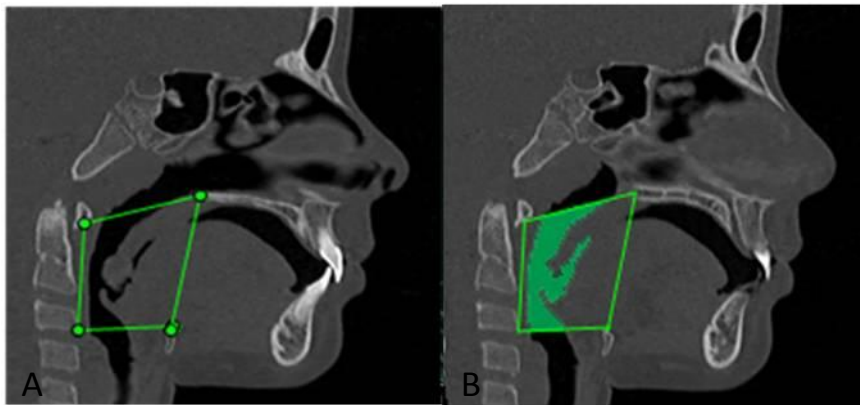


Figure 6: Oropharynx delimitation (A) Sagittal view. (B) Oropharynx volume rendering.

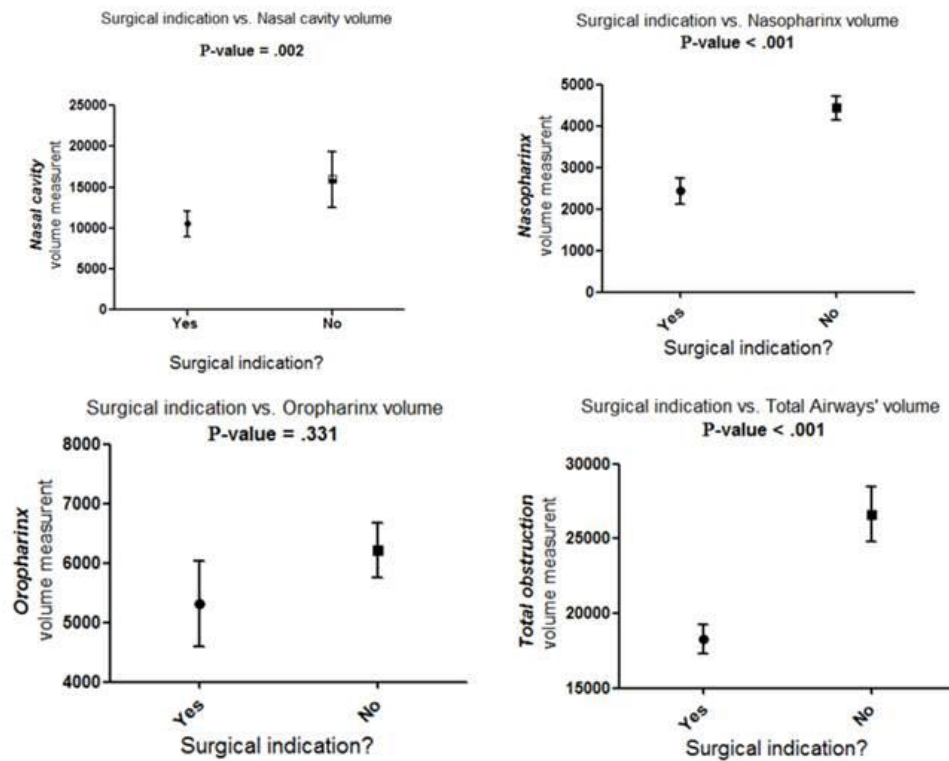


Figure 7: Association between surgical indication (yes or no) and upper airway volume CT measurements - (A) Nasal cavity. (B) Nasopharynx. (C) Oropharynx. (D) Total airway.

