

Universidade Federal do Rio de Janeiro –UFRJ

Centro de Ciências da Saúde

Faculdade de Odontologia

**ANÁLISE DA PORÇÃO MÉDIA DA FARINGE DE PACIENTES COM
DIFERENTES PADRÕES ESQUELÉTICOS FACIAIS**

Priscilla de Almeida Solon de Mello

CD

Dissertação submetida ao corpo docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia (Ortodontia).

Rio de Janeiro

2016

**ANÁLISE DA PORÇÃO MÉDIA DA FARINGE DE PACIENTES COM
DIFERENTES PADRÕES ESQUELÉTICOS FACIAIS**

PRISCILLA DE ALMEIDA SOLON DE MELLO, CD

Orientadores: Prof. Dr. EDUARDO FRANZOTTI SANT'ANNA, CD

Prof^a. Dr^a. CLAUDIA TRINDADE MATTOS, CD

**Dissertação submetida ao corpo docente da
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do
Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para
obtenção do Título de Mestre em Odontologia
(Ortodontia).**

Comissão Examinadora:

Prof^a. Dr^a. Flávia Raposo Gebara Artese, CD

Prof^a. Dr^a. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima, CD

Prof^a. Dr^a. Mônica Tirre de Souza Araújo, CD

Rio de Janeiro

2016

Ficha Catalográfica

SOLON-DE-MELLO, Priscilla

Análise da porção média da faringe de pacientes com diferentes padrões esqueléticos faciais. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2016.

xviii, 68 f.

Dissertação: Mestrado em Odontologia (Ortodontia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Faculdade de Odontologia, 2016.

1. Vias aéreas

2. Tomografia

3. Padrões esqueléticos faciais

4. Teses

I. Título

II. Dissertação (Mestrado - UFRJ/Faculdade de Odontologia)

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Linha de pesquisa: Análise de vias aéreas superiores em tomografias computadorizadas de feixe cônico.

Nome do projeto: Análise tridimensional do espaço aéreo faríngeo de pacientes com diferentes padrões esqueléticos.

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa: N° 110/2011.

DEDICO

Ao meu avô, **Dermeval Moura de Almeida Filho** (*in memorian*), um homem de inteligência, caráter e honestidade inigualáveis, um educador por amor, que dedicou sua vida em prol do ensino e que com certeza estaria muito orgulhoso das conquistas acadêmicas de seus netos. Seus ensinamentos e exemplos norteiam minha vida.

Aos meus pais, **Maria Lúcia Tabet de Almeida de Mello e Christian José Solon de Mello**, pelo apoio, orientação, carinho e amor desmedido e por nunca medirem esforços para que eu seguisse meus passos da melhor maneira possível. Nada seria possível sem eles. Meu mais profundo agradecimento.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por mais uma importante etapa da minha vida concluída, por me proteger, iluminar meu caminho e me dar saúde para seguir meus passos.

A toda minha tão querida **família**, base de tudo na minha vida, pela torcida, incentivo e carinho de sempre. Ao apoio constante dos meus irmãos, **Monique e Christian**, que são meus maiores exemplos e meus maiores orgulhos. Aos meus amados pais, **Christian e Lúcia**, agradeço por todo amor e dedicação a nossa família, por serem meu porto seguro, meu refúgio, minha paz e minha inspiração.

À **Maria José**, minha segunda mãe, por cuidar até hoje de mim com tanto amor e carinho.

Ao meu maior amigo e companheiro, **Mário**, por incentivar sempre o melhor de mim, me trazendo segurança e tranquilidade para enfrentar meus desafios. Por toda sua compreensão e amor. À sua família, pelo apoio e torcida de sempre.

Aos meus **professores de colégio e de graduação** que fizeram parte e contribuíram imensuravelmente para minha formação.

Ao meu orientador e coordenador do Programa de Pós-graduação em Ortodontia da UFRJ, **Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna**, por desde a minha iniciação científica ter confiado em mim, por toda a sua atenção, carinho, disponibilidade e conhecimentos transmitidos. Pelo incentivo, parceria e paciência

em todas as fases da execução desse trabalho e por todo o seu trabalho e empenho pela excelência do programa do curso, muito obrigada.

À minha orientadora **Dr^a Claudia Trindade Mattos**, um grande exemplo para mim, pela imensa disponibilidade, atenção, competência e orientação nesse trabalho. Por, com tanta generosidade, doçura e dedicação, ter me orientado academicamente e pessoalmente durante todo o meu caminho desde a minha iniciação científica até aqui hoje. Pela sua paciência, carinho e amizade, muito obrigada.

A todos os professores do Curso de Mestrado em Ortodontia da FO-UFRJ, **Dr^a. Ana Maria Bolognese, Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ruellas, Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna, Dr. José Fernando Stangler Brazzale, Dr. José Vinícius Bolognesi Maciel, Dr^a. Liliane Siqueira de Moraes, Dr. Lincoln Issamu Nojima, Dr^a. Luciana Rougemont Squeff, Dr^a. Margareth Maria Gomes de Souza, Dr^a. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima e Dr^a. Mônica Tirre de Souza Araújo**, por todos os ensinamentos de excelência, pela dedicação, atenção, carinho e amizade. Todos de alguma forma bastante especial são referência para mim e contribuíram preciosamente na minha formação como profissional e como pessoa.

Aos professores das disciplinas conexas, **André Antônio Monteiro, Carlos Nelson Elias, Fábio Ribeiro Guedes, Ieda Maria Orioli, Maria Augusta Visconti, Maria Cynésia Medeiros de Barros Torres, Rafael Seabra Louro, Ronir Raggio Luiz e Sandra Regina Torres**, e a todos os outros professores convidados a nos dar aulas durante o curso pelo conhecimento transmitido e pela contribuição valiosa a minha formação.

Aos meus maravilhosos amigos de turma, **Adilson, Carolina, Laura, Patrícia e Ramiro**, pela nossa ótima convivência, amizade sincera, carinho, nossa união, solidariedade e cumplicidade. Por terem permitido que esses dois anos passassem de forma muito mais leve e divertida. Cada um com sua personalidade e seu jeito de ser contribuiu para o meu enriquecimento pessoal e profissional. Vocês foram meu grande presente nesse curso e estarão para sempre em um lugar especial no meu coração.

Aos amigos da 49^a turma **Alice, Carla, Fernanda, Fernando, Lilian e Nathália**, pelo acolhimento, conselhos, ensinamentos e auxílios. Pela força e pelo exemplo. Por toda a amizade e diversão. Em especial, à **Alice**, pelo imenso companheirismo, por todos os conselhos, pela força e pela amizade sincera.

Aos amigos da 51^a turma **Anna Paula, Bárbara, Kelly, Larine, Mariana e Mirella** e aos amigos do doutorado **Adrielle, Amanda, Ana Paula, Daniel, Georgia, Hibernon, Ilana, Johnny, Lígia, Luciana, Lucio, Rodrigo e Teresa** pela convivência alegre, amizade, auxílio, disposição e disponibilidade em ajudar. Em especial à **Lígia**, pela imensa e valiosa ajuda na execução desse trabalho.

À aluna de iniciação científica, **Bruna**, pela dedicação, responsabilidade e seriedade na ajuda da execução desse projeto.

Aos queridos funcionários **Diane, Laís, Mônica e Vanilda** por facilitarem nossa vida, estando sempre dispostos a ajudar no que for necessário.

À **CAPES**, pela bolsa de estudos concedida durante o mestrado.

A todos que amo, pelo carinho e compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva e a todos que contribuíram direta ou indiretamente para que eu chegasse aqui hoje, meu eterno agradecimento.

RESUMO

SOLON-DE-MELLO, Priscilla. Análise da porção média da faringe de pacientes com diferentes padrões esqueléticos faciais. Orientador: Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2016 Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia) xviii, 68 f.

O objetivo deste estudo foi analisar a morfologia, o volume e a área mais estreita da porção média das vias aéreas faríngeas e suas subdivisões (velofaringe e orofaringe) em tomografias computadorizadas de feixe cônico de adolescentes com padrões esqueléticos faciais Classe I, II e III. Foram selecionadas e avaliadas com o software Dolphin 3D imagens de 126 pacientes (41 Classe I, 45 Classe II e 40 Classe III). As comparações intergrupo foram realizadas através dos testes ANOVA/Tukey. As correlações entre os valores de volume e área axial mínima (Axmin) das vias aéreas com os valores do ângulo ANB foram testadas como variáveis contínuas por regressão linear, tendo o sexo como subgrupo. O volume da velofaringe no grupo Classe I ($8138,9 \pm 3371,7 \text{ mm}^3$) não apresentou diferença significativa quando comparado aos grupos Classe II e III. Entretanto, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos

Classe II ($6863,7 \pm 2627,2 \text{ mm}^3$) e Classe III ($9011,6 \pm 3442,6 \text{ mm}^3$). Em relação à Axmin, os valores não foram significativamente diferentes entre os grupos. Contudo, o volume das vias aéreas faríngeas e a Axmin tenderam a diminuir com o aumento do ângulo ANB (correlação negativa) em todos os segmentos analisados. Perante os resultados obtidos, pode-se afirmar que indivíduos Classe II demonstraram o volume da velofaringe significativamente menor que os indivíduos Classe III e Classe I (mesmo não significante estatisticamente). Existe uma tendência de que quanto maior for o ângulo ANB apresentado por um indivíduo, menor será o volume e área axial mínima das vias aéreas.

SUMMARY

SOLON-DE-MELLO, Priscilla. Pharynx's middle segment analysis in adolescents of different facial skeletal patterns. Orientador: Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2016
Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia) xviii, 68 f.

The aim of this study was to analyze the morphology, volume and the most constricted airway area of the middle segment of the pharynx and its subdivisions (velopharynx and oropharynx) in adolescents with different facial skeletal patterns in cone beam computed tomography. Records of 126 patients (41 skeletal Class I, 45 Class II and 40 Class III) were selected and evaluated with the software Dolphin 3D. Intergroup comparisons were performed with the ANOVA/Tukey tests. Correlations between the airway volume/minimum axial area (Axmin) and the ANB angle values were tested as continuous variables with linear regression, considering sex as subgroups. The volume of the velopharynx in Class I ($8138.9 \pm 3371.7 \text{ mm}^3$) was not significantly different when compared to Class II and III groups. However, Class II ($6863.7 \pm 2627.1 \text{ mm}^3$) and III groups ($9011.6 \pm 3442.5 \text{ mm}^3$) were significantly different ($p < 0.05$). The Axmin's values were not significantly different among groups. Airway volume and Axmin tended to

decrease with the increase in ANB angle (negative correlation) in all segments assessed. Class II subjects showed significant smaller velopharynx volume than Class III and Class I subjects (although not statistically significant). The higher the ANB angle presented by an individual, the smaller the volume and minimal axial area of the airways tend to be.

LISTA DE SIGLAS

2D	bidimensional / two-dimensional
3D	tridimensional / three-dimensional
ACC	ângulo crânio cervical
Amed	área média
ANOVA	análise de variância / analysis of variance
Axmin	área axial mínima / minimum axial área
CBCT	cone beam computed tomography
CCA	cranio-cervical angle
CCI	coeficiente de correlação intraclasse
Cl	classe / class
Ct	comprimento total
CV2ig	ponto tangente à extremidade mais superior e posterior do processo odontóide da segunda vértebra cervical
CV2ip	ponto mais inferior e posterior do corpo da segunda vértebra cervical
DICOM	<i>digital imaging and communication in medicine</i>
DP	desvio padrão
Ep	epiglote / epiglottis
FOUFRJ	Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro / Faculty of Dentistry, Federal University of Rio de Janeiro

FOV	<i>field of view</i>
HF	hipofaringe
ICC	intraclass correlation coefficient
IESC	comitê de ética em pesquisa do instituto de estudos em saúde coletiva
kV	quilovolt
mA	miliampere
MPP	middle portion of the pharynx
n	número de participantes / number of participants
NF	nasofaringe
OF	orofaringe
OP	oropharynx
OPT	união de CV2ig e CV2ip
OrD	orbital direito
OrE	orbital esquerdo
OSAHS	obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome
p	p valor / p-value
PMF	porção média da faringe
PoD	pório direito
PoE	pório esquerdo
pp	plano palatino / palatal plane
SAHOS	síndrome da apneia-hipoapneia obstrutiva do sono
SD	standard deviation
TCFC	tomografia computadorizada de feixe cônico
tL	total length

tV	total volume
U	úvula / uvula
UA	upper airways
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro / Federal University of Rio de Janeiro
VAS	vias aéreas superiores
VF	velofaringe
VP	velopharynx
Vt	volume total

LISTA DE FIGURAS

DELINEAMENTO DA PESQUISA

- Figura 1 Imagem digital da cabeça orientada segundo os planos de referência utilizados no estudo. 12
- Figura 2 Projeção bidimensional lateral da TCFC realizada para avaliação das medidas angulares utilizadas para seleção da amostra. 14
- Figura 3 Localização dos limites das áreas avaliadas, através da localização do plano palatino (pp), da porção mais inferior da úvula (U) e da porção mais superior da epiglote (Ep): A) porção média da faringe (PMF); B) velofaringe (VF) e orofaringe (OF). 16
- Figura 4 A) Localização da porção mais inferior da úvula (U) no corte coronal; B) sua reflexão no corte sagital. 16
- Figura 5 Avaliação do comprimento (seta verde) das regiões de interesse: A) Ct da PMF; B) Ct da VF; C) Ct da OF. 17
- Figura 6 Avaliação do volume e da Axmin: A) determinação do espaço aéreo faríngeo de interesse; B) cálculo do volume na vista sagital; C) região da Axmin na vista axial. 17
- Figura 7 Manobra para determinação da Axmin: A) limites para avaliação da Axmin (linhas vermelhas) posicionados sobre os limites da avaliação de volume (linhas verdes); B) extensão dos limites da avaliação do volume; C)

cálculo da Axmin existente entre os limites determinados pela linha vermelha, sem que nenhuma região ficasse comprometida. 18

ARTIGO

- Fig 1. Location of evaluated areas' limits, through location of the palatal plane (pp), the lowest portion of the uvula (U) and the most superior point of epiglottis (Ep): A, middle portion of the pharynx (MPP); B, velopharynx (VP) and oropharynx (OP)..... 27
- Fig 2. Evaluation of volume and Axmin: A, definition of pharyngeal airspace of interest; B, calculation of volume in the sagittal plane; C, Axmin region in the axial plane. 28
- Fig 3. Intervention to define Axmin: A, limits to evaluate Axmin (red lines) positioned over the limits of volume evaluation (green lines); B, extension of limits of volume evaluation; C, Axmin calculation between the limits defined by the red line, without interference over any region. 28
- Fig 4. Graph illustrating linear correlation analysis between: A, MPP tV and ANB angle. B, MPP Axmin and ANB angle. * Indicates statistical significance ($p < 0.05$)..... 34
- Fig 5. Graph illustrating linear correlation analysis between: A, VP tV and ANB angle. B, VP Axmin and ANB angle. * Indicates statistical significance ($p < 0.05$)..... 35
- Fig 6. Graph illustrating linear correlation analysis between: A, OP tV and ANB angle. B, OP Axmin and ANB angle. * Indicates statistical significance ($p < 0.05$)..... 36

