

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Centro de Ciências da Saúde

Faculdade de Odontologia

**EFEITOS DO POSICIONAMENTO SAGITAL DA MANDÍBULA
NA MORFOMETRIA DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES**

Michelle da Silveira Guimarães

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

2022

**EFEITOS DO POSICIONAMENTO SAGITAL DA MANDÍBULA
NA MORFOMETRIA DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES**

MICHELLE DA SILVEIRA GUIMARÃES, CD

Orientadora: Profa. Dra. MATILDE DA CUNHA GONÇALVES NOJIMA

**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).**

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna
CD, MO, DO

Prof. Dr. Jonas Capelli Junior
CD, MO, DO

Profa. Dra. Luciana Rougemont Squeff
CD, MO, DO

Rio de Janeiro

2022

Ficha Catalográfica

GUIMARÃES, Michelle da Silveira

Efeitos do posicionamento sagital da mandíbula na morfometria das vias aéreas superiores. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2022.

xix, 52f.

Dissertação: Mestrado em Odontologia (Ortodontia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Faculdade de Odontologia, 2022.

1. Vias aéreas

2. Mandíbula

3. Tomografia

4. Teses

I. Título

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

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Linha de Pesquisa do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UFRJ (Área de Concentração em Ortodontia):
Avaliação do crescimento e do desenvolvimento da face e do aparelho mastigador.

Plataforma Sucupira

Projeto: Aspectos influentes no diagnóstico, planejamento e resultados do tratamento ortodôntico.

Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (CEP-HUCFF)

Projeto: Efeitos dos diferentes padrões de posicionamento anteroposterior da mandíbula sobre o formato e tamanho do canal de passagem de ar do nariz e da garganta.

Comitê de Ética Nº Permissão: 4.610.252

CAAE: 41967120.4.0000.525

DEDICO

Aos meus pais, **Eliana da Silveira Guimarães** e **Mario Sergio Pinto Guimarães**, pelo incansável cuidado, dedicação e amor que me disponibilizaram ao longo da vida. Vocês sempre me impulsionaram a buscar a melhor versão de mim e se empenharam em tornar os caminhos menos tortuosos para a minha caminhada. Sou grata por todo o esforço, abdições e responsabilidades que vocês tiveram que lidar para me oferecer o melhor. Nenhuma dedicatória ou agradecimento jamais será suficiente para retribuir tudo que vocês fizeram e fazem por mim. Eu amo vocês!

Ao meu marido, **Maxwel Racca de Azevedo**, pelo companheirismo, amizade e respeito, por estar ao meu lado para minimizar os obstáculos que surgem e por apoiar com determinação as minhas escolhas. Sou muito grata pelo cuidado que você tem comigo. Eu amo você!

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, por se manter tão presente na minha vida, me sustentando e dando forças para eu permanecer de pé frente às dificuldades. Por ser tão bondoso em colocar pessoas tão especiais no meu caminho e oportunidades que possibilitam meu crescimento pessoal e profissional.

À minha **família** e **amigos**, por entenderem e respeitarem o meu afastamento diante da rotina do mestrado. Agradeço pelas vibrações positivas, pelas palavras de apoio e todo o carinho que me destinaram.

À minha orientadora **Profa. Dra. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima**, pelo empenho em todas as funções em que se propõe em executar. A senhora é tão gentil quanto competente. Obrigada pela dedicação e cuidado para que fizéssemos um lindo trabalho. Obrigada pelo carinho e delicadeza que sempre se referiu à mim.

Ao doutorando **Guido Artemio Marañón-Vásquez** pela colaboração inestimável para elaboração deste trabalho, cuja contribuição fez total diferença. Obrigada por ser tão prestativo, focado e eficiente.

Ao **Prof. Dr. Luiz Felipe Cardoso de Araújo** pelos ensinamentos, disponibilidade e importante ajuda na concretização deste trabalho. Obrigada pela proatividade de sempre.

Ao **Prof. Dr. Felipe de Assis Ribeiro Carvalho** pela valiosa ajuda na execução deste trabalho. Obrigada pela gentileza de ter contribuído com a pesquisa.

À **Mariana Braz Herzog** por recomendar a continuidade da linha de pesquisa da sua dissertação e pela importante contribuição com o trabalho.

