



**DANIELI MOURA BRASIL**

**INFLUÊNCIA DA MORFOLOGIA CRANIOFACIAL NA ANÁLISE  
TRIDIMENSIONAL DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES**

**INFLUENCE OF CRANIOFACIAL MORPHOLOGY IN THE THREE  
DIMENSIONAL ANALYSIS OF THE UPPER AIRWAY**

Piracicaba  
2015





**Universidade Estadual de Campinas**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**

**DANIELI MOURA BRASIL**

**INFLUÊNCIA DA MORFOLOGIA CRANIOFACIAL NA ANÁLISE  
TRIDIMENSIONAL DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES**

**INFLUENCE OF CRANIOFACIAL MORPHOLOGY IN THE THREE  
DIMENSIONAL ANALYSIS OF THE UPPER AIRWAY**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Radiologia Odontológica, na Área de Concentração Radiologia Odontológica.

Dissertation presents to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Dental Radiology in Dental Radiology concentration area-

Orientador: Prof. Dr. Francisco Haiter Neto

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida por Danieli Moura Brasil e orientada pelo Prof. Dr. Francisco Haiter Neto.

Francisco Haiter Neto

Piracicaba

2015

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Marilene Girello - CRB 8/6159

B736i      Brasil, Danieli Moura, 1988-  
Influência da morfologia craniofacial na análise tridimensional das vias aéreas superiores / Danieli Moura Brasil. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Francisco Haiter Neto.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Faringe. 2. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Haiter Neto, Francisco, 1964-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Influence of craniofacial morphology in the three dimensional analysis of the upper airway

**Palavras-chave em inglês:**

Pharynx

Cone-beam computed tomography

**Área de concentração:** Radiologia Odontológica

**Titulação:** Mestra em Radiologia Odontológica

**Banca examinadora:**

Francisco Haiter Neto [Orientador]

Lúcio Mitsuo Kurita

Paulo Henrique Ferreira Caria

**Data de defesa:** 10-02-2015

**Programa de Pós-Graduação:** Radiologia Odontológica



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 10 de Fevereiro de 2015, considerou a candidata DANIELI MOURA BRASIL aprovada.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Francisco Hater Neto".

Prof. Dr. FRANCISCO HATER NETO

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Lúcio Mitsuo Kurita".

Prof. Dr. LÚCIO MITSUO KURITA

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Paulo Henrique Ferreira Caria".

Prof. Dr. PAULO HENRIQUE FERREIRA CARIA



## RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência da morfologia craniofacial em volumes e áreas transversais das vias aéreas superiores. Para isso, foram utilizadas 74 imagens por Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) e 74 fotografias faciais em perfil lateral, que pertenciam aos mesmos pacientes, sendo 38 do sexo masculino e 36 do sexo feminino, com idades entre 18 e 56 anos ( $32,8 \pm 1,8$ ). As imagens foram selecionadas a partir de um arquivo de exames de pacientes atendidos em uma Clínica de Radiologia. Um radiologista experiente classificou a amostra em tipos esqueléticos ântero-posteriores (classe II e classe III) empregando a análise cefalométrica de Steiner e a medida AO-BO de Jacobson; e em padrões verticais (braquifacial, mesofacial e dolicofacial) utilizando a análise cefalométrica de Ricketts. A análise facial de perfil foi realizada para cada paciente. Medidas de volume total, de nasofaringe e de orofaringe e ainda de cinco áreas transversais ao longo das vias aéreas superiores foram realizadas, utilizando o software Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup>. Os resultados foram submetidos à análise estatística, em que o teste Mann-Whitney foi utilizado para analisar a influência do sexo e dos tipos esqueléticos ântero-posteriores nas variáveis do estudo, o teste Kruskal-Wallis foi aplicado para verificar a existência de relação entre os padrões verticais e as variáveis; o teste de Correlação de Spearman foi utilizado para analisar a possível correlação entre as medidas dentro dos padrões esqueléticos ântero-posteriores, dentro dos padrões verticais e dentro das variáveis da análise facial e as demais medidas propostas pelo estudo. Os resultados mostraram que o tipo esquelético ântero-posterior e o padrão vertical da face não influenciaram no volume das vias aéreas superiores; a área transversal na região de palato mole (PM) mostrou-se significativamente maior para classe III; o terço superior da face apresentou correlação negativa com as medidas da faringe e o terço médio da face mostrou correlação positiva com a área transversal PM. Concluiu-se que os padrões faciais não influenciaram no volume da faringe e que a observação fotográfica do perfil facial foi capaz de mostrar tendências de correlações entre terços da face e vias aéreas superiores.

Palavras-chave: Faringe. Vias aéreas superiores. Morfologia craniofacial. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.



## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of craniofacial morphology in volumes and cross-sectional areas of the upper airway. For this 74 Cone Beam Computed Tomography (CBCT) images and 74 facial photographs in side profile were used, which belonged to the same patients, 38 males and 36 females, aged between 18 and 56 years ( $32.8 \pm 1.8$ ). The images were selected from a file examination of patients seen in a Radiology Clinic. An experienced radiologist classified the sample into anteroposterior skeletal types (class II e class III) using Steiner's analysis and the AO-BO measure Jacobson; and into vertical groups (brachyfacial, mesofacial and dolichofacial) using Ricketts' analysis. The facial profile analysis was performed for each patient. Measurement of volume and of five cross-sectional areas of upper airway were performed using Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup>. The data was subjected to statistical analysis, the Kruskal-Wallis test was used to verify the existence of a relationship between the vertical groups and other variables analyzed in the study. The Mann-Whitney test was used to analyze the influence of gender and anteroposterior skeletal types in the variables. Spearman Correlation test was used to analyze the possible correlation between measurements within vertical groups; within the anteroposterior skeletal types; and within variables of facial analysis, and other measures proposed by the study. Results showed that the anteroposterior skeletal type and the vertical pattern did not influence the volume of the upper airway; soft palate (SP) cross-sectional area was significantly greater in type class III; the upper facial third was negatively correlated with measures of the pharynx, and the middle facial third had positive correlation with the SP cross-sectional area. It was concluded that facial patterns do not influence the pharynx volumes. The photographic observation of the facial profiles is able to show trends of correlations between thirds of the face and upper airway.

Key-words: Pharynx. Upper airway. Craniofacial morphology. Cone-Beam Computed Tomography.



## SUMÁRIO

|                                                                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATÓRIA .....                                                                                                   | xiii |
| AGRADECIMENTOS .....                                                                                                | xv   |
| AGRADECIMENTOS ESPECIAIS .....                                                                                      | xix  |
| INTRODUÇÃO .....                                                                                                    | 1    |
| CAPÍTULO 1: <i>Influence of craniofacial morphology in the three dimensional analysis of the upper airway</i> ..... | 5    |
| CONCLUSÃO .....                                                                                                     | 35   |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                   | 37   |
| APÊNDICE 1 .....                                                                                                    | 41   |
| APÊNDICE 2 .....                                                                                                    | 53   |
| ANEXO 1 .....                                                                                                       | 83   |
| ANEXO 2 .....                                                                                                       | 85   |
| ANEXO 3 .....                                                                                                       | 87   |



## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, **Daniel e Eliane**, minha origem,  
obrigada por tanto amor, cuidado, carinho e  
incentivo dados a mim para que eu pudesse  
alcançar meus objetivos.*



## AGRADECIMENTOS

*À Deus, pelo dom da vida, pelo cuidado sutil e sempre presente e pela graça que se renova a cada manhã.*

*Aos meus pais, **Daniel Martins Brasil** e **Eliane Amaro de Moura Brasil**, que sempre me amaram e cuidaram de mim com tanto apreço. Pelo exemplo de força e determinação que levarei por toda a vida. Por me mostrarem que quanto se acredita sempre é possível. Por confiarem em mim e por me darem todo apoio e suporte para que hoje eu estivesse aqui.*

*Aos meus tão amados irmãos, **Daniel Moura Brasil** e **Davyd Moura Brasil**, pelo companheirismo, pela compreensão, amor, carinho, pelos abraços aconchegantes, pelas risadas, por serem tão presentes e essenciais na minha vida mesmo quando nada é dito.*

*Às minhas avós, **Rocilda Martins Brasil** e **Maria José Amaro de Moura**, por serem fonte de vida e de amor, pela boa educação dada aos filhos e transmitida aos netos, pelo brilho no olhar a cada reencontro; e aos meus **tios** e **primos**, levo vocês no meu coração sempre.*

*Às minhas tias **Sandra Maria de Moura Aragão** e **Cláudia Amaro de Moura Pompeu**, pelas risadas, por me apoiarem sempre e pelo carinho que não muda.*

*À minha amiga e irmã, **Kênia Cabral Bitu**, pela força, pelo carinho sempre presente, por ser instrumento de Deus na minha vida.*

*Às minhas amigas, **Ana Patrícia Lopes** e **Ana Paula Moraes**, por tornarem os meus dias mais felizes e por se fazerem sempre presentes nos bons e maus momentos. Amo vocês.*

## AGRADEÇO TAMBÉM

*À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba**, na pessoa do Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques, pela oportunidade de estudar numa escola que oferece excelente suporte estrutural e profissionais renomados.*

*À **CAPES** pelo auxílio financeiro durante todo curso, de fundamental importância para conclusão do mestrado.*

*Ao **Prof. Dr. Frab Norberto Bóscolo**, pelos ricos ensinamentos repassados a nós com entusiasmo e destreza. Obrigada também pelo afeto e simpatia dedicados aos seus alunos. Para mim, o senhor é um exemplo de humanidade.*

*À **Profa. Dra. Solange Maria de Almeida Bóscolo**, pelo olhar cativante, pela segurança transmitida e pelo zelo com que trata seus alunos.*

*À **Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas**, obrigada pelos ensinamentos, por ser uma profissional dedicada, pelos feed-backs e pelas críticas, certamente elas me fizeram amadurecer.*

*Ao **Prof. Dr. Francisco Carlos Groppo**, muito obrigada pela disponibilidade em me atender sempre que solicitado e pela didática e simpatia constantes ao trazer respostas às minhas dúvidas.*

*Aos professores membros da banca do exame de qualificação, **Prof. Dr. Eduardo César Almada**, **Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas** e **Profa. Dra. Luciana Asprino** que contribuíram com suas sugestões para engrandecimento desse trabalho.*

*Aos professores membros da banca de defesa, **Prof. Dr. Francisco Haíter Neto**, **Prof. Dr. Lúcio Mitsuo Kurita** e **Prof. Dr. Paulo Henrique Caria** e às professoras suplentes **Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas** e **Profa. Dra. Alynne Vieira de Menezes** que prontamente aceitaram o convite e se dispuseram a participar desse momento.*

*À **Dra. Carla Scanavini Croci**, pela solicitude em colaborar com seus conhecimentos. Muito obrigada pelas colocações, sugestões, questionamentos e por sempre me receber tão bem. Nossas conversas foram fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho.*

*À **Clinica de Radiologia Odontológica Dental Imagem** pela concessão das imagens para realização deste trabalho.*

#### **AGRADEÇO AINDA,**

*À amiga **Mayra Cristina Yamasaki**, pelo carinho com que me recebeu e me acolheu em sua casa, me fazendo sentir como parte de sua família. Acredito que em momentos certos Deus*

*coloca anjos em nossas vidas para nos mostrar que Seu cuidado está sempre presente, e você é um deles.*

*Aos queridos **Mário Yamasaki** e **Júlia Yamasaki**, serei eternamente grata pelo carinho e cuidado que recebi de vocês num momento tão ímpar da minha trajetória.*

*À amiga **Luciana Jácome**, pela amizade, cumplicidade, carinho e pelo compartilhar de sentimentos. Obrigada por estar sempre presente, por me ouvir, por demonstrar cuidado e por tornar meus dias mais leves e mais alegres durante esse tempo.*

*Ao amigo **Thiago de Oliveira Gamba**, pelas palavras certas nos momentos certos, pela força que me deu todas as vezes que me percebi frágil, pelo ombro amigo, pelas risadas e pelo tempo investido em nossa amizade. Você tornou os meus dias mais agradáveis aqui.*

*Ao amigo **Amaro Ilídio Vespasiano**, pelo qual tenho um grande carinho, obrigada pela amizade, pelo amparo, pelo abraço acolhedor, pelo auxílio e sugestões não só neste trabalho, mas também em várias ocasiões na caminhada de pós-graduação.*

*Ao amigo **Yuri Nejaim**, pela força, pela solicitude, pelas oportunidades, pela sensibilidade de enxergar algo de bom nas pessoas e investir nelas. Obrigada por dividir comigo suas ideias ousadas e assim me ensinar que devemos acreditar em nosso potencial, pois se não tentarmos jamais saberemos do que somos capazes.*

*À amiga **Gina Roque Torres**, companheira de todas as horas, obrigada pela amizade, pelo carinho, por se fazer tão presente, obrigada também por ser exemplo de coragem, responsabilidade e competência. Você sempre estará no meu coração.*

*À amiga e conterrânea **Débora Távora**, pela amizade, pelas aventuras, por me encorajar a viver mais intensamente, a aceitar novos desafios, a fazer escolhas que me permitiram crescer. Você é um exemplo de coragem, determinação, fé e ao mesmo tempo de mansidão. Obrigada por tornar os meus dias mais leves e divertidos.*

*Ao amigo **Gustavo Santaella**, por ser um exemplo de altruísmo, pela solicitude e pela amizade. Obrigada também por todas as vezes que você me ajudou, sempre com tanta boa vontade.*

*À amiga **Priscila Peyneau**, pela sua colaboração com material para esse trabalho. Obrigada também pela companhia durante o tempo que estive em Piracicaba e pelos momentos divertidos que compartilhamos.*

*Aos amigos de turma, **Leonardo Peroni** e **Eliana Dantas**, obrigada por compartilharem comigo as dificuldades e as alegrias desse curso.*

*Aos amigos de pós-graduação **Amanda Farias**, **Ana Caroline Brito**, **Anne Oening**, **Francielle Verner**, **Karla Vasconcelos**, **Karla Rovaris**, **Helena Aguiar**, **Henrique Martins**, **Laura Sotelo**, **Liana Ferreira**, **Maria Beatriz Alonso**, **Phillipe Nogueira**, **Rafaela Argento**, **Raquel Werczler**, **Thiago Souza**, por fazerem a diferença nos meus dias, por cada palavra de incentivo, abraço e sorriso. Obrigada também pelo compartilhar de ideias e críticas. Tenham certeza que vocês contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.*

*Aos colegas **Débora Duarte**, **Gabriella Rezende**, **Polyane Queiroz**, **Taruska Ventorini** e **Tiago Nascimento**, obrigada pelo bom convívio.*

*Aos funcionários da Clínica de Radiologia Odontológica, **Giselda**, obrigada pelo zelo com que faz seu trabalho, tornando o ambiente na clínica mais organizado e sequencial. Obrigada também aos funcionários e amigos **Waldeck** e **Fernando**, pelo convívio, pelo carinho, por serem sempre prestativos e pelo respeito com que tratam os demais.*

*À **Luciane Sattolo**, pela dedicação em tudo que se propões a fazer, por ser um exemplo de profissional, pela simpatia e por estar sempre disposta a ajudar. Muito obrigada.*

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*Ao meu orientador, **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto**, agradeço pela confiança, por sempre estar disposto a me receber e me orientar de forma clara e ao mesmo tempo me permitir caminhar com meus próprios pés, pelo apoio e pelas palavras de conforto nos momentos difíceis, por me mostrar que é possível ser exigente sem deixar de ser gentil.*

*Ao **Prof. Dr. Lúcio Mitsuo Kurita**, pelo carinho, por acreditar em mim e me incentivar a ir mais longe em busca dos meus sonhos, pelo apoio, pelo direcionamento, pelo cuidado comigo e pelas portas que abriu para meu crescimento profissional.*



## **INTRODUÇÃO**

A via aérea superior é uma estrutura complexa que envolve ossos e tecidos moles adaptados para funções relacionadas a respiração, deglutição e fonação. Os órgãos que fazem parte desse complexo estão localizados na região de cabeça e pescoço e são eles: nariz, cavidade nasal, faringe, laringe e porção superior da traqueia. Essas estruturas são responsáveis pelo transporte do ar até a via aérea inferior, onde ocorrem as trocas gasosas propriamente ditas (Dângelo e Fattini, 2011).

Dentre as estruturas citadas, destaca-se a faringe, devido às suas diferenciadas características anatômicas e funcionais que possibilitam o desempenho e manutenção do fluxo respiratório, mesmo sendo composta apenas por tecidos moles. A faringe possui estrutura tubular, começando nos coanos e estendendo-se até a laringe; situa-se logo atrás das cavidades nasal e oral e à frente das vértebras cervicais. Sua parede é composta por músculos esqueléticos e revestida por túnica mucosa (Dângelo e Fattini, 2011).

Parte desses músculos possuem origens em estruturas determinantes no desenvolvimento do sistema estomatognático, como mandíbula, osso hióide e língua. Sendo assim, pode-se dizer que a função respiratória e o desenvolvimento craniofacial estão intimamente relacionados e que exercem influência um sobre o outro, não apenas pela anatomia, mas também pela fisiologia conectada que esses elementos possuem (Dângelo e Fattini, 2011).

A faringe é dividida em três regiões (nasofaringe, orofaringe e laringo-faringe), de acordo com a comunicação com limites anatômicos. A nasofaringe comunica-se com a cavidade nasal, possui em ambas as paredes laterais o óstio faríngeo da tuba auditiva e em sua porção mais superior e posterior encontra-se a tonsila faríngea; seu limite inferior é na altura da margem inferior da primeira vértebra cervical. A orofaringe comunica-se com a cavidade oral e tem como limite anterior o palato mole e o dorso da língua; seu limite inferior é a margem inferior da terceira vértebra cervical. E a laringo-faringe comunica-se com a laringe, levando o fluxo de ar e o bolo alimentar proveniente das estruturas acima (Dângelo e Fattini, 2011).

A manutenção de uma função respiratória adequada está diretamente relacionada ao correto funcionamento dessas estruturas; por isso, a influência do padrão respiratório no crescimento craniofacial tem sido objeto de estudo de vários autores, os quais encontraram que a função respiratória alterada pode exercer um efeito prejudicial sobre o crescimento e desenvolvimento facial, o que origina desequilíbrios entre os vários componentes morfofuncionais da face, resultando em alterações esqueléticas e más posições dentárias (Moss e Salentijn, 1969; Linder-Aronson, 1970; Moore, 1972; Solow e Kreiborg, 1977; Harvold et al., 1981; McNamara, 1981; Zettergren-Wijk et al., 2006).

Os principais fatores modificadores que causam respostas na função respiratória são: a diminuição do espaço aéreo nasofaríngeo, comumente associada à presença de hipertrofia da tonsila faríngea (Linder-Aronson, 1970) e a presença de uma região de estreitamento transversal que dificulta a passagem do ar, responsável pela ocorrência de um distúrbio respiratório caracterizado pela interrupção periódica da respiração durante o sono (Friedlander et al., 2000; Zettergren-Wijk et al., 2006).

Tais mudanças no padrão respiratório fazem com que o indivíduo passe a respirar pela boca, modificando o posicionamento mandibular e por consequência, seu vetor de crescimento (Linder-Aronson, 1970; Moore, 1972; Solow e Kreiborg, 1977; Harvold et al., 1981; McNamara, 1981; Linder-Aronson et al., 1986). O componente vertical de crescimento do côndilo mandibular e o rebaixamento da fossa craniana média determinam a extensão que a mandíbula se deslocará para baixo em cada padrão facial (Enlow, 1990). A consequência desse crescimento gera diferentes proporções entre largura e altura da face, o que determina diferentes tipos faciais. Ricketts (1960) propôs a classificação dos tipos de face em braquifacial, mesofacial e dolicofacial, pelo cálculo do índice VERT (quantidade de crescimento vertical), determinado a partir da média aritmética das cinco seguintes medidas: eixo facial; ângulo facial; plano mandibular; altura da face inferior e arco mandibular. Quando o índice VERT é negativo, com valor igual ou menor que -0,5, o paciente é classificado como dolicofacial; já um número positivo igual ou maior que 0,5 indica um paciente braquifacial; enquanto valores entre -0,5 e 0,5 designam um paciente mesofacial.

A disposição dos dentes também sofrerá influência dessa mudança de posicionamento mandibular, sendo as alterações ântero-posteriores classificadas a partir da relação das bases maxilares entre si e com a base do crânio, utilizando para isso as medidas de SNA, SNB e ANB (Steiner, 1953), as quais permitem a distribuição dos indivíduos em classes esqueléticas I, II e III. Além disso, Jacobson (1975) elaborou uma medida (AO-BO) que procura relacionar a maxila e a mandíbula junto à região dento-alveolar através de um plano de referência comum aos dois arcos, o plano oclusal. O autor propõe a utilização de retas perpendiculares ao plano oclusal, passando pelos pontos A e B, assim determina-se sobre o plano oclusal os pontos AO-BO.

Durante o período de crescimento facial, observa-se uma estreita relação entre a base do crânio, ossos maxilares, dentes e o tecido tegumentar envolvente. Esse crescimento geralmente processa-se de maneira e intensidades diferentes de acordo com o padrão herdado (Araújo, 1988). Portanto, sugere-se que a presença de mudanças nos tecidos da face, de alterações nos terços faciais e de má oclusão pode indicar a existência de modificações na função respiratória (Solow e Kreiborg, 1977).

A aparência da face, que está intimamente relacionada ao bem estar social de um indivíduo, também sofre influência de fatores respiratórios e craniofaciais (Linder-Aronson, 1970; Moore, 1972; Solow e Kreiborg, 1977). A harmonia desse conjunto de estruturas é estudada pela análise facial, a qual pode ser realizada por meio de fotografias faciais associadas ao estudo cefalométrico e clínico, permitindo o estudo do relacionamento entre os componentes ósseos e os tecidos moles da face (Bergman, 1999).

A cefalometria lateral é também um dos métodos de estudo das vias aéreas e tem grande importância por possibilitar o estudo do contorno dos tecidos moles e das estruturas ósseas que regem a configuração morfológica e espacial dos mesmos. Porém, embora ofereça informações valiosas, torna-se limitada por descrever em apenas duas dimensões estruturas de anatomia complexa, como as vias aéreas (Warren e Spalding, 1991; Aboudara et al., 2003; Aboudara et al., 2009).