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

Table 1. Inter-group comparison concerning age, ANB, FMA and CCA angles. ..	30
Table 2. Inter-group comparison concerning MPP dimensional and morphological evaluation.....	31
Table 3. Inter-group comparison concerning VP dimensional and morphological evaluations.	32
Table 4. Inter-group comparison concerning OP dimensional and morphological evaluations.	33

ÍNDICE

	Página
1	INTRODUÇÃO..... 1
2	PROPOSIÇÃO..... 6
3	DELINEAMENTO DA PESQUISA 7
4	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA 21
4.1	ARTIGO: Pharynx’s middle segment analysis in adolescents of different facial skeletal patterns.
	Solon-de-Mello, P.; Barreto, B.C.T; Claudino, L. V.; Mattos, C. T.; Sant’Anna, E. F.
	A ser submetido para publicação no American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics..... 21
5	CONCLUSÃO..... 50
6	RECOMENDAÇÕES..... 51
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 52
8	ANEXOS 67
8.1	ANEXO 1: Termo de responsabilidade para utilização do banco de dados da disciplina de ortodontia 67
8.2	ANEXO 2: Parecer do comitê de ética em pesquisa 68

1 INTRODUÇÃO

A faringe é uma estrutura do corpo humano integrante do sistema respiratório, se localiza nas vias aéreas superiores (VAS), podendo ser caracterizada como o principal conduto para a passagem de ar para os pulmões (Netter, 2000; Ayappa e Rapoport, 2003). Além disso, a faringe é um canal comum ao aparelho respiratório e digestivo, conectando o nariz e a boca à laringe e ao esôfago, viabilizando outras duas funções fisiológicas: a fonação e a deglutição (Ayappa e Rapoport, 2003; Ferreira, 2010).

Há mais de um século se estuda na Ortodontia, sob diversos aspectos, a íntima relação entre a função respiratória e a morfologia craniofacial. Ao longo dos anos, diversos autores sustentaram a existência de uma relação de causa e efeito entre as desordens respiratórias e o crescimento e desenvolvimento desequilibrado do complexo craniofacial (Angle, 1907; Ricketts, 1968; Linder-Aronson, 1974; Harvold *et al.*, 1981; Mcnamara, 1981; Bresolin *et al.*, 1983; Shapiro, 1988). No entanto, a correlação entre a morfologia das VAS e o padrão de desenvolvimento craniofacial ainda é controversa, sendo um ponto exaustivamente debatido na literatura (Watson, Warren e Fischer, 1968; Kerr, 1985; Tourné, 1991; Ceylan e Oktay, 1995; Kluemper, Vig e Vig, 1995; Trenouth e Timms, 1999; Muto *et al.*, 2008; Grauer *et al.*, 2009; Iwasaki *et al.*, 2009; Tso *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2010; El e Palomo, 2011; Alves *et al.*, 2012; Claudino *et al.*,

2013; El e Palomo, 2013; Indriksone e Jakobsone, 2014; 2015). A existência de diversos posicionamentos sobre tal ponto se justifica, entre outros fatores, em virtude da etiologia multifatorial da maloclusão, da influência da fase respiratória e da posição da língua sobre as dimensões das VAS, das limitações metodológicas, do método de avaliação utilizado, da falta de padronização dos limites anatômicos de avaliação das VAS e da ausência de estudos longitudinais para avaliação das mesmas (Guijarro-Martínez e Swennen, 2011; Indriksone e Jakobsone, 2014).

Os estudos das VAS inicialmente utilizavam como ferramenta de avaliação as radiografias em norma lateral. Entretanto, embora apresentassem inúmeras informações importantes, tais radiografias reproduziam de forma bidimensional (2D) estruturas tridimensionais (3D), o que impossibilitava avaliações precisas da anatomia dos tecidos moles, das áreas das secções transversais e do volume das VAS (Montgomery *et al.*, 1979; Schwab e Goldberg, 1998; Lenza *et al.*, 2010; Ucar e Uysal, 2011). No final dos anos 90, quando a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) passou a ser utilizada na Odontologia, foi possível a obtenção de imagens 3D com boa fidelidade, tornando os estudos da VAS mais precisos (Hechler, 2008; Aboudara *et al.*, 2009; Guijarro-Martínez e Swennen, 2011). Ainda que a TCFC seja particularmente indicada para visualização de tecidos duros, estudos confirmaram a confiabilidade, a precisão e a reprodutibilidade das avaliações das VAS pela utilização de softwares de visualização das imagens geradas em formato DICOM (*digital imaging and communication in medicine*) pelo tomógrafo (Schwab e Goldberg, 1998; Yamashina *et al.*, 2008; Ghoneima e Kula, 2013; Mattos *et al.*, 2014). Diante disso, a utilização de tal tecnologia passou a ser amplamente aceita, por ser um exame com custo, tempo de aquisição e dose de radiação significativamente

menores quando comparadas com as tomografias médicas. Ressalte-se, por relevante, que a dose de radiação da TCFC pode ser equivalente a do set completo de radiografias para tratamento ortodôntico (Mah *et al.*, 2003; Ludlow e Ivanovic, 2008; Loubele *et al.*, 2009; Tso *et al.*, 2009; Guijarro-Martínez e Swennen, 2011; Chinem *et al.*, 2016).

Sob outra perspectiva, nas últimas décadas, também houve o aumento do reconhecimento das desordens respiratórias obstrutivas do sono pela entidade médica, como a otorrinolaringologia, pneumologia e neurologia, que culminou na alta demanda de estudos que visavam elucidar a configuração das VAS, a interação delas na respiração durante o sono e a fisiopatogenia dessas desordens (Goldberg e Schwab, 1998; Schwab e Goldberg, 1998; Ayappa e Rapoport, 2003; Yang e Woodson, 2003; Martins, Tufik e Moura, 2007).

Dito isso, é preciso ressaltar que a faringe humana pode ser dividida anatomicamente em quatro subsegmentos: nasofaringe (NF), compreendida entre as narinas e o palato duro; velofaringe (VF), compreendida entre o palato duro e a margem mais inferior do palato mole; orofaringe (OF), compreendida entre a margem mais inferior do palato mole e epiglote; e hipofaringe (HF), compreendida entre a base da língua e a laringe. Sua parede é constituída apenas por tecido mole e apesar da ausência de ossos ou cartilagens nestes segmentos, seu lúmen se mantém pérvio pela constante atividade da complexa estrutura muscular ao seu redor (Schwab e Goldberg, 1998; Ayappa e Rapoport, 2003; Martins, Tufik e Moura, 2007).

Durante o sono, a atividade motora geral e, conseqüentemente, a ventilação pulmonar diminuem, o que acaba reduzindo o tônus da musculatura ao

redor das VAS. Ainda que esses fenômenos sejam bem tolerados por pessoas normais podem gerar distúrbios respiratórios em alguns indivíduos (Ayappa e Rapoport, 2003; Martins, Tufik e Moura, 2007).

A síndrome da apneia-hipoapneia obstrutiva do sono (SAHOS) é caracterizada por episódios recorrentes de obstrução parcial ou completa das VAS durante o sono (Martins, Tufik e Moura, 2007; Abramson *et al.*, 2010). A fisiopatogenia da SAHOS é multifatorial. Entretanto, anomalias na morfologia facial e no espaço faríngeo podem predispor à expressão clínica da doença (Bohlman *et al.*, 1983; Martins, Tufik e Moura, 2007). A porção colapsável da faringe compreende os três últimos subsegmentos, porém alguns autores demonstram que a maioria das constrições das VAS de pacientes com SAHOS ocorre ao nível da velofaringe e/ou da orofaringe, podendo estas serem simultâneas ou não (Bohlman *et al.*, 1983; Lowe *et al.*, 1986; Riley *et al.*, 1987; Martin *et al.*, 1997; Schwab e Goldberg, 1998; Ryan e Bradley, 2005; Martins, Tufik e Moura, 2007; Ogawa *et al.*, 2007).

O impacto das diferentes modalidades de tratamento ortodôntico das maloclusões nas VAS tem sido discutido na literatura, porém os resultados ainda se apresentam inconclusivos (Qahtani, 2016). A cirurgia ortognática tem se mostrado a manobra mais eficaz de promover grandes alterações nas VAS. Com isso, as cirurgias de avanço mandibular e de giro anti-horário dos maxilares têm sido indicadas como uma alternativa de tratamento nos casos graves da SAHOS, por proporcionarem o aumento do espaço aéreo faríngeo (Turnbull e Battagel, 2000; Mehra *et al.*, 2001; Goncalves *et al.*, 2006; Raffaini e Pisani, 2013; Kochar *et al.*, 2016). Em contrapartida, as cirurgias de recuo mandibular podem reduzir o

espaço das VAS e conseqüentemente agravar algum distúrbio respiratório preexistente ou até mesmo fazer com que o paciente desenvolva a síndrome (Guilleminault, Riley e Powell, 1985; Riley *et al.*, 1987; Kim *et al.*, 2015).

Face ao exposto, é fundamental que na prática ortodôntica haja uma atenção na caracterização das VAS para garantir o desenvolvimento normal do complexo craniofacial de pacientes em crescimento e identificar pacientes que apresentem fatores predisponentes ao desenvolvimento da SAHOS e regiões potencialmente colapsáveis no seu espaço aéreo faríngeo; assegurando a esse último grupo, a escolha de um plano de tratamento que proporcione melhoras no potencial respiratório e não culmine no agravamento ou desenvolvimento de sérios distúrbios respiratórios.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi caracterizar o segmento médio das VAS, analisando, através da TCFC e software de reconstrução de imagem 3D, a morfologia, o volume e a área de maior constrição da porção média da faringe (PMF) e de suas subdivisões, velofaringe (VF) e orofaringe (OF), relacionando-os com os padrões esqueléticos faciais de Classe (CI) I, II e III.

2 PROPOSIÇÃO

2.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o padrão morfológico e volumétrico do espaço aéreo faríngeo médio (VF e OF) de indivíduos jovens, comparando-os entre os padrões esquelético de CI I, CI II e CI III.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar a morfologia, o volume total (Vt) e a área axial mínima (Axmin) da PMF e de suas subdivisões: VF e OF.

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A metodologia desse estudo foi baseada em um estudo piloto preliminar realizado no Departamento de Odontopediatria e Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FOUFRJ) (Claudino *et al.*, 2013).

3.1 CASUÍSTICA

Um cálculo amostral baseado no maior desvio padrão encontrado em estudo prévio (El e Palomo, 2011) foi realizado pela adaptação da fórmula descrita por Pandis (Pandis, 2012) para um estudo monocaudal. Nele foi determinado que seria necessária uma amostra de pelo menos 39 pacientes em cada grupo para serem detectadas diferenças de 50 mm² na Axmin da PMF, considerando um teste com poder de 90% e nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$; $\beta = 0,1$). A diferença de 50 mm² foi baseada na afirmação de que indivíduos com Axmin menores que 52 mm² apresentam severa probabilidade de desenvolverem SAHOS e entre 52 mm² e 110 mm² apresentam média probabilidade (Ogawa *et al.*, 2007; Claudino *et al.*, 2013).

Após o cálculo amostral, 126 pacientes, sendo 56 do sexo masculino e 70 do sexo feminino, que tinham registros de tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC) em sua documentação inicial para tratamento ortodôntico na clínica do Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Mestrado em Ortodontia) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), foram selecionados para a elaboração do presente estudo observacional transversal. Os exames tomográficos foram solicitados para o diagnóstico e plano de tratamento ortodôntico quando necessário.

Para o acesso e a utilização do banco de dados da Clínica da Disciplina de Ortodontia da FOUFRJ foram seguidos os princípios éticos legais regulamentados pela resolução CNS 196/96, com a assinatura do Termo de Responsabilidade para os respectivos fins (Anexo 1, página 67). O presente projeto foi aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva (IESC) da UFRJ, segundo o parecer nº 110/2011 (Anexo 2, página 68).

Como critérios de inclusão os pacientes deveriam apresentar:

- a) arquivos digitais no formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*);
- b) idade entre 13 e 20 anos;
- c) nenhum histórico de tratamento ortodôntico prévio ou outra terapia que pudesse interferir no curso normal do crescimento e desenvolvimento maxilomandibular;
- d) boas condições de saúde gerais;

- e) ângulo crânio cervical (ACC) entre 90° e 110° durante o registro das TCFC;
- f) ausência de hiperdivergência ou hipodivergência severa ($19^\circ \leq \text{FMA} \leq 30^\circ$).

3.2 DIVISÃO DA AMOSTRA

Os pacientes foram divididos em 3 grupos, levando em consideração a relação anteroposterior entre maxila e mandíbula (ângulo ANB) (El e Palomo, 2011; Claudino *et al.*, 2013), como a seguir:

- a) CI I: $1^\circ \leq \text{ANB} \leq 3^\circ$;
- b) CI II: $\text{ANB} > 3^\circ$;
- c) CI III: $\text{ANB} < 1^\circ$.

3.3 AQUISIÇÃO DAS TCFC

Os exames tomográficos dos pacientes da pesquisa foram realizados na clínica de radiologia odontológica do Departamento de Patologia e Diagnóstico Oral da FOUFRJ, no tomógrafo *KODAK® 9500 Cone Beam 3D System* (Carestream Health, Rochester, NY, EUA) com regulagem de 90 kV, 10 mA, 18,4 x 20,6 cm de FOV, 0,3 mm de voxel e tempo de 24 s de escaneamento.

Durante a realização do exame, a cabeça do paciente foi posicionada com a referência do plano horizontal de Frankfurt paralelo ao solo e do plano sagital mediano perpendicular ao mesmo e contida com o apoio de cabeça do próprio

equipamento. Os pacientes foram instruídos a permanecerem sentados, com os olhos fixados em um ponto a sua frente, sem deglutir, mantendo os dentes em máxima intercuspidação e a língua posicionada no palato.

3.4 AVALIAÇÕES PRELIMINARES DAS TCFC

As TCFC dos pacientes da pesquisa foram disponibilizadas em arquivos no formato DICOM e armazenadas com a documentação inicial dos pacientes.