A todos os professores do Departamento de Ortodontia da UFRJ, **Amanda Cunha Regal de Castro, Ana Maria Bolognese, Antônio, Carlos de Oliveira Ruellas, Eduardo Franzotti Sant'Anna, Eduardo Otero Amaral Vargas, José Fernando Stangler Brazzalle, Lincoln Issamu Nojima, Luciana Rougemont Squeff, Luiz Felipe Cardoso de Araújo, Luísa Schubach da Costa Barreto, Margareth Maria Gomes de Souza, Matilde da Cunha Gonçalves Nojima e Mônica Tirre de Souza Araújo**. Diferentes histórias, personalidades, momentos e ensinamentos, e levarei um pouco de cada um comigo. Obrigada por me proporcionarem a chance de conhecer e aprender com vocês. Me sinto muito honrada e grata por essa experiência.

Aos meus amigos da 55° turma, **Ericles Otávio Santos, Letícia landeyara Dantas de Andrade Sant'Anna, Mariana Braz Herzog, Marina Viudes Bruder Câmara e Sarah Braga Sayão de Paula**, por toda ajuda, disponibilidade e apoio. Sou muito grata por ter tido a oportunidade de conhecer cada um de vocês.

Aos meus amigos da 56° turma, **Jobberth Rainer Baliza de Paula, Líris Cristina Nepomuceno Pinto, Marcelly Dias Silva, Mariana Fernandes Meirelles Azevedo e Thalita Teixeira Santana**, pela sincronia, amizade e companheirismo. Sou muito grata por todos os momentos que compartilhamos. Sempre lembrarei de vocês com muito carinho. Muito obrigada por tudo!

Aos meus amigos da 57° turma, **Fernanda Alves Mendes, Isabella Barbosa dos Santos Justino, Jéssica Duarte de Souza e Pedro Henrique Gama Fróes**, pela amizade, apoio e companheirismo. Obrigada por terem sido tão presentes na minha vida quanto a minha turma 56.

Aos alunos de Doutorado, em especial, **Bruna Caroline Tomé Barreto, Eduardo Otero Amaral Vargas, Guido Artemio Marañón-Vásquez e Luiza Trindade Vilela**, pelas conversas e conselhos.

Aos funcionários, **Bárbara Paolla Brandão, Edinaldo da Silva, Laís Paiva Monteiro, Mônica Mello do Nascimento Gonçalves**, pela prontidão em ajudar, apoio e carinho.

Aos meus **pacientes**, pela confiança, amizade e por terem sido peças essenciais no meu aprendizado. Lembrarei de todos com muito carinho.

Aos **professores da Disciplina de Ortodontia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)** pela disponibilidade e gentileza em contribuir para a execução desta pesquisa e de tantos outros trabalhos em parceria com a UFRJ.

À **CAPES**, pela bolsa de estudos concedida, auxiliando na minha formação acadêmica e profissional.

“O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil(CAPES) – Código de Financiamento 001”

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Finance Code 001”

RESUMO

GUIMARÃES, Michelle da Silveira. **Efeitos do posicionamento sagital da mandíbula na morfometria das vias aéreas superiores**. Orientadora: Dra. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2022. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia) nº 52.

O objetivo do presente estudo foi analisar as dimensões das vias aéreas superiores (VAS) em indivíduos com diferentes posicionamentos sagitais da mandíbula, bem como a sua relação com o comprimento efetivo mandibular (CoGn). A amostra foi constituída por 63 exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de indivíduos com idade entre 13 e 35 anos, alocados em três grupos conforme os valores angulares de SNB: grupo com retrognatismo mandibular (RMand); grupo com posicionamento normal da mandíbula (NMand) e grupo com prognatismo mandibular (PMand). Com o auxílio do programa Dolphin Imaging® (versão 11.95 Premium), as VAS foram subdivididas em Nasofaringe (NF), Orofaringe (OF) e Hipofaringe (HF), e o volume (Vol) e área axial mínima (Ax_{min}) de cada região mensurados, assim como a altura (Alt) da OF e HF. A medida linear CoGn também foi averiguada e sua influência sobre as dimensões das VAS avaliada. MANCOVA foi utilizada para comparar o conjunto de variáveis das VAS entre os grupos de acordo com o padrão mandibular. Além disso, modelos de regressão linear foram implementados para estimar, independentemente, o efeito