Com os avanços tecnológicos, foram desenvolvidas novas técnicas, buscando avaliar e quantificar a anatomia do fluxo aéreo, sendo a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) um exame adequado para análise de estruturas tridimensionais (3D)

(Lagravère et al., 2008), como por exemplo, as vias aéreas superiores (Aboudara et al., 2003; Aboudara et al., 2009; Guijarro-Martínez e Swennen, 2011). Utilizando as imagens por TCFC, as quais são adquiridas usando uma dose de radiação relativamente baixa, quando comparada a Tomografia Computadorizada Multislice e podem ser trabalhadas em imagens de reconstruções multiplanares e reconstruções tridimensionais, é possível uma caracterização fidedigna das vias aéreas (Guijarro-Martínez e Swennen, 2011). Diante disso, diversos autores tem estudado a influência da morfologia craniofacial nas vias aéreas superiores utilizando imagem por TCFC (Alves et al., 2008; Grauer et al., 2009; Iwasaki et al., 2009; Kim et al., 2010; Hong et al., 2011; Claudino et al., 2013; Di Carlo et al., 2014), porém, até o momento, nenhum estudo foi realizado para avaliar a correlação entre as medidas do perfil facial em fotografias e as medidas de volumes e áreas das vias aéreas superiores.

Considerando-se que o exame inicial de um paciente ortodôntico ou de cirurgia-ortognática é composto por imagens por TCFC e por fotografias faciais, dentre outros exames, e que intervenções ortodônticas ou ortognática interferem diretamente no fluxo respiratório, acredita-se que a obtenção de informações sobre a influência dos padrões faciais e das mensurações do perfil facial fotográfico nas medidas da faringe contribuirá para o diagnóstico e tratamento dos pacientes quanto às vias aéreas superiores. Sendo assim, o objetivo no presente estudo foi avaliar a influência da morfologia craniofacial nos volumes e áreas transversais das vias aéreas superiores. A metodologia detalhada do trabalho realizado encontra-se descrita no Apêndice 1.

**CAPÍTULO 1: Influence of craniofacial morphology in the three dimensional analysis of the upper airway**

A versão em inglês deste artigo, intitulado *Influence of craniofacial morphology in the three dimensional analysis of the upper airways*, foi submetida à apreciação (Anexo 1 e Anexo 2), visando publicação, pelo periódico *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, considerado Qualis A1 pela CAPES, com fator de impacto de 1,99. A estruturação do artigo baseou-se nas “Instruções aos Autores” preconizadas pela editora do periódico. A versão em português deste artigo encontra-se no Apêndice 2.

**Influence of craniofacial morphology in the three dimensional analysis of the upper airway**

Danieli Moura Brasil<sup>1</sup>, Francisco Carlos Groppo<sup>2</sup>, Francisco Haiter Neto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Masters degree, Department of Oral Diagnosis, Dental Radiology area, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, São Paulo, Brazil.

<sup>2</sup>Titular professor, Department of Physiological Sciences, Pharmacology, Anesthesiology and Therapeutics area, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, São Paulo, Brazil.

<sup>3</sup>Titular professor, Department of Oral Diagnosis, Dental Radiology area, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, São Paulo, Brazil.

Reprint request to: Danieli Moura Brasil, Dental Radiology area, Department of Oral Diagnosis, Piracicaba Dental School, State University of Campinas, 901 Limeira Av. Piracicaba, São Paulo, 13414-903, Brazil; e-mail, danielibrasil@hotmail.com.

Key-words: Pharynx. Upper airway. Craniofacial morphology. Cone-Beam Computed Tomography.

**ABSTRACT**

**Introduction:** The aim of this study was to evaluate the influence of craniofacial morphology in volumes and cross-sectional areas of the upper airway. **Methods:** An experienced radiologist classified 74 Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) images of 38 males and 36 females (age average of  $32.8 \pm 1.8$ ) into anteroposterior skeletal types (class II and class III) using Steiner's analysis and Jacobson's AO-BO measure; and into vertical patterns (brachyfacial, mesofacial and dolichofacial) using Ricketts' analysis. The facial profile analysis was performed for each patient. Volume measurement and five cross-sectional areas of upper airway areas were performed by an experienced examiner using CBCT images. **Results:** There was no significant difference between gender and facial patterns for pharyngeal volume measures ( $P > 0.05$ ). The Soft Palate (SP) cross-sectional area was significantly greater in class III skeletal type. The upper facial third was negatively correlated with measures of the pharynx and with SP cross-sectional area and the middle facial third was positively correlated with SP cross-sectional area. All these results presented  $P < 0.05$ . **Conclusions:** The facial patterns do not influence the pharynx volumes. The photographic observation of the facial profiles is able to show trends of correlations between facial thirds and upper airway.

Key-words: Pharynx. Upper airway. Craniofacial morphology. Cone-Beam Computed Tomography.

## **INTRODUCTION**

The conservation of adequate respiratory function is directly related to the proper functioning of the upper airways and of the stomatognathic system structures that are functionally linked to them, such as jaw, hyoid bone and tongue. Therefore, the influence of respiratory pattern in craniofacial growth has been studied by several authors, who claim that altered breathing can cause a detrimental effect on facial growth and development, giving to imbalances between the various morphological and functional facial components, resulting in skeletal changes and malocclusions.<sup>1-6</sup>

The main factor modifiers that cause responses in the respiratory function are: the reduction in nasopharyngeal airway, usually associated with the presence of hypertrophy of the pharyngeal tonsil<sup>2</sup> and the presence of a transverse narrowing region which hinders the passage of air, responsible for the occurrence of a respiratory disorder characterized by periodic cessation of breathing during sleep.<sup>6,7</sup> Such changes in respiratory pattern cause the individual to breathe through the mouth modifying the mandibular positioning and consequently the vector growth.<sup>2-5,8</sup> It is suggested that the presence of changes in the tissues of the face, changes in facial thirds and malocclusion may indicate modifications in respiratory function.<sup>3</sup>

The appearance of the face which is closely related to an individual's welfare, is also influenced by breathing and craniofacial factors.<sup>2,3</sup> The balance of this set of structures is studied by facial analysis which can be performed through facial photographs associated with cephalometric and clinical analysis, allowing the study of the relationship between the osseous and soft tissue components of the face.<sup>9</sup>

The lateral cephalometry is also a study method of the airways and it is of great importance for making possible the analysis of soft tissue contour and bone structures controlling their morphological and spatial configuration. However, while the lateral cephalometry gives valuable informations, it is limited for describes with only two dimensions complex anatomical structures such as the airways.<sup>10-12</sup>

New techniques have been developed with technological advances aiming to evaluate and quantify the anatomy of airflow, such as Cone-Beam Computed Tomography

(CBCT), an appropriate test for analysis of three-dimensional (3D) structures<sup>13</sup> like the upper airway for instance.<sup>11,12,14</sup> The use of CBCT images, which are acquired using a radiation dose relatively low when compared to conventional Computed Tomograph and may be worked on multiplanar and 3D reconstruction of images, provide a more reliable characterization of the airways.<sup>14</sup> Thus, several authors have studied the influence of craniofacial morphology in the upper airways using CBCT,<sup>15-21</sup> but no study was conducted to evaluate the correlation between the measurements of the facial profile in photographs and the volume and area measurements of the upper airway so far.

Considering that the entire examination of an orthodontic or orthognathic-surgical patient is composed by images for CBCT and facial photographs, among others exams, and that orthodontic or orthognathic interventions directly interfere with the airflow, it is believed that information about the influence of facial patterns and photographic facial profile measures will facilitate for the clinical professional the diagnosis and treatment of patients concerning the measures of the upper airway.

Thus, the aim of this study was to evaluate the influence of craniofacial morphology in volume and cross-sectional areas of the upper airway.

## **MATERIAL AND METHODS**

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Dentistry College of Piracicaba, State University of Campinas - FOP / UNICAMP - Protocol N° 071/2013.

The 74 images obtained by CBCT and the 74 photographs in side profile used herein belonged to the same patients - 38 male and 36 female, aged between 18 and 56 years old ( $32.8 \pm 1.8$ ). The images were selected by a single radiologist from image for examination file of patients seen in a Clinical Radiology. The images were acquired in the period from March, 2011 to February, 2014. The images were acquired in the period from March, 2011 to February, 2014. Images of patients with previous orthognathic surgery, radiographic signs of pathological processes along the upper airway, bad positioning of the cervical spine and having no nasion to the base of the third cervical vertebra region presented through examination were excluded of sample.

The CBCT images were acquired through i-CAT<sup>®</sup> tomography (Imaging Sciences, Hatfield, PA - USA) acting with the following exposure parameters: 80 kVp, 4.8 mA, 40 second to acquisition and 62 seconds reconstruction time, with voxel of 0.4 mm and FOV of 23 x 17 cm. Images were acquired in this FOV for presenting indication for orthodontic, surgery or orthognathic treatment. The side profile images were taken with the patients in profile, their heads in a natural position, jaws in postural position and lips at rest.

### **SAMPLE CLASSIFICATION**

A single experienced radiologist classified the sample into vertical patterns (brachyfacial, mesofacial and dolichofacial) and anteroposterior skeletal types (class II and class III). Furthermore, the facial profile analysis was performed for each individual.

The vertical patterns and the anteroposterior skeletal types were determined applying cephalometric analysis in images generated by multiplanar reconstruction lateral cephalograms acquired by CBCT. The cephalometric analysis was performed using the software Nemotec<sup>®</sup> (Nemotec SL, Madrid - Spain). The vertical patterns were labeled using the VERT index, determined from the arithmetic mean of five measurements (facial axis

angle, mandibular plane angle, lower facial height, mandibular arch and mandibular body axis) of Ricketts' analysis, ranking patients in brachyfacial, mesofacial or dolichofacial. For the anteroposterior skeletal types, classified as class II or class III, it used the SNA, SNB and ANB measures, acquired from the cephalometric analysis of Steiner. The Jacobson's AO-BO measure was used to confirm the anteroposterior skeletal type.

The facial analysis was performed using sideview photograph in profile, analyzed in Cef X<sup>®</sup> software (CDT software, Bauru-SP, Brazil), using cephalometry Facial Analysis Sideview (photo), provided by the program. The points were marked: TRI (Trichio); Gl' (Glabella line); Sn (Subnasal); Stm (Stomion) and Me' (Menton line). The values were obtained in proportion for the following measures:

- Proportions of facial thirds in side view:
  - Stm-Me' (Stomion-Menton line) / Lower facial third
  - Sn-Stm (Subnasal-Stomion) / Lower facial third
  - Lower facial third (Sn-Me') / Facial height
  - Middle facial third (Gl'-Sn) / Facial height
  - Upper facial third (TRI-Gl') / Facial height

#### EVALUATION OF CBCT IMAGES

For analysis of the upper airways, three-dimensional ones were built, generated by multiplanar reconstructions with software tools Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup> (Cognitica, Philadelphia, PA - USA).

Those measurements were performed by the same radiologist who had prior knowledge of the operation of Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup> software and of the anatomy of the upper airway. As training the examiner assessed and repeated the assessment for a group of ten pictures when he obtained similar values for the measurements of volume and cross-sectional areas of the pharynx. After the completion of all measures in the pharynx, 15% of the sample was re-evaluated and we calculated the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) for the assessment of intra-examiner agreement.

The reconstruction of the 3D model was made using the way of semiautomatic segmentation software. The limits for defining the area of interest for segmentation were: anterior, vertical plane passing through the Posterior Nasal Spine (PNS), perpendicular to the sagittal plane; posterior, posterior pharyngeal wall, with the tool positioned on the cervical vertebrae; lateral, lateral pharyngeal walls, including the entire length of the pharyngeal side projections; lower, the medial caudal projection tangent plane of the 3rd cervical vertebra, perpendicular to the sagittal plane; upper, the highest point of the nasopharynx (Fig 1).

The volume was also calculated for the sub regions of the nasopharynx and oropharynx. In the software, to separate the two regions, the PSN points and the lower point of the body of the first cervical vertebra were used as reference (Fig 2).

To determine the cross-sectional areas were set five planes, identified in the 3D model by different colors. The areas were calculated from the data obtained by use of the manual segmentation software tool Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup>, according to Table I and Fig 3.

Table I - List of references and colors related to the five cross-sectional areas of the pharynx.

| Areas                        | References                                                                                                                               | Color  | Figure |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| <b>PNS-coronal area</b>      | Coronal plane through the PNS                                                                                                            | Rose   | Fig 4B |
| <b>PNS-posterior area</b>    | Coronal plane through the point on the anterior pharyngeal wall extending from the PNS                                                   | Yellow | Fig 4C |
| <b>PNS-axial area</b>        | Axial plane that passes through the point PNS (perpendicular to the PNS-coronal)                                                         | Blue   | Fig 4D |
| <b>Soft Palate (SP) area</b> | Axial plane through the most inferior point of the soft palate (SP) - against the soft palate with the tongue dorsum                     | Lilac  | Fig 4E |
| <b>Epiglottis (EP) area</b>  | Axial plane through the base of the epiglottis (EP) - at the height of the medial caudal projection of 3 <sup>rd</sup> cervical vertebra | Orange | Fig 4F |

The results were statistically analyzed, with 5% significance level, to verify the existence or not of a relationship between the upper airway volumes and areas with the facial variables. It was used Fisher's exact test for analysis of the distributions between the anteroposterior skeletal types to vertical patterns. The Mann-Whitney test was used to analyze the influence of gender and anteroposterior skeletal types in the variables analyzed in the study. The Kruskal-Wallis test was used to verify the existence of a relationship between the vertical patterns and other variables, while the Spearman Correlation Test was used to analyze the possible correlation between the measures within the vertical patterns, within the anteroposterior skeletal types, within the variables of facial analysis, and further measures proposed by the study.

## RESULTS

The distribution of the number of individuals in the anteroposterior skeletal types to vertical patterns was evaluated by Fisher's exact test, in which there were no statistically significant differences between class II and class III distributions, considering the comparisons brachyfacial x mesofacial ( $P > 0.05$ ), brachyfacial x dolichofacial ( $P > 0.05$ ) and mesofacial x dolichofacial ( $P > 0.05$ ) (Table II).

Table II. Distribution of vertical patterns depending on the anteroposterior skeletal types.

|               | Class II  | Class III  | Total      |
|---------------|-----------|------------|------------|
| Brachyfacial  | 22 (44%)  | 17 (70.8%) | 39 (52.7%) |
| Mesofacial    | 15 (30%)  | 4 (16.7%)  | 19 (25.7%) |
| Dolichofacial | 13 (26%)  | 3 (12.5%)  | 16 (21.6%) |
| Total         | 50 (100%) | 24 (100%)  | 74 (100%)  |

Fisher's Exact test ( $P < 0.05$ ); absolute value and percentage.

The reproducibility of the measurements was considered excellent, with ICC > 0.9 and  $P < 0.001$ .

No statistically significant difference was found between the gender for the volume measurements of the pharynx and for measuring of the cross-sections areas, except for the PNS-coronal ( $P < 0.01$ ) and PNS-posterior ( $P < 0.01$ ), which were significantly greater for males. The measures for lower facial third was greater in males also ( $P < 0.05$ ) (Table III).

Table III. Gender influence on measures of pharyngeal volumes, transverse pharyngeal areas and facial analysis measures.

|                                      |               | Female (n=36) |        | Male (n=38) |         | <i>P</i> |
|--------------------------------------|---------------|---------------|--------|-------------|---------|----------|
|                                      |               | Mean          | SD     | Mean        | SD      |          |
| Pharyngeal volumes                   | Total         | 23032.1       | 9923.2 | 22510.6     | 10508.2 | 0.991    |
|                                      | Nasopharynx   | 9640.7        | 3620   | 10132.6     | 4020.3  | 0.489    |
|                                      | Oropharynx    | 10748.2       | 6964.6 | 12712.7     | 7374    | 0.315    |
| Cross-sectional areas of the pharynx | PNS-coronal   | 192.3         | 101.8  | 255.4       | 136.8   | 0.009**  |
|                                      | PNS-posterior | 298           | 130.1  | 360.1       | 164.9   | 0.007**  |
|                                      | PNS-axial     | 525           | 214.6  | 524.7       | 208.5   | 0.485    |
|                                      | SP            | 188.3         | 211.4  | 228         | 210.4   | 0.299    |
|                                      | EP            | 179.9         | 148.4  | 206.2       | 164.9   | 0.118    |
| Facial analysis measures             | Stm-Me'       | 67.5          | 5.2    | 67.8        | 3       | 0.638    |
|                                      | Sn-Stm        | 32.5          | 5.6    | 32.2        | 3       | 0.520    |
|                                      | Lower third   | 36.4          | 2.8    | 37.2        | 3.2     | 0.022*   |
|                                      | Middle third  | 36.4          | 2.8    | 35.5        | 3.1     | 0.052    |
|                                      | Upper third   | 27.3          | 3.3    | 26.1        | 5.1     | 0.530    |

Volume measures (mm<sup>3</sup>); area measurements (mm<sup>2</sup>); linear measurements (mm).

\**P* <0.05; \*\**P* <0.01 (Mann-Whitney test).

For the anteroposterior skeletal types the SP cross-sectional area (*P* <0.05) and proportion St-Me were greater for subjects class III. The proportion Sn-St (*P* <0.01) was greater for subjects class II. There is no statistically significant difference between the anteroposterior skeletal types for any of the other measures (Table IV).

Table IV. Anteroposterior skeletal types influence on measures of pharyngeal volumes, transverse pharyngeal areas and facial analysis measures.

|                                      |               | Class II (n=50) |         | Class III (n=24) |        | <i>P</i>  |
|--------------------------------------|---------------|-----------------|---------|------------------|--------|-----------|
|                                      |               | Mean            | SD      | Mean             | SD     |           |
| Pharyngeal volumes                   | Total         | 21649.8         | 10044.4 | 24031            | 8682.6 | 0.221     |
|                                      | Nasopharynx   | 10868.8         | 3734    | 8948.6           | 3307.1 | 0.467     |
|                                      | Oropharynx    | 10619.6         | 7377.8  | 13132.6          | 5491.4 | 0.094     |
| Cross-sectional areas of the pharynx | PNS-coronal   | 218.2           | 121     | 236.3            | 123.9  | 0.446     |
|                                      | PNS-posterior | 299.4           | 149.5   | 341              | 108.3  | 0.347     |
|                                      | PNS-axial     | 526.3           | 211.4   | 523.4            | 178.4  | 0.648     |
|                                      | SP            | 160             | 220.7   | 270.6            | 132.3  | 0.017*    |
|                                      | EP            | 175.2           | 135     | 231.5            | 178.9  | 0.077     |
| Facial analysis measures             | Stm-Me'       | 66.66           | 3.56    | 69.32            | 5.06   | 0.00046** |
|                                      | Sn-Stm        | 33.35           | 3.62    | 30.7             | 5.05   | 0.00094** |
|                                      | Lower third   | 36.59           | 3.1     | 36.89            | 3.08   | 0.38329   |
|                                      | Middle third  | 36.12           | 2.94    | 35.61            | 2.4    | 0.23429   |
|                                      | Upper third   | 27.11           | 4.36    | 27.19            | 4.87   | 0.95395   |

Volume measures (mm<sup>3</sup>); area measurements (mm<sup>2</sup>); linear measurements (mm).

\**P* <0.05; \*\**P* <0.01 (Mann-Whitney test).

For vertical patterns, the lower facial third (*P* <0.05) were statistically different for the group of brachyfacial individuals and the upper facial third showed statistically significant differences for the three vertical patterns (*P* <0.01). There were no statistically significant differences between the vertical patterns for any of the other measurements (Table V).

Table V. Vertical patterns influence on measures of pharyngeal volumes, transverse pharyngeal areas and facial analysis measures.

|                                      |               | Brachyfacial (n=39) |         | Mesofacial (n=19) |        | Dolichofacial (n=16) |        | P       |
|--------------------------------------|---------------|---------------------|---------|-------------------|--------|----------------------|--------|---------|
|                                      |               | Mean                | SD      | Mean              | SD     | Mean                 | SD     |         |
| Pharyngeal volumes                   | Total         | 23282.7             | 13335.1 | 21291.1           | 7779.3 | 22237.1              | 7633.9 | 0.966   |
|                                      | Nasopharynx   | 9207.9              | 4001.6  | 9756.6            | 3953.6 | 11061.4              | 4300.5 | 0.3198  |
|                                      | Oropharynx    | 12987.8             | 9695.3  | 10872.9           | 4854.6 | 11513.6              | 4825.3 | 0.6319  |
| Cross-sectional areas of the pharynx | PNS-coronal   | 213.8               | 141.7   | 214.1             | 103.7  | 265.9                | 105.5  | 0.1623  |
|                                      | PNS-posterior | 334.7               | 187.3   | 297.4             | 96.3   | 356.6                | 109.4  | 0.4354  |
|                                      | PNS-axial     | 523.2               | 246.1   | 506.2             | 197    | 558.5                | 147.5  | 0.3891  |
|                                      | SP            | 207.4               | 211.1   | 216.6             | 197.1  | 154                  | 112.4  | 0.7332  |
|                                      | EP            | 193.1               | 188.3   | 166.9             | 147.6  | 199.7                | 125.9  | 0.7117  |
| Facial analysis measures             | Stm-Me'       | 67.85               | 4.72    | 66.97             | 3.3    | 67.97                | 3.53   | 0.6     |
|                                      | Sn-Stm        | 32.09               | 5.05    | 33.03             | 3.3    | 32.04                | 3.55   | 0.5     |
|                                      | Lower third   | 36.12 B             | 2.94    | 36.61 A           | 2.2    | 38.65 A              | 3.02   | 0.0358* |
|                                      | Middle third  | 35.72               | 2.72    | 36.25             | 2.82   | 36.39                | 2.84   | 0.55    |
|                                      | Upper third   | 28.33 A             | 4.84    | 27.34 B           | 3.03   | 24.57 C              | 3.13   | 0.0066* |

Volume measures (mm<sup>3</sup>); area measurements (mm<sup>2</sup>); linear measurements (mm). Different letters in same line showed statistically significant differences (Kruskal-Wallis test), with A>B>C.