Baseado nas informações presentes nas fichas clínicas, foi realizada uma seleção prévia dos pacientes que comporiam a amostra. As respectivas TCFC foram armazenadas em estação de trabalho independente do Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Mestrado em Ortodontia) da FOUFRJ. Todas as avaliações das imagens das TCFC dos pacientes desse estudo foram feitas no software *Dolphin Imaging*®, versão 11.8 *Premium* (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA). Nele foi realizada a importação dos arquivos em formato DICOM para a obtenção de imagens primárias reconstruídas (em vista axial, coronal e sagital) e de reconstruções em 3D.

3.4.1 Orientação da imagem da cabeça

A partir de ferramentas específicas presentes no software *Dolphin Imaging*® foi possível fazer a padronização das imagens, ao reorientar a posição da cabeça no espaço virtual de acordo com planos de referência axial, coronal e sagital, que serviram como bases fixas para a obtenção de medidas de interesse no estudo (Figura 1, página 12).

A reorientação da cabeça e as subseqüentes avaliações das medidas de interesse foram feitas por uma operadora experiente, aluna do curso de Mestrado em ortodontia da FOUFRJ (P.A.S.M.) e por uma aluna do quarto ano de graduação em Odontologia (B.C.T.B.), integrante do programa de iniciação científica da disciplina de Ortodontia da FOUFRJ, que foi previamente orientada, treinada e calibrada para também atuar como avaliadora do presente estudo.

3.4.1.1 Localização dos planos de referência

Para a determinação dos planos de referência que guiaram a reorientação da cabeça na reconstrução 3D, foram utilizados os seguintes pontos anatômicos (Baratieri *et al.*, 2014) (Figura 1, página 12):

- a) Orbital direito (OrD) e Orbital esquerdo (OrE): ponto mais inferior sobre a margem inferior da órbita direita e esquerda, respectivamente;
- b) Pório direito (PoD) e Pório esquerdo (PoE): ponto mais superior do conduto auditivo externo direito e esquerdo, respectivamente;
- c) Násio (N): ponto localizado na intersecção da sutura frontonasal com a sutura internasal.

Por sua vez, os planos de referência foram (Figura 1, página 12):

- a) Plano Axial: determinado pelos pontos OrD, OrE e PoD. Foi padronizada a utilização do ponto pório direito para evitar problemas de orientação frente a possíveis assimetrias entre lados direito e esquerdo da cabeça;

b) Plano Coronal: estabelecido pelos pontos PoD e PoE, passando perpendicularmente ao plano axial determinado;

c) Plano Sagital: determinado por um plano perpendicular aos planos axial e coronal estabelecidos, mas que intercepta o ponto N.

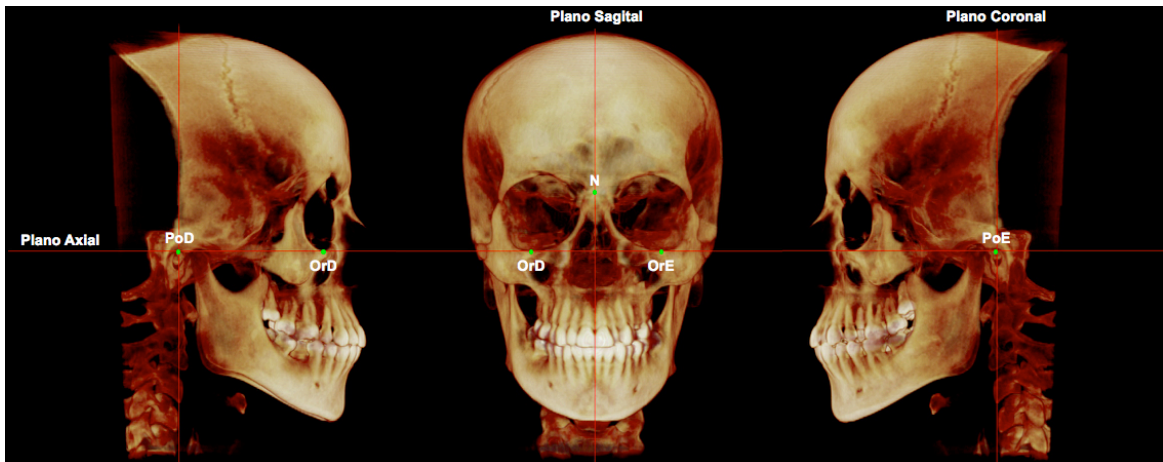


Figura 1 Imagem digital da cabeça orientada segundo os planos de referência utilizados no estudo.

3.4.2 Medidas utilizadas para seleção da amostra

A partir de ferramentas específicas do software utilizado, foram criadas projeções ortogonais da imagem 3D com o raio central passando pelo pório para simular radiografias 2D laterais. Uma vez criada a projeção bidimensional, as grandezas angulares utilizadas para seleção da amostra (ANB, FMA e ACC) puderam ser realizadas com precisão e exatidão pelo avaliador (Kumar *et al.*, 2007). Para a determinação das medidas angulares, foi-se necessário considerar os seguintes pontos na vista lateral (Figura 2, página 14):

a) Subespinhal (A): ponto mais profundo do contorno da pré-maxila;

b) Násio (N): ponto mais anterior da sutura frontonasal;

- c) Supramental (B): ponto mais profundo do contorno do processo alveolar da mandíbula;
- d) Mento (Me): ponto mais inferior do contorno da sínfise mandibular;
- e) Pório (Po): ponto mais superior do conduto auditivo externo;
- f) Orbitário (Or): ponto mais inferior sobre a margem inferior da órbita;
- g) Sela (S): ponto situado no centro geométrico da sela túrcica, determinado por inspeção;
- h) CV2ig: ponto tangente à extremidade mais superior e posterior do processo odontóide da segunda vértebra cervical;
- i) CV2ip: ponto mais inferior e posterior do corpo da segunda vértebra cervical.

Por sua vez, os ângulos considerados foram (Figura 2, página 14):

- a) Ângulo ANB: expressa a relação anteroposterior da maxila e mandíbula, facilitando a interpretação do padrão esquelético. É determinado pela interseção dos pontos A, N e B. Foi avaliado para que a correta divisão da amostra pudesse ser feita;
- b) Ângulo FMA: determina a direção do crescimento facial inferior. É caracterizado pela interseção do plano horizontal de Frankfurt (união dos pontos Po e Or) com o plano mandibular (plano tangente a borda inferior da mandíbula passando pelo ponto Me). Foi avaliado para que apenas pacientes com padrão de crescimento vertical normal entrassem na amostra;

c) Ângulo ACC: retrata o posicionamento da cabeça no momento da tomada tomográfica. É estabelecido pela interseção da linha SN (união dos pontos S e N) com a linha OPT (formada pelos pontos CV2ig e CV2ip). Sabendo-se que a postura da cabeça interfere no volume das VAS, o ângulo ACC foi avaliado, sendo padronizado o intervalo $90^\circ \leq \text{ACC} \leq 110^\circ$ para inclusão e composição da amostra (Muto *et al.*, 2002).

Com as devidas medidas avaliadas, foi possível eleger a amostra final e dar sequência nas medições necessárias para a avaliação da porção média do espaço aéreo faríngeo.

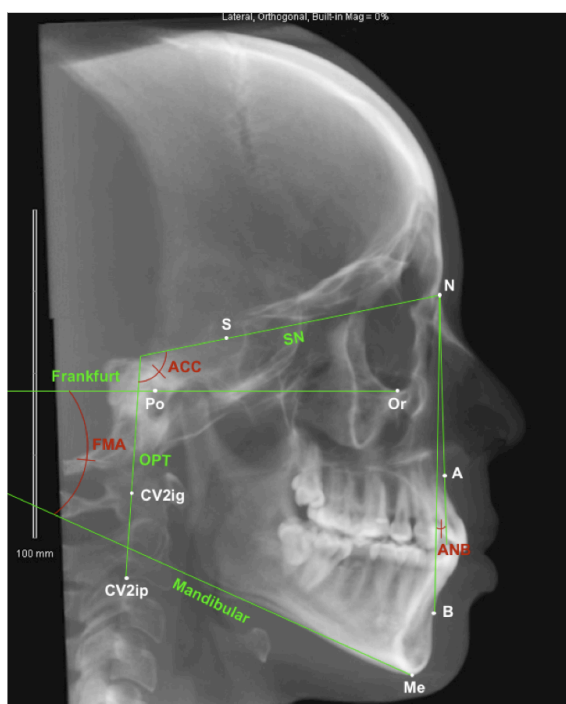


Figura 2 Projeção bidimensional lateral da TCFC realizada para avaliação das medidas angulares utilizadas para seleção da amostra.

3.5 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DAS VAS

Selecionando a ferramenta de avaliação do espaço aéreo superior no modo 3D do software *Dolphin Imaging®*, versão 11.8 *Premium*, foi possível obter

todas as medidas necessárias para as avaliações morfológicas, volumétricas e de área propostas nesse estudo. As grandezas utilizadas e mensuradas foram:

- a) Comprimento total (Ct) da PMF, da VF e da OF;
- b) Volume total (Vt) e Axmin da PMF, da VF e da OF.

Para o registro das mesmas, a partir do corte sagital, a cabeça do paciente foi reorientada de modo que o plano palatino (pp), plano que passa pela espinha nasal anterior (ENA) e espinha nasal posterior (ENP), ficasse paralelo ao solo. Em seguida, no mesmo corte, a área do espaço aéreo faríngeo de interesse foi delimitada para que de maneira automática fosse feita a segmentação das VAS e obtido os parâmetros necessários, através de cada comando específico.

3.5.1 Delimitação da área de interesse e obtenção do Ct da PMF, VF e OF

Os limites anatômicos e técnicos de cada região adotados no presente estudo foram propostos previamente na literatura (Claudino *et al.*, 2013) e determinados como a seguir (Figura 3, página 16):

- a) PMF: limite superior – plano palatino (pp) estendido até a parede posterior da faringe; limite inferior – plano paralelo ao pp passando pelo ponto mais superior da epiglote (Ep);
- b) VF: limite superior – pp estendido até a parede posterior da faringe; limite inferior – plano paralelo ao pp passando pelo ponto mais inferior da úvula (U);
- c) OF: limite superior – plano paralelo ao pp passando pelo ponto mais inferior da U; limite inferior – plano paralelo ao pp passando pelo ponto mais superior da Ep.

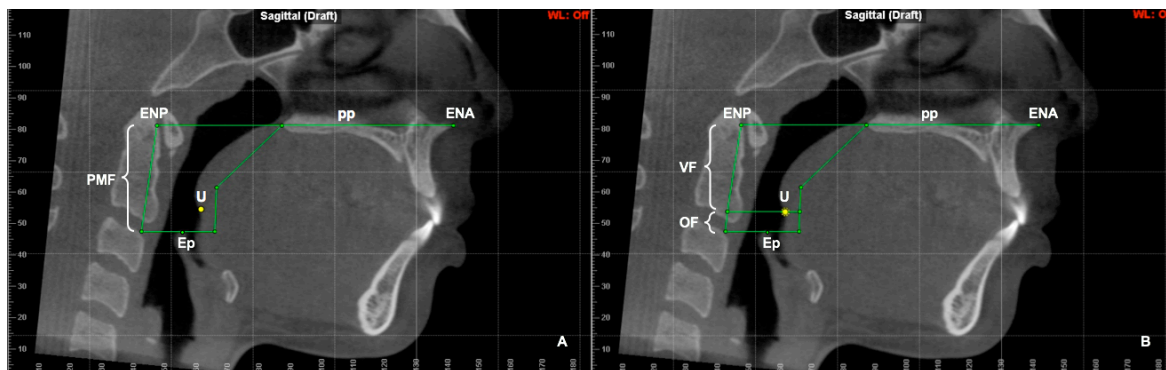


Figura 3 Localização dos limites das áreas avaliadas, através da localização do plano palatino (pp), da porção mais inferior da úvula (U) e da porção mais superior da epiglote (EP): A) porção média da faringe (PMF); B) velofaringe (VF) e orofaringe (OF).

Nos casos em que houve dificuldade na identificação da U no corte sagital, a mesma foi feita no corte coronal e através de sua reflexão no corte sagital foi possível determinar os limites da VF e OF (Figura 4).

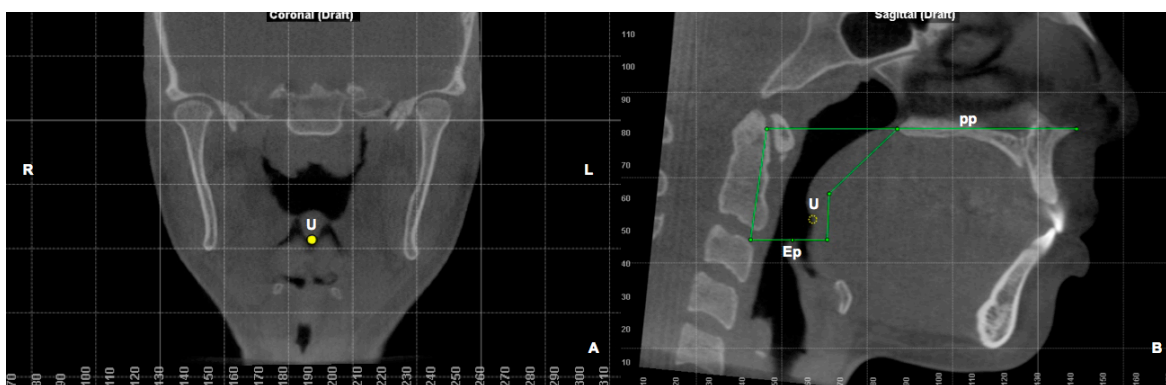


Figura 4 A) Localização da porção mais inferior da úvula (U) no corte coronal; B) sua reflexão no corte sagital.

O Ct (mm) de cada sub-região de interesse do espaço aéreo faríngeo foi definido pela distância entre o limite superior e inferior de cada área através de uma ferramenta específica que permite a mensuração de distâncias lineares (Figura 5, página 17).



Figura 5 Avaliação do comprimento (seta verde) das regiões de interesse: A) Ct da PMF; B) Ct da VF; C) Ct da OF.

3.5.2 Obtenção do Vt e Axmin da PMF, da VF e da OF

Através da demarcação prévia dos limites que compreendem cada região do espaço aéreo de interesse no corte sagital, o volume total (mm^3) e a área de maior estreitamento da região (mm^2) foram colhidos de forma automática com o auxílio de dois comandos específicos do software, um para calcular volume e o outro para achar a área axial mínima, respectivamente (Figura 6 e Figura 7, página 18).