do SNB e CoGn nas dimensões das VAS. Indivíduos com prognatismo mandibular apresentaram medidas significativamente maiores para NF-Ax_{min} e OF-Vol, quando comparados aos indivíduos que mostraram normalidade e retrognatismo mandibular ($P < 0,05$). Não foram observadas diferenças entre os grupos para quaisquer das outras medidas consideradas no estudo. A variável CoGn foi relacionada às medidas de volume de todas as regiões avaliadas das VAS e também à HF-Alt. Concluiu-se que indivíduos com prognatismo mandibular apresentaram, de modo expressivo, maior área axial mínima da Nasofaringe e maior volume da Orofaringe quando comparados àqueles com normalidade e retrognatismo mandibular; destacando-se que o comprimento efetivo mandibular demonstrou ser um preditor mais relevante nas dimensões das VAS em comparação ao SNB.

SUMMARY

GUIMARÃES, Michelle da Silveira. **Efeitos do posicionamento sagital da mandíbula na morfometria das vias aéreas superiores**. Orientadora: Dra. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2022. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Ortodontia) nº 52.

The aim of the present study was to analyze the dimensions of the upper airways (UA) in individuals with different sagittal positioning of the mandible, as well as its relationship with the effective mandibular length (CoGn). The sample consisted of 63 cone beam computed tomography (CBCT) scans of individuals aged between 13 and 35 years, allocated into three groups according to the angular values of SNB: Group with Mandibular Retrognathism (RMand); Group with Normal Jaw and Group with Mandibular Prognathism (PMand). Using Dolphin Imaging® program (version 11.95 Premium), the UA were subdivided into Nasopharynx (NP), Oropharynx (OP) and Hypopharynx (HP), and the volume (Vol) and minimum axial area ($A_{X_{min}}$) of each region measured, as well as the total height (Ht) of the OP and HP. The linear measure CoGn was also investigated and its influence on the dimensions of the VAS evaluated. MANCOVA was used to compare the set of VAS variables between the groups according to the mandibular pattern. In addition, linear regression models were implemented to independently estimate the effect of SNB and CoGn on UA

dimensions. Individuals with mandibular prognathism had significantly higher measurements for NP-Ax_{min} and OP-Vol, when compared to individuals with harmony and mandibular retrognathism ($P < 0.05$). No differences were observed between groups for any of the other measures considered in the study. The CoGn variable was related to the volume measurements of all the evaluated regions of the UA and also to the HP-Ht. It was concluded that individuals with mandibular prognathism significantly presented a greater minimum axial area of the Nasopharynx and greater volume of the Oropharynx when compared to those with harmony and mandibular retrognathism; highlighting that the effective mandibular length proved to be a more relevant predictor in the dimensions of the UA compared to the SNB.

LISTA DE SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ACC/CCA	Ângulo crânio-cervical/ Cranio-cervical angle
Alt/Ht	Altura/ Height
Axmin	Área axial mínima/ Minimum axial area
BC	Base do Clívus/ Base of Clivus
C2	Segunda vértebra cervical/ Second cervical vertebra
C2ip	Ponto mais inferior e posterior do corpo da segunda vértebra cervical/ The most inferior-posterior point of the body of second cervical vertebra
C2od	Ponto tangente à extremidade mais posterior do processo odontóide da segunda vértebra cervical/ Tangent point at the most superior-posterior point of the odontoid process of second cervical vertebra
C2sp	Ponto médio entre os pontos mais superior e posterior da segunda vértebra cervical / Midpoint between the most superior and posterior points of the second cervical vertebra
C3	Terceira vértebra cervical/ Third cervical vertebra
C3ai	Ponto mais anterior e inferior da terceira vértebra cervical/ Most anterior-inferior point of third cervical vertebra
C4	Quarta vértebra cervical/ Fourth cervical vertebra