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ .

There was a correlation between total volume of the pharynx and nasopharynx volume, oropharynx volume and cross-sectional areas in the anteroposterior skeletal types, except for the PNS-posterior cross-sectional area (Table VI).

In general, there was a lower frequency correlation between volume of the nasopharynx and the other variables in the skeletal type class III, being present only for the PNS-coronal and PNS-axial cross-sectional areas. For the skeletal type class II there was correlation between volume of the nasopharynx and all the other variables (Table VI). There was a correlation between volume of oropharynx and SP and EP cross-sectional areas in anteroposterior skeletal types, beyond the PSN-axial cross-sectional area in the skeletal type class II (Table VI).

There was a correlation between the PSN-coronal and other cross-sectional areas in the group of individuals skeletal type class II, while in the skeletal type class III there was correlation between only the PSN-posterior and PSN-axial cross-sectional areas. The PSN-posterior was correlated only with PSN-axial cross-sectional area in skeletal type class II (Table VI). There was a correlation between PSN-axial and SP and EP cross-sectional areas in skeletal pattern class II. In both anteroposterior skeletal types was correlation between SP and EP cross-sectional areas (Table VI).

Table VI. Correlations between measures of volume and cross-sectional areas of the pharynx in the anteroposterior skeletal types.

|               |                        | Class II (n=50)        |                        |                        |                       |                      |                      |                      |
|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|               |                        | Total pharynx          | Nasopharynx            | Oropharynx             | PSN-coronal           | PSN-posterior        | PSN-axial            | SP                   |
| Nasopharynx   | Spearman C.<br>P value | 0.831**<br>(p=0)       |                        |                        |                       |                      |                      |                      |
| Oropharynx    | Spearman C.<br>P value | 0.927**<br>(p=0)       | 0.624**<br>(p=0)       |                        |                       |                      |                      |                      |
| PSN-coronal   | Spearman C.<br>P value | 0.317*<br>(p=0.025)    | 0.394**<br>(p=0.005)   | 0.255<br>(p=0.073)     |                       |                      |                      |                      |
| PSN-posterior | Spearman C.<br>P value | 0.112<br>(p=0.438)     | 0.269*<br>(p=0.036)    | 0.046<br>(p=0.753)     | 0.797**<br>(p=0)      |                      |                      |                      |
| PSN-axial     | Spearman C.<br>P value | 0.695**<br>(p=0)       | 0.751**<br>(p=0)       | 0.585**<br>(p=0)       | 0.5**<br>(p=0.0002)   | 0.353*<br>(p=0.012)  |                      |                      |
| SP            | Spearman C.<br>P value | 0.744**<br>(p=0)       | 0.436**<br>(p=0.001)   | 0.815**<br>(p=0)       | 0.287*<br>(p=0.043)   | 0.126<br>(p=0.383)   | 0.504*<br>(p=0.0002) |                      |
| EP            | Spearman C.<br>P value | 0.526**<br>(p=0.0001)  | 0.273*<br>(p=0.021)    | 0.546**<br>(p=0)       | 0.262*<br>(p=0.066)   | 0.177<br>(p=0.218)   | 0.370*<br>(p=0.008)  | 0.642**<br>(p=0)     |
|               |                        | Class III (n=24)       |                        |                        |                       |                      |                      |                      |
| Nasopharynx   | Spearman C.<br>P value | 0.5826**<br>(p=0.003)  |                        |                        |                       |                      |                      |                      |
| Oropharynx    | Spearman C.<br>P value | 0.82**<br>(p=0)        | 0.2139<br>(p=0.315)    |                        |                       |                      |                      |                      |
| PSN-coronal   | Spearman C.<br>P value | 0.3957**<br>(p=0.003)  | 0.5748**<br>(p=0.003)  | 0.0957<br>(p=0.657)    |                       |                      |                      |                      |
| PSN-posterior | Spearman C.<br>P value | 0.1991<br>(p=0.351)    | 0.3409<br>(p=0.103)    | -0.0026<br>(p=0.990)   | 0.807**<br>(p=0)      |                      |                      |                      |
| PSN-axial     | Spearman C.<br>P value | 0.5609**<br>(p=0.004)  | 0.6574**<br>(p=0.0005) | 0.3113<br>(p=0.139)    | 0.6052**<br>(p=0.002) | 0.3609<br>(p=0.083)  |                      |                      |
| SP            | Spearman C.<br>P value | 0.7878**<br>(p=0)      | 0.227<br>(p=0.286)     | 0.7522**<br>(p=0)      | 0.1217<br>(p=0.571)   | -0.0009<br>(p=0.997) | 0.393<br>(p=0.057)   |                      |
| EP            | Spearman C.<br>P value | 0.7096**<br>(p=0.0001) | 0.1722<br>(p=0.421)    | 0.6643**<br>(p=0.0004) | 0.1704<br>(p=0.426)   | 0.1757<br>(p=0.412)  | 0.3261<br>(p=0.12)   | 0.587**<br>(p=0.003) |

Strength interval Spearman Correlation coefficient: <0.2 (no correlation); 0.2- 0.4 (weak); 0.4 to 0.6 (moderate); 0.6 to 0.8 (good); 0.8 to 1.0 (best).

\* $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ .

In general there was a greater frequency of correlations into the brachyfacial group (Table VII).

There was a positive correlation between total volume of the pharynx and volumes of nasopharynx and oropharynx, PSN-axial and SP cross-sectional areas in the three vertical patterns; between total volume of the pharynx and PSN-coronal cross-sectional area to the brachyfacial group, and between the total volume of the pharynx and EP cross-sectional area for the brachyfacial and dolichofacial groups (Table VII).

In brachyfacial group there was a positive correlation between volume of nasopharynx and oropharynx and volume of all cross-sectional areas. The volume of nasopharynx also had a positive correlation with the PSN-axial cross sectional area in the three vertical patterns. In addition, there was a positive correlation between volume of nasopharynx and oropharynx volume and the SP cross-sectional area in dolichofacial group (Table VII).

There was a positive correlation between oropharynx volume and PSN-axial, SP and EP cross-sectional areas in brachyfacial and dolichofacial groups. While in mesofacial group the volume of oropharynx only correlated with the SP cross-sectional area. Already the PSN-coronal was positively correlated with PSN-posterior cross-sectional area in the three vertical patterns, and with PSN-axial cross-sectional area in the brachyfacial and mesofacial groups. In addition, there was a positive correlation between PSN-coronal and EP cross-sectional areas in brachyfacial group (Table VII).

There was a positive correlation between PSN-posterior and PSN-axial cross-sectional areas only in brachyfacial group. Analyzing PSN-axial was also observed a positive correlation with the SP and EP cross-sectional areas in brachyfacial group, and only with the SP cross-sectional area in dolichofacial group. In addition, there was a positive correlation between SP and EP cross-sectional areas in the three vertical patterns (Table VII).

Table VII. Correlations between measures of volume and cross-sectional areas of the pharynx in the vertical patterns.

|               |                        | Brachyfacial (n=39)   |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|               |                        | Total pharynx         | Nasopharynx           | Oropharynx            | PSN-coronal           | PSN-posterior        | PSN-axial             | SP                   |
| Nasopharynx   | Spearman C.<br>P value | 0.750**<br>(p=0)      |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Oropharynx    | Spearman C.<br>P value | 0.940**<br>(p=0)      | 0.526**<br>(p=0.0006) |                       |                       |                      |                       |                      |
| PSN-coronal   | Spearman C.<br>P value | 0.387*<br>(p=0.015)   | 0.454**<br>(p=0.0037) | 0.307<br>(p=0.0574)   |                       |                      |                       |                      |
| PSN-posterior | Spearman C.<br>P value | 0.227<br>(p=0.1644)   | 0.345*<br>(p=0.0314)  | 0.152<br>(p=0.3542)   | 0.847**<br>(p=0)      |                      |                       |                      |
| PSN-axial     | Spearman C.<br>P value | 0.668**<br>(p=0)      | 0.797**<br>(p=0)      | 0.504**<br>(p=0.0011) | 0.509**<br>(p=0.0009) | 0.364*<br>(p=0.0229) |                       |                      |
| SP            | Spearman C.<br>P value | 0.735**<br>(p=0)      | 0.353*<br>(p=0.0277)  | 0.812**<br>(p=0)      | 0.297<br>(p=0.066)    | 0.213<br>(p=0.1939)  | 0.384*<br>(p=0.0156)  |                      |
| EP            | Spearman C.<br>P value | 0.675**<br>(p=0)      | 0.343*<br>(p=0.0327)  | 0.690**<br>(p=0)      | 0.339*<br>(p=0.0348)  | 0.224<br>(p=0.1702)  | 0.378*<br>(p=0.0177)  | 0.802**<br>(p=0)     |
|               |                        | Mesofacial (n=19)     |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Nasopharynx   | Spearman C.<br>P value | 0.732**<br>(p=0.0004) |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Oropharynx    | Spearman C.<br>P value | 0.796**<br>(p=0)      | 0.275<br>(p=0.2537)   |                       |                       |                      |                       |                      |
| PSN-coronal   | Spearman C.<br>P value | 0.310<br>(p=0.1957)   | 0.261<br>(p=0.2797)   | 0.102<br>(p=0.6785)   |                       |                      |                       |                      |
| PSN-posterior | Spearman C.<br>P value | -0.010<br>(p=0.9659)  | -0.040<br>(p=0.8697)  | -0.112<br>(p=0.6472)  | 0.756**<br>(p=0.0002) |                      |                       |                      |
| PSN-axial     | Spearman C.<br>P value | 0.465*<br>(p=0.0449)  | 0.435*<br>(p=0.0626)  | 0.319<br>(p=0.1827)   | 0.498*<br>(p=0.0299)  | 0.319<br>(p=0.1827)  |                       |                      |
| SP            | Spearman C.<br>P value | 0.658**<br>(p=0.0022) | 0.065<br>(p=0.7918)   | 0.795**<br>(p=0)      | 0.240<br>(p=0.3216)   | 0.114<br>(p=0.642)   | 0.295<br>(p=0.2206)   |                      |
| EP            | Spearman C.<br>P value | 0.244<br>(p=0.3144)   | -0.075<br>(p=0.7589)  | 0.340<br>(p=0.1539)   | 0.028<br>(p=0.9092)   | -0.021<br>(p=0.9318) | 0.229<br>(p=0.3439)   | 0.526*<br>(p=0.0206) |
|               |                        | Dolichofacial (n=16)  |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Nasopharynx   | Spearman C.<br>P value | 0.871**<br>(p=0)      |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Oropharynx    | Spearman C.<br>P value | 0.938**<br>(p=0)      | 0.718**<br>(p=0.0017) |                       |                       |                      |                       |                      |
| PSN-coronal   | Spearman C.<br>P value | 0.259<br>(p=0.3331)   | 0.491<br>(p=0.0534)   | 0.094<br>(p=0.7288)   |                       |                      |                       |                      |
| PSN-posterior | Spearman C.<br>P value | 0.091<br>(p=0.737)    | 0.326<br>(p=0.2172)   | -0.126<br>(p=0.6407)  | 0.709**<br>(p=0.0021) |                      |                       |                      |
| PSN-axial     | Spearman C.<br>P value | 0.826**<br>(p=0.0001) | 0.959**<br>(p=0)      | 0.726**<br>(p=0.0014) | 0.4<br>(p=0.1248)     | 0.209<br>(p=0.4377)  |                       |                      |
| SP            | Spearman C.<br>P value | 0.821**<br>(p=0.0001) | 0.647**<br>(p=0.0067) | 0.865**<br>(p=0)      | -0.044<br>(p=0.8711)  | -0.212<br>(p=0.4311) | 0.718**<br>(p=0.0017) |                      |
| EP            | Spearman C.<br>P value | 0.588*<br>(p=0.0165)  | 0.459<br>(p=0.0738)   | 0.544*<br>(p=0.0293)  | 0.129<br>(p=0.6329)   | 0.091<br>(p=0.737)   | 0.494<br>(p=0.0517)   | 0.5*<br>(p=0.0486)   |

Strength interval Spearman Correlation coefficient: <0.2 (no correlation); 0.2- 0.4 (weak); 0.4 to 0.6 (moderate); 0.6 to 0.8 (good); 0.8 to 1.0 (best).

\* $P < 0.05$ ; \*\* $P < 0.01$ .

There was a positive correlation between the middle facial third and the SP cross-sectional area and negative correlation between the upper facial third and total volume of the pharynx, oropharynx volume and SP cross-sectional area (Table VIII).

Table VIII. Correlations between measures of volume and cross-sectional areas of the pharynx and facial analysis measures.

|              |             | Total pharynx | Nasopharynx | Oropharynx | PSN-coronal | PSN-posterior | PSN-axial  | SP         | EP         |
|--------------|-------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|------------|------------|------------|
| St-Me        | Spearman C. | 0.016         | -0.096      | 0.066      | 0.144       | 0.178         | -0.035     | 0.024      | -0.070     |
|              | P value     | (p=0.89)      | (p=0.4158)  | (p=0.5739) | (p=0.2205)  | (p=0.1299)    | (p=0.7649) | (p=0.8382) | (p=0.552)  |
| Sn-Stomion   | Spearman C. | 0.010         | 0.102       | -0.037     | -0.135      | -0.155        | 0.045      | 0.003      | 0.066      |
|              | P value     | (p=0.9337)    | (p=0.3865)  | (p=0.7557) | (p=0.2502)  | (p=0.1873)    | (p=0.7058) | (p=0.9774) | (p=0.5768) |
| Lower third  | Spearman C. | 0.090         | 0.064       | 0.104      | 0.043       | -0.022        | 0.063      | 0.061      | 0.127      |
|              | P value     | (p=0.4435)    | (p=0.5896)  | (p=0.3793) | (p=0.7156)  | (p=0.8506)    | (p=0.5962) | (p=0.6058) | (p=0.2806) |
| Middle third | Spearman C. | 0.086         | -0.045      | 0.104      | -0.073      | -0.021        | 0.114      | 0.245*     | 0.109      |
|              | P value     | (p=0.4667)    | (p=0.7006)  | (p=0.3765) | (p=0.5377)  | (p=0.8582)    | (p=0.3343) | (p=0.0357) | (p=0.3531) |
| Upper third  | Spearman C. | -0.239*       | -0.117      | -0.243*    | -0.069      | -0.028        | -0.176     | -0.289*    | -0.200     |
|              | P value     | (p=0.0401)    | (p=0.3196)  | (p=0.0369) | (p=0.5602)  | (p=0.8133)    | (p=0.1335) | (p=0.0125) | (p=0.0869) |

Strength interval Spearman Correlation coefficient: <0.2 (no correlation); 0.2- 0.4 (weak); 0.4 to 0.6 (moderate); 0.6 to 0.8 (good); 0.8 to 1.0 (best).

\* $P < 0.05$ .

## **DISCUSSION**

The Cone-Beam Computed Tomography has been used successfully for three-dimensional analysis of the upper airways,<sup>11,15-21</sup> bringing relevant information on the relationship between morphological characteristics of the pharynx and factors such as craniofacial growth, dentomaxillofacial pathologic conditions, Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS) and enable the analysis of the paranasal sinuses and the combined effect of orthodontic-surgical treatment. The Cone-Beam Computed Tomography is able to provide accurate measurements of volume and cross-sectional areas of the pharynx,<sup>14</sup> and it was described as a quality method for airway analysis.<sup>22</sup>

The Insight ITK-SNAP 2.4.0® software had been adapted at the University of North Carolina by the Neuro-Image Analysis Laboratories to allow semiautomatic segmentation of the airway. The nature of the segmentation process refers to the three-dimensional growth of a set of initial bubbles that grow individually combining the best volumetric data. This method had been described, validated and tested for accuracy and had shown better results than the method of manual segmentation slice by slice contouring,<sup>23</sup> from the software itself. The reliability of volumetric measurements was tested by Grauer et al<sup>16</sup> and judged as reliable and less susceptible to significant errors.

The age of the individuals selected for the study ranged from 18 to 56 years old ( $32.8 \pm 1.8$ ), so they had already gone through the pubertal growth spurt. Thus, it is expected that age does not influence the morphology of the airways.<sup>24</sup>

Analyzing the influence of gender in volume measures of the pharynx, no statistically significant difference was found in our study, which agrees with preceding study.<sup>18</sup> Similarly, for the cross-sectional areas of the pharynx, the gender had no influence,<sup>15,18,25</sup> except for PNS-coronal and PNS-posterior cross-sectional areas which were significantly greater for males. The study by Alves et al<sup>15</sup> found significantly larger difference in height in the nasal cavity in men, which may explain the presence of larger cross-sectional areas associated with this region, as we found in our work.

The anteroposterior skeletal types were composed of subjects class II and class III in our study. This was due to the fact that the sample has been acquired in clinical

Radiology consists of patients who sought the service for they needed intervention, in other words, they had facial patterns in some differing degree of normality. Thus, few class I patients were found who were not included in the sample.

When analyzing the influence of different anteroposterior skeletal types for pharyngeal volume measures, no significant differences were found, in agreement with the studies of De Freitas et al.<sup>26</sup> and Alves et al.<sup>15</sup> However, Grauer et al.,<sup>16</sup> Kim et al.,<sup>18</sup> Hong et al.<sup>19</sup> and Claudino et al.<sup>20</sup> reported no influence of the anteroposterior position of the maxilla and mandible in the volume of the pharynx. The divergence in the results found in studies may be related to different parameters chosen to characterize the craniofacial morphology. In our study we used the SNA, SNB, ANB measures of cephalometric analysis of Steiner and also the AO-BO measure of Jacobson analysis for confirmation. The use of these parameters allowed the sample classification in classes II and III, which takes into account the jaw position and the relationship of these structures with the base of the skull<sup>27</sup> and it is more comprehensive and secure the use of Angle classification (molar relationship). About the cross-sectional areas in the anteroposterior skeletal patterns, the presence of greater SP cross-sectional area in individuals class III found in our study and also evidenced by Hong et al.,<sup>19</sup> it can be understood by the fact that individuals with anterior mandibular positioning show higher chances of having verticalization of the soft palate and also anterior displacement of the tongue, because the muscle insertions and postural adaptations to facilitate the passage of air, thus increasing the airspace in the region.<sup>28,29</sup>

It was supposed that people with different vertical patterns have different volumes of pharyngeal airway, since the tendency of mandibular growth is different in these individuals and the development of air spaces follow the development of craniofacial bone structures. This assumption was denied on our results, but also by Grauer et al.<sup>16</sup> The changes of size in nasopharyngeal airway has been often associated with hypertrophy of the pharyngeal tonsil, and dolichofacial individuals were the most affected, because they have narrower nasal structures.<sup>30</sup> However, in this study, subjects with pathological changes in the airways were excluded, reducing the possibility of finding differences in the pharyngeal volume, but, on the other hand, a possible bias in the results was excluded this way.

Despite of the lack of influence both the anteroposterior skeletal types and vertical patterns in volumes of the pharynx, in general, there was a higher frequency of correlation between the measurements of volume and cross-sectional areas within the skeletal type class II and the brachyfacial and dolichofacial vertical patterns. The facial types are determined by the relationship between the direction of horizontally and vertically growth. When the horizontal growth rate in maxillary bone is higher than mandibular bone the skeletal type class II is established, with maxillary protrusion and mandibular retrusion. Patients with this kind of tendency make the most difficult cases to treat and they have bad prognosis.<sup>31</sup> In relation to the vertical growth, in brachyfacial and dolichofacial individuals the VERT index measures tend to reach extremes, unlike what happens to mesofacial. These characteristics show the lack of balance between the maxillo-mandibular structures, which may reflect the need for a compensation of airway structures in an attempt to stabilize the result of these differences in airflow. Such an attempt to compensate is also present in the skeletal type class III, though more discreetly, seeing that the anterior tongue positioning, a characteristic of this group, already makes the airflow easier.

Considering that the OSAS is a disturbance which occurs due to an airway obstruction, which is caused by the soft palate, base of the tongue or both collapsing against the pharyngeal walls because of decreased muscle tone during sleep, and that the most common clinical findings that may be associated with OSAS include excessive fat deposition in the palate, tongue and extended pharynx, mandibular retrognathism and increased neck circumference,<sup>7</sup> it emphasizes the importance of the presence of correlation between the SP cross-sectional area and the pharynx volume measures, which was also found by Di Carlo et al,<sup>21</sup> for the intervention of a professional in that specific region can already bring benefit when treating patients with this condition.<sup>32</sup>

Finally, among the other factors that make up the craniofacial morphology, we can still highlight the facial soft tissue aspects which characterize the appearance of the face and being directly related to social acceptance and psychological well-being of an individual. Facial analysis measurements are used for various medical and dental specialties (Plastic Surgery, Oral and Maxillofacial Surgery, Orthodontics, Prosthodontics) that have the ability to change the facial features through intervention in the patient, according to

each jurisdiction. The influence of gender, vertical pattern and anteroposterior skeletal type in the characteristics of the facial soft tissues have been studied by several authors,<sup>33-35</sup> who as in our study found statistically significant difference towards the measures of facial analysis in different groups. According to Burstone,<sup>36</sup> malocclusions not only show dental dissonance as well as facial that, in part, could be responsible for variations in the soft tissues. Arshad et al<sup>35</sup> also reported differences in soft tissues on different facial types. Agreeing with Burstone<sup>36</sup> and Arshad et al,<sup>35</sup> the present study found significant differences in measures of facial analysis between anteroposterior skeletal types and vertical patterns.

Unlike other studies, our study evaluated in an unprecedented way the correlation between the morphology of the face and the measures of the pharynx. The presence of negative correlation between the upper facial third and the measures of the pharynx can be justified by different embryological origins of these structures. While the upper facial third is originated from the frontonasal process and is influenced by the growth of the brain structures, which is limited; the pharynx has its embryological origin of the brachial arches and its development is influenced by several factors such as oxygen flow and tendencies for jaw growth that persist into adulthood. While the middle facial third structures, which was positively correlated with the SP cross-sectional area, were formed by the maxillary processes and are influenced by factors similar to those governing the morphofunctional development of the pharynx.