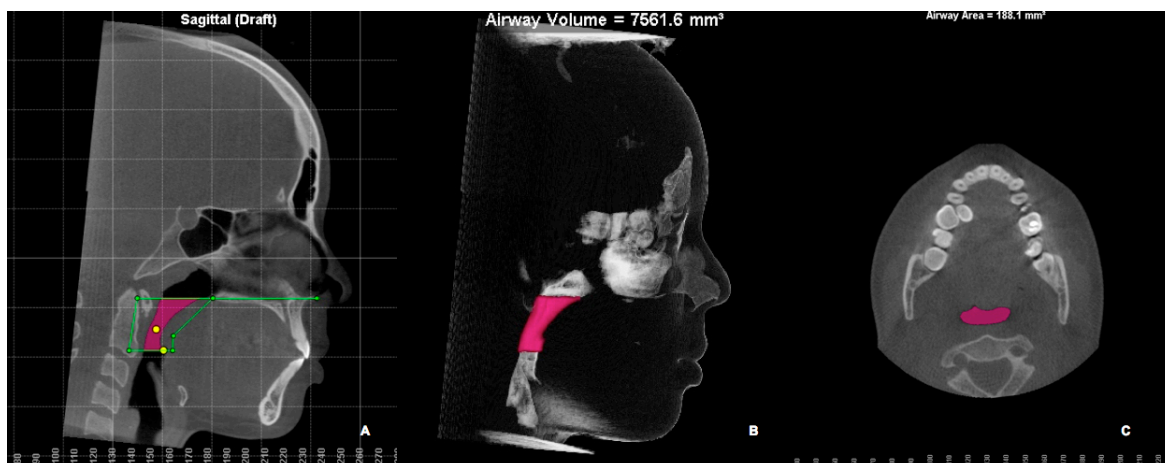


Figura 6 Avaliação do volume e da Axmin: A) determinação do espaço aéreo faríngeo de interesse; B) cálculo do volume na vista sagital; C) região da Axmin na vista axial.

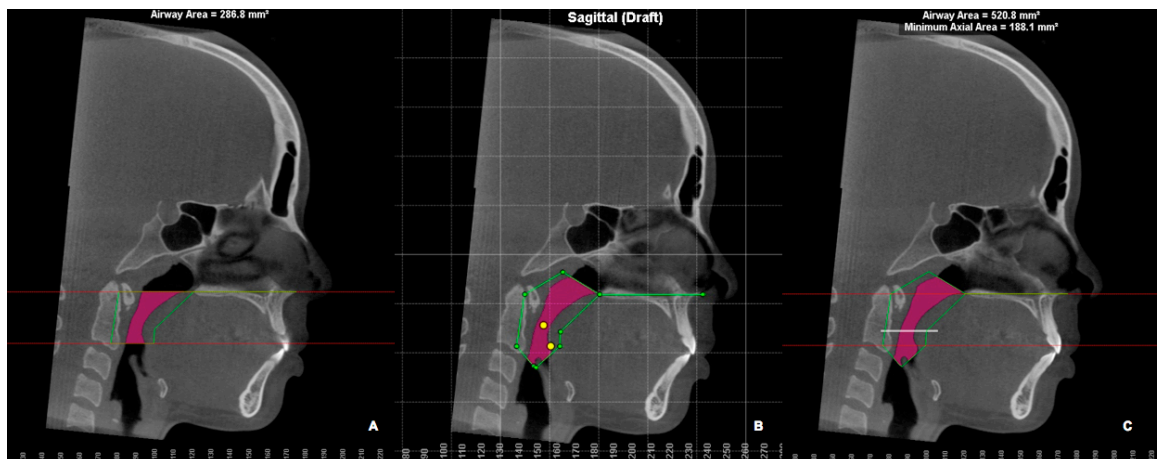


Figura 7 Manobra para determinação da Axmin: A) limites para avaliação da Axmin (linhas vermelhas) posicionados sobre os limites da avaliação de volume (linhas verdes); B) extensão dos limites da avaliação do volume; C) cálculo da Axmin existente entre os limites determinados pela linha vermelha, sem que nenhuma região ficasse comprometida.

3.5.3 Avaliação morfológica da PMF, da VF e da OF

Por meio do cálculo do comprimento total, volume total e área axial mínima da PMF, VF e OF foi possível realizar a caracterização morfológica de cada segmento. Para tanto, foi necessário determinar para cada segmento a Área média (Amed) de acordo com a seguinte relação: $Amed = Vt/Ct$.

Em seguida ao cálculo da Amed, foi realizada a razão Axmin/Amed da PMF, VF e OF (Van Holsbeke *et al.*, 2011; Claudino *et al.*, 2013; Jayaratne e Zwahlen, 2016). Os resultados obtidos permitem a caracterização da distribuição da área ao longo de cada segmento das VAS como uniforme ou irregular.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

3.6.1 Confiabilidade das medidas e calibração intra e interavaliador

Para obtenção da confiabilidade das medidas e da calibração dos examinadores, 21 pacientes foram selecionados aleatoriamente. Os

procedimentos utilizados para avaliação do espaço aéreo faríngeo proposto nesse estudo foram feitos e repetidos após duas semanas de intervalo, sob condições similares, por cada avaliador.

A confiabilidade intra-avaliador foi feita através da comparação dos valores encontrados nos dois tempos por cada avaliador por meio do coeficiente de correlação intraclasse (CCI). O CCI também foi usado para determinar a concordância interavaliador pela comparação das medidas do segundo tempo entre os dois avaliadores.

Cada avaliador foi considerado calibrado quando o CCI entre os dois tempos de cada avaliador e o CCI entre o segundo tempo dos dois avaliadores foi acima de 0,9 para todas as variáveis.

3.6.2 Análise dos dados

Ao término da coleta e tabulação dos dados, para avaliação da normalidade dos dados, o teste Kolmogorov-Smirnov foi realizado e foi constatada a distribuição normal das variáveis. As variáveis quantitativas foram caracterizadas com média e desvio padrão (DP), através da realização da análise descritiva dos dados. O teste ANOVA foi aplicado para identificar se houve diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os grupos e o pós-teste de Tukey (post hoc) foi realizado para avaliar quais grupos diferiram entre si. Por último, a análise de regressão linear foi usada, com análise dos gráficos gerados, para testar a correlação entre os valores de volume e área axial mínima das vias aéreas com os valores de ângulo ANB, como variáveis contínuas, utilizando a variável sexo como subgrupo.

A análise estatística foi realizada com auxílio do programa SPSS, versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois) e o nível de significância adotado foi de 5%.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

4.1 ARTIGO

Pharynx's middle segment analysis in adolescents of different facial skeletal patterns.

Solon-de-Mello, P.; Barreto, B.C.T; Claudino, L. V.; Mattos, C. T.; Sant'Anna, E. F.

A ser submetido para publicação no American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics

Introduction: This study aims to analyze the morphology, volume and the most constricted airway area of the middle portion of the pharynx and its sub-divisions (velopharynx and oropharynx) in adolescents with facial skeletal patterns Class I, II and III, through cone beam computed tomography (CBCT).

Methods: Records from 126 patients (41 skeletal Class I, 45 Class II and 40 Class III) were selected and evaluated with Dolphin 3D software. Intergroup comparisons were performed with ANOVA/Tukey tests. Correlations between airway volume/minimum axial area (Axmin) and ANB angle values were tested as continuous variables with linear regression, considering sex as subgroups.

Results: The volume of velopharynx in Class I ($8138.9 \pm 3371.7 \text{ mm}^3$) was not significantly different when compared to Class II and III groups. However, Class II

($6863.7 \pm 2627.1 \text{ mm}^3$) and III groups ($9011.6 \pm 3442.5 \text{ mm}^3$) were significantly different ($p < 0.05$). The Axmin's values were not significantly different among groups. Airway volume and Axmin tended to decrease with the increase of ANB angle (negative correlation) in all segments assessed.

Conclusion: Class II subjects showed significant smaller velopharynx volume than Class III and Class I subjects (although not statistically significant). The higher the ANB angle presented by an individual, the smaller the volume and minimal axial area of the airways tend to be.

INTRODUCTION

Orthodontics has studied for more than a century, under diverse aspects, the intimate relationship between respiratory function and craniofacial morphology. Over the years, various authors sustained the existence of a cause-and-effect relationship between respiratory disorders and unbalanced growth and development of craniofacial complex¹⁻⁷. However, the correlation between upper airways (UA) morphology and craniofacial development pattern is still controversial, even though it has been exhaustively debated in the literature⁸⁻²⁴. The existence of different opinions regarding this issue is justified, among other factors, by malocclusion multifactorial etiology, influence of respiratory phase and tongue position over UA dimensions, methodological limitations, evaluation method of choice, lack of anatomical limits standardization to evaluate UA, and absence of longitudinal studies to evaluate them^{14,25}.

Initially, UA studies used lateral radiographs as an evaluation tool. However, although they presented important information, these radiographs reproduced three-dimensional (3D) structures through two-dimensional (2D) images, so that soft tissue anatomy, transversal sections areas and UA volume

could not be precisely evaluated²⁶⁻²⁹. Since the late 90's, with the beginning of the use of cone-beam computed tomography (CBCT) in Dentistry, it is possible to reproduce 3D images with improved fidelity, thus, UA studies became more accurate^{25,30,31}. Additionally, even though CBCT is particularly indicated to visualize hard tissues, studies confirmed its reliability, accuracy and reproducibility on UA evaluations^{28,32-34}. Consequently, this technology became widely accepted, due to its lower costs and acquisition time, and significantly lower dose of radiation when compared to medical tomography. It is noteworthy that CBCT radiation dose may be equivalent to the dose necessary for a complete set of radiographs for orthodontics purposes^{23,25,35-38}.

The impact of different modalities of orthodontic treatment on the UA has been discussed in literature, although results are still inconclusive³⁹. Orthognathic surgery seems to be the most effective intervention to promote substantial changes toward UA. Thus, maxillo-mandibular counter-clockwise rotation and mandibular advancement surgeries have been indicated as an alternative to treat severe cases of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome (OSAHS), as they provide the enlargement of pharyngeal airspace⁴⁰⁻⁴⁴. In contrast, mandibular setback surgery may reduce pharyngeal airspace and, consequently, exacerbate a previous respiratory disorder or promote its development⁴⁵⁻⁴⁷.

Attention regarding UA characterization is fundamental within orthodontics practice in order to guarantee normal craniofacial complex development in growing patients, and to identify patients with predisposing factors to OSAHS, as well as potentially collapsible regions in their pharyngeal airspace. Considering that, orthodontists may be more confident that the chosen treatment plan is able to

provide respiratory potential improvement and do not culminate in aggravation or development of severe respiratory disorders.

Thus, this study aims to characterize the middle portion of the UA, analyzing its morphology, volume and the most constricted area of the middle portion of the pharynx (MPP) and its subdivisions, velopharynx (VP) and oropharynx (OP), through CBCT and 3D image reconstruction software, correlating them to facial skeletal patterns Class (CI) I, II and III.

MATERIAL AND METHODS

Methodology was based on a preliminary study conducted at the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Faculty of Dentistry, Federal University of Rio de Janeiro (FOUFRJ) ²⁰.

Sample calculation based on the highest standard deviation obtained by a previous study ¹⁶ was conducted through adaptation of the formula described by Pandis ⁴⁸ for a monocaudal study. Minimum necessary sample should be of 39 patients in each group, in order to detect a difference of 50 mm² in the Axmin of the MPP, considering a test power of 90% and significance level of 5% ($\alpha = 0.05$; $\beta = 0.1$). The difference of 50 mm² was based on the assumption that individuals with Axmin lower than 52 mm² present severe probability to develop OSAHS and between 52 mm² and 110 mm² present average probabilities ^{20,49}.

After sample size calculation, 126 patients (56 male and 70 female) who had CBCT records among initial documentation for orthodontic treatment in the clinic of the Postgraduate Program in Dentistry (Master in Orthodontics), Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), were selected to elaborate this cross-

sectional observational study and divided into three groups: CI I ($1^\circ \leq ANB \leq 3^\circ$), CI II ($ANB > 3^\circ$) e CI III ($ANB < 1^\circ$). Tomographic exams were requested for diagnosis and treatment when necessary.

This study was approved by the Research Ethics Committee of the Institute of Collective Health Studies of the UFRJ, report nº 110/2011. Access and use of database from the Orthodontics Clinic of the FOUFRJ respected legal ethical principles regulated by resolution CNS 196/96, and the Statement of Responsibility was properly signed for the respective subjects.

As inclusion criteria patients should present: digital files under DICOM format (*Digital Imaging and Communications in Medicine*); age between 13 and 20 years old; no history of previous orthodontic treatment or any other therapy that could interfere with the normal progress of maxillo-mandibular growth and development; good general health; cranio-cervical angle (CCA) between 90° and 110° during CBCT records; and no severe hyperdivergence or hypodivergence ($19^\circ \leq FMA \leq 30^\circ$).

During tomographic exam, patients' heads were positioned with the Frankfurt horizontal plane parallel to the ground and the midsagittal plane perpendicular to the ground. Patients were informed to remain seated, eyes fixed on a site in front of them, without swallowing, keeping teeth in maximum intercuspation, and tongue positioned against the palate.

Evaluation of CBCT images from patients participating of this study were performed via *Dolphin Imaging*® software, version *Premium* (Dolphin Imaging, Chatsworth, CA). Specific tools included in the software were used to standardize

images, reorienting head position within virtual space according to axial, coronal, and sagittal reference planes, acting as fixed bases to obtain measures of interest for this study.

Reorientation of the head and the following measurements of interest were conducted by experienced operators, previously oriented, trained and calibrated to work as examiners in this study.

After defining the evaluation tool of the upper airspace in 3D mode of *Dolphin Imaging*® software, version 11.8 *Premium*, patients' heads were reoriented from sagittal slice, so that palatal plane (pp) would be parallel to the ground and pharyngeal airspace area of interest was delimited. Then, the total length (tL), total volume (tV) and minimum axial area (Axmin) of each segment were properly evaluated.

Technical and anatomical limits of each region used in this study were determined as follows (Fig. 1):

- a) MPP: upper limit – palatal plane (pp) extended until the posterior wall of the pharynx; lower limit – plane parallel to the palatal plane that intersects the most superior point of the epiglottis (Ep);
- b) VP: upper limit – pp extended until the posterior wall of the pharynx; lower limit – plane parallel to the pp that intersects the lowest point of the uvula (U);
- c) OP: upper limit – plane parallel to the pp that intersects the lowest point of the U; lower limit – plane parallel to the pp that intersects the most superior point of the Ep.