C4ai	Ponto mais anterior e inferior da quarta vértebra cervical/ The most anterior-inferior point of fourth cervical vertebra
CEP-HUCFF	Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
<i>et al</i>	e outros
FOV	Field of View
HF/HP	Hipofaringe/ Hipopharynx
kV	Kilovolt
M.S.G.	Michelle da Silveira Guimarães
mA	Miliampère
NF/NP	Nasofaringe/ Nasopharynx
NMand	Grupo com normalidade mandibular/ Group with normal jaw positioning
OF/OP	Orofaringe/ Oropharynx
PHF/ FHP	Plano Horizontal da Frankfurt/ Frankfurt Horizontal Plane
PMand	Grupo com prognatismo mandibular/ Group with mandibular prognathism
RMand	Grupo com retrognatismo mandibular/ Group with mandibular retrognathism
RMPs/MRPs	Reconstruções Multiplanares/ Multiplanar Reconstructions
TCFC/CBCT	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico/ Cone Beam Computed Tomography
VAS/UA	Vias Aéreas Superiores/ Upper Airways
Vol	Volume

LISTA DE FIGURAS

DELINEAMENTO DA PESQUISA

	Página	
Figura 1	Imagem da reconstrução tridimensional da cabeça, em exame de TCFC, após orientação de acordo com os planos de referência propostos no estudo. PoD, Pório Direito; OrD, Orbital Direito; OrE, Orbital Esquerdo; ENA, Espinha nasal anterior.....	11
Figura 2	Imagem da projeção cefalométrica lateral direita com as medidas angulares necessárias para a caracterização da amostra: 1 – SNA; 2 – SNB; 3 – ACC e 4 – FMA . Nessa mesma imagem, foi averiguada também a medida linear: 5 – CoGn, referente ao comprimento efetivo da mandíbula.....	13
Figura 3	Análise do espaço aéreo da Nasofaringe (NF) em imagem de TCFC no corte sagital. Como pontos de referência: ENP (espinha nasal posterior); BC (base do clívus); C2sp (ponto médio entre os pontos mais superior e posterior da C2); Ax _{min} (área axial mínima da Nasofaringe - linha branca horizontal), limites superior e inferior da Ax _{min} (linhas vermelhas horizontais) e limites técnicos da NF (linhas verdes).....	15
Figura 4	Análise do espaço aéreo da Orofaringe (OF) em imagem de TCFC no corte sagital. Como pontos de referência: ENP (espinha nasal posterior); C2sp (ponto médio entre os pontos mais superior e posterior da C2); C3ai (ponto mais anterior e inferior da C3); Ax _{min} (área axial mínima da Orofaringe - linha branca horizontal); limites superior e inferior da Ax _{min} (linhas vermelhas horizontais); Alt (altura da Orofaringe – setas verdes) e limites técnicos da OF (linhas verdes).....	16
Figura 5	Análise do espaço aéreo da Hipofaringe (HF) em imagem de TCFC no corte sagital. Como pontos de referência: ENP (espinha nasal posterior); C2sp (ponto médio entre os pontos mais superior e posterior da C2); C3ai (ponto mais anterior e inferior da C3); C4ai (ponto mais anterior e inferior da C4). Ax _{min} (área axial mínima da Hipofaringe - linha branca horizontal); Alt (altura da Hipofaringe – setas verdes), limites da Ax _{min} (linhas vermelhas horizontais) e limites técnicos da HF (linhas verdes)...	17

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - ARTIGO

Página

- Figure 1** Image of the right lateral cephalometric projection with the angular measurements necessary for the characterization of the sample: 1 – SNA; 2 - SNB; 3 – ACC and 4 – FMA. In this same image, the linear measurement was also verified: 5 – CoGn, referring to the effective length of the mandible..... 36
- Figure 2** Limits for upper airway segmentation: **A**, Nasopharynx (NP); **B**, Oropharynx (OP); **C**, Hypopharynx (HP). As points of reference: PNS (posterior nasal spine); C2sp (midpoint between the most superior and posterior points of the second cervical vertebra); C3ai (most anterior-posterior point of the body of third cervical vertebra); C4ai (most anterior-inferior point of the body of fourth cervical vertebra); Ax_{min} (minimum axial area - horizontal white line); Ax_{min} superior and inferior limits (red lines); Ht (height – green arrows) and technical limits (green lines)..... 36