Considering that the entire examination of an orthodontic or orthognathic surgery patient is composed of images from CBCT and facial photographs, it is believed that the information about the influence of anteroposterior skeletal types in the SP cross-sectional area will bring subsidies for better orthodontic and surgical diagnosis and treatment plan, for this SP cross-sectional area is close to the region of greatest constriction of the pharynx.<sup>20</sup> Similarly, the correlation between the facial thirds and pharynx measurements will indicate, through a simple and accessible analysis, variation trends in measures of upper airway.

The study of the relationship between facial patterns and facial morphology and airway characteristics has been widely discussed in the literature, but with controversial results, even when compared studies using Cone Beam Computed Tomography which has

been considered very reliable. This difference may be due to use of different references to the classification of vertical and anteroposterior skeletal patterns to determine the limits of the upper airway. However, it can be said that the study of the relationship between facial morphology and upper airway is of great clinical relevance because the implications of surgical and orthodontic treatments will have direct influence on airflow and thus in the life quality of patients.

## **CONCLUSION**

The anteroposterior skeletal types and vertical patterns of the face did not influence the volume of the upper airways. While the soft palate cross-sectional area was significantly greater in the skeletal type class III.

When evaluating the facial balance pattern, the upper facial third showed a negative correlation with the measures of the pharynx and the middle facial third showed a positive correlation with the soft palate cross sectional area, pointing out that the photographic observation of the facial profile is able to show trends in correlations between thirds of the face and the upper airways.

## **REFERENCES**

1. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod* 1969;55(6):566–77.
2. Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryngol Suppl* 1970;265:1–132.
3. Solow B, Kreiborg S. Soft-tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scand. J Dent Res* 1977;85(6):505–7.
4. Harvold EP, Tomer BS, Vargervik K, Chierici G. Primate experiments on oral respiration. *Am J Orthod* 1981;79(4):359–72.
5. McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod* 1981;51(4):269–300.
6. Zettergren-Wijk L, Forsberg C-M, Linder-Aronson S. Changes in dentofacial morphology after adeno-/tonsillectomy in young children with obstructive sleep apnoea--a 5-year follow-up study. *Eur J Orthod* 2006;28(4):319–26.
7. Friedlander AH, Walker LA, Friedlander IK, Felsenfeld AL. Diagnosing and managing patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Am Dent Assoc* 2000;131(8):1178–84.
8. Linder-Aronson S, Woodside DG, Lundström A. Mandibular growth direction following adenoidectomy. *Am J Orthod* 1986;89(4):273–84.
9. Bergman RT. Cephalometric soft tissue facial analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(4):373–89.
10. Warren DW, Spalding PM. Dentofacial morphology and breathing: a century of controversy. 1st ed. (Quintessence, ed.). Chicago; 1991:45–76.
11. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2003;6 Suppl 1(s1):173–5.

12. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(4):468–79.
13. Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(1):112–6.
14. 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.
15. Alves PVM, Zhao L, O’Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J Craniofac Surg* 2008;19(6):1497–507.
16. Grauer D, Cevitanes LSH, Styner M a, 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(6):805–14.
17. Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(3):318.e1–9.
18. Kim Y-J, Hong J-S, Hwang Y-I, Park Y-H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(3):306.e1–11.
19. Hong J-S, Oh K-M, Kim B-R, Kim Y-J, Park Y-H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(4):e161–9.
20. Claudino LV, Mattos CT, Ruellas ACDO, Sant’ Anna EF. Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143(6):799–809.
21. Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2014;(August).

22. Lenza MG, Lenza MM de O, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2010;13(2):96–105.
23. Yushkevich P, Piven J, Hazlett HC, et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage* 2006;31(3):1116–28.
24. Tourné LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99(2):129–39.
25. Ceylan İ, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108(1):69–75.
26. De Freitas MR, Alcazar NMPV, Janson G, de Freitas KMS, Henriques JFC. Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(6):742–5.
27. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. Louis S, ed. *Am J Orthod* 1953;39(10):729–55.
28. Altmann EB. Myofunctional therapy and orthognathic surgery. *Int J Orofacial Myology* 1987;13(3):2–12.
29. Brauer JS, Holt T V. Tongue thrust classification. *Angle Orthod* 1965;35:106–12.
30. Castro AMA de, Vasconcelos MHF. Avaliação da influência do tipo facial nos tamanhos dos espaços aéreos nasofaríngeo e bucofaríngeo. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial* 2008;13(6):43–50.
31. Kreia TB, Corr A, Neto B, Retamoso LB, Tanaka O. Tendência de crescimento facial em Ortodontia e Ortopedia Funcional dos Maxilares Type of facial growth trend in orthodontics and dentofacial orthopedics. *Rev Gaúcha Odontol* 2011;59:97–102.
32. Haskell JA, McCrillis J, Haskell BS, Scheetz JP, Scarfe WC, Farman AG. Effects of Mandibular Advancement Device (MAD) on Airway Dimensions Assessed With Cone-Beam Computed Tomography. *Semin Orthod* 2009;15(2):132–58.
33. Fernández-Riveiro P, Smyth-Chamosa E, Suárez-Quintanilla D, Suárez-Cunqueiro M. Angular photogrammetric analysis of the soft tissue facial profile. *Eur J Orthod* 2003;25(4):393–9.

34. Halazonetis DJ. Morphometric evaluation of soft-tissue profile shape. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131(4):481–9.
35. Arshad T, Shaikh A, Fida M. Comparison of nasal profiles in various skeletal patterns. J Ayub Med Coll Abbottabad 2013;25(1-2):31–5.
36. Burstone CJ. The integumental profile. Am J Orthod 1958;44(1):1–25.

**FIGURE LIST**

Figure 1

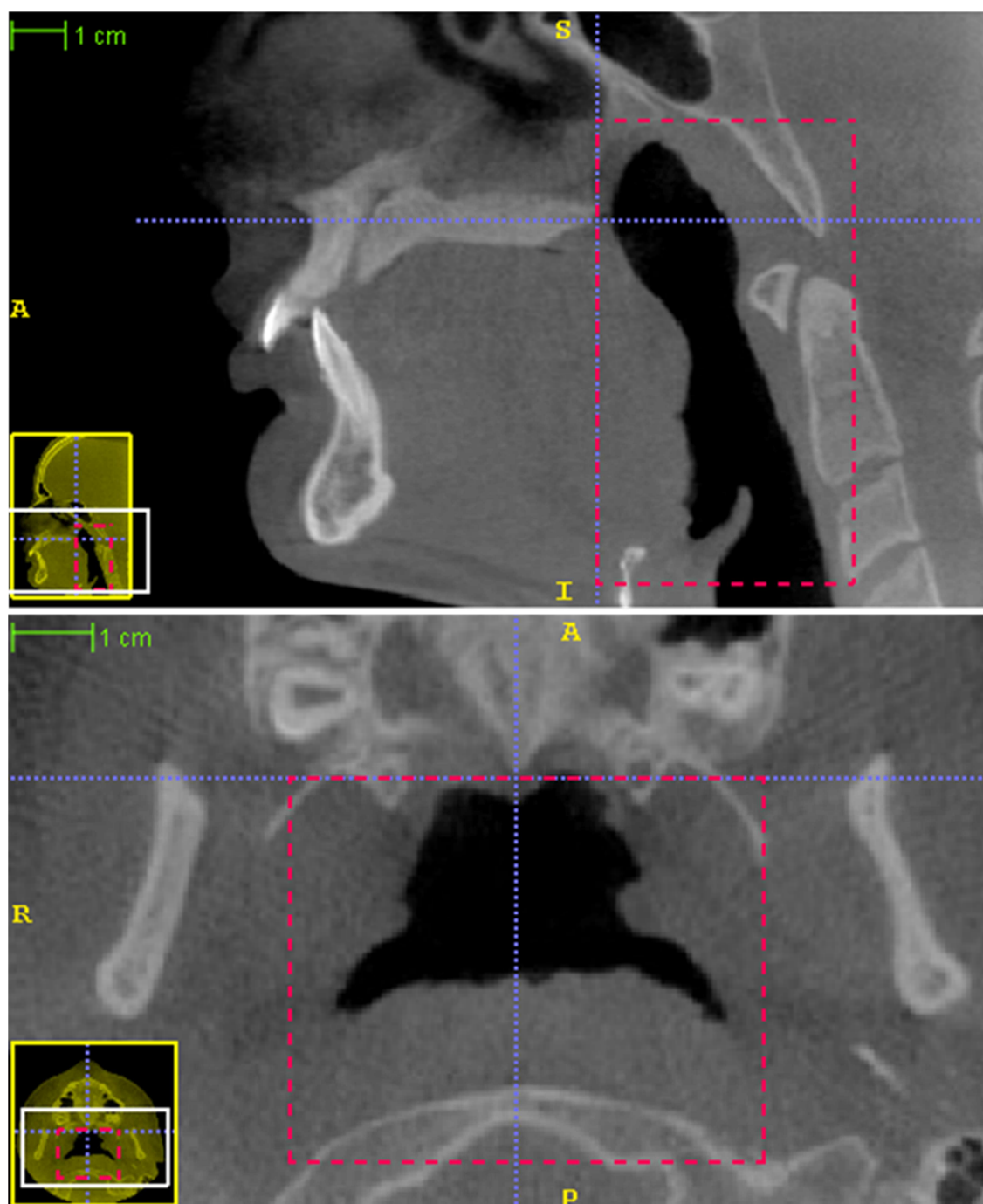


Figure 2

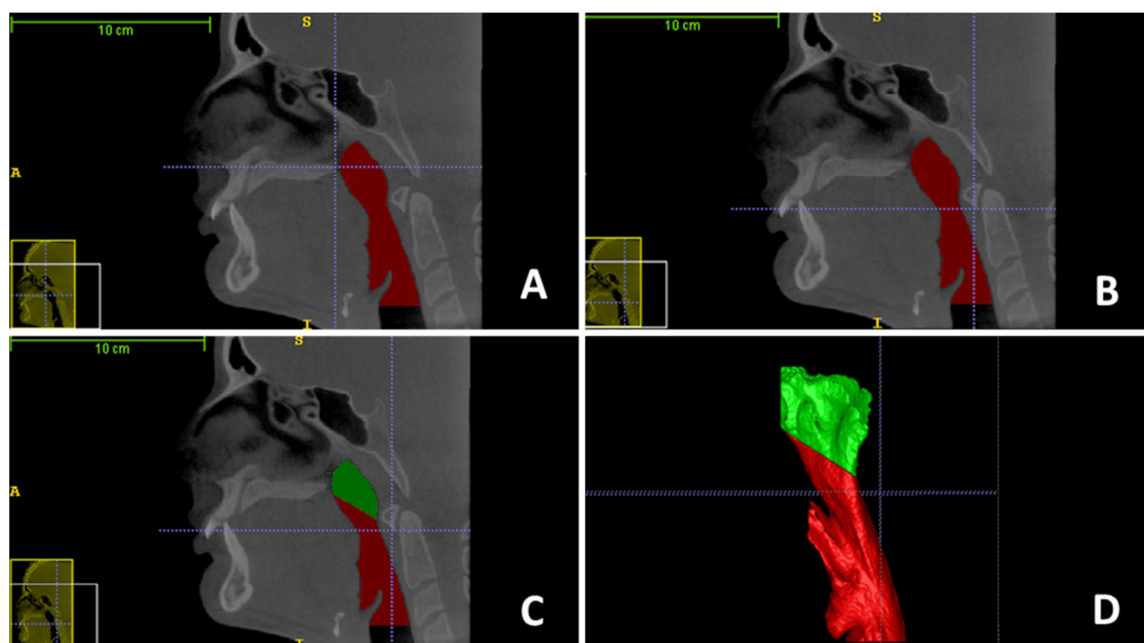
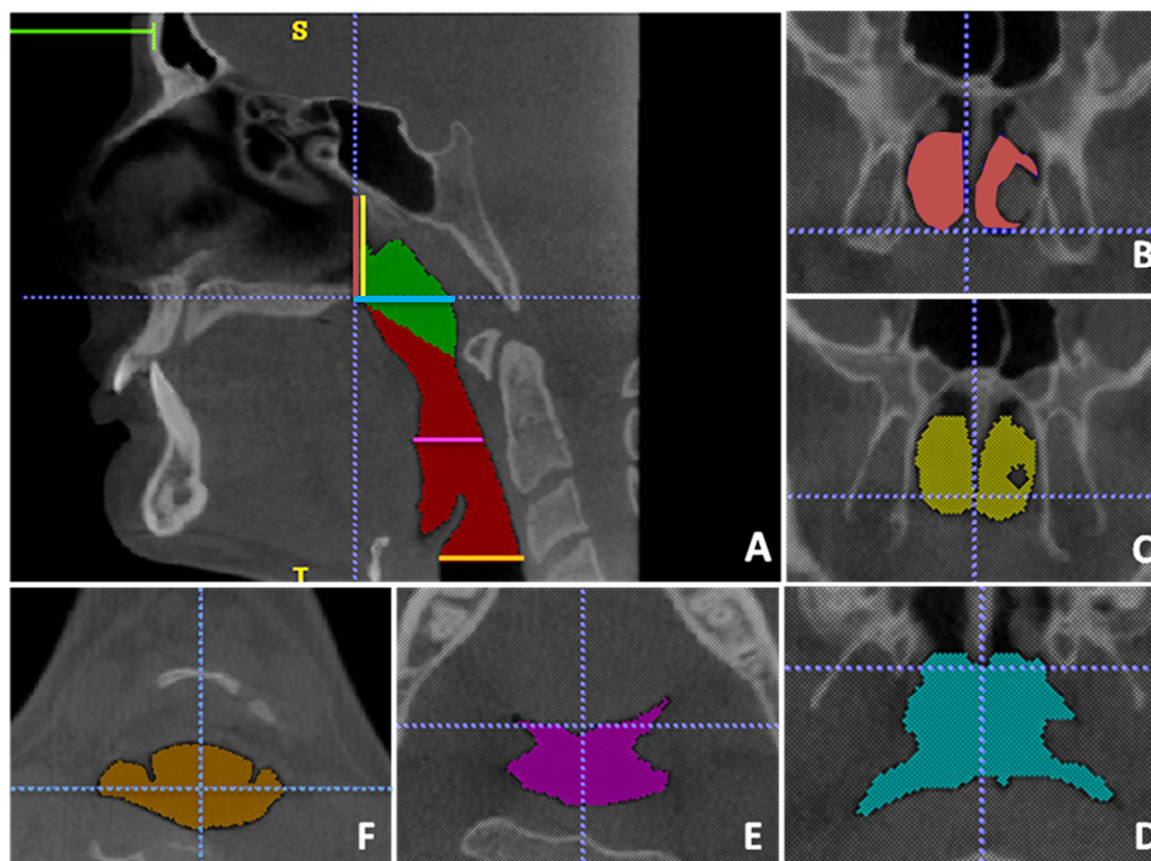


Figure 3



**LEGEND LIST**

Fig 1. Limits for defining the area of interest: anterior, vertical plane passing through the PNS, perpendicular to the sagittal plane; posterior, posterior pharyngeal wall; lateral, lateral pharyngeal walls, including the entire length of the pharyngeal side projections; lower, the medial caudal projection tangent plane of the 3rd cervical vertebra, perpendicular to the sagittal plane; upper, highest point of the nasopharynx.

Fig 2. Separation between nasopharynx and oropharynx. Mark of reference point PNS in multiplanar sagittal reconstruction (A). Mark of point most inferior of Atlas in multiplanar sagittal reconstruction (B). Volume separate in nasopharynx and oropharynx regions in multiplanar sagittal reconstruction (C) and in volumetric reconstruction (D).

Fig 3. References in sagittal image to mark cross-sectional areas (A): PNS point (rose vertical line); anterior pharyngeal wall extending from the PNS (yellow vertical line); PNS point in the axial plane (blue horizontal line); lowest point of the soft palate (lilac horizontal line); epiglottis base (orange horizontal plane). PNS-coronal area in rose (B). PNS-posterior area in yellow (C). PNS-axial area in blue (D). SP area in lilac (E). EP area in orange (F).



## **CONCLUSÃO**

O volume das vias aéreas superiores não foi influenciado pelos padrões verticais nem pelos tipos esqueléticos ântero-posteriores.

Das áreas transversais, apenas a região de palato mole mostrou sofrer influência do posicionamento esquelético ântero-posterior, apresentando-se maior nos indivíduos classe III.

A análise fotográfica do perfil facial é capaz de mostrar tendências de correlações entre terços da face e vias aéreas superiores.



---

**REFERÊNCIAS\***

Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009; 135(4): 468–79.

Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res*. 2003; 6 Suppl 1(s1): 173–5.

Alves PVM, Zhao L, O’Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J Craniofac Surg*. 2008; 19(6): 1497–507.

Araújo M. Ortodontia para clínicos: programa pré-ortodontico. 4. ed. São Paulo: Editora Santos; 1988.

Bergman RT. Cephalometric soft tissue facial analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999; 116(4): 373–89.

Dângelo JG, Fattini CA. Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar. 3. ed. São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte: Atheneu; 2011. p. 111.

Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2014: 1-11.

Claudino LV, Mattos CT, Ruellas ACDO, Sant’ Anna EF. Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013; 143(6): 799–809.

Enlow D. Handbook of facial growth. 3. ed. Saint Louis: Mosby; 1990.

\*De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

## Referências

---

- Friedlander AH, Walker LA, Friedlander IK, Felsenfeld AL. Diagnosing and comanaging patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Am Dent Assoc.* 2000; 131(8): 1178–84.
- Grauer D, Cevidanes LSH, Styner M a, 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(6): 805–14.
- 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.
- Harvold EP, Tomer BS, Vargervik K, Chierici G. Primate experiments on oral respiration. *Am J Orthod.* 1981; 79(4): 359–72.
- Hong JS, Oh KM, Kim BR, Kim YJ, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140(4): e161–9.
- Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(3): 318.e1–9.
- Jacobson A. The “Wits” appraisal of jaw disharmony. 1975. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 124(5): 470–9.
- 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(3): 306.e1–11.
- Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134(1): 112–6.
- Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-

## Referências

---

manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryngol Suppl.* 1970; 265: 1–132.

Linder-Aronson S, Woodside DG, Lundström A. Mandibular growth direction following adenoidectomy. *Am J Orthod.* 1986; 89(4): 273–84.

McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1981; 51(4): 269–300.

Moore A. Observations on mouth breathing. *Bull N Z Soc Periodontol.* 1972; (33): 9–11.

Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod.* 1969; 55(6): 566–77.

Ricketts RM. A foundation for cephalometric communication. *Am J Orthod.* 1960; 46(5): 330–57.

Solow B, Kreiborg S. Soft-tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scand J Dent Res.* 1977; 85(6): 505–7.

Steiner CC. Cephalometrics for you and me. Louis S, editor. *Am J Orthod.* 1953; 39(10): 729–55.

Warren DW, Spalding PM. Dentofacial morphology and breathing: a century of controversy. 1. ed. Chicago: Quintessence; 1991. p. 45–76.

Zettergren-Wijk L, Forsberg CM, Linder-Aronson S. Changes in dentofacial morphology after adeno-/tonsillectomy in young children with obstructive sleep apnoea—a 5-year follow-up study. *Eur J Orthod.* 2006; 28(4): 319–26.



---

## **APÊNDICE 1**

### **METODOLOGIA DETALHADA**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP – protocolo n° 071/2013 (Anexo 3).

#### **SELEÇÃO DA AMOSTRA**

Foram utilizadas 74 imagens obtidas por TCFC e 74 fotografias em perfil lateral, que pertenciam aos mesmos pacientes, sendo 38 do sexo masculino e 36 do sexo feminino, com idades entre 18 e 56 anos ( $32,8 \pm 1,8$ ). As imagens foram selecionadas por um único radiologista a partir de um arquivo de exames de pacientes atendidos em uma Clínica de Radiologia localizada em Fortaleza-CE, Brasil. As imagens foram adquiridas no período de 03/2011 a 02/2014. Foram excluídas da amostra imagens de pacientes com cirurgia ortognática prévia, sinais radiográficos de processos patológicos ao longo da via aérea superior, além de imagens com mau posicionamento da coluna cervical e que não tivessem a região de náseo até a base da terceira vértebra cervical contidas no exame.

#### **OBTENÇÃO DAS IMAGENS**

As imagens obtidas por TCFC foram adquiridas por meio do tomógrafo i-CAT<sup>®</sup> (Imaging Sciences, Hatfield, PA, EUA), com os parâmetros de exposição: 80 kVp, 4,8 mA, tempo de aquisição de 40 segundos e de reconstrução de 62 segundos, com *voxel* de 0,4 mm e *Field of View* (FOV) de 23 x 17 cm. As imagens foram adquiridas neste FOV por apresentarem indicação para tratamento ortodôntico ou ortodôntico-cirúrgico e foram selecionadas por permitirem a observação da região desde o náseo até a base da terceira vértebra cervical, e consequentemente das vias aéreas superiores, requisito fundamental para a realização das mensurações no presente estudo. Todas as imagens utilizadas neste estudo foram obtidas com os pacientes posicionados sentados, com posição da cabeça

estabilizada pelos dispositivos do próprio aparelho, de modo que o plano sagital mediano ficasse perpendicular ao plano oclusal e o plano de Camper (linha imaginária que vai do trágus da orelha a asa do nariz) paralelo ao plano horizontal. Durante o exame, os pacientes permaneceram em máxima intercuspidação habitual. As fotografias em perfil lateral foram realizadas com paciente em perfil, com a cabeça em posição natural, mandíbula em posição postural e lábios em repouso.

### CLASSIFICAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra foi classificada, por um único radiologista experiente, em padrões verticais (braquifacial, mesofacial e dolicofacial) e em tipos esqueléticos ântero-posteriores (classe II e classe III). Além disso, foi realizada a análise facial de perfil para cada indivíduo.