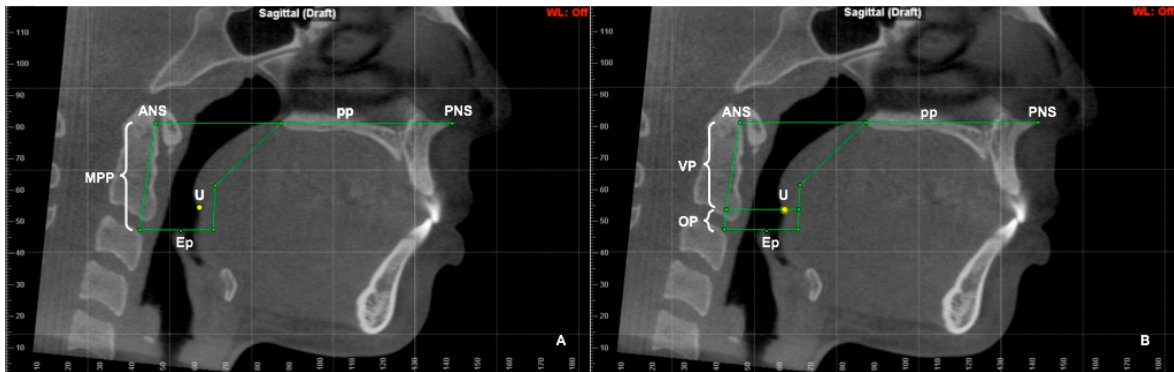


Fig 1. Location of evaluated areas' limits, through location of the palatal plane (pp), the lowest portion of the uvula (U) and the most superior point of epiglottis (Ep): A, middle portion of the pharynx (MPP); B, velopharynx (VP) and oropharynx (OP).

In some cases, uvula (U) identification in the sagittal slice was difficult, thus, a coronal slice was necessary and identification was made through its reflection over the sagittal slice, then, VP and OP limits were defined.

The tL (mm) of each sub-region of interest in the pharyngeal airspace was defined by the distance between the upper and lower limits of each area through a specific tool which allows linear distance measurement.

Automatically, necessary parameters were obtained through specific commands in the software, in order to calculate the volume and to define minimum axial area (Fig. 2 and 3).

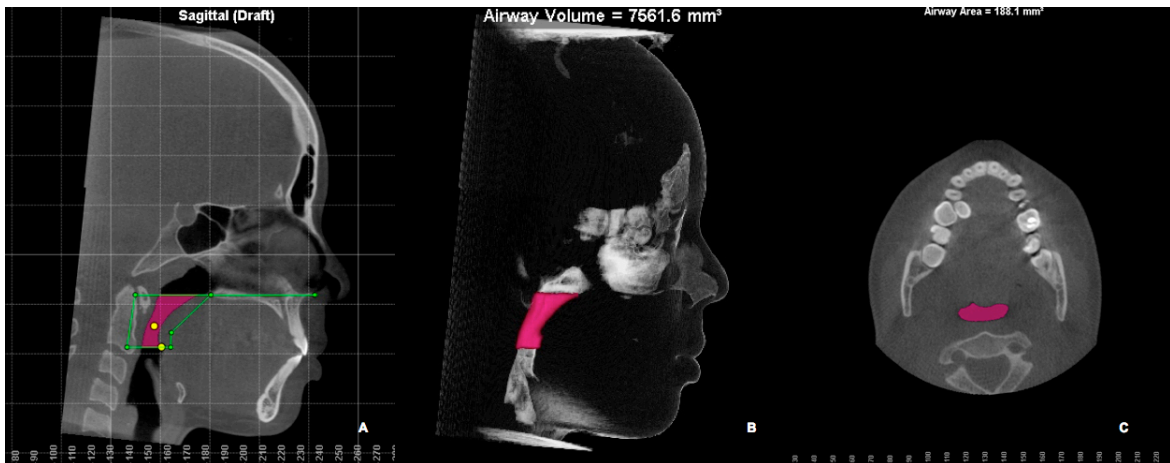


Fig 2. Evaluation of volume and Axmin: A, definition of pharyngeal airspace of interest; B, calculation of volume in the sagittal plane; C, Axmin region in the axial plane.

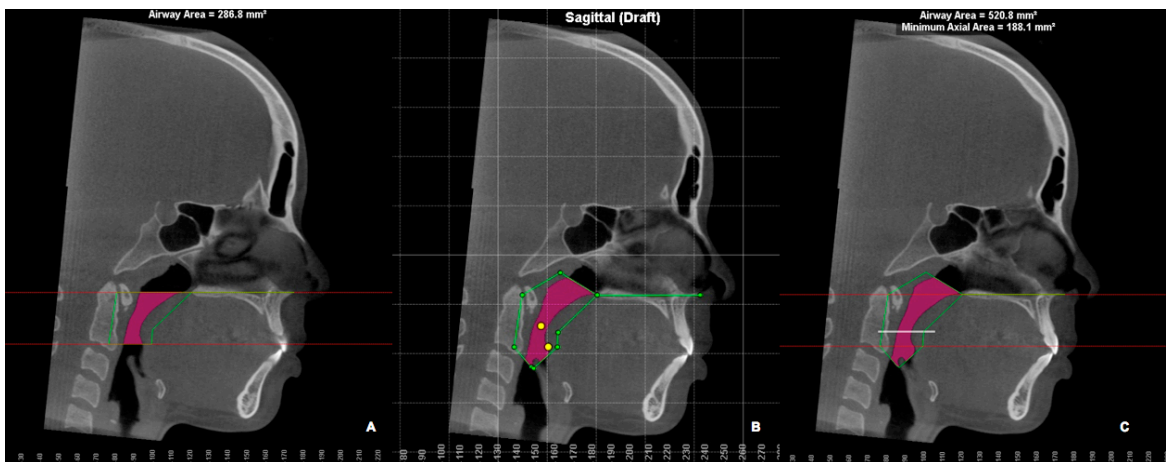


Fig 3. Intervention to define Axmin: A, limits to evaluate Axmin (red lines) positioned over the limits of volume evaluation (green lines); B, extension of limits of volume evaluation; C, Axmin calculation between the limits defined by the red line, without interference over any region.

Definition of the average area of each segment was necessary in order to define its morphological characterization. Average area was determined according to the following ratio: tV/tL . Morphological characterization was then assessed by the following ratio: $Axmin/average\ area^{20,50,51}$. Results allowed characterization of the area distribution over each UA segment as uniform or irregular.

STATISTICAL ANALYSIS

In order to obtain reliability of measurements and certify calibration of examiners, 21 patients were randomly selected and measurements were repeated

in a 2-week interval. Intra-examiner reliability was obtained through intraclass correlation coefficient (ICC). ICC was also used to determine inter-examiner agreement by comparing second measures of both examiners. Examiners were considered calibrated when ICC was above 0.9 for all variables.

After data collection, the Kolmogorov-Smirnov test was conducted in order to evaluate data normality. Since a normal distribution was confirmed, quantitative variables were characterized by average and standard deviation (SD), through descriptive data analysis. ANOVA test was applied to identify statistically significant differences ($p < 0.05$) between groups and Tukey (post hoc) test was used to evaluate which groups differed from each other. At last, linear regression analysis was used, with analysis of graphs, to test the correlation between values for volume and airways minimum axial area, and values for ANB angle, as continuous variables, using sex as subgroups.

RESULTS

Values obtained by intra and inter-examiner ICC test were higher than 0.9 for all variables used to evaluate pharyngeal airspace proposed by this study. Thus, each examiner calibration was confirmed and they were considered able to continue necessary evaluations.

After sample selection, 126 tomographic exams were analyzed. Class I group was composed by 41 patients (26 male and 24 female); Class II group was composed by 45 patients (26 male and 19 female); and Class III group was composed by 40 patients (13 male and 27 female). Descriptive analysis of data and inter-group comparisons are described in Tables 1-4.

Averages and SD for ages, ANB, FMA and CCA angles of each group are described on Table 1. Groups differed only regarding skeletal classification (ANB angle).

Table 1. Inter-group comparison concerning age, ANB, FMA and CCA angles.

	Class III (n=40)	Class I (n=41)	Class II (n=45)
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Age (years)	15.73 (2.09) ^b	14.54 (1.94) ^a	14.62 (1.91) ^a
ANB (°)	-2.01 (2.39) ^c	2.14 (0.63) ^a	6.14 (2.39) ^b
FMA (°)	23.76 (3.36) ^a	24.40 (3.29) ^a	24.76 (3.17) ^a
CCA (°)	98.43 (6.38) ^a	98.87 (5.88) ^a	101.96 (5.37) ^b

^{a,b,c} Different letters, on the same line, demonstrate statistically significant differences ($p < 0.05$).

No significant difference was observed between groups on evaluations made in the MPP. Morphologically, MPP can be characterized as uniform. Average and SD values for tL, tV, Axmin and MPP morphology are disposed on Table 2.

Table 2. Inter-group comparison concerning MPP dimensional and morphological evaluation.

MPP	Class III	Class I	Class II
	(n=40)	(n=41)	(n=45)
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Total length (mm)	45.95 (6.46) ^a	45.88 (5.93) ^a	44.56 (5.50) ^a
Total volume (mm³)	13122.88 (5287.84) ^a	11776.01 (5239.32) ^a	10838.97 (3754.19) ^a
Axmin (mm²)	194.39 (88.33) ^a	161.57 (81.58) ^a	170.41 (73.12) ^a
Morphology (Axmin/average area)	0.68 (0.13) ^a	0.62 (0.14) ^a	0.68 (0.12) ^a

^a Different letters, on the same line, demonstrate statistically significant differences ($p < 0.05$).

Total length (tL) and volume value for Class II individuals on VP region (uniform) were significantly lower than values found for Class III individuals. VP dimensional characterization and morphology are exposed on Table 3.

Table 3. Inter-group comparison concerning VP dimensional and morphological evaluations.

VP	Class III	Class I	Class II
	(n=40)	(n=41)	(n=45)
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Total length (mm)	30.21 (3.41) ^b	29.21 (4.19) ^{a,b}	28.08 (3.87) ^a
Total volume (mm³)	9011.62 (3442.56) ^b	8138.91 (3371.74) ^{a,b}	6863.75 (2627.20) ^a
Axmin (mm²)	220.59 (105.48) ^a	199.80 (100.10) ^a	183.99 (77.58) ^a
Morphology (Axmin/average area)	0.72 (0.12) ^a	0.70 (0.15) ^a	0.86 (0.94) ^a

^{a,b} Different letters, on the same line, demonstrate statistically significant differences ($p < 0.05$).

In contrast, OP presented great uniformity and did not present significant differences between groups on evaluations. Values obtained are described on Table 4.

Table 4. Inter-group comparison concerning OP dimensional and morphological evaluations.

OP	Class III	Class I	Class II
	(n=40)	(n=41)	(n=45)
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
Total length (mm)	15.74 (6.59) ^a	16.67 (5.41) ^a	16.49 (5.68) ^a
Total volume (mm³)	4012.18 (2460.78) ^a	3658.56 (2178.54) ^a	3784.67 (1794.79) ^a
Axmin (mm²)	216.77 (97.37) ^a	182.33 (89.25) ^a	193.16 (76.76) ^a
Morphology (Axmin/average area)	0.86 (0.10) ^a	0.83 (0.10) ^a	0.82 (0.10) ^a

^a Different letters, on the same line, demonstrate statistically significant differences ($p < 0.05$).

Linear regression analysis, conducted in order to evaluate correlation of tV and Axmin values of each airway region with ANB angle, and gender as sub-group, provided negative correlation, because the airway volume and the area of greatest constriction of the UA tended to decrease with the increase of ANB angle in all evaluated segments (Fig. 4, Fig. 5 e Fig. 6).

Correlation with volume presented a statistically significant tendency for the entire sample and both sub-groups in all regions, except OP's, which was significant for male sex only. Axmin analysis demonstrated a significant tendency for the entire sample and for female sub-group on the three evaluated regions (Fig. 4, Fig. 5 e Fig. 6).

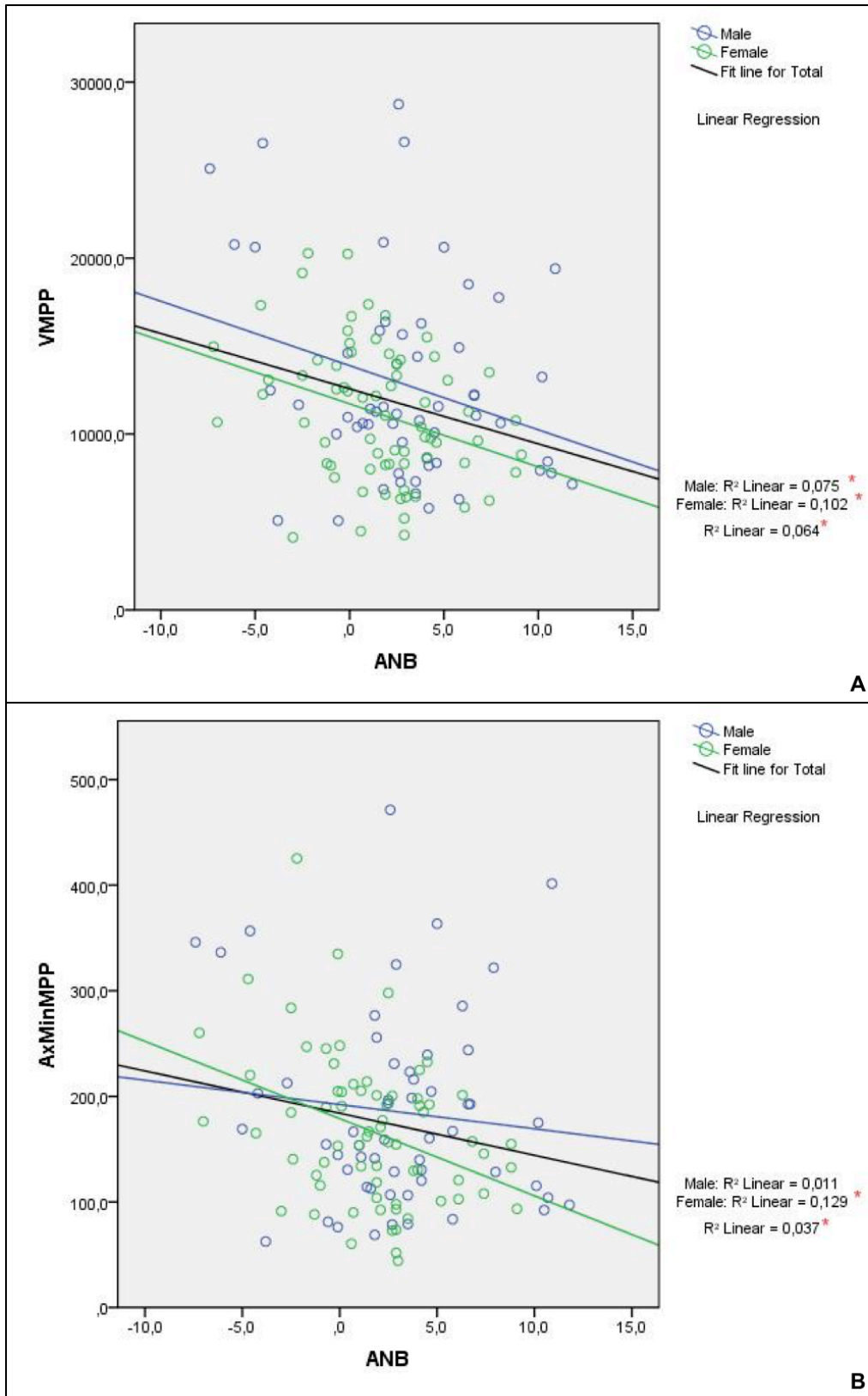


Fig 4. Graph illustrating linear correlation analysis between: A, MPP tv and ANB angle. B, MPP Axmin and ANB angle. * Indicates statistical significance ($p < 0.05$).