LISTA DE TABELAS

DELINEAMENTO DA PESQUISA		Página
Tabela 1	Descrição da amostra do estudo conforme os valores angulares de SNB.....	9
DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA – ARTIGO		Página
Table 1	Sample characteristics	37
Table 2	MANCOVA results for overall differences in upper airway measurements.....	37
Table 3	Univariate tests for comparison of upper airway variables according to the mandibular pattern.....	37
Table 4	Estimates of the effect of mandibular cephalometric variables and age on upper airways dimensions.....	38

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. PROPOSIÇÃO.....	5
3. DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	6
3.1. Princípios éticos legais.....	6
3.2. Seleção da amostra.....	6
3.3. Caracterização da amostra.....	8
3.4. Protocolo para aquisição das TCFC e avaliações preliminares da amostra.....	9
3.4.1. Orientação e posicionamento da imagem da cabeça.....	10
3.4.2. Localização dos planos de referência.....	10
3.4.3. Obtenção de medidas angulares e lineares para caracterização da amostra.....	11
3.5. Metodologia para avaliação das vias aéreas superiores.....	13
3.5.1. Análise tridimensional da Nasofaringe.....	15
3.5.2. Análise tridimensional da Orofaringe.....	16
3.5.3. Análise tridimensional da Hipofaringe.....	17
3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	18
3.6.1. Calibração intra-examinador.....	18
3.6.2. Análise dos dados.....	18

4. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	20
4.1. ARTIGO 1: GUIMARAES, MS; MARAÑÓN-VÁSQUEZ, GA; HERZOG, MB; ARAÚJO, LFC; CARVALHO, FAR; NOJIMA, MCG. Effect of mandibular size and position on upper airway dimensions. Article to be submitted to: The Angle Orthodontist.....	20
5. CONCLUSÃO.....	42
6. RECOMENDAÇÕES.....	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
8. ANEXOS.....	50
8.1. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.....	50
8.2. Termo de Responsabilidade para utilização do Banco de Dados da Clínica da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFRJ.....	51
8.3. Justificativa para dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	52

1. INTRODUÇÃO

A relação entre a morfologia craniofacial e a função respiratória tem sido tema de estudo desde o final do século XIX. A teoria da matriz funcional elaborada por Moss sustenta que o crescimento e desenvolvimento do complexo craniofacial respondem às atividades funcionais de tecidos moles adjacentes (MOSS, 1968). Em concordância, Ricketts evidenciou a interdependência entre as estruturas orais e nasais, e atribuiu a normalidade do crescimento craniofacial ao padrão nasorespiratório (ALVES et al., 2008). Dessa forma, as dimensões das vias aéreas superiores (VAS) demonstram exercer influência sobre funções vitais como respiração, deglutição e fonação, e contribuem para o desenvolvimento da morfologia facial e oclusão dentária ideal (ALHAMMADI et al., 2019; CHEN et al., 2021).

As VAS correspondem às áreas delimitadas entre as narinas, a boca e a laringe, incluindo a faringe. Seu suporte esquelético é determinado, posteriormente, pela coluna vertebral e a porção basilar do osso occipital; superiormente, pela base craniana e pelo vômer; anteriormente, pelo septo nasal, pela maxila, mandíbula e pelo osso hióide e, lateralmente, pelo hâmulos pterigoideo e pela lâmina pterigoidea medial (MASOUD et al., 2017). A faringe localiza-se posteriormente às cavidades nasal e bucal e à laringe, e estende-se da base do crânio até a sexta vértebra cervical e a borda inferior da cartilagem cricoide. De acordo com a referência anatômica, classifica-se em três segmentos: nasofaringe,

orofaringe e hipofaringe. A nasofaringe refere-se à área da base do crânio até o palato mole. A orofaringe estende-se da segunda à quarta vértebras cervicais e se conecta à hipofaringe ao nível da prega faringoepiglótica e do osso hioide. Por sua vez, a hipofaringe continua até o nível da sexta vértebra cervical (CEYLAN e OKTAY, 1995; MERATI e RIEDER, 2003).