Os padrões verticais e os tipos esqueléticos ântero-posteriores foram determinados aplicando-se análises cefalométricas em imagens geradas por reconstruções multiplanares cefalométricas laterais adquiridas a partir de imagens por TCFC. As análises cefalométricas foram realizadas utilizando o software Nemotec<sup>®</sup> (Nemotec, Madrid, Espanha). Os padrões verticais foram classificados utilizando o índice VERT, determinado a partir da média aritmética das cinco seguintes medidas: Ângulo do Eixo Facial [formado pelo plano Násio-Básio (N-Ba) com o Eixo facial (Pt-Gn)]; Ângulo Facial [formado pelo plano de Frankfurt (Po-Or) com o plano Facial (N-P)]; Ângulo do Plano Mandibular [formado pelo plano Mandibular (Go-Me) e plano de Frankfurt]; Altura da Face Inferior [ângulo formado pelo encontro das linhas Xi-ENA e Xi-Pm] e Arco Mandibular [ângulo formado pelo Eixo condilar (Xi-Dc) e Eixo do corpo da mandíbula (Pm-Xi)], as quais foram realizadas a partir da análise cefalométrica de Ricketts. Quando o índice VERT apresentou valores maiores ou igual a +0,5 o paciente foi classificado em braquifacial; valores entre +0,5 e -0,5 foram classificados em mesofacial e valores menores ou igual a -0,5 foram classificados em dolicofacial.

Para os tipos esqueléticos ântero-posteriores foram utilizadas as medidas SNA, SNB e ANB, formadas a partir do encontro do plano SN (que representa a base do crânio) e

os planos NA e NB (que indicam o posicionamento ântero-posterior da maxila e da mandíbula, respectivamente). Os valores das medidas foram adquiridos a partir da análise cefalométrica de Steiner. A medida AO-BO, da análise cefalométrica de Jacobson, representa a distância em milímetros entre as projeções dos pontos A e B, perpendicular ao plano oclusal, e traduz a relação maxilo-mandibular no sentido ântero-posterior. Essa medida foi usada para confirmação do tipo esquelético ântero-posterior.

A análise facial foi realizada utilizando fotografias laterais em perfil, analisadas no software Cef X<sup>®</sup> (CDT software, Bauru-SP, Brasil), empregando a cefalometria Análise Facial Lateral (foto), fornecida pelo programa. Foram marcados os seguintes pontos: TRI (Trichio); Gl' (Glabela linha); Sn (Subnasal); Stm (Estômio) e Me' (Mentoniano linha), representados nessa ordem (Figura 1):



Figura 1 - Pontos marcados na análise facial.

Após realizada a marcação dos pontos, foram obtidos os valores, em proporções, para as seguintes grandezas:

- Proporções dos terços faciais em vista lateral (Figura 2):
  - Stm-Me' (Estômio-Mentoniano linha) / Terço facial inferior
  - Sn-Stm (Subnasal-Estômio) / Terço facial inferior
  - Terço facial inferior (Sn-Me') / Altura facial
  - Terço facial médio (Gl'-Sn) / Altura facial
  - Terço facial superior (TRI-Gl') / Altura facial



Figura 2 - Análise facial. Proporções dos terços faciais.

### **AValiação das imagens de TCFC**

Para análise das vias aéreas superiores, foram construídas imagens tridimensionais, geradas por reconstruções multiplanares, pelas ferramentas próprias do software Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup> (Cognitica, Philadelphia, Pa, EUA).

As medições foram realizadas pelo mesmo radiologista, o qual possuía conhecimento prévio sobre o funcionamento do software Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup> e sobre anatomia das vias aéreas superiores. Como treinamento, o examinador avaliou e repetiu a avaliação para um grupo de dez imagens, em que obteve valores semelhantes para as medidas de volume e áreas transversais da faringe. Após a realização de todas as medidas na faringe, 15% da amostra foi reavaliada e foi calculado o Coeficiente de Correlação Intraclass para avaliação da concordância intraexaminador.

A reconstrução do modelo 3D foi realizada com o modo de segmentação semiautomática do software. Os limites para delimitação da área de interesse para segmentação foram: anterior, plano vertical que passa através da Espinha Nasal Posterior (ENP), perpendicular ao plano sagital; posterior, parede posterior da faringe, com a ferramenta posicionada sobre as vértebras cervicais; lateral, paredes laterais da faringe, incluindo toda a extensão das projeções laterais faríngeas; inferior, plano tangente à projeção caudal medial da 3<sup>a</sup> vértebra cervical, perpendicular ao plano sagital; superior, ponto mais alto da nasofaringe (Figura 3).

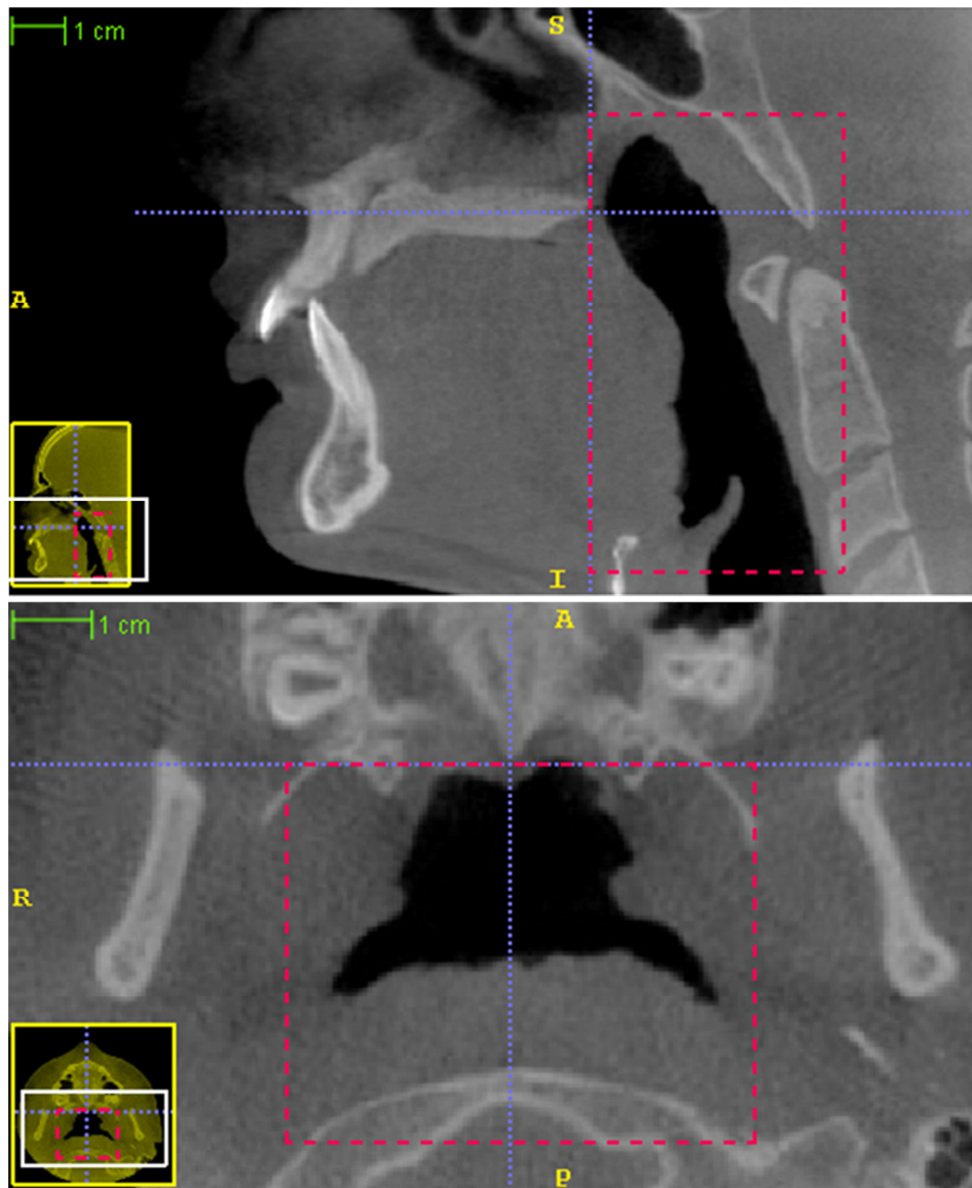


Figura 3 - Limites para delimitação da área de segmentação. Anterior: plano vertical que passa através da ENP, perpendicular ao plano sagital; posterior: parede posterior da faringe, com a ferramenta de limite posicionada sobre as vértebras cervicais; lateral: paredes laterais da faringe, incluindo toda a extensão das projeções laterais; inferior: plano tangente à projeção caudal medial da 3ª vértebra cervical, perpendicular ao plano sagital; superior: ponto mais alto da nasofaringe.

A segmentação das vias aéreas superiores foi realizada pelo software em três passos: 1º passo: seleção de recurso de imagem *Intensity regions* para ativação do contorno de evolução, através do pré-processamento da imagem. Estabeleceu-se como parâmetros para função do preenchimento do volume do *threshold* (região de interesse segmentada) o valor mínimo de 000,00 e máximo variando de -650 a -850, os quais variaram de acordo com os valores de densidade presentes na imagem de cada paciente. Para verificação do completo preenchimento das vias aéreas foi utilizada a opção de display combinado; 2º passo: colocação de bolhas, de raios ajustáveis, ao longo da imagem para iniciar o contorno ativo (Figura 4A); 3º passo: escolha da velocidade (5) para preenchimento, seguida do início e finalização do preenchimento da região (Figura 4B e 4C) ainda nesse passo.

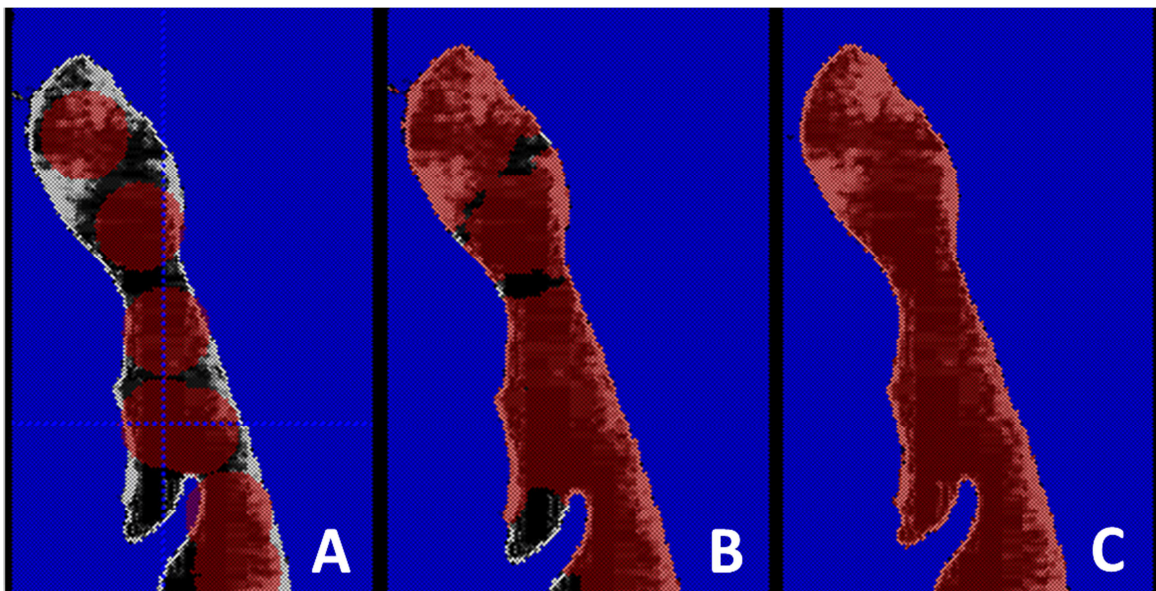


Figura 4 - Preenchimento da região de interesse. Colocação de bolhas (A), preenchimento parcial (B) e preenchimento total da faringe (C).

Após finalizada a segmentação, a imagem do volume das vias aéreas superiores foi reconstruída na janela 3D do software (Figura 5). O volume da estrutura foi mensurado pelo próprio software em mm<sup>3</sup>.

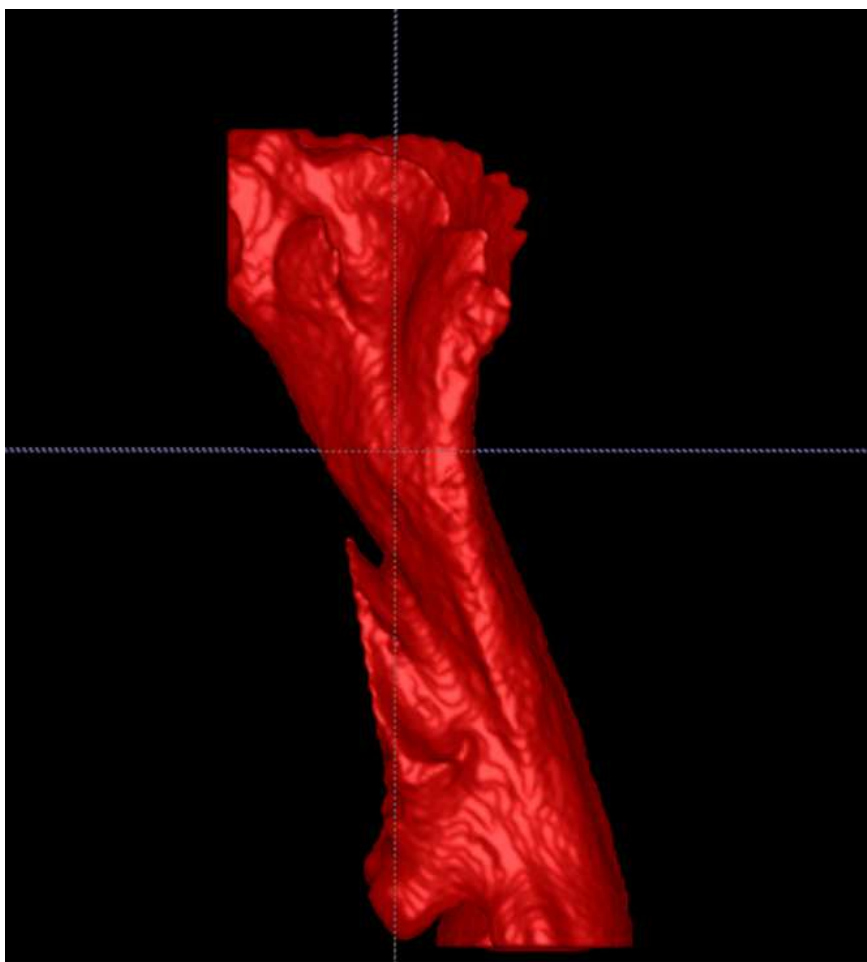


Figura 5 - Imagem volumétrica das vias aéreas superiores construída na janela 3D do software.

O volume também foi calculado para as sub-regiões de nasofaringe e orofaringe. No software, para separação entre as duas regiões foram usados como pontos de referência a Espinha Nasal Posterior (ENP) e o ponto mais inferior do corpo da primeira vértebra cervical. O cursor foi posicionado no ponto ENP, no plano sagital mediano, na janela sagital (Figura 6A), possibilitando a localização dessa estrutura nas reconstruções multiplanares e na janela 3D, onde foi marcado o ponto, utilizando a ferramenta *3D spraypaint tool*. Na janela sagital, o cursor foi posicionado no ponto mais inferior da primeira vértebra cervical (Figura 6B), possibilitando também a referência desse ponto na janela da reconstrução 3D. Em seguida, utilizando a ferramenta *3D scalpel tool* os dois pontos descritos acima foram ligados, e as regiões foram separadas através da criação de um plano para recorte e segmentação de estruturas. Dessa forma, criou-se uma reconstrução volumétrica das vias aéreas superiores, com nasofaringe (verde) e orofaringe (vermelho) com volumes distintos (Figura 6C e 6D).

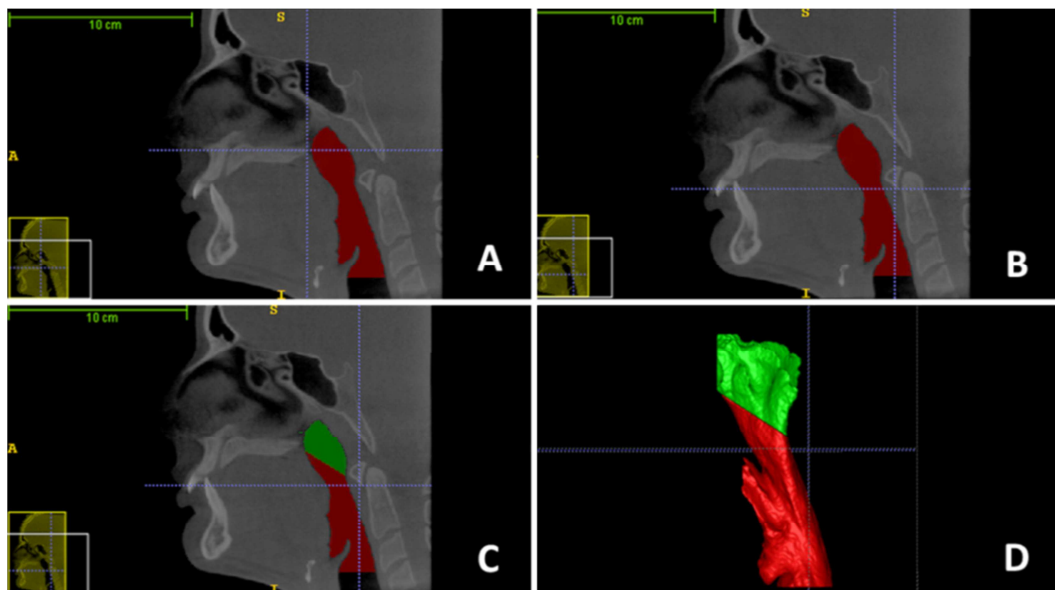


Figura 6 - Separação entre nasofaringe e orofaringe. Marcação do ponto de referência ENP na reconstrução multiplanar sagital (A). Marcação do ponto mais inferior da primeira vértebra cervical na reconstrução multiplanar sagital (B). Volume dividido em regiões de nasofaringe e orofaringe na reconstrução multiplanar sagital (C) e na reconstrução volumétrica (D).

## Apêndice 1

Para se determinar as áreas transversais foram estabelecidos cinco planos, identificados no modelo 3D por cores distintas. As áreas foram calculadas a partir dos dados obtidos pela utilização da ferramenta de segmentação manual do software Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup>. Utilizando a ferramenta *Paintbrush tool* associada a diferentes cores da ferramenta *Active drawing label* (com a opção *visible label* da ferramenta *draw over* selecionada) foi feita a demarcação da área de interesse nas diferentes regiões. Na ferramenta *active drawing label* as cores foram alteradas para a cor correspondente a cada área, como descrito a seguir (Tabela 1) (Figura 7):

Tabela 1 - Lista de referências e cores relacionadas às cinco áreas transversais da faringe.

| Áreas                        | Referências                                                                                                              | Cor     | Figura  |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| <b>Área ENP-coronal</b>      | Plano coronal que passa através da ENP                                                                                   | Rosa    | Fig. 7B |
| <b>Área ENP-posterior</b>    | Plano coronal que passa através do ponto mais posterior da parede anterior da faringe estendendo-se até a ENP            | Amarelo | Fig. 7C |
| <b>Área ENP-axial</b>        | Plano axial que passa através do ponto ENP (perpendicular a área ENP-coronal)                                            | Azul    | Fig. 7D |
| <b>Área Palato Mole (PM)</b> | Plano axial que passa através do ponto mais inferior do Palato Mole (PM) - encontro do palato mole com o dorso da língua | Lilás   | Fig. 7E |
| <b>Área Epiglote (EP)</b>    | Plano axial que passa através da base da Epiglote (EP) - na altura da projeção caudal medial da 3ª vértebra cervical     | Laranja | Fig. 7F |

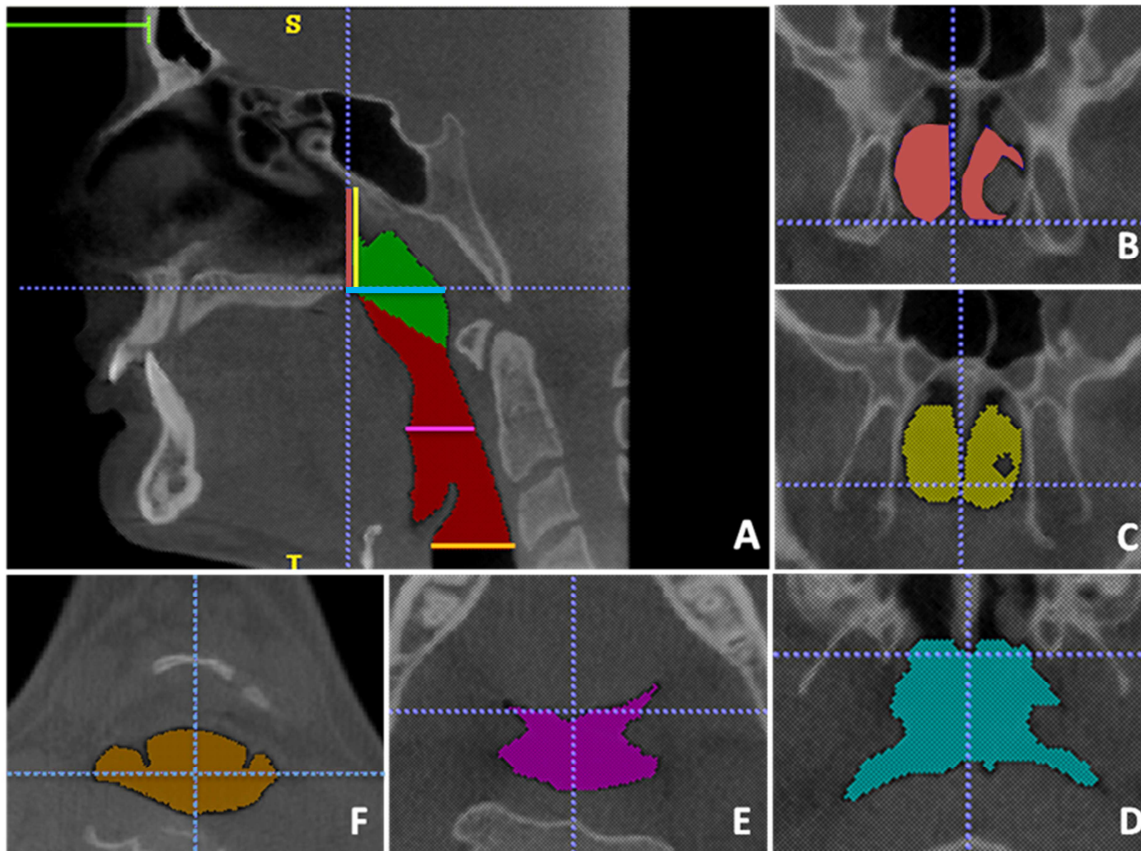


Figura 7 – Esquema das referências na imagem sagital para marcação das áreas transversais (A): ENP (reta vertical rosa); parede anterior da faringe no plano da ENP (reta vertical amarela); ENP no plano axial (reta horizontal azul); ponto mais inferior do palato mole (reta horizontal lilás); base da epiglote (reta horizontal laranja). Área ENP-coronal preenchida em rosa (B). Área ENP-posterior preenchida em amarelo (C). Área ENP-axial preenchida em azul claro (D). Área PM preenchida em lilás (E). Área EP preenchida em laranja (F).