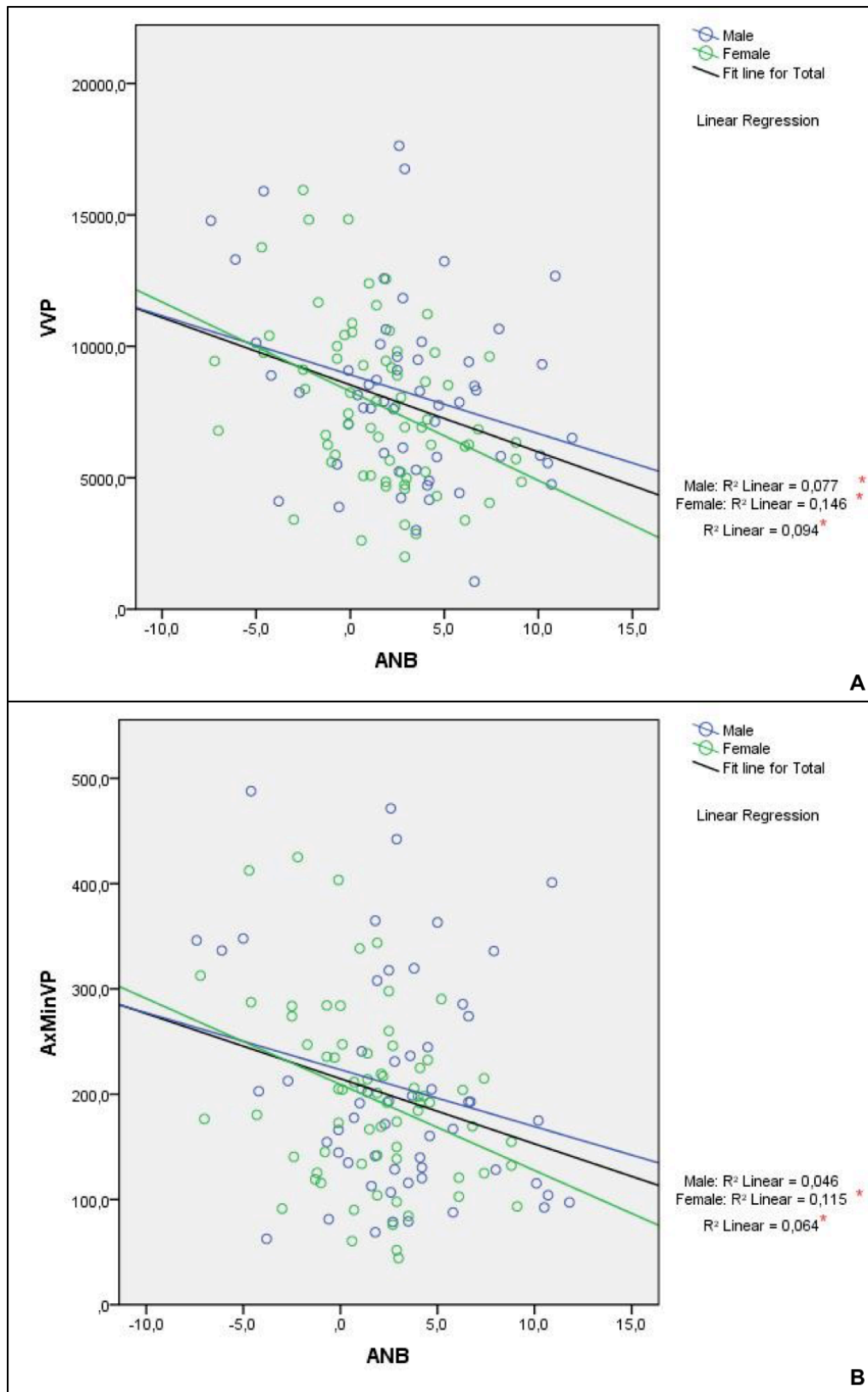


Fig 5. Graph illustrating linear correlation analysis between: A, VP tV and ANB angle. B, VP Axmin and ANB angle. * Indicates statistical significance ($p < 0.05$).

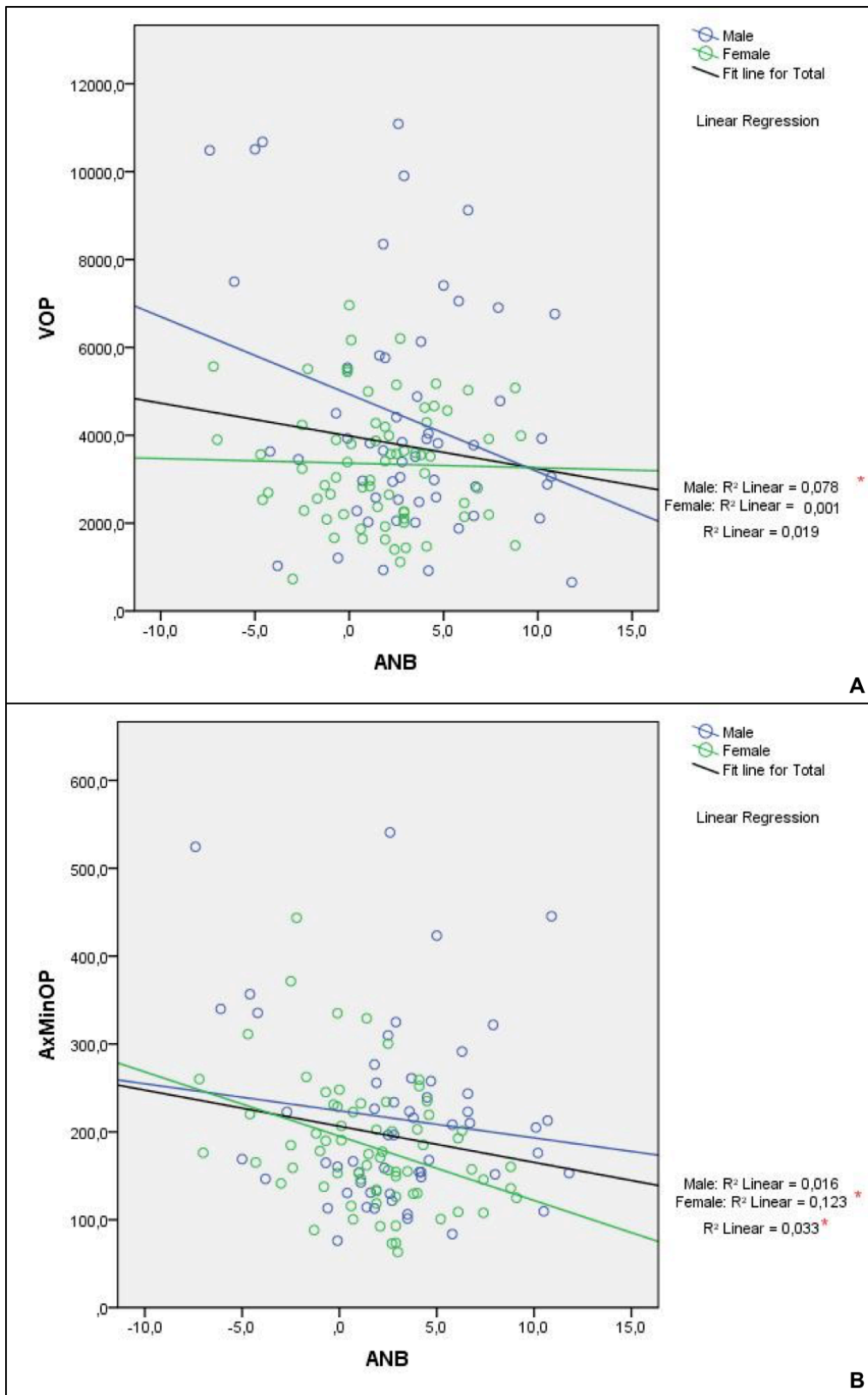


Fig 6. Graph illustrating linear correlation analysis between: A, OP tv and ANB angle. B, OP Axmin and ANB angle. * Indicates statistical significance ($p < 0.05$).

DISCUSSION

During the last decades, several studies tried to correlate UA dimensions and different skeletal malocclusions in the anteroposterior direction ^{11,15,16,18-20,51-57}. However, a recent systematic review focused to clarify if there are differences between UA dimension and different sagittal craniofacial patterns, and concluded that there are insufficient evidence regarding the topic ¹⁴.

This study aimed to analyze, through CBCT, the middle portion of the pharynx, sub-divided into velopharynx and oropharynx, of an expressive number of adolescents organized according to CI I, CI II and CI III skeletal patterns, so that the final quantity of selected individuals represented a sample size necessary to have a power of 90% and significance level of 5%.

Pharyngeal airspace regions to be analyzed were chosen based on results from two preliminary studies that analyzed UA as a whole, trying to understand the complex relationship between pharyngeal airspace and different facial skeletal patterns ^{11,20}. Kim *et al* evaluated healthy pre-adolescents and divided them into two groups (group I: $2^\circ \leq \text{ANB} \leq 5^\circ$; group II: $\text{ANB} > 5^\circ$); they found significant difference between the groups regarding UA total volume, although they did not find significant difference for volume and transverse measures regarding the area in any UA sub-regions ¹¹. Claudino *et al* preliminary study investigated adolescents from all three anteroposterior facial skeletal patterns, divided according to ANB angle and they observed that significant changes in the pharyngeal airspace occurred only within VP and OP regions ²⁰, which confirms the interest of other studies in the literature to evaluate these sub-regions ^{13,16,58}.

In order to reproduce Claudino *et al* methodology, sample's inclusion and exclusion criteria, ANB angle as correlative criteria and the limits defining measured portions remained exactly the same as the authors' ²⁰.

It is noteworthy that the sample used by this study included only normodivergent individuals, in order to keep sample homogeneity equivalent to the preliminary pilot study by Claudino *et al* ²⁰, and so that the number of patients would increase from 54 to 126. No attempt to compare vertical skeletal patterns, since Brito in 2014 compared 197 CBCT in order to evaluate UA in CI II individuals with different vertical skeletal patterns and CI I individuals, and did not observe significant differences between groups for UA volume and morphology ⁵⁹.

Even though there are clinical limitations toward ANB angle, its use as a correlation factor was sustained by Ishikawa *et al* who exposed it as the most reliable indicator to predict maxilla-mandibular interaction, and by Kim *et al* who characterized it as the main anteroposterior cephalometric measure to express significant relationship with UA volume ^{11,60}.

Regarding limits selected for evaluations, there is no consensus in the literature toward this topic, thus, measures standardization is challenging. However, other authors also used the lowest portion of the uvula and the most superior portion of the epiglottis as segmentation guides ^{11,51,61}. Besides, this segmentation divides UA into segments more likely to suffer morphological changes in CI I, II and III individuals.

Although this study found lower MPP values for volume and Axmin within CI II individuals than within CI I and III individuals, differences were not significant between groups, which differed from previous results obtained by Alves *et al*,

where 50 children were divided into CI I ($2^\circ \leq \text{ANB} \leq 5^\circ$) and CI II ($\text{ANB} > 5^\circ$) groups and volume and axial area differed significantly different between groups¹⁹. However, this disagreement probably happened due to the parameter of choice to classify ANB and FMA values of the samples, which were not the same.

EI and Palomo evaluated 140 patients divided into groups with the same ANB values chosen by this study, although the limits they used to characterize oropharynx within their study were different. Therefore, comparing our results to theirs was difficult because the region they used was larger compared to VP and smaller compared to MPP proposed by this study. However, these findings partially confirm the results obtained by Palomo *et al*, who concluded that the volume of the evaluated region from Class II individuals were significantly lower than CI I and CI III individuals, and Axmin from CI II individuals were significantly lower than CI III ones¹⁶.

Regarding sub-divisions, this study obtained VP length, volume and Axmin within CI II individuals lower than CI I and CI II ones, although, statistical significance occurred only between individuals CI II and CI III lengths and volumes; and regarding OP, no significant difference between groups was observed. These findings confirm results obtained by Kim *et al* with 27 children divided into CI I ($2^\circ \leq \text{ANB} \leq 5^\circ$) e CI II ($\text{ANB} > 5^\circ$) groups, who did not verify significant difference between groups regarding UA sub-regions volumes¹¹.

The recent study published by Jayaratne and Zwahlen used the same parameters and limits to evaluate 62 patients divided into CI II and CI III. Retropalatal and retroglossal regions, correspondent to VP and OP, respectively. They demonstrated significant results regarding volume and minimum axial area;

however, total length and morphology were not significant. Although their evaluations were similar to the ones we used, ANB parameters used to define groups were not clear, which could explain disagreement of some results, due to the fact that samples choice expressing more or less discrepancies of bones, might influence results ⁵¹.

Significance level of comparisons between groups did not completely confirm preliminary results found by Claudino *et al*, in which VP from CI II individuals presented minimum axial area significantly lower and increased morphological variation compared to CI I and III, and for OP, minimum axial area values from CI II individuals were significantly lower than CI III ²⁰.

Besides, this study could identify negative correlation between volume and minimum axial area, according to ANB angle augmentation for all regions evaluated (MPP and its sub-divisions, VP and OP). UA volume correlation demonstrated that this tendency was significant for both gender in MPP and VP regions, while in OP it was significant only for male sex, which confirms Claudino *et al* results ²⁰. Axmin correlation was significant for the entire sample, mainly, within female gender. As UA Axmin and volume are deeply connected to evaluate predisposed and/or OSAHS patients ⁴⁹, information concerning the existence of increased ANB, indicating significant tendency for lower Axmin and volumes, is essential.