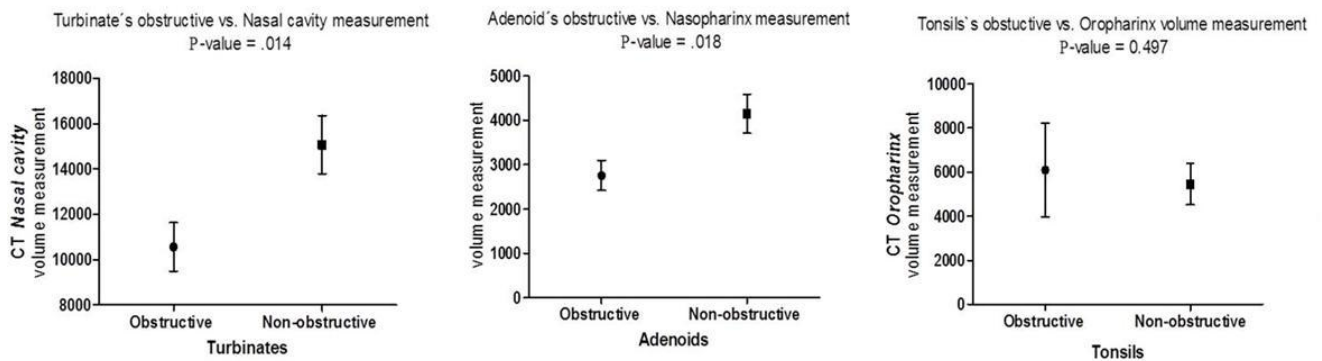


Figure 8: Association between obstructive lymphoid tissues (turbinate, adenoid and tonsils) and upper airway volume CT measurements - (A) Turbinate. (B) Adenoid. (C) Tonsils.

TABLE**Table I:** The anatomic landmarks used in the identification of the nasal cavity boundaries.

Cranial Technical Points	Definition
Anterior nasal spine	Most anterior point of the floor of the nasal fossa, at the bottom of the nostril.
Posterior nasal spine	Most posterior point of the palatine bone and the floor of the nasal cavities.
Nasion	Point located in the center of the fronto nasal suture
Nasal bone	The lowest point of nasal bone
Pterygomaxillary fissure	Lowest point of the Pterygomaxillary fissure
Vomer	Point located in the posterior portion of the vomer bone
Nostril	Anterior portion of the nostril opening
Nose	Anterior portion of the nose tip

Table II: The anatomic landmarks used in the identification of the nasopharynx boundaries.

Cranial Technical Points	Definition
Posterior nasal spine	Most posterior point of the palatine bone and the floor of the nasal cavities
Vomer	Point located in the posterior portion of the vomer bone
Basion	Point located in the inferior and posterior limit of the anterior border of the foramen magnum
Pterygomaxillary fissure	Lowest point of the pterygomaxillary fossa
Atlas	Anterior inferior point of atlas

Table III: The anatomic landmarks used in the identification of the oropharynx boundaries.

Cranial Technical Points	Definition
Posterior nasal spine	Most posterior point of the palatine bone and the floor of the nasal cavities.
Atlas	Anterior inferior point of atlas
Hyoid	Posterior inferior point of the hyoid bone
C3 vertebra	Superior-anterior point of the C3 vertebra

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linha de pesquisa sobre Respiração Oral e sua associação com a Ortodontia vem sendo coordenada pelo Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki desde 2002 e desenvolvida com uma excelente parceria entre o Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e o Ambulatório do Respirador Oral do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Este trabalho vem agregar valores somando a Imaginologia e métodos de diagnóstico por imagem nesta linha de pesquisa. Devido às questões relacionadas a associação entre as medidas volumétricas das vias aéreas superiores e o diagnóstico otorrinolaringológico em pacientes respiradores orais, houve a idéia de se padronizar e definir a anatomia da via aérea com maior precisão e detalhe além de usar a MSTC por ser um exame com melhor detalhe para visualizar a região e utilizado em larga escala pelos otorrinolaringologistas.