Os resultados foram submetidos à análise estatística, com nível de significância de 5%, para verificar a existência da relação, ou não, entre volume e forma do espaço aéreo faríngeo e as variáveis faciais. Foi utilizado teste Exato de Fisher para análise das distribuições entre os tipos esqueléticos ântero-posteriores em relação aos padrões verticais. O teste Mann-Whitney foi utilizado para analisar a influência do sexo e dos tipos esqueléticos ântero-posteriores nas variáveis analisadas no estudo. O teste Kruskal-Wallis foi aplicado para se verificar a existência de relação entre os padrões verticais e as demais variáveis.

Foi utilizado teste de Correlação de Spearman para analisar a possível correlação entre as medidas dentro dos padrões verticais; dentro dos padrões esqueléticos ântero-posteriores; e dentro das variáveis da análise facial, e as demais medidas propostas pelo estudo.

---

**APÊNDICE 2**

**Influência da morfologia craniofacial na análise tridimensional das vias aéreas superiores**

Danieli Moura Brasil<sup>1</sup>, Francisco Carlos Groppo<sup>2</sup>, Francisco Haiter Neto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Radiologia Odontológica, Departamento de Diagnóstico Oral, Área de Radiologia Odontológica, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Professor Titular, Departamento de Ciências Fisiológicas, Área de Farmacologia, Anestesiologia e Terapêutica, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup>Professor Titular, Departamento de Diagnóstico Oral, Área de Radiologia Odontológica, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

Endereço para correspondência: Danieli Moura Brasil

Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Diagnóstico Oral.

Av. Limeira, 901, Caixa postal 52, 13414-903 Piracicaba, SP, Brasil, e-mail: danielibrasil@hotmail.com

Palavras-chave: Faringe. Vias aéreas superiores. Morfologia craniofacial. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

## **RESUMO**

**Introdução:** O objetivo no presente estudo foi avaliar a influência da morfologia craniofacial nos volumes e áreas transversais das vias aéreas superiores. **Métodos:** Um radiologista experiente classificou 74 imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) de 38 homens e 36 mulheres (média de idade de  $32,8 \pm 1,8$  anos) em tipos esqueléticos ântero-posteriores (classe II e III) usando a análise de Steiner e a medida AO-BO de Jacobson; e em padrões verticais (braquifacial, mesofacial e dolicofacial) usando a análise de Ricketts. A análise facial foi realizada para cada paciente. Medidas de volumes e de cinco áreas transversais da faringe foram mensuradas nas imagens de TCFC. **Resultados:** Não houve diferença significativa entre sexo e os padrões faciais para as medidas de volume da faringe ( $P > 0,05$ ). A área transversal da região de Palato Mole (PM) apresentou-se significativamente maior para o tipo esquelético classe III. O terço superior da face apresentou correlação negativa com as medidas de volume da faringe e com a área transversal PM e o terço médio da face apresentou correlação positiva com a área transversal PM. Todos os resultados encontrados tiveram  $P < 0,05$ . **Conclusões:** Os padrões faciais não influenciaram no volume da faringe. A observação fotográfica do perfil facial é capaz de mostrar tendências de correlações entre terços da face e vias aéreas superiores.

Palavras-chave: Faringe. Vias aéreas superiores. Morfologia craniofacial. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico.

## **INTRODUÇÃO**

A manutenção de uma função respiratória adequada está diretamente relacionada ao correto funcionamento das vias aéreas superiores e das estruturas do sistema estomatognático que estão associadas funcionalmente a elas, como mandíbula, osso hióide e língua. Por isso, a influência do padrão respiratório no crescimento craniofacial tem sido objeto de estudo de vários autores, os quais afirmam que a função respiratória alterada pode exercer um efeito prejudicial sobre o crescimento e desenvolvimento facial, originando desequilíbrios entre os vários componentes morfofuncionais da face, resultando em alterações esqueléticas e más posições dentárias.<sup>1-6</sup>

Os principais fatores modificadores que causam respostas na função respiratória são: a diminuição do espaço aéreo nasofaríngeo, comumente associada à presença de hipertrofia da tonsila faríngea<sup>2</sup> e a presença de uma região de estreitamento transversal que dificulta a passagem do ar, responsável pela ocorrência de um distúrbio respiratório caracterizado pela interrupção periódica da respiração durante o sono.<sup>6,7</sup> Tais mudanças no padrão respiratório fazem com que o indivíduo passe a respirar pela boca, modificando o posicionamento mandibular e, por consequência, seu vetor de crescimento.<sup>2-5,8</sup> Sugere-se que a presença de mudanças nos tecidos da face, de alterações nos terços faciais e de má oclusão pode indicar a existência de modificações na função respiratória.<sup>3</sup>

A aparência da face, que está intimamente relacionada ao bem estar social de um indivíduo, também sofre influência de fatores respiratórios e craniofaciais.<sup>2,3</sup> A harmonia desse conjunto de estruturas é estudada pela análise facial, a qual pode ser realizada meio de fotografias faciais associadas ao estudo cefalométrico e clínico, permitindo o estudo do relacionamento entre os componentes ósseos e os tecidos moles da face.<sup>9</sup>

A cefalometria lateral é também um dos métodos de estudo das vias aéreas e tem grande importância por possibilitar a análise do contorno dos tecidos moles e das estruturas ósseas que regem a configuração morfológica e espacial dos mesmos. Porém, embora a cefalometria lateral ofereça informações valiosas, torna-se limitada por descrever em apenas duas dimensões estruturas de anatomia complexa, como as vias aéreas.<sup>10-12</sup>

Com os avanços tecnológicos, foram desenvolvidas novas técnicas, buscando avaliar e quantificar a anatomia do fluxo aéreo, sendo a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) um exame adequado para análise de estruturas tridimensionais (3D),<sup>13</sup> como por exemplo, as vias aéreas superiores.<sup>11,12,14</sup> Utilizando as imagens por TCFC, as quais são obtidas usando uma dose de radiação relativamente baixa, quando comparada a Tomografia Computadorizada Multislice, e podem ser trabalhadas em imagens de reconstruções multiplanares e reconstruções 3D, é possível uma caracterização fidedigna das vias aéreas.<sup>14</sup> Diante disso, diversos autores tem estudado a influência da morfologia craniofacial nas vias aéreas superiores utilizando imagens por TCFC,<sup>15-21</sup> porém, até o momento, nenhum estudo foi realizado para avaliar a correlação entre as medidas do perfil facial em fotografias e as medidas de volumes e áreas das vias aéreas superiores.

Considerando-se que o exame inicial de um paciente ortodôntico ou de cirurgia-ortognática é composto por imagens por TCFC e por fotografias faciais, dentre outros exames, e que intervenções ortodônticas ou ortognática interferem diretamente no fluxo respiratório, acredita-se que informações sobre a influência dos padrões faciais e das medidas do perfil facial fotográfico facilitarão para o clínico o diagnóstico e tratamento dos pacientes quanto às medidas das vias aéreas superiores.

Sendo assim, o objetivo no presente estudo foi avaliar a influência da morfologia craniofacial nos volumes e áreas transversais das vias aéreas superiores.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP – protocolo n° 071/2013.

Foram utilizadas 74 imagens obtidas por TCFC e 74 fotografias em perfil lateral, que pertenciam aos mesmos pacientes, sendo 38 do sexo masculino e 36 do sexo feminino, com idades entre 18 e 56 anos ( $32,8 \pm 1,8$ ). As imagens foram selecionadas por um único radiologista a partir de um arquivo de exames de pacientes atendidos em uma Clínica de Radiologia. As imagens foram adquiridas no período de 03/2011 a 02/2014. Foram excluídas da amostra imagens de pacientes com cirurgia ortognática prévia, sinais radiográficos de processos patológicos ao longo da via aérea superior, além de imagens com mau posicionamento da coluna cervical e que não tivessem a região de násio até a base da terceira vértebra cervical contidas no exame.

As imagens por TCFC foram adquiridas por meio do tomógrafo i-CAT<sup>®</sup> (Imaging Sciences, Hatfield, PA, EUA), com os parâmetros de exposição: 80 kVp, 4,8 mA, tempo de aquisição de 40 segundos e de reconstrução de 62 segundos, com *voxel* de 0,4 mm e FOV de 23 x 17 cm. As imagens foram adquiridas neste FOV por apresentarem indicação para tratamento ortodôntico, cirúrgico ou ortognático. As fotografias em perfil lateral foram realizadas com paciente em perfil, com a cabeça em posição natural, mandíbula em posição postural e lábios em repouso.

### **CLASSIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

A amostra foi classificada, por um único radiologista experiente, em padrões verticais (braquifacial, mesofacial e dolicofacial) e em tipos esqueléticos ântero-posteriores (classe II e classe III). Além disso, foi realizada a análise facial de perfil para cada indivíduo.

Os padrões verticais e os tipos esqueléticos ântero-posteriores foram determinados aplicando-se análises cefalométricas em imagens geradas por reconstruções multiplanares cefalométricas laterais adquiridas a partir de imagens por TCFC. As análises

cefalométricas foram realizadas utilizando o software Nemotec® (Nemotec, Madrid, Espanha). Os padrões verticais foram classificados utilizando o índice VERT, determinado a partir da média aritmética de cinco medidas (ângulo do eixo facial, ângulo do plano mandibular, altura da face inferior, arco mandibular e eixo do corpo da mandíbula) da análise de Ricketts, classificando os pacientes em braquifacial, mesofacial ou dolicofacial. Para os tipos esqueléticos ântero-posteriores, classificados em classe II ou classe III, foram utilizadas as medidas SNA, SNB e ANB, adquiridas a partir da análise cefalométrica de Steiner. A medida AO-BO de Jacobson foi usada para confirmação do tipo esquelético ântero-posterior.

A análise facial foi realizada utilizando fotografias laterais em perfil, analisadas no software Cef X® (CDT software, Bauru-SP, Brasil), empregando a cefalometria Análise Facial Lateral (foto), fornecida pelo programa. Foram marcados os pontos: TRI (Trichio); Gl' (Glabela linha); Sn (Subnasal); Stm (Estômio) e Me' (Mentoniano linha). Foram obtidos os valores, em proporções, para as seguintes grandezas:

- Proporções dos terços faciais em vista lateral:
  - Stm-Me' (Estômio-Mentoniano linha) / Terço facial inferior
  - Sn-Stm (Subnasal-Estômio) / Terço facial inferior
  - Terço facial inferior (Sn-Me') / Altura facial
  - Terço facial médio (Gl'-Sn) / Altura facial
  - Terço facial superior (TRI-Gl') / Altura facial

## **AValiação das imagens de TCFC**

Para análise das vias aéreas superiores, foram construídas imagens tridimensionais, geradas por reconstruções multiplanares, pelas ferramentas próprias do software Insight ITK-SNAP 2.4.0® (Cognitica, Philadelphia, Pa, EUA).

As medições foram realizadas pelo mesmo radiologista, o qual possuía conhecimento prévio sobre o funcionamento do software Insight ITK-SNAP 2.4.0® e sobre anatomia das vias aéreas superiores. Como treinamento, o examinador avaliou e repetiu a avaliação para um grupo de dez imagens, em que obteve valores semelhantes para as

medidas de volume e áreas transversais da faringe. Após a realização de todas as medidas na faringe, 15% da amostra foi reavaliada e foi calculado o Coeficiente de Correlação Intraclass (ICC) para avaliação da concordância intraexaminador.

A reconstrução do modelo 3D foi realizada com o modo de segmentação semiautomática do software. Os limites para delimitação da área de interesse para segmentação foram: anterior, plano vertical que passa através da Espinha Nasal Posterior (ENP), perpendicular ao plano sagital; posterior, parede posterior da faringe, com a ferramenta posicionada sobre as vértebras cervicais; lateral, paredes laterais da faringe, incluindo toda a extensão das projeções laterais faríngeas; inferior, plano tangente à projeção caudal medial da 3ª vértebra cervical, perpendicular ao plano sagital; superior, ponto mais alto da nasofaringe (Fig. 1).

O volume também foi calculado para as sub-regiões de nasofaringe e orofaringe. No software, para separação entre as duas regiões, foram usados como pontos de referência a ENP e o ponto mais inferior do corpo da primeira vértebra cervical (Fig. 2).

Para se determinar as áreas transversais foram estabelecidos cinco planos, identificados no modelo 3D por cores distintas. As áreas foram calculadas a partir dos dados obtidos pela utilização da ferramenta de segmentação manual do software Insight ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup>, segundo a Tabela I e Fig. 3.

Tabela I - Lista de referências e cores relacionadas às cinco áreas transversais da faringe.

| Áreas                        | Referências                                                                                                              | Cor     | Figura  |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| <b>Área ENP-coronal</b>      | Plano coronal que passa através da ENP                                                                                   | Rosa    | Fig. 4B |
| <b>Área ENP-posterior</b>    | Plano coronal que passa através do ponto mais posterior da parede anterior da faringe estendendo-se até a ENP            | Amarelo | Fig. 4C |
| <b>Área ENP-axial</b>        | Plano axial que passa através do ponto ENP (perpendicular a área ENP-coronal)                                            | Azul    | Fig. 4D |
| <b>Área Palato Mole (PM)</b> | Plano axial que passa através do ponto mais inferior do Palato Mole (PM) - encontro do palato mole com o dorso da língua | Lilás   | Fig. 4E |
| <b>Área Epiglote (EP)</b>    | Plano axial que passa através da base da Epiglote (EP) - na altura da projeção caudal medial da 3ª vértebra cervical     | Laranja | Fig. 4F |

Os resultados foram submetidos à análise estatística, com nível de significância de 5%, para verificar a existência da relação, ou não, entre volumes e áreas do espaço aéreo faríngeo e as variáveis faciais. Foi utilizado teste Exato de Fisher para análise das distribuições entre os tipos esqueléticos ântero-posteriores em relação aos padrões verticais. O teste Mann-Whitney foi utilizado para analisar a influência do sexo e dos tipos esqueléticos ântero-posteriores nas variáveis analisadas no estudo. O teste Kruskal-Wallis foi aplicado para se verificar a existência de relação entre os padrões verticais e as demais variáveis e o teste de Correlação de Spearman foi empregado para analisar a possível correlação entre as medidas dentro dos padrões verticais; dentro dos padrões esqueléticos ântero-posteriores; e dentro das variáveis da análise facial, e as demais medidas propostas pelo estudo.

**RESULTADOS**

A distribuição do número de indivíduos nos tipos esqueléticos ântero-posteriores em relação aos padrões verticais foi avaliada pelo teste Exato de Fisher, no qual não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre as distribuições de classe II e III, considerando a comparação entre braquifacial x mesofacial ( $P > 0,05$ ), braquifacial x dolicofacial ( $P > 0,05$ ) e mesofacial x dolicofacial ( $P > 0,05$ ) (Tabela II).

Tabela II. Distribuição dos padrões verticais em função dos tipos esqueléticos ântero-posteriores.

|              | Classe II | Classe III | Total      |
|--------------|-----------|------------|------------|
| Braquifacial | 22 (44%)  | 17 (70,8%) | 39 (52,7%) |
| Mesofacial   | 15 (30%)  | 4 (16,7%)  | 19 (25,7%) |
| Dolicofacial | 13 (26%)  | 3 (12,5%)  | 16 (21,6%) |
| Total        | 50 (100%) | 24 (100%)  | 74 (100%)  |

Teste Exato de Fisher ( $P < 0,05$ ); valor absoluto e porcentagem.

A reprodutibilidade das medidas foi considerada excelente, com ICC  $> 0,9$  e  $P < 0,001$ .

Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os sexos para as medidas de volume da faringe e para as medidas das áreas transversais, exceto para as áreas ENP-coronal ( $P < 0,01$ ) e ENP-posterior ( $P < 0,01$ ), que foram significativamente maiores para o sexo masculino, bem como o terço inferior da face ( $P < 0,05$ ) (Tabela III).

**Apêndice 2**

Tabela III. Influência do sexo nas medidas de volumes, áreas transversais da faringe e medidas da análise facial.

|                               |                | Feminino (n=36) |        | Masculino (n=38) |         | P       |
|-------------------------------|----------------|-----------------|--------|------------------|---------|---------|
|                               |                | Média           | DP     | Média            | DP      |         |
| Volumes da faringe            | Total          | 23032,1         | 9923,2 | 22510,6          | 10508,2 | 0,991   |
|                               | Nasofaringe    | 9640,7          | 3620   | 10132,6          | 4020,3  | 0,489   |
|                               | Orofaringe     | 10748,2         | 6964,6 | 12712,7          | 7374    | 0,315   |
| Áreas transversais da faringe | ENP-coronal    | 192,3           | 101,8  | 255,4            | 136,8   | 0,009** |
|                               | ENP-posterior  | 298             | 130,1  | 360,1            | 164,9   | 0,007** |
|                               | ENP-axial      | 525             | 214,6  | 524,7            | 208,5   | 0,485   |
|                               | PM             | 188,3           | 211,4  | 228              | 210,4   | 0,299   |
|                               | EP             | 179,9           | 148,4  | 206,2            | 164,9   | 0,118   |
| Medidas da análise facial     | Stm-Me'        | 67,5            | 5,2    | 67,8             | 3       | 0,638   |
|                               | Sn-Stm         | 32,5            | 5,6    | 32,2             | 3       | 0,520   |
|                               | Terço inferior | 36,4            | 2,8    | 37,2             | 3,2     | 0,022*  |
|                               | Terço médio    | 36,4            | 2,8    | 35,5             | 3,1     | 0,052   |
|                               | Terço superior | 27,3            | 3,3    | 26,1             | 5,1     | 0,530   |

Medidas de volume (mm<sup>3</sup>); medidas de área (mm<sup>2</sup>); medidas lineares (mm).

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$  (teste Mann-Whitney).

Para os tipos esqueléticos ântero-posteriores, a área transversal PM ( $P < 0,05$ ) e a proporção St-Me mostraram-se maiores para os indivíduos classe III. Já a proporção Sn-Estômio ( $P < 0,01$ ) mostrou-se maior para os indivíduos classe II. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os tipos esqueléticos ântero-posteriores para nenhuma das outras medidas (Tabela IV).

**Apêndice 2**

Tabela IV. Influência dos tipos esqueléticos ântero-posteriores nas medidas de volumes, áreas transversais da faringe e medidas da análise facial.

|                               |                | Classe II (n=50) |         | Classe III (n=24) |        | P         |
|-------------------------------|----------------|------------------|---------|-------------------|--------|-----------|
|                               |                | Média            | DP      | Média             | DP     |           |
| Volumes da faringe            | Total          | 21649,8          | 10044,4 | 24031             | 8682,6 | 0,221     |
|                               | Nasofaringe    | 10868,8          | 3734    | 8948,6            | 3307,1 | 0,467     |
|                               | Orofaringe     | 10619,6          | 7377,8  | 13132,6           | 5491,4 | 0,094     |
| Áreas transversais da faringe | ENP-coronal    | 218,2            | 121     | 236,3             | 123,9  | 0,446     |
|                               | ENP-posterior  | 299,4            | 149,5   | 341               | 108,3  | 0,347     |
|                               | ENP-axial      | 526,3            | 211,4   | 523,4             | 178,4  | 0,648     |
|                               | PM             | 160              | 220,7   | 270,6             | 132,3  | 0,017*    |
|                               | EP             | 175,2            | 135     | 231,5             | 178,9  | 0,077     |
| Medidas da análise facial     | Stm-Me'        | 66,66            | 3,56    | 69,32             | 5,06   | 0,00046** |
|                               | Sn-Stm         | 33,35            | 3,62    | 30,7              | 5,05   | 0,00094** |
|                               | Terço inferior | 36,59            | 3,1     | 36,89             | 3,08   | 0,38329   |
|                               | Terço médio    | 36,12            | 2,94    | 35,61             | 2,4    | 0,23429   |
|                               | Terço superior | 27,11            | 4,36    | 27,19             | 4,87   | 0,95395   |

Medidas de volume (mm<sup>3</sup>); medidas de área (mm<sup>2</sup>); medidas lineares (mm).

\*P <0,05; \*\*P <0,01 (teste Mann-Whitney).

Para os padrões verticais, o terço inferior da face (P <0,05) apresentou-se menor nos indivíduos braquifaciais e o terço superior da face mostrou-se com diferenças estatisticamente significantes para os três padrões verticais (P <0,01). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os padrões verticais para nenhuma das demais medidas realizadas (Tabela V).