Diversos estudos demonstraram correlação entre estruturas faríngeas, dentárias e craniofaciais (CEYLAN e OKTAY, 1995; ALKAWARI et al., 2018), tornando o conhecimento sobre a interdependência desses elementos essencial no planejamento do tratamento ortodôntico e da cirurgia ortognática (SCHENDEL et al., 2012). Ademais, a literatura científica reconhece a língua, o palato mole, as paredes laterais da faringe, maxila e mandíbula como aspectos anatômicos determinantes na morfologia das VAS (NATH et al., 2019; CHEN et al., 2021). Dessa maneira, discrepâncias no tamanho, na forma e posição da mandíbula e, conseqüentemente, dos tecidos moles associados, resultam na alteração da área faríngea (AYDEMIR et al., 2012; RIZK et al., 2016; ALKAWARI et al., 2018).

Embora alguns trabalhos não confirmem a associação entre a dimensão do espaço faríngeo e o padrão esquelético (ALVES et al., 2008; INDRIKSONE e JAKOBSONE, 2015; BRITO et al., 2019), outras pesquisas estabeleceram a relação direta entre a posição sagital da mandíbula e o espaço aéreo (EL e PALOMO, 2013; JIANG et al., 2017; NATH et al., 2019), associando a deficiência de crescimento horizontal mandibular ao estreitamento das VAS, e o crescimento horizontal excessivo da mandíbula ao maior espaço aéreo (SHELTON et al., 1993; JIANG et al., 2017). Por conseqüência, indivíduos que apresentam menores dimensões das VAS demonstram estar mais susceptíveis ao risco de obstruções respiratórias (MCNAMARA, 1981).

Com base nesse contexto, informações detalhadas sobre as características da via aérea faríngea em diferentes deformidades dentofaciais são valiosas para o diagnóstico precoce e planejamento do tratamento ortodôntico (JAYARATNE e ZWAHLEN, 2016). Embora diversos trabalhos tenham avaliado as dimensões do espaço faríngeo e sua influência no crescimento e desenvolvimento da face, muitos o fizeram usando telerradiografias de perfil (TRENOUTH e TIMMS, 1999; MUTO et al., 2008; AYDEMIR et al., 2012; MEMON et al., 2012). Distorção, ampliação, superposição de estruturas anatômicas e dificuldades na identificação de pontos de referência são algumas limitações de sua utilização como recurso diagnóstico (LENZA et al., 2010). Além disso, a impossibilidade de obter informações sobre dimensão transversal e volume tornou-se uma desvantagem significativa para seu uso como exame complementar para o estudo das VAS (JAYARATNE e ZWAHLEN, 2016).

Com o advento da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), a análise das VAS tornou-se mais precisa, possibilitando a execução de análises volumétricas e transversais, além de permitir a identificação de suas regiões de maior constrição (LENZA et al., 2010, NATH et al., 2019; JAYARATNE e ZWAHLEN, 2016), informações de grande relevância para identificação de possíveis patologias respiratórias. Exames de TCFC permitem a análise tridimensional das VAS, com a diferenciação de estruturas de tecidos moles e espaços vazios em alta resolução, produzindo medições de volume em uma escala de, aproximadamente, 1:1 do volume real. Custos reduzidos, facilidade de acesso, menor tempo de aquisição das imagens e redução acentuada da dose de radiação, quando comparados à tomografia computadorizada convencional (GUIJARRO-MARTÍNEZ e SWENNEN, 2011; JAYARATNE e ZWAHLEN, 2016; MASOUD et al., 2017), tornaram a

TCFC o método de escolha para análise do espaço aéreo faríngeo. Entretanto, a influência da fase respiratória, posição da língua e morfologia mandibular, inerentes ao indivíduo durante a realização do exame, somados às diferenças na precisão de segmentação e na definição dos intervalos de densidade dos tecidos e dos limites anatômicos tridimensionais dificultam o estabelecimento de normas de padronização metodológica para sua avaliação (GUIJARRO-MARTÍNEZ e SWENNEN, 2011; MASOUD et al., 2017).

Diante do exposto, a relevância do presente estudo justifica-se para estabelecer maiores esclarecimentos sobre a relação entre as dimensões das vias aéreas superiores e o posicionamento sagital da mandíbula, face à sua importância na identificação de distúrbios morfológicos e funcionais e, conseqüentemente, no planejamento das abordagens terapêuticas na Ortodontia.