This finding is significant for practitioners, because it confirms the importance of 3D images and UA evaluation for orthosurgical treatment and several other orthodontic treatment plans. Chen *et al* evaluated 40 maxillary biprotrusion treatments combined with 4 premolar extractions and concluded that

extensive incisors retraction can promote reduction of tongue space in the sagittal direction, which would press against soft palate, resulting in UA adaptation and, consequently, its narrowing ⁶². This approach on patients presenting biprotrusion and potential to develop OSAHS should be better studied.

It is important to consider that the average age in this study was 14.96 years, as patients were aged between 13 and 20, a period of stable UA structures growth ²⁰. Aging is marked by augmentation of tissues surrounding UA and its consequent narrowing ^{63,64}. Besides, risk factors for OSAHS usually increase in adult life, such as obesity, predisposing older individuals of specific skeletal patterns to develop obstructive sleep apnea ⁶⁵.

UA is characterized by high variability. Evaluating the patient as a whole, focusing on craniofacial complex functional improvement is the orthodontist's responsibility, as the proposed treatment can improve patients' respiratory condition, decreasing chances of future problems, or can functionally compromise UA and predispose individuals to develop respiratory disorders during sleep.

CONCLUSION

In general, MPP did not present significant differences on morphological, volumetric and minimum axial area evaluations between groups Class I, II and III;

Regarding sub-divisions, significant differences were found for VP total length and volume between individuals Class II and III;

Pharyngeal airways volume and Axmin tended to decrease with the increase of ANB angle (negative correlation) in all evaluated segments.

REFERENCES

1. Angle EH. Treatment of malocclusions of the teeth; 1907.
2. Shapiro PA. Effects of nasal obstruction on facial development. *J Allergy Clin Immunol* 1988;81:967-971.
3. Linder-Aronson S. Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx. *Trans Eur Orthod Soc* 1974:177-186.
4. McNamara JA. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod* 1981;51:269-300.
5. Bresolin D, Shapiro PA, Shapiro GG, Chapko MK, Dassel S. Mouth breathing in allergic children: its relationship to dentofacial development. *Am J Orthod* 1983;83:334-340.
6. Harvold EP, Tomer BS, Vargervik K, Chierici G. Primate experiments on oral respiration. *Am J Orthod* 1981;79:359-372.
7. Ricketts RM. Respiratory obstruction syndrome. *Am J Orthod* 1968;54:495-507.
8. Kluemper GT, Vig PS, Vig KW. Nasorespiratory characteristics and craniofacial morphology. *Eur J Orthod* 1995;17:491-495.
9. Tourné LP. Growth of the pharynx and its physiologic implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:129-139.
10. Trenouth MJ, Timms DJ. Relationship of the functional oropharynx to craniofacial morphology. *Angle Orthod* 1999;69:419-423.
11. 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;137:306.e301-311; discussion 306-307.
12. Indriksone I, Jakobsone G. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. *Angle Orthod* 2015;85:874-880.

13. 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;136:318.e311-319; discussion 318-319.
14. Indriksone I, Jakobsone G. The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: a systematic review. *Stomatologija* 2014;16:109-117.
15. Grauer D, Cevidanes LS, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:805-814.
16. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:e511-521.
17. El H, Palomo JM. An airway study of different maxillary and mandibular sagittal positions. *Eur J Orthod* 2013;35:262-270.
18. Ceylan I, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:69-75.
19. Alves M, Franzotti ES, Baratieri C, Nunes LK, Nojima LI, Ruellas AC. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;41:814-819.
20. Claudino LV, Mattos CT, Ruellas AC, Sant' Anna EF. Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:799-809.
21. Kerr WJ. The nasopharynx, face height, and overbite. *Angle Orthod* 1985;55:31-36.
22. Watson RM, Warren DW, Fischer ND. Nasal resistance, skeletal classification, and mouth breathing in orthodontic patients. *Am J Orthod* 1968;54:367-379.

23. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:768-776.
24. Muto T, Yamazaki A, Takeda S, Sato Y. Accuracy of predicting the pharyngeal airway space on the cephalogram after mandibular setback surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66:1099-1103.
25. Guijarro-Martínez R, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2011;40:1227-1237.
26. Montgomery WM, Vig PS, Staab EV, Matteson SR. Computed tomography: a three-dimensional study of the nasal airway. *Am J Orthod* 1979;76:363-375.
27. Lenza MG, Lenza MM, 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;13:96-105.
28. Schwab RJ, Goldberg AN. Upper airway assessment: radiographic and other imaging techniques. *Otolaryngol Clin North Am* 1998;31:931-968.
29. Ucar FI, Uysal T. Orofacial airway dimensions in subjects with Class I malocclusion and different growth patterns. *Angle Orthod* 2011;81:460-468.
30. 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;135:468-479.
31. Hechler SL. Cone-beam CT: applications in orthodontics. *Dent Clin North Am* 2008;52:809-823, vii.

32. Ghoneima A, Kula K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *Eur J Orthod* 2013;35:256-261.
33. Yamashina A, Tanimoto K, Sutthiprapaporn P, Hayakawa Y. The reliability of computed tomography (CT) values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone beam CT: comparison with multidetector CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:245-251.
34. Mattos CT, Cruz CV, da Matta TC, Pereira LeA, Solon-de-Mello PeA, Ruellas AC et al. Reliability of upper airway linear, area, and volumetric measurements in cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:188-197.
35. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008;106:106-114.
36. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol* 2009;71:461-468.
37. Mah JK, Danforth RA, Bumann A, Hatcher D. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2003;96:508-513.
38. Chinem LA, Vilella BeS, Maurício CL, Canevaro LV, Deluiz LF, Vilella OeV. Digital orthodontic radiographic set versus cone-beam computed tomography: an evaluation of the effective dose. *Dental Press J Orthod*. 2016;21(4):66-72.
39. Qahtani ND. Impact of different orthodontic treatment modalities on Airway: A literature review. *Pak J Med Sci*. 2016;32(1):249-52.

40. Turnbull NR, Battagel JM. The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep. *J Orthod* 2000;27:235-247.
41. Mehra P, Downie M, Pita MC, Wolford LM. Pharyngeal airway space changes after counterclockwise rotation of the maxillomandibular complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120:154-159.
42. Goncalves JR, Buschang PH, Goncalves DG, Wolford LM. Postsurgical stability of oropharyngeal airway changes following counter-clockwise maxillo-mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2006;64:755-762.
43. Raffaini M, Pisani C. Clinical and cone-beam computed tomography evaluation of the three-dimensional increase in pharyngeal airway space following maxillo-mandibular rotation-advancement for Class II-correction in patients without sleep apnoea (OSA). *J Craniomaxillofac Surg* 2013;41:552-557.
44. Kochar GD, Chakranarayan A, Kohli S, Kohli VS, Khanna V, Jayan B et al. Effect of surgical mandibular advancement on pharyngeal airway dimensions: a three-dimensional computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016;45:553-559.
45. Guilleminault C, Riley R, Powell N. Sleep apnea in normal subjects following mandibular osteotomy with retrusion. *Chest* 1985;88:776-778.
46. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C, Ware W. Obstructive sleep apnea syndrome following surgery for mandibular prognathism. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:450-452.
47. Kim HS, Kim GT, Kim S, Lee JW, Kim EC, Kwon YD. Three-dimensional evaluation of the pharyngeal airway using cone-beam computed tomography following bimaxillary orthognathic surgery in skeletal class III patients. *Clin Oral Investig* 2015.

48. Pandis N. Sample calculations for comparison of 2 means. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141:519-521.
49. Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:102-108.
50. Van Holsbeke C, De Backer J, Vos W, Verdonck P, Van Ransbeeck P, Claessens T et al. Anatomical and functional changes in the upper airways of sleep apnea patients due to mandibular repositioning: a large scale study. *J Biomech* 2011;44:442-449.
51. Jayaratne YS, Zwahlen RA. The Oropharyngeal Airway in Young Adults with Skeletal Class II and Class III Deformities: A 3-D Morphometric Analysis. *PLoS One* 2016;11:e0148086.
52. de Freitas MR, Alcazar NM, Janson G, de Freitas KM, Henriques JF. Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:742-745.
53. Alves PV, 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;19:1497-1507.
54. Oh KM, Hong JS, Kim YJ, Cevitanes LS, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns. *Angle Orthod* 2011;81:1075-1082.
55. Memon S, Fida M, Shaikh A. Comparison of different craniofacial patterns with pharyngeal widths. *J Coll Physicians Surg Pak* 2012;22:302-306.
56. Dalmau E, Zamora N, Tarazona B, Gandia JL, Paredes V. A comparative study of the pharyngeal airway space, measured with cone beam computed

tomography, between patients with different craniofacial morphologies. *J Craniomaxillofac Surg* 2015;43:1438-1446.

57. 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* 2015;18:1-11.

58. Valiathan M, El H, Hans MG, Palomo MJ. Effects of extraction versus non-extraction treatment on oropharyngeal airway volume. *Angle Orthod* 2010;80:1068-1074.

59. Brito FC. Estudo tridimensional das vias aéreas superiores nos diferentes padrões esqueléticos da maloclusão de Classe II: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2015.

60. Ishikawa H, Nakamura S, Iwasaki H, Kitazawa S. Seven parameters describing anteroposterior jaw relationships: postpubertal prediction accuracy and interchangeability. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:714-720.

61. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S71-78.

62. Chen Y, Hong L, Wang CL, Zhang SJ, Cao C, Wei F, et al. Effect of large incisor retraction on upper airway morphology in adult bimaxillary protrusion patients. *Angle Orthod*. 2012;82(6):964-70.

63. Johnston CD, Richardson A. Cephalometric changes in adult pharyngeal morphology. *Eur J Orthod*. 1999;21(4):357-62.

64. Martin SE, Mathur R, Marshall I, Douglas NJ. The effect of age, sex, obesity and posture on upper airway size. *Eur Respir J*. 1997;10(9):2087-90.

65. Martins AB, Tufik S, Moura SM. Physiopathology of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. *J Bras Pneumol.* 2007;33(1):93-100.

5 CONCLUSÃO

Os resultados desse estudo nos permitiram concluir que:

5.1 CONCLUSÃO GERAL

Existe uma tendência de quanto maior for o ângulo ANB apresentado por um indivíduo, menor será o volume e área axial mínima das VAS.

5.1 CONCLUSÃO ESPECÍFICA

NA PMF como um todo não foram encontradas diferenças significativas nas avaliações morfológicas, volumétricas e de área axial mínima entre os grupos CI I, II e III.

Já nas suas subdivisões, foram encontradas nos indivíduos CI II valores menores para comprimento total e volume da VF com diferença significativa em relação a indivíduos CI III e não foram encontradas diferenças significativas nas avaliações feitas da OF entre os grupos.

6 RECOMENDAÇÕES

Sugere-se para futuras pesquisas comparações das avaliações das VAS antes e depois de tratamentos ortodônticos, com diferentes abordagens de tratamentos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOUDARA, C. et al. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 135, n. 4, p. 468-79, Apr 2009. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19361733> >.

ABRAMSON, Z. et al. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy in patients with obstructive sleep apnea. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 68, n. 2, p. 354-62, Feb 2010. ISSN 1531-5053. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20116708> >.

ALVES, P. V. et al. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. **J Craniofac Surg**, v. 19, n. 6, p. 1497-507, Nov 2008. ISSN 1536-3732. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19098539> >.

_____. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 41, n. 7, p. 814-9, Jul 2012. ISSN 1399-0020. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22365893> >.

ANGLE, E. H. **Treatment of malocclusions of the teeth** 1907.

AYAPPA, I.; RAPOPORT, D. M. The upper airway in sleep: physiology of the pharynx. **Sleep Med Rev**, v. 7, n. 1, p. 9-33, Feb 2003. ISSN 1087-0792. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12586528> >.

BARATIERI, C. et al. Changes in skeletal and dental relationship in Class II Division I malocclusion after rapid maxillary expansion: a prospective study. **Dental Press J Orthod**, v. 19, n. 3, p. 75-81, 2014 May-Jun 2014. ISSN 2177-6709. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25162569> >.

BOHLMAN, M. E. et al. CT demonstration of pharyngeal narrowing in adult obstructive sleep apnea. **AJR Am J Roentgenol**, v. 140, n. 3, p. 543-8, Mar 1983. ISSN 0361-803X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6600549> >.

BRESOLIN, D. et al. Mouth breathing in allergic children: its relationship to dentofacial development. **Am J Orthod**, v. 83, n. 4, p. 334-40, Apr 1983. ISSN 0002-9416. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6573147> >.

BRITO, F. C. Estudo tridimensional das vias aéreas superiores nos diferentes padrões esqueléticos da maloclusão de Classe II. 2015. Departamento de Odontopediatria e Ortodontia - Faculdade de Odontologia da UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CEYLAN, I.; OKTAY, H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 108, n. 1, p. 69-75, Jul 1995. ISSN 0889-5406. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7598107> >.

CHEN, Y. et al. Effect of large incisor retraction on upper airway morphology in adult bimaxillary protrusion patients. *Angle Orthod*, v. 82, n. 6, p. 964-70, Nov 2012. ISSN 1945-7103. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22462464> >.

CHINEM, L. A. et al. Digital orthodontic radiographic set versus cone-beam computed tomography: an evaluation of the effective dose. *Dental Press J Orthod*, v. 21, n. 4, p. 66-72, 2016 Jul-Aug 2016. ISSN 2177-6709. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27653266> >.

CLAUDINO, L. V. et al. Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: a preliminary study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 143, n. 6, p. 799-809, Jun 2013. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23726330> >.

DALMAU, E. et al. A comparative study of the pharyngeal airway space, measured with cone beam computed tomography, between patients with different craniofacial morphologies. *J Craniomaxillofac Surg*, v. 43, n. 8, p. 1438-46, Oct 2015. ISSN 1878-4119. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26189145> >.

DE FREITAS, M. R. et al. Upper and lower pharyngeal airways in subjects with Class I and Class II malocclusions and different growth patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 130, n. 6, p. 742-5, Dec 2006. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17169736> >.

DI CARLO, G. et al. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res*, v. 18, n. 1, p. 1-11, Feb 2015. ISSN 1601-6343. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25237711> >.

EL, H.; PALOMO, J. M. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. ***Am J Orthod Dentofacial Orthop***, v. 139, n. 6, p. e511-21, Jun 2011. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21640863> >.