A amostra do presente estudo é inferior ao necessário de acordo com o cálculo amostral realizado. No entanto, no tempo hábil disponível para a dissertação de Mestrado buscou-se coletar os dados possíveis. A amostra destaca-se pela homogeneidade, uma vez que, todos os pacientes apresentam respiração oral e a faixa de idade entre os grupos não possui diferença estatisticamente significativa. É importante relevar ainda a dificuldade de se selecionar uma amostra com estas características específicas associadas a exames tomográficos de última geração. Estudos na literatura têm utilizado a Tomografia Computadorizada de feixe cônico (TCFC) para avaliar pacientes com respiração oral. Porém esse trabalho nos permitiu utilizar um MSTC de ultima geração, com tempo para realização do exame bastante reduzido e com grande precisão o que contribuiu para maior confiabilidade dos resultados, bastante pertinentes, nessa região específica estudada. Logo, acreditamos que esse estudo seja de grande valia para futuros estudos acadêmicos.

REFERENCIAS

ABOUDARA, C. et al. Comparison of airway space with conventional lateral head films and 3-dimensional reconstruction from cone beam computed tomography. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.135, p. 468-479, 2009.

ALSUFYANI, N.A.; FLORES-MIR, C.; MAJOR, P.W. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. **Dentomaxillofacial Radiology**, v.41, p. 276-284, 2012.

ALVES JÚNIOR, M. et al. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. **International Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, v.23, p. 1-6, 2012a.

ALVES JÚNIOR, M. et al. Is the airway volume being correctly analyzed? **American Journal Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.141, p. 657-661, 2012b.

ANGLE, E. **Treatment of malocclusion of the teeth**. Philadelphia: SS White Manufacturing Company; 1907.

EL, H.; PALOMO, J.M. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.137, p. S50.e1-9, 2010.

EL, H.; PALOMO, J.M. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.139, p. 511-521, 2011.

GHONEIMA, A.; KULA, K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. **European Journal of Orthodontics**, v.35, p. 256-261, 2013.

GRAUER, D. et al. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: Relationship to facial morphology. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.136, p. 805-814, 2009.

GRIBEL, B.F. et al. Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and measurements on CBCT scans. **The Angle Orthodontist**, v.81, p. 26-35, 2011.

GUIJARRO-MARTINEZ, R.; SWENNEN, G.R.J. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. **International Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, v.40, p. 1227-1237, 2011.

KIM, Y.J. et al. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.137, p. 306e1-311, 2010.

LENZA, M.G. et al. An analysis of different approaches to the assessment of upper air-way morphology: a CBCT study. **Orthodontics and Craniofacial Research**, v.13, p. 96-105, 2010.

MAGNUSSON, A. et al. Nasal cavity size, airway resistance, and subjective sensation after surgically assisted rapid maxillary expansion: a prospective longitudinal study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.140, n.5, p. 641-665, Nov. 2011.

MCNAMARA, J.A. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. **Angle Orthodontist**, v.51, n.4, p. 269-300, Oct. 1981.

MODRZYNSKI, M.; ZAWISZA, E. An analysis of the incidence of adenoid hypertrophy in allergic children. **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v.71, p. 713-719, 2007.

SCHWAB, R.J.; GOLDBERG, A.N. Upper airway assessment: radiographic and other imaging techniques. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v.31, n.6, p. 931-968, Dec. 1998.

SOUKI, B.Q. et al. Prevalence of malocclusion among mouth breathing children: do expectations meet reality? **International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, v.73, p. 767-773, 2009.

SUBTELNY, J.D.; BAKER, H.K. The significance of adenoid tissue in velopharyngeal function. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v.17, p. 235-250, 1956.

VIG, K.W. Nasal obstruction and facial growth: the strength of evidence for clinical assumptions. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.113, n.6, p. 603-611, June 1998.

ZINSLY, S.R. et al. Assessment of pharyngeal airway space using Cone-Beam Computed Tomography. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v.15, n.5, p. 150-158, Sept./Oct., 2010.