2 PROPOSIÇÃO

Analisar as dimensões das vias aéreas superiores em indivíduos com retrognatismo e prognatismo mandibular, em comparação aos indivíduos com posicionamento sagital normal da mandíbula em relação à base do crânio, considerando-se:

- 2.1** o volume total e a área axial mínima da Nasofaringe (NF);
- 2.2** o volume total, a área axial mínima e a altura da Orofaringe (OF);
- 2.3** o volume total, a área axial mínima e a altura da Hipofaringe (HF);
- 2.4** avaliar as influências do posicionamento sagital da mandíbula em relação à base do crânio nas alterações dimensionais da NF, OF e HF;
- 2.5** avaliar as influências do comprimento efetivo da mandíbula (CoGn) nas alterações dimensionais da NF, OF e HF.

3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

3.1 PRINCÍPIOS ÉTICOS LEGAIS

A pesquisa foi submetida à apreciação e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (CEP-HUCFF) (ANEXO 1, página 50). A Declaração de Helsinque para Pesquisa em Seres Humanos e os princípios éticos legais regulamentados pela resolução nº 466/2012 foram empregados no desenvolvimento desta pesquisa. O manejo dos exames imaginológicos foram pautados nos princípios éticos legais regulamentados pela resolução CNS 196/96, valendo-se do Termo de Responsabilidade para utilização do banco de dados das Clínicas da Área de Concentração em Ortodontia do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (ANEXO 2, página 51). Vale ressaltar que nenhum exame de TCFC foi obtido com o objetivo de realizar o presente estudo, havendo a dispensa do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO 3, página 52).

3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

O cálculo amostral foi realizado com dados do estudo piloto ($n = 15$) para uma análise de variância multivariada em G*Power (versão 3.1.9.6). Os parâmetros estabelecidos para o cálculo foram os seguintes: tamanho do efeito $f^2 (V) = 0,136$; $\alpha = 0,05$; poder = 0,8; número de grupos = 3; número de preditores = 4 (grupo

segundo padrão mandibular, idade, sexo e SNA) e número de variáveis de resposta = 8 (medidas das vias aéreas). A estimativa resultou em um total de 53 exames de TCFC. Considerando possíveis perdas durante o estudo, aumentou-se 10%, resultando em um tamanho amostral mínimo de 58 (19 por grupo).

Diante disso, dentre o universo de 1907 arquivos pertencentes ao banco de dados das Clínicas de Ortodontia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, foram selecionados 63 exames de TCFC referentes às documentações necessárias para o diagnóstico, acompanhamento e planejamento ortodôntico dos respectivos pacientes.

Para a inclusão neste estudo, os seguintes critérios foram adotados:

- a) exames de TCFC de indivíduos com o posicionamento normal da mandíbula em relação à base do crânio ($78^{\circ} \leq \text{SNB} \leq 82^{\circ}$), retrognatismo mandibular ($\text{SNB} < 78^{\circ}$) ou prognatismo mandibular ($\text{SNB} > 82^{\circ}$);
- b) idade cronológica entre 13 e 35 anos;
- c) ausência de tratamento ortodôntico e/ou de cirurgia ortognática prévios ou de qualquer intervenção que ocasionasse interferência no processo normal de crescimento e desenvolvimento do complexo maxilomandibular;
- d) exame tomográfico no formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine);
- e) exames de TCFC incluindo a quarta vértebra cervical (C4);
- f) ângulo FMA entre 18° e 31° ;
- g) ângulo SNA entre 79° e 85° ;
- h) ângulo crânio cervical (ACC) entre 80° e 110° durante o registro das TCFC.

Como critérios de exclusão para a presente pesquisa, foram considerados:

- a) presença de síndromes;
- b) imagens de TCFC contendo artefatos.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Para a seleção e caracterização da amostra, foi obtida uma projeção bidimensional (2D) da radiografia cefalométrica lateral a partir da TCFC, organizando-se a distribuição de exames de participantes contendo normalidade, retrognatismo e prognatismo da mandíbula em relação à base do crânio, levando-se em consideração o ângulo SNB. Em sequência, realizou-se