**Apêndice 2**

Tabela V. Influência dos padrões verticais nas medidas de volumes, áreas transversais da faringe e medidas da análise facial.

|                               |                | Braquifacial (n=39) |         | Mesofacial (n=19) |        | Dolicofacial (n=16) |        | P       |
|-------------------------------|----------------|---------------------|---------|-------------------|--------|---------------------|--------|---------|
|                               |                | Média               | DP      | Média             | DP     | Média               | DP     |         |
| Volumes da faringe            | Total          | 23282,7             | 13335,1 | 21291,1           | 7779,3 | 22237,1             | 7633,9 | 0,966   |
|                               | Nasofaringe    | 9207,9              | 4001,6  | 9756,6            | 3953,6 | 11061,4             | 4300,5 | 0,3198  |
|                               | Orofaringe     | 12987,8             | 9695,3  | 10872,9           | 4854,6 | 11513,6             | 4825,3 | 0,6319  |
| Áreas transversais da faringe | ENP-coronal    | 213,8               | 141,7   | 214,1             | 103,7  | 265,9               | 105,5  | 0,1623  |
|                               | ENP-posterior  | 334,7               | 187,3   | 297,4             | 96,3   | 356,6               | 109,4  | 0,4354  |
|                               | ENP-axial      | 523,2               | 246,1   | 506,2             | 197    | 558,5               | 147,5  | 0,3891  |
|                               | PM             | 207,4               | 211,1   | 216,6             | 197,1  | 154                 | 112,4  | 0,7332  |
|                               | EP             | 193,1               | 188,3   | 166,9             | 147,6  | 199,7               | 125,9  | 0,7117  |
| Medidas da análise facial     | Stm-Me'        | 67,85               | 4,72    | 66,97             | 3,3    | 67,97               | 3,53   | 0,6     |
|                               | Sn-Stm         | 32,09               | 5,05    | 33,03             | 3,3    | 32,04               | 3,55   | 0,5     |
|                               | Terço inferior | 36,12 B             | 2,94    | 36,61 A           | 2,2    | 38,65 A             | 3,02   | 0,0358* |
|                               | Terço médio    | 35,72               | 2,72    | 36,25             | 2,82   | 36,39               | 2,84   | 0,55    |
|                               | Terço superior | 28,33 A             | 4,84    | 27,34 B           | 3,03   | 24,57 C             | 3,13   | 0,0066* |

Medidas de volume (mm<sup>3</sup>); medidas de área (mm<sup>2</sup>); medidas lineares (mm). Letras diferentes na mesma linha significam diferenças estatisticamente significantes (Teste Kruskal-Wallis), com A>B>C.

\*P <0,05; \*\*P <0,01.

Houve correlação entre volume total da faringe e volumes de nasofaringe, orofaringe e áreas transversais, exceto para a área ENP-posterior, nos tipos esqueléticos ântero-posteriores (Tabela VI).

Em geral, houve menor frequência de correlações entre volume da nasofaringe e as demais variáveis no tipo esquelético classe III, estando presente apenas para as áreas transversais ENP-coronal e ENP-axial. Já para o tipo esquelético classe II, houve correlação entre volume da nasofaringe e todas as demais variáveis. Houve correlação entre volume de orofaringe e as áreas transversais PM e EP nos tipos esqueléticos ântero-posteriores, além da área transversal ENP-axial no tipo esquelético classe II (Tabela VI).

## Apêndice 2

Houve correlação entre a área transversal ENP-coronal e as demais áreas transversais no tipo esquelético classe II, enquanto no tipo esquelético classe III, houve correlação apenas para as áreas transversais ENP-posterior e ENP-axial. A área transversal ENP-posterior teve correlação apenas com ENP-axial no tipo esquelético classe II. Houve correlação entre a área transversal ENP-axial e a área transversal PM e EP no tipo esquelético classe II. Em ambos os tipos esqueléticos ântero-posteriores houve correlação entre as áreas transversais PM e EP (Tabela VI).

Tabela VI. Correlações entre medidas de volumes e áreas transversais da faringe nos tipos esqueléticos ântero-posteriores.

|               |                   | Classe II (n=50)  |             |            |             |               |            |           |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------|------------|-------------|---------------|------------|-----------|
|               |                   | Faringe total     | Nasofaringe | Orofaringe | ENP-coronal | ENP-posterior | ENP-axial  | PM        |
| Nasofaringe   | C. Spearman       | 0,831**           |             |            |             |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0)             |             |            |             |               |            |           |
| Orofaringe    | C. Spearman       | 0,927**           | 0,624**     |            |             |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0)             | (p=0)       |            |             |               |            |           |
| ENP-coronal   | C. Spearman       | 0,317*            | 0,394**     | 0,255      |             |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,025)         | (p=0,005)   | (p=0,073)  |             |               |            |           |
| ENP-posterior | C. Spearman       | 0,112             | 0,269*      | 0,046      | 0,797**     |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,438)         | (p=0,036)   | (p=0,753)  | (p=0)       |               |            |           |
| ENP-axial     | C. Spearman       | 0,695**           | 0,751**     | 0,585**    | 0,5**       | 0,353*        |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0)             | (p=0)       | (p=0)      | (p=0,0002)  | (p=0,012)     |            |           |
| PM            | C. Spearman       | 0,744**           | 0,436**     | 0,815**    | 0,287*      | 0,126         | 0,504*     |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0)             | (p=0,001)   | (p=0)      | (p=0,043)   | (p=0,383)     | (p=0,0002) |           |
| EP            | C. Spearman       | 0,526**           | 0,273*      | 0,546**    | 0,262*      | 0,177         | 0,370*     | 0,642**   |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,0001)        | (p=0,021)   | (p=0)      | (p=0,066)   | (p=0,218)     | (p=0,008)  | (p=0)     |
|               |                   | Classe III (n=24) |             |            |             |               |            |           |
| Nasofaringe   | C. Spearman       | 0,5826**          |             |            |             |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,003)         |             |            |             |               |            |           |
| Orofaringe    | C. Spearman       | 0,82**            | 0,2139      |            |             |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0)             | (p=0,315)   |            |             |               |            |           |
| ENP-coronal   | C. Spearman       | 0,3957**          | 0,5748**    | 0,0957     |             |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,003)         | (p=0,003)   | (p=0,657)  |             |               |            |           |
| ENP-posterior | C. Spearman       | 0,1991            | 0,3409      | -0,0026    | 0,807**     |               |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,351)         | (p=0,103)   | (p=0,990)  | (p=0)       |               |            |           |
| ENP-axial     | C. Spearman       | 0,5609**          | 0,6574**    | 0,3113     | 0,6052**    | 0,3609        |            |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,004)         | (p=0,0005)  | (p=0,139)  | (p=0,002)   | (p=0,083)     |            |           |
| PM            | C. Spearman       | 0,7878**          | 0,227       | 0,7522**   | 0,1217      | -0,0009       | 0,393      |           |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0)             | (p=0,286)   | (p=0)      | (p=0,571)   | (p=0,997)     | (p=0,057)  |           |
| EP            | C. Spearman       | 0,7096**          | 0,1722      | 0,6643**   | 0,1704      | 0,1757        | 0,3261     | 0,587**   |
|               | Valor de <i>P</i> | (p=0,0001)        | (p=0,421)   | (p=0,0004) | (p=0,426)   | (p=0,412)     | (p=0,12)   | (p=0,003) |

Intervalo de força do coeficiente de Correlação de Spearman: < 0,2 (não existe correlação); 0,2– 0,4 (fraca); 0,4 - 0,6 (moderada); 0,6 - 0,8 (boa); 0,8 - 1,0 (ótima).

\**P* <0,05; \*\**P* <0,01.

De maneira geral, houve maior frequência de correlações dentro do grupo de indivíduos braquifacial (Tabela VII).

Houve correlação positiva entre volume total da faringe e volumes de nasofaringe e orofaringe, áreas transversais ENP-axial e PM nos três padrões verticais; entre volume total da faringe e área transversal ENP-coronal para o grupo braquifacial, e entre volume total da faringe e área transversal EP para os grupos braquifacial e dolicofacial (Tabela VII).

No grupo braquifacial houve correlação positiva entre volume de nasofaringe e volume de orofaringe e todas as áreas transversais. O volume de nasofaringe também teve correlação positiva com a área transversal ENP-axial nos três padrões verticais. Além disso, houve correlação positiva entre volume de nasofaringe e volume de orofaringe e área transversal PM no grupo dolicofacial (Tabela VII).

Houve correlação positiva entre volume de orofaringe e as áreas transversais ENP-axial, PM e EP nos grupos braquifacial e dolicofacial. Enquanto no grupo mesofacial o volume de orofaringe só apresentou correlação com a área transversal PM. Já a área transversal ENP-coronal apresentou correlação positiva com a ENP-posterior nos três padrões verticais, e com a área transversal ENP-axial nos grupos braquifacial e mesofacial. Além disso, houve correlação positiva entre a área transversal ENP-coronal e a área transversal EP no grupo braquifacial (Tabela VII).

Houve correlação positiva entre a área transversal ENP-posterior e a área transversal ENP-axial apenas no grupo braquifacial. Ao analisar ENP-axial também foi observada correlação positiva com as áreas transversais PM e EP no grupo braquifacial, e apenas com a área transversal PM no grupo dolicofacial. Além disso, houve correlação positiva entre a área transversal PM e a área transversal EP nos três padrões verticais (Tabela VII).

## Apêndice 2

Tabela VII. Correlações entre medidas de volumes e áreas transversais da faringe nos padrões verticais.

|               |             | Braquifacial (n=39)   |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
|---------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|               |             | Total faringe         | Nasofaringe           | Orofaringe            | ENP-coronal           | ENP-posterior        | ENP-axial             | PM                   |
| Nasofaringe   | C. Spearman | 0,750**<br>(p=0)      |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Orofaringe    | C. Spearman | 0,940**<br>(p=0)      | 0,526**<br>(p=0,0006) |                       |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-coronal   | C. Spearman | 0,387*<br>(p=0,015)   | 0,454**<br>(p=0,0037) | 0,307<br>(p=0,0574)   |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-posterior | C. Spearman | 0,227<br>(p=0,1644)   | 0,345*<br>(p=0,0314)  | 0,152<br>(p=0,3542)   | 0,847**<br>(p=0)      |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-axial     | C. Spearman | 0,668**<br>(p=0)      | 0,797**<br>(p=0)      | 0,504**<br>(p=0,0011) | 0,509**<br>(p=0,0009) | 0,364*<br>(p=0,0229) |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| PM            | C. Spearman | 0,735**<br>(p=0)      | 0,353*<br>(p=0,0277)  | 0,812**<br>(p=0)      | 0,297<br>(p=0,066)    | 0,213<br>(p=0,1939)  | 0,384*<br>(p=0,0156)  |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| EP            | C. Spearman | 0,675**<br>(p=0)      | 0,343*<br>(p=0,0327)  | 0,690**<br>(p=0)      | 0,339*<br>(p=0,0348)  | 0,224<br>(p=0,1702)  | 0,378*<br>(p=0,0177)  | 0,802**<br>(p=0)     |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
|               |             | Mesofacial (n=19)     |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Nasofaringe   | C. Spearman | 0,732**<br>(p=0,0004) |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Orofaringe    | C. Spearman | 0,796**<br>(p=0)      | 0,275<br>(p=0,2537)   |                       |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-coronal   | C. Spearman | 0,310<br>(p=0,1957)   | 0,261<br>(p=0,2797)   | 0,102<br>(p=0,6785)   |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-posterior | C. Spearman | -0,010<br>(p=0,9659)  | -0,040<br>(p=0,8697)  | -0,112<br>(p=0,6472)  | 0,756**<br>(p=0,0002) |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-axial     | C. Spearman | 0,465*<br>(p=0,0449)  | 0,435*<br>(p=0,0626)  | 0,319<br>(p=0,1827)   | 0,498*<br>(p=0,0299)  | 0,319<br>(p=0,1827)  |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| PM            | C. Spearman | 0,658**<br>(p=0,0022) | 0,065<br>(p=0,7918)   | 0,795**<br>(p=0)      | 0,240<br>(p=0,3216)   | 0,114<br>(p=0,642)   | 0,295<br>(p=0,2206)   |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| EP            | C. Spearman | 0,244<br>(p=0,3144)   | -0,075<br>(p=0,7589)  | 0,340<br>(p=0,1539)   | 0,028<br>(p=0,9092)   | -0,021<br>(p=0,9318) | 0,229<br>(p=0,3439)   | 0,526*<br>(p=0,0206) |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
|               |             | Dolicofacial (n=16)   |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Nasofaringe   | C. Spearman | 0,871**<br>(p=0)      |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| Orofaringe    | C. Spearman | 0,938**<br>(p=0)      | 0,718**<br>(p=0,0017) |                       |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-coronal   | C. Spearman | 0,259<br>(p=0,3331)   | 0,491<br>(p=0,0534)   | 0,094<br>(p=0,7288)   |                       |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-posterior | C. Spearman | 0,091<br>(p=0,737)    | 0,326<br>(p=0,2172)   | -0,126<br>(p=0,6407)  | 0,709**<br>(p=0,0021) |                      |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| ENP-axial     | C. Spearman | 0,826**<br>(p=0,0001) | 0,959**<br>(p=0)      | 0,726**<br>(p=0,0014) | 0,4<br>(p=0,1248)     | 0,209<br>(p=0,4377)  |                       |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| PM            | C. Spearman | 0,821**<br>(p=0,0001) | 0,647**<br>(p=0,0067) | 0,865**<br>(p=0)      | -0,044<br>(p=0,8711)  | -0,212<br>(p=0,4311) | 0,718**<br>(p=0,0017) |                      |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |
| EP            | C. Spearman | 0,588*<br>(p=0,0165)  | 0,459<br>(p=0,0738)   | 0,544*<br>(p=0,0293)  | 0,129<br>(p=0,6329)   | 0,091<br>(p=0,737)   | 0,494<br>(p=0,0517)   | 0,5*<br>(p=0,0486)   |
|               | Valor de P  |                       |                       |                       |                       |                      |                       |                      |

Intervalo de força do coeficiente de Correlação de Spearman: < 0,2 (não existe correlação); 0,2– 0,4 (fraca); 0,4 - 0,6 (moderada); 0,6 - 0,8 (boa); 0,8 - 1,0 (ótima).

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ .

Houve correlação positiva entre o terço médio da face e a área transversal PM e correlação negativa entre o terço superior da face e volume da faringe, além de volume da orofaringe e área transversal PM (Tabela VIII).

Tabela VIII. Correlações entre medidas de volumes e áreas transversais da faringe e medidas da análise facial.

|                |                   | Faringe total | Nasofaringe | Orofaringe | ENP-coronal | ENP-posterior | ENP-axial  | PM         | EP         |
|----------------|-------------------|---------------|-------------|------------|-------------|---------------|------------|------------|------------|
| St-Me          | C. Spearman       | 0,016         | -0,096      | 0,066      | 0,144       | 0,178         | -0,035     | 0,024      | -0,070     |
|                | Valor de <i>P</i> | (p=0,89)      | (p=0,4158)  | (p=0,5739) | (p=0,2205)  | (p=0,1299)    | (p=0,7649) | (p=0,8382) | (p=0,552)  |
| Sn-Estômio     | C. Spearman       | 0,010         | 0,102       | -0,037     | -0,135      | -0,155        | 0,045      | 0,003      | 0,066      |
|                | Valor de <i>P</i> | (p=0,9337)    | (p=0,3865)  | (p=0,7557) | (p=0,2502)  | (p=0,1873)    | (p=0,7058) | (p=0,9774) | (p=0,5768) |
| Terço inferior | C. Spearman       | 0,090         | 0,064       | 0,104      | 0,043       | -0,022        | 0,063      | 0,061      | 0,127      |
|                | Valor de <i>P</i> | (p=0,4435)    | (p=0,5896)  | (p=0,3793) | (p=0,7156)  | (p=0,8506)    | (p=0,5962) | (p=0,6058) | (p=0,2806) |
| Terço médio    | C. Spearman       | 0,086         | -0,045      | 0,104      | -0,073      | -0,021        | 0,114      | 0,245*     | 0,109      |
|                | Valor de <i>P</i> | (p=0,4667)    | (p=0,7006)  | (p=0,3765) | (p=0,5377)  | (p=0,8582)    | (p=0,3343) | (p=0,0357) | (p=0,3531) |
| Terço superior | C. Spearman       | -0,239*       | -0,117      | -0,243*    | -0,069      | -0,028        | -0,176     | -0,289*    | -0,200     |
|                | Valor de <i>P</i> | (p=0,0401)    | (p=0,3196)  | (p=0,0369) | (p=0,5602)  | (p=0,8133)    | (p=0,1335) | (p=0,0125) | (p=0,0869) |

Intervalo de força do coeficiente de Correlação de Spearman: < 0,2 (não existe correlação); 0,2– 0,4 (fraca); 0,4 - 0,6 (moderada); 0,6 - 0,8 (boa); 0,8 - 1,0 (ótima).

\**P* <0,05.

## **DISCUSSÃO**

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico tem sido utilizada com sucesso para análise tridimensional das vias aéreas superiores,<sup>11,15-21</sup> trazendo informações relevantes sobre a relação entre características morfológicas da faringe e fatores como crescimento craniofacial, condições patológicas dentomaxilofaciais e Síndrome da Apnéia Obstrutiva do Sono (SAOS), além de possibilitar a análise dos seios paranasais e do efeito combinado do tratamento ortodôntico-cirúrgico. A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico é capaz de fornecer medições precisas de volume e áreas de secção transversal da faringe,<sup>14</sup> e foi descrita como um método de qualidade para análise de vias aéreas.<sup>22</sup>

O software ITK-SNAP 2.4.0<sup>®</sup> tem sido adaptado pelo Laboratório de Análise Neuro-Image da Universidade da Carolina do Norte para permitir a segmentação semiautomática das vias aéreas. A natureza desse processo de segmentação refere-se ao crescimento tridimensional de um conjunto de bolhas iniciais que crescem individualmente, combinando melhor os dados volumétricos. Esse método tem sido descrito, validado e testado quanto a sua precisão e tem mostrado resultados superiores ao método de segmentação manual de preenchimento fatia por fatia,<sup>23</sup> do próprio software. A confiabilidade das medições volumétricas foi testada por Grauer et al<sup>16</sup> e julgada como confiável e pouco suscetível a erros significativos.

A idade dos indivíduos selecionados para o estudo variou entre 18 e 56 anos ( $32,8 \pm 1,8$ ), para que eles já tivessem passado pelo surto de crescimento puberal. Sendo assim, é de se esperar que a idade não influencie na morfologia das vias aéreas.<sup>24</sup>

Analisando a influência do sexo nas medidas de volumes da faringe, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada em nosso estudo, o que concorda com estudo anterior.<sup>18</sup> Do mesmo modo, para as áreas transversais da faringe, o sexo não exerceu influência,<sup>15,18,25</sup> exceto para ENP-coronal e ENP-posterior que foram significativamente maiores para o sexo masculino. O estudo de Alves et al<sup>15</sup> encontrou diferença significativamente maior para altura na cavidade nasal no sexo masculino, o que pode explicar a presença de áreas transversais maiores associadas a essa região, como foi encontrado em nosso trabalho.

Os tipos esqueléticos ântero-posteriores foram compostos por indivíduos classe II e classe III em nosso estudo. Isso deveu-se ao fato da amostra adquirida na clínica de Radiologia ser composta por pacientes que procuraram o serviço por já terem indicação de intervenção, ou seja, possuíam padrões faciais, em certo grau, discrepantes do padrão de normalidade. Dessa forma, poucos pacientes classe I foram encontrados e por isso não foram incluídos na amostra.

Ao analisarmos a influência dos diferentes tipos esqueléticos ântero-posteriores para as medidas de volume da faringe, nenhuma diferença significativa foi encontrada, concordando com os estudos de De Freitas et al.<sup>26</sup> e Alves et al.<sup>15</sup> Entretanto, Grauer et al.,<sup>16</sup> Kim et al.,<sup>18</sup> Hong et al.<sup>19</sup> e Claudino et al.<sup>20</sup> relataram haver influência do posicionamento ântero-posterior da maxila e da mandíbula no volume da faringe. A divergência nos resultados encontrados nos estudos pode estar relacionada aos diferentes parâmetros escolhidos para caracterizar a morfologia craniofacial. Em nosso estudo foram utilizadas as medidas SNA, SNB, ANB da análise cefalométrica de Steiner e ainda a medida AO-BO, da análise de Jacobson, para confirmação. A utilização desses parâmetros possibilitou a classificação da amostra em classe II e classe III, que leva em consideração o posicionamento maxilomandibular e a relação dessas estruturas com a base do crânio,<sup>27</sup> sendo mais abrangente e segura que a utilização da classificação de Angle (relação molar).

Sobre as áreas transversais nos padrões esqueléticos ântero-posteriores, a presença de maior medida transversal PM nos indivíduos classe III, encontrada em nosso estudo e também evidenciada por Hong et al.,<sup>19</sup> pode ser entendida pelo fato de indivíduos com posicionamento anterior da mandíbula terem tendência a verticalização do palato mole e também um posicionamento anteriorizado da língua, devido as inserções musculares e as adaptações posturais para facilitar a passagem do ar, aumentando assim o espaço aéreo nessa região.<sup>28,29</sup>

Supôs-se que pessoas com diferentes padrões faciais verticais teriam volumes do espaço aéreo faríngeo distintos, já que a tendência de crescimento mandibular é diferente nesses indivíduos e o desenvolvimento dos espaços aéreos acompanha o desenvolvimento das estruturas ósseas craniofaciais. Tal suposição não foi encontrada em nossos resultados, como também por Grauer et al.<sup>16</sup> As modificações de tamanho no espaço

aéreo nasofaríngeo têm sido frequentemente associadas à hipertrofia da tonsila faríngea, sendo os indivíduos dolicofaciais os mais afetados, por apresentarem estruturas nasais mais estreitas.<sup>30</sup> Contudo, no presente estudo, foram excluídos da amostra indivíduos com alterações patológicas nas vias aéreas, diminuindo a possibilidade de encontrarmos diferenças nos volumes faríngeos, mas, por outro lado, dessa forma foram excluídos possíveis vieses nos resultados.