_____. An airway study of different maxillary and mandibular sagittal positions. ***Eur J Orthod***, v. 35, n. 2, p. 262-70, Apr 2013. ISSN 1460-2210. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22045695> >.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 5ª edição. Positivo, 2010.

GHONEIMA, A.; KULA, K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. ***Eur J Orthod***, v. 35, n. 2, p. 256-61, Apr 2013. ISSN 1460-2210. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21832270> >.

GOLDBERG, A. N.; SCHWAB, R. J. Identifying the patient with sleep apnea: upper airway assessment and physical examination. **Otolaryngol Clin North Am**, v. 31, n. 6, p. 919-30, Dec 1998. ISSN 0030-6665. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030666505700992> >.

GONCALVES, J. R. et al. Postsurgical stability of oropharyngeal airway changes following counter-clockwise maxillo-mandibular advancement surgery. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 64, n. 5, p. 755-62, May 2006. ISSN 0278-2391. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16631481> >.

GRAUER, D. et al. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 136, n. 6, p. 805-14, Dec 2009. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19962603> >.

GUIJARRO-MARTÍNEZ, R.; SWENNEN, G. R. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 40, n. 11, p. 1227-37, Nov 2011. ISSN 1399-0020. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21764260> >.

GUILLEMINAULT, C.; RILEY, R.; POWELL, N. Sleep apnea in normal subjects following mandibular osteotomy with retrusion. **Chest**, v. 88, n. 5, p. 776-8, Nov 1985. ISSN 0012-3692. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4053722> >.

HARVOLD, E. P. et al. Primate experiments on oral respiration. **Am J Orthod**, v. 79, n. 4, p. 359-72, Apr 1981. ISSN 0002-9416. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6939331> >.

HECHLER, S. L. Cone-beam CT: applications in orthodontics. **Dent Clin North Am**, v. 52, n. 4, p. 809-23, vii, Oct 2008. ISSN 0011-8532. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18805230> >.

INDRIKSONE, I.; JAKOBSONE, G. The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: a systematic review. **Stomatologija**, v. 16, n. 3, p. 109-17, 2014. ISSN 1822-301X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25471995> >.

_____. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. **Angle Orthod**, v. 85, n. 5, p. 874-80, Sep 2015. ISSN 1945-7103. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25363812> >.

ISHIKAWA, H. et al. Seven parameters describing anteroposterior jaw relationships: postpubertal prediction accuracy and interchangeability. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 117, n. 6, p. 714-20, Jun 2000. ISSN 0889-5406. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10842115> >.

IWASAKI, T. et al. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial**

Orthop, v. 136, n. 3, p. 318.e1-9; discussion 318-9, Sep 2009. ISSN 1097-6752.
Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19732662> >.

JAYARATNE, Y. S.; ZWAHLEN, R. A. The Oropharyngeal Airway in Young Adults with Skeletal Class II and Class III Deformities: A 3-D Morphometric Analysis. **PLoS One**, v. 11, n. 2, p. e0148086, 2016. ISSN 1932-6203. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26901313> >.

JOHNSTON, C. D.; RICHARDSON, A. Cephalometric changes in adult pharyngeal morphology. *Eur J Orthod*, v. 21, n. 4, p. 357-62, Aug 1999. ISSN 0141-5387. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10502898> >.

KERR, W. J. The nasopharynx, face height, and overbite. **Angle Orthod**, v. 55, n. 1, p. 31-6, Jan 1985. ISSN 0003-3219. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3856405> >.

KIM, H. S. et al. Three-dimensional evaluation of the pharyngeal airway using cone-beam computed tomography following bimaxillary orthognathic surgery in skeletal class III patients. **Clin Oral Investig**, Sep 2015. ISSN 1436-3771. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26330061> >.

KIM, Y. J. et al. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 137, n. 3, p. 306.e1-11; discussion 306-7, Mar

2010. ISSN 1097-6752. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20197163>>.

KLUEMPER, G. T.; VIG, P. S.; VIG, K. W. Nasorespiratory characteristics and craniofacial morphology. **Eur J Orthod**, v. 17, n. 6, p. 491-5, Dec 1995. ISSN 0141-5387. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8682165> >.

KOCHAR, G. D. et al. Effect of surgical mandibular advancement on pharyngeal airway dimensions: a three-dimensional computed tomography study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 45, n. 5, p. 553-9, May 2016. ISSN 1399-0020. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26691933> >.

KUMAR, V. et al. Comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 36, n. 5, p. 263-9, Jul 2007. ISSN 0250-832X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17586852> >.

LENZA, M. G. et al. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. **Orthod Craniofac Res**, v. 13, n. 2, p. 96-105, May 2010. ISSN 1601-6343. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20477969> >.

LINDER-ARONSON, S. Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx. **Trans Eur Orthod Soc**, p. 177-86, 1974. Disponível em: < <http://ac.els-cdn.com/0002941674901535/1-s2.0-0002941674901535->

main.pdf?_tid=bd46fb2e-cac0-11e5-bbbd-

00000aab0f27&acdnat=1454536666_977f9632bbfb519b808f4fa8468f5f6d >.

LOUBELE, M. et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. **Eur J Radiol**, v. 71, n. 3, p. 461-8, Sep 2009. ISSN 1872-7727. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18639404> >.

LOWE, A. A. et al. Three-dimensional CT reconstructions of tongue and airway in adult subjects with obstructive sleep apnea. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 90, n. 5, p. 364-74, Nov 1986. ISSN 0889-5406. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3465231> >.

LUDLOW, J. B.; IVANOVIC, M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 106, n. 1, p. 106-14, Jul 2008. ISSN 1528-395X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18504152> >.

MAH, J. K. et al. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 96, n. 4, p. 508-13, Oct 2003. ISSN 1079-2104. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14561979> >.

MARTIN, S. E. et al. The effect of age, sex, obesity and posture on upper airway size. **Eur Respir J**, v. 10, n. 9, p. 2087-90, Sep 1997. ISSN 0903-1936. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9311508> >.

MARTINS, A. B.; TUFIK, S.; MOURA, S. M. Physiopathology of obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 1, p. 93-100, Jan-Feb 2007. ISSN 1806-3713. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17568874> >.

MATTOS, C. T. et al. Reliability of upper airway linear, area, and volumetric measurements in cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 145, n. 2, p. 188-97, Feb 2014. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24485733> >.

MCNAMARA, J. A. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. **Angle Orthod**, v. 51, n. 4, p. 269-300, Oct 1981. ISSN 0003-3219. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6947703> >.

MEHRA, P. et al. Pharyngeal airway space changes after counterclockwise rotation of the maxillomandibular complex. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 120, n. 2, p. 154-9, Aug 2001. ISSN 0889-5406. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11500657> >.

MEMON, S.; FIDA, M.; SHAIKH, A. Comparison of different craniofacial patterns with pharyngeal widths. **J Coll Physicians Surg Pak**, v. 22, n. 5, p. 302-6, May

2012. ISSN 1681-7168. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22538035>>.

MONTGOMERY, W. M. et al. Computed tomography: a three-dimensional study of the nasal airway. **Am J Orthod**, v. 76, n. 4, p. 363-75, Oct 1979. ISSN 0002-9416. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/291340> >.

MUTO, T. et al. The effect of head posture on the pharyngeal airway space (PAS). **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 31, n. 6, p. 579-83, Dec 2002. ISSN 0901-5027. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12521311> >.

_____. Accuracy of predicting the pharyngeal airway space on the cephalogram after mandibular setback surgery. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 66, n. 6, p. 1099-103, Jun 2008. ISSN 1531-5053. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18486773>>.

NETTER, F. H. **Atlas de Anatomia Humana**. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2000.

OGAWA, T. et al. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 103, n. 1, p. 102-8, Jan 2007. ISSN 1528-395X. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17178502>>.

OH, K. M. et al. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns. *Angle Orthod*, v. 81, n. 6, p. 1075-82, Nov 2011. ISSN 1945-7103. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21524242> >.

PANDIS, N. Sample calculations for comparison of 2 means. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 141, n. 4, p. 519-21, Apr 2012. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22464536> >.

QAHTANI, N. D. Impact of different orthodontic treatment modalities on Airway: A literature review. *Pak J Med Sci*, v. 32, n. 1, p. 249-52, 2016 Jan-Feb 2016. ISSN 1682-024X. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27022385> >.

RAFFAINI, M.; PISANI, C. Clinical and cone-beam computed tomography evaluation of the three-dimensional increase in pharyngeal airway space following maxillo-mandibular rotation-advancement for Class II-correction in patients without sleep apnoea (OSA). **J Craniomaxillofac Surg**, v. 41, n. 7, p. 552-7, Oct 2013. ISSN 1878-4119. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23312953> >.

RICKETTS, R. M. Respiratory obstruction syndrome. **Am J Orthod**, v. 54, n. 7, p. 495-507, Jul 1968. ISSN 0002-9416. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5240645> >.

RILEY, R. W. et al. Obstructive sleep apnea syndrome following surgery for mandibular prognathism. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 45, n. 5, p. 450-2, May 1987. ISSN 0278-2391. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3471930> >.

RYAN, C. M.; BRADLEY, T. D. Pathogenesis of obstructive sleep apnea. **J Appl Physiol (1985)**, v. 99, n. 6, p. 2440-50, Dec 2005. ISSN 8750-7587. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16288102> >.

SCHWAB, R. J.; GOLDBERG, A. N. Upper airway assessment: radiographic and other imaging techniques. **Otolaryngol Clin North Am**, v. 31, n. 6, p. 931-68, Dec 1998. ISSN 0030-6665. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0030666505701006> >.

SHAPIRO, P. A. Effects of nasal obstruction on facial development. **J Allergy Clin Immunol**, v. 81, n. 5 Pt 2, p. 967-71, May 1988. ISSN 0091-6749. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0091674988901625> >.

TOURNÉ, L. P. Growth of the pharynx and its physiologic implications. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 99, n. 2, p. 129-39, Feb 1991. ISSN 0889-5406. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1990822> >.

TRENOUTH, M. J.; TIMMS, D. J. Relationship of the functional oropharynx to craniofacial morphology. **Angle Orthod**, v. 69, n. 5, p. 419-23, Oct 1999. ISSN 0003-3219. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10515139> >.

TSO, H. H. et al. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 108, n. 5, p. 768-76, Nov 2009. ISSN 1528-395X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19716716> >.

TURNBULL, N. R.; BATTAGEL, J. M. The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep. **J Orthod**, v. 27, n. 3, p. 235-47, Sep 2000. ISSN 1465-3125. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11099556> >.

UCAR, F. I.; UYSAL, T. Orofacial airway dimensions in subjects with Class I malocclusion and different growth patterns. **Angle Orthod**, v. 81, n. 3, p. 460-8, May 2011. ISSN 1945-7103. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21299381> >.

VALIATHAN, M. et al. Effects of extraction versus non-extraction treatment on oropharyngeal airway volume. **Angle Orthod**, v. 80, n. 6, p. 1068-74, Nov 2010. ISSN 1945-7103. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20677956> >.

VAN HOLSBEKE, C. et al. Anatomical and functional changes in the upper airways of sleep apnea patients due to mandibular repositioning: a large scale study. **J Biomech**, v. 44, n. 3, p. 442-9, Feb 2011. ISSN 1873-2380. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20970801> >.

WATSON, R. M.; WARREN, D. W.; FISCHER, N. D. Nasal resistance, skeletal classification, and mouth breathing in orthodontic patients. **Am J Orthod**, v. 54, n. 5, p. 367-79, May 1968. ISSN 0002-9416. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5238999> >.


YAMASHINA, A. et al. The reliability of computed tomography (CT) values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone beam CT: comparison with multidetector CT. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 37, n. 5, p. 245-51, Jul 2008. ISSN 0250-832X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18606745> >.

YANG, C.; WOODSON, B. T. Upper airway physiology and obstructive sleep-disordered breathing. **Otolaryngol Clin North Am**, v. 36, n. 3, p. 409-21, Jun 2003. ISSN 0030-6665. Disponível em: < <http://www.oto.theclinics.com/article/S0030-6665%2803%2900017-3/fulltext> >.

ZHAO, Y. et al. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 137, n. 4 Suppl, p. S71-8, Apr 2010. ISSN 1097-6752. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20381764> >.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1: Termo de responsabilidade para utilização do banco de dados da disciplina de ortodontia




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ODONTOPEDIATRIA E ORTODONTIA

PARA UTILIZAÇÃO DE BANCO DE DADOS DA DISCIPLINA DE ORTODONTIA

Eu, Margareth Maria Gomes de Souza, Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Ortodontia) da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, autorizo o acesso ao arquivo da Clínica da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFRJ, localizado na Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco, 325 Ilha do Fundão – Rio de Janeiro – RJ – Brasil, para fins de pesquisa de Dissertação de Mestrado Intitulada: "ANÁLISE TRIDIMENSIONAL DO ESPAÇO AÉREO FARÍNGEO DE PACIENTES COM DIFERENTES PADRÕES ESQUELÉTICOS".

Responsabilizo-me, juntamente com Eduardo Franzotti Sant'Anna, Professor Doutor da Faculdade de Odontologia da UFRJ e Priscilla de Almeida Solon de Mello, aluna do Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Ortodontia da UFRJ, a privacidade de seus conteúdos, como preconizam os Documentos Internacionais e a Res. 196/96 do Ministério da Saúde e o Código Penal Brasileiro.

Rio de Janeiro, 20 de outubro de 2014.


MARGARETH MARIA GOMES DE SOUZA
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Faculdade de Odontologia - UFRJ

Avenida: Professor Rodolpho Paulo Rocco, 325.
Cidade Universitária – Ilha do Fundão
CEP: 21941-617 – Rio de Janeiro – RJ
Tel.(0xx21)3938-2015 2590-9771
E-mail: posgrad@ortodontia.ufrj.br

8.2 ANEXO 2: Parecer do comitê de ética em pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ESTUDOS DE SAÚDE COLETIVA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER Nº110/2011
PROCESSO Nº33/2011

Projeto de Pesquisa: Análise tridimensional do espaço aéreo faríngeo de pacientes com diferentes padrões esqueléticos.

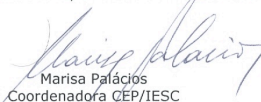
Pesquisador: Eduardo Franzotti Sant'Anna

O Comitê de Ética em Pesquisa, tendo em vista o que dispõe a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, resolve APROVAR o presente projeto.

Informamos que o CEP está à disposição do pesquisador para quaisquer esclarecimentos ou orientação que se façam necessários no decorrer da pesquisa.

Lembramos que o pesquisador deverá apresentar relatório da pesquisa no prazo de um ano a partir desta data.

Cidade Universitária, 14 de setembro de 2011.


Marisa Palácios
Coordenadora CEP/IESC