ANEXO A - Aprovação do Comitê de Ética da PUC Minas

COMISSÃO NACIONAL DE
ÉTICA EM PESQUISA

**Dados do Projeto de Pesquisa**

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DO ESPAÇO AÉREO NASOFARINGEANO POR DIFERENTES MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO EM CRIANÇAS RESPIRADORAS ORAIS

Pesquisador: Bruno César Ladeira Vidigal

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 10706812.1.0000.5137

Submetido em: 19/12/2012

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Situação: Aprovado

Localização atual do Projeto: Pesquisador Responsável

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do Projeto:

O VOLUME DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES MENSURADO POR MEIO DAS TOMOGRAFIAS COMPUTADORIZADAS É CONCORDANTE COM O DIAGNOSTICO DE OBSTRUÇÃO REALIZADO PELO OTORRINOLARINGOLOGISTA?

Prezado Senhor (a),

Este Termo de Consentimento pode conter palavras que você não entenda. Peça ao pesquisador que explique as palavras ou informações não compreendidas completamente.

1) Introdução

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa sobre métodos de diagnóstico da respiração oral. Se decidir participar dela, é importante que leia estas informações sobre o estudo e a sua contribuição para esta pesquisa.

Você foi selecionado por ser um respirador oral e a indicação de ser submetido a diversos exames para o diagnóstico mais fiel das causas da sua dificuldade em respirar pelo nariz, o que permitirá um tratamento mais acertado. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Por favor, procure entender a natureza, os riscos e os benefícios da sua participação e dar o seu consentimento livre e esclarecido por escrito.

2) Objetivo

O objetivo desse estudo é avaliar o quanto os exames tradicionais do espaço aéreo nasofaríngeo (tubo respiratório) são adequados no diagnóstico das obstruções que causam a respiração pela boca, tendo como referência um exame ideal

(tomografia computadorizada) que normalmente não é feito por causa dos custos elevados e não estar disponível em todos os centros de atendimento.

3) Procedimentos do Estudo

Se concordar em participar deste estudo você assinará esse termo permitindo o uso dos exames realizados como fonte de informação para a pesquisa. Torna-se importante esclarecer que essa pesquisa não interferirá no prognóstico do tratamento, só utilizaremos exames realizados para avaliação do espaço aéreo nasofaríngeo.

4) Riscos e desconfortos

Risco controlado, visto que todos os cuidados inerentes a radiação ionizante, serão devidamente controlados de forma adequada dentro do princípio de ALARA e das normas de proteção radiológica. Os exames serão realizados de acordo com a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e PORTARIA Nº 453 DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)".

5) Benefícios

A participação na pesquisa não acarretará gasto para você, sendo totalmente gratuita. O conhecimento adquirido com esta pesquisa poderá beneficiar você, bem como outras crianças, com informações e orientações futuras em relação ao diagnóstico de sua dificuldade respiratória.

6) Custos/Reembolso

Você não terá nenhum gasto com a sua participação no estudo.

7) Caráter Confidencial dos Registros

Sua identidade será mantida em sigilo. Dessa forma, você não será identificado quando o material de seu registro for utilizado, seja para propósitos de publicação científica ou educativa. Além das agências governamentais locais, o Comitê de Ética em Pesquisa da instituição onde o estudo está sendo realizado e seus representantes podem precisar consultar seus registros. Ao assinar este consentimento informado, você autoriza as inspeções em seus registros.

8) Para obter informações adicionais

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço eletrônico do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Caso você tenha mais perguntas sobre o estudo, por favor, ligue para Bruno César Ladeira Vidigal, telefone e email para contato: (31) 97370787; butvidigal@gmail.com

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, coordenado pela Prof.^a Cristiana Leite Carvalho, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone 3319-4517 ou e-mail cep.proppg@pucminas.br.

9) Declaração de consentimento

Li ou alguém leu para mim as informações contidas neste documento antes de assinar este termo de consentimento. Declaro também que toda a linguagem técnica utilizada na descrição deste estudo de pesquisa foi satisfatoriamente explicada e que recebi respostas para todas as minhas dúvidas. Confirmando também que recebi uma cópia deste formulário de consentimento. Compreendo que sou livre para me retirar do estudo em qualquer momento, sem perda de benefícios ou qualquer outra penalidade.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade e sem reservas para participar deste estudo.

Nome do participante ou representante legal

Documento apresentado

Data: _____

Assinatura do participante ou representante legal

Obrigado pela sua colaboração e por merecer sua confiança. Data: _____

Assinatura do pesquisador