Apesar da ausência de influência tanto dos tipos esqueléticos ântero-posteriores como dos padrões verticais nos volumes da faringe, de maneira geral, houve maior frequência de correlações entre as medidas de volume e de áreas transversais dentro do tipo esquelético classe II e dos grupos verticais braquifacial e dolicofacial. Os tipos faciais são determinados pela relação do crescimento no sentido horizontal e no sentido vertical. Quando a velocidade de crescimento horizontal é maior na maxila que na mandíbula o tipo esquelético classe II é estabelecido, apresentando protrusão maxilar e retrusão mandibular. Pacientes que possuem esse tipo de tendência são os casos mais difíceis de tratar e com prognóstico pobre.<sup>31</sup> Em relação ao crescimento vertical, nos indivíduos braquifacial e dolicofacial as medidas dos componentes do índice VERT tendem aos extremos, diferente do que ocorre no mesofacial. Essas características mostram a ausência de equilíbrio entre as estruturas maxilo-mandibulares, o que pode refletir uma necessidade de compensação das estruturas das vias aéreas na tentativa de estabilizar o resultado dessas divergências no fluxo respiratório. Tal tentativa de compensação também está presente no tipo esquelético classe III, porém de forma mais discreta, visto que o posicionamento anterior da língua, característico do padrão, já facilita o fluxo respiratório.

Considerando-se que a SAOS é uma alteração causada pela obstrução das vias aéreas, a qual é provocada por um colapso do palato mole e/ou raiz da língua contra as paredes da faringe devido a uma diminuição da tonicidade muscular durante o sono e que os achados clínicos mais comuns que podem estar associados à SAOS incluem deposição excessiva de gordura no palato, língua e faringe ampliados, retrognatismo mandibular e aumento da circunferência do pescoço,<sup>7</sup> ressalta-se a importância da presença da correlação entre a área transversal PM e as medidas de volume da faringe, também encontrada por Di

Carlo et al,<sup>21</sup> pois a atuação do profissional nessa região específica já pode trazer benefícios ao se tratar um paciente portador dessa condição.<sup>32</sup>

Por fim, dentre os demais fatores que compõem a morfologia craniofacial, podemos destacar ainda os aspectos tegumentares, os quais caracterizam a aparência da face e estão diretamente relacionados à aceitação social e ao bem estar psicológico de um indivíduo. Medidas de análise facial são utilizadas por várias especialidades médicas e odontológicas (Cirurgia plástica, Cirurgia e Traumatologia Buco Maxilo Facial, Ortodontia, Prótese dentária) que tem a capacidade de alterar as características faciais através da intervenção no paciente, de acordo com cada competência. A influência do sexo, padrão vertical e tipo esquelético ântero-posterior nas características dos tecidos moles da face foi objeto de estudo de vários autores,<sup>33-35</sup> que, como em nosso estudo, encontraram diferenças estatisticamente significantes para as medidas de análise facial nos diferentes grupos. Segundo Burstone,<sup>36</sup> as maloclusões não só exibem desarmonias dentárias como também desarmonias faciais que, em parte, poderiam ser responsáveis por variações nos tecidos moles. Arshad et al<sup>35</sup> também relataram diferenças encontradas em tecidos tegumentares nos diferentes tipos faciais. Concordando com Burstone<sup>36</sup> e Arshad et al,<sup>35</sup> o presente estudo encontrou diferenças significativas nas medidas da análise facial entre tipos esqueléticos ântero-posteriores e padrões verticais.

Diferente de outros trabalhos, nosso estudo avaliou, de forma inédita, a existência de correlação entre a morfologia da face e as medidas da faringe. A presença de correlação negativa encontrada entre a proporção do terço superior da face e as medidas da faringe pode ser justificada pelas diferentes origens embrionárias dessas estruturas. Enquanto o terço superior da face é originado a partir do processo frontonasal e sofre influência do crescimento das estruturas encefálicas, que é limitado; a faringe tem sua origem embrionária dos arcos branquiais e seu desenvolvimento sofre influência de diversos fatores, como fluxo de oxigênio e tendências de crescimento maxilomandibular, influências essas que perduram até a fase adulta. Já as estruturas do terço médio da face, região essa que apresentou correlação positiva com a área transversal PM, são formadas pelos processos maxilares e sofrem influência de fatores semelhantes àqueles que regem o desenvolvimento morfofuncional da faringe.

Considerando-se que o exame completo de um paciente ortodôntico ou de cirurgia-ortognática é composto por imagens por TCFC e por fotografias faciais, acredita-se que informações sobre a influência do tipo esquelético ântero-posterior na área transversal de palato mole trará subsídios para um melhor diagnóstico e plano de tratamento, já que essa área transversal encontra-se próxima a região de maior constrição da faringe.<sup>20</sup> De forma semelhante, as correlação entre os terços faciais e medidas da faringe apontarão, através de uma análise simples e acessível, tendências de variações em medidas das vias aéreas superiores.

O estudo da relação entre padrões e características faciais e vias aéreas tem sido bastante debatido na literatura, porém com resultados ainda controversos, mesmo quando comparados estudos utilizando Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, a qual tem sido considerada um método bastante confiável. Essa divergência pode ser devido à utilização de diferentes referências para a classificação dos padrões verticais, dos tipos esqueléticos ântero-posteriores e para determinação dos limites das vias aéreas superiores. Contudo, pode-se afirmar que o estudo das relações entre morfologia facial e espaço aéreo superior é de grande relevância clínica, pois as implicações de tratamentos cirúrgicos e ortodônticos terão influência direta no fluxo respiratório e, conseqüentemente, na qualidade de vida dos pacientes.

## **CONCLUSÃO**

Os tipos esqueléticos ântero-posteriores e os padrões verticais da face não influenciaram no volume das vias aéreas superiores. Enquanto a área transversal da região de palato mole apresentou-se significativamente maior no tipo esquelético classe III.

Ao se avaliar o padrão de equilíbrio facial, o terço superior da face apresentou correlação negativa com as medidas da faringe e o terço médio da face, correlação positiva com a área transversal de palato mole, evidenciando que a observação fotográfica do perfil facial é capaz de mostrar tendências de correlações entre terços da face e vias aéreas superiores.

---

**REFERÊNCIAS**

1. Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod* 1969;55(6):566–77.
2. Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryngol Suppl* 1970;265:1–132.
3. Solow B, Kreiborg S. Soft-tissue stretching: a possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scand. J Dent Res* 1977;85(6):505–7.
4. Harvold EP, Tomer BS, Vargervik K, Chierici G. Primate experiments on oral respiration. *Am J Orthod* 1981;79(4):359–72.
5. McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod* 1981;51(4):269–300.
6. Zettergren-Wijk L, Forsberg C-M, Linder-Aronson S. Changes in dentofacial morphology after adeno-/tonsillectomy in young children with obstructive sleep apnoea--a 5-year follow-up study. *Eur J Orthod* 2006;28(4):319–26.
7. Friedlander AH, Walker LA, Friedlander IK, Felsenfeld AL. Diagnosing and managing patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Am Dent Assoc* 2000;131(8):1178–84.
8. Linder-Aronson S, Woodside DG, Lundström A. Mandibular growth direction following adenoidectomy. *Am J Orthod* 1986;89(4):273–84.
9. Bergman RT. Cephalometric soft tissue facial analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(4):373–89.
10. Warren DW, Spalding PM. Dentofacial morphology and breathing: a century of controversy. 1st ed. (Quintessence, ed.). Chicago; 1991:45–76.
11. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthod Craniofac Res* 2003;6 Suppl 1(s1):173–5.

12. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135(4):468–79.
13. Lagravère MO, Carey J, Toogood RW, Major PW. Three-dimensional accuracy of measurements made with software on cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134(1):112–6.
14. 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.
15. Alves PVM, Zhao L, O’Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J Craniofac Surg* 2008;19(6):1497–507.
16. Grauer D, Cevitanes LSH, Styner M a, 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(6):805–14.
17. Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(3):318.e1–9.
18. Kim Y-J, Hong J-S, Hwang Y-I, Park Y-H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137(3):306.e1–11.
19. Hong J-S, Oh K-M, Kim B-R, Kim Y-J, Park Y-H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140(4):e161–9.
20. Claudino LV, Mattos CT, Ruellas ACDO, Sant’ Anna EF. Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143(6):799–809.
21. Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2014;(August).

22. Lenza MG, Lenza MM de O, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2010;13(2):96–105.
23. Yushkevich P, Piven J, Hazlett HC, et al. User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage* 2006;31(3):1116–28.
24. Tourné LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99(2):129–39.
25. Ceylan İ, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108(1):69–75.
26. De Freitas MR, Alcazar NMPV, Janson G, de Freitas KMS, Henriques JFC. Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130(6):742–5.
27. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. Louis S, ed. *Am J Orthod* 1953;39(10):729–55.
28. Altmann EB. Myofunctional therapy and orthognathic surgery. *Int J Orofacial Myology* 1987;13(3):2–12.
29. Brauer JS, Holt T V. Tongue thrust classification. *Angle Orthod* 1965;35:106–12.
30. Castro AMA de, Vasconcelos MHF. Avaliação da influência do tipo facial nos tamanhos dos espaços aéreos nasofaríngeo e bucofaríngeo. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial* 2008;13(6):43–50.
31. Kreia TB, Corr A, Neto B, Retamoso LB, Tanaka O. Tendência de crescimento facial em Ortodontia e Ortopedia Funcional dos Maxilares Type of facial growth trend in orthodontics and dentofacial orthopedics. *Rev Gaúcha Odontol* 2011;59:97–102.
32. Haskell JA, McCrillis J, Haskell BS, Scheetz JP, Scarfe WC, Farman AG. Effects of Mandibular Advancement Device (MAD) on Airway Dimensions Assessed With Cone-Beam Computed Tomography. *Semin Orthod* 2009;15(2):132–58.
33. Fernández-Riveiro P, Smyth-Chamosa E, Suárez-Quintanilla D, Suárez-Cunqueiro M. Angular photogrammetric analysis of the soft tissue facial profile. *Eur J Orthod* 2003;25(4):393–9.

34. Halazonetis DJ. Morphometric evaluation of soft-tissue profile shape. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;131(4):481–9.
35. Arshad T, Shaikh A, Fida M. Comparison of nasal profiles in various skeletal patterns. J Ayub Med Coll Abbottabad 2013;25(1-2):31–5.
36. Burstone CJ. The integumental profile. Am J Orthod 1958;44(1):1–25.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1

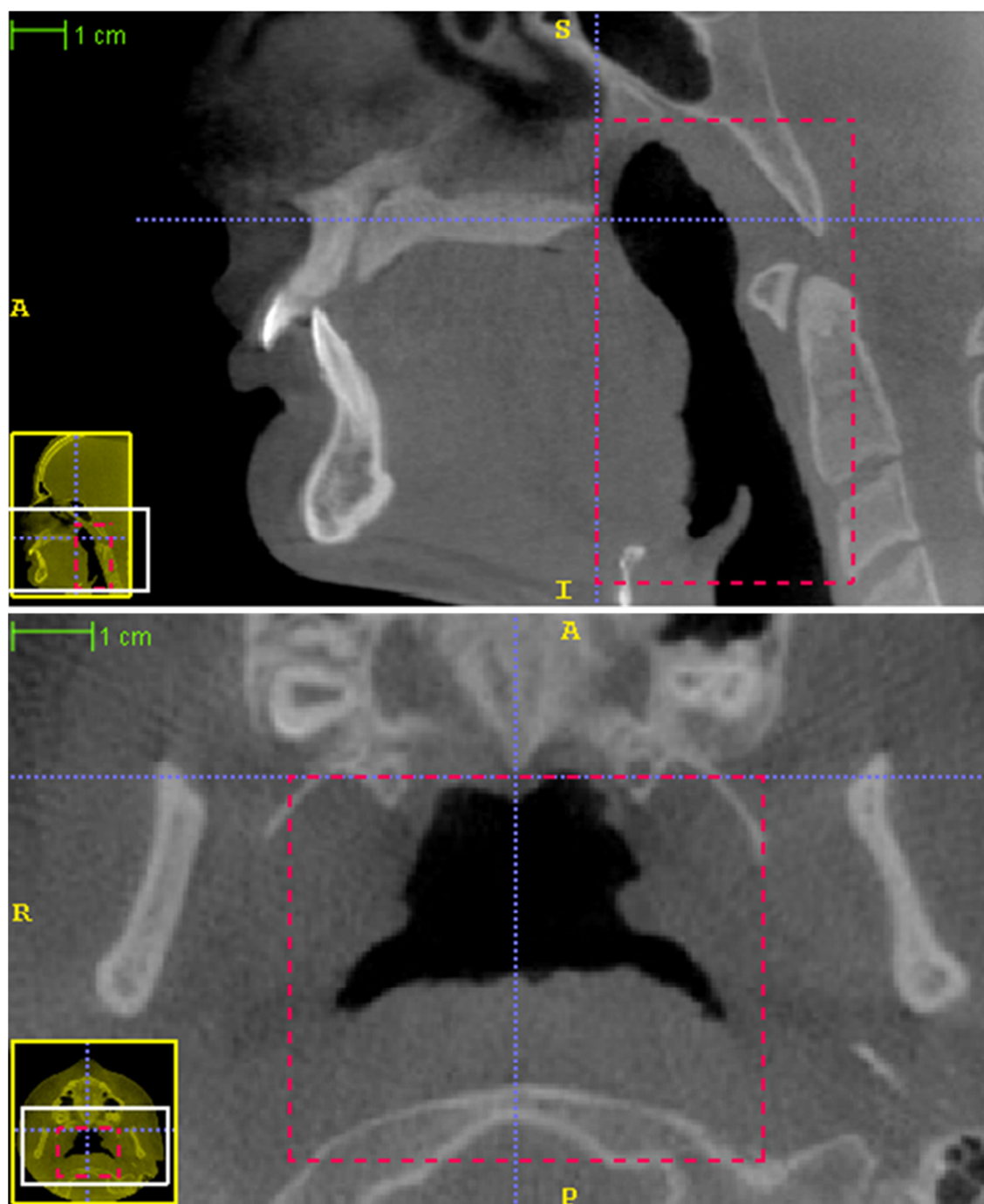


Figura 2

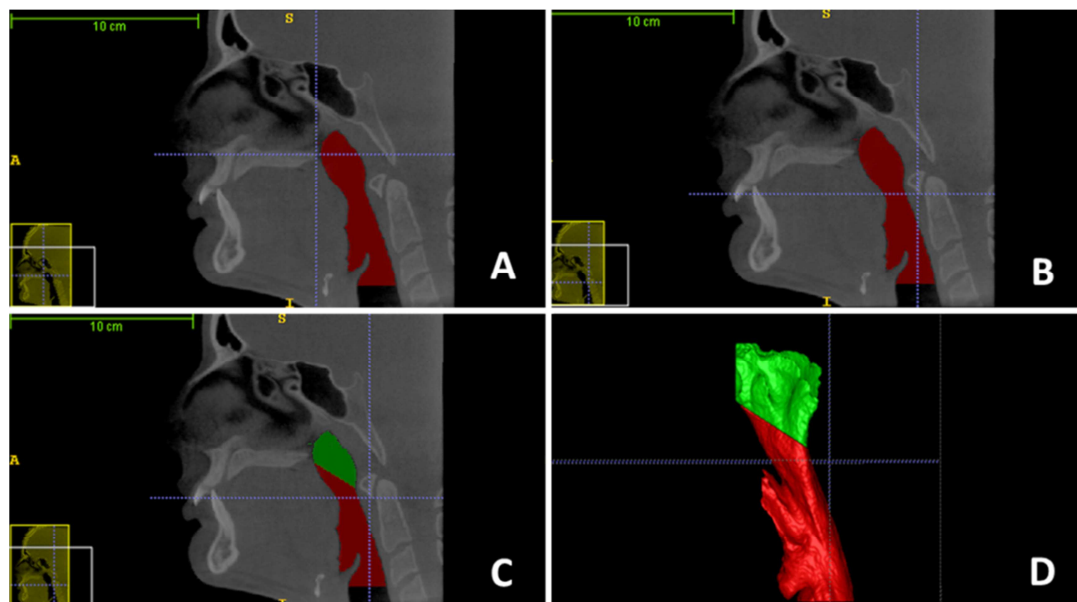
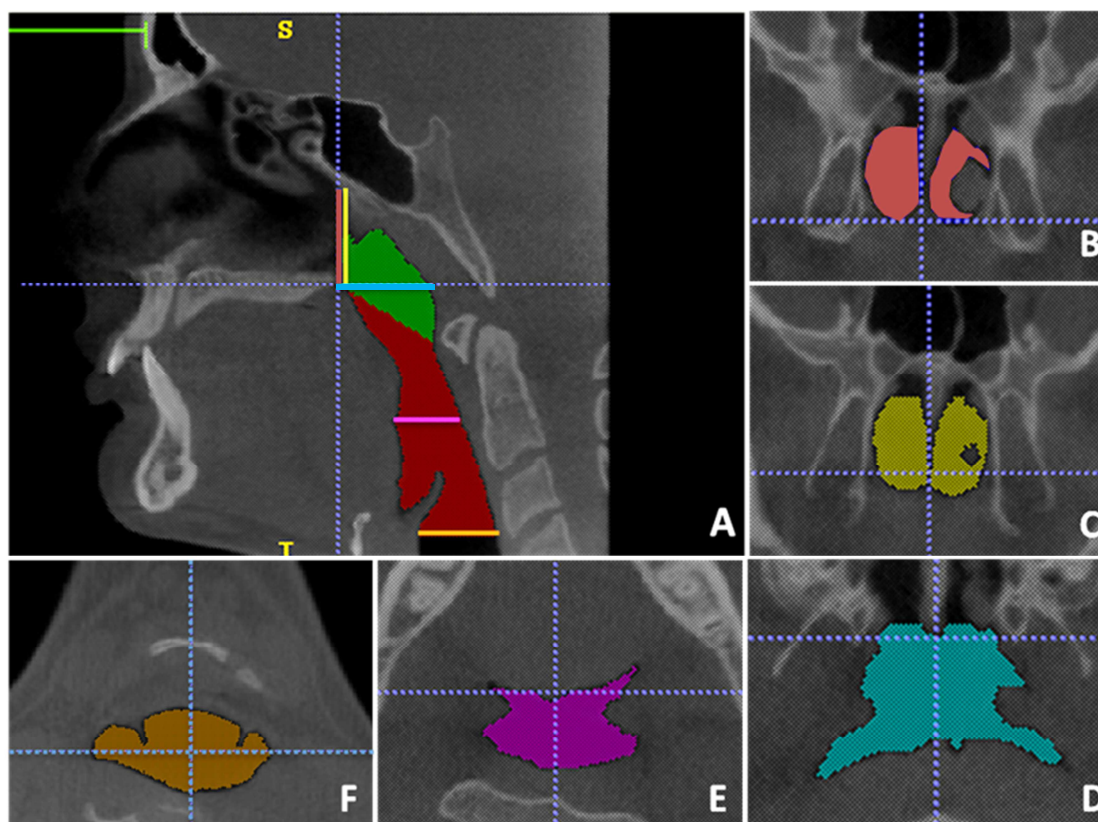


Figura 3



## **LISTA DE LEGENDAS**

Fig 1. Limites para delimitação da área de segmentação. Anterior: plano vertical que passa através da ENP, perpendicular ao plano sagital; posterior: parede posterior da faringe; lateral: paredes laterais da faringe, incluindo toda a extensão das projeções laterais; inferior: plano tangente à projeção caudal medial da 3ª vértebra cervical, perpendicular ao plano sagital; superior: ponto mais alto da nasofaringe.

Fig 2. Separação entre nasofaringe e orofaringe. Marcação do ponto de referência ENP na reconstrução multiplanar sagital (A). Marcação do ponto mais inferior da primeira vértebra cervical na reconstrução multiplanar sagital (B). Volume dividido em regiões de nasofaringe e orofaringe na reconstrução multiplanar sagital (C) e na reconstrução volumétrica (D).

Fig 3. Referências na imagem sagital para marcação das áreas transversais (A): ponto ENP (reta vertical rosa); parede anterior da faringe no plano da ENP (reta vertical amarela); ponto ENP no plano axial (reta horizontal azul); ponto mais inferior do palato mole (reta horizontal lilás); base da epiglote (reta horizontal laranja). Área ENP-coronal preenchida em rosa (B). Área ENP-posterior preenchida em amarelo (C). Área ENP-axial preenchida em azul (D). Área PM preenchida em lilás (E). Área EP preenchida em laranja (F).



---

**ANEXO 1**

**COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO**

---

Dear Dr. Brasil,

Your submission entitled "INFLUENCE OF CRANIOFACIAL MORPHOLOGY IN THE THREE DIMENSIONAL ANALYSIS OF THE UPPER AIRWAY" has been received by journal American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to Elsevier Editorial Systems as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/ajodo/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics

Manuscript submission: [www.ees.elsevier.com/ajodo](http://www.ees.elsevier.com/ajodo)

Journal website: [www.ajodo.org](http://www.ajodo.org)

Journal blog: <http://ajodoblog.blogspot.com/>

---



---

**ANEXO 2**

**DECLARAÇÃO DE NÃO INFRAÇÃO DE DIREITOS AUTORAIS**

**Copyright Statement**

The undersigned authors transfers all copyright ownership of the manuscript **INFLUENCE OF CRANIOFACIAL MORPHOLOGY IN THE THREE DIMENSIONAL ANALYSIS OF THE UPPER AIRWAY** to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned authors warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. We sign for and accept responsibility for releasing this material.

Danieli Moura Brasil (corresponding author)



Date: January 21, 2015.

*Return to:*

**American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**  
Orthodontics, School of Dentistry  
D-569, Health Sciences Box 357446  
Seattle, WA 98195  
206-221-5413, phone

Copyright release  
11/16/09



ANEXO 3

CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**  
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



## CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa **"Análise tridimensional de forma e volume das vias aéreas superiores associada ao padrão facial utilizando imagens de Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico"**, protocolo nº 071/2013, dos pesquisadores Danieli Moura Brasil e Francisco Haíter Neto, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 09/10/2013.

The Ethics Committee in Research of the Piracicaba Dental School - University of Campinas, certify that the project **"Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume and shape relationship to facial pattern from Cone Beam Computed Tomography"**, register number 071/2013, of Danieli Moura Brasil and Francisco Haíter Neto, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee on Oct 09, 2013.



**Prof. Dr. Felipe Bevilacqua Prado**  
 Secretário  
 CEP/FOP/UNICAMP



**Prof. Dra. Livia Maria Andaló Tenuta**  
 Coordenadora  
 CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.  
 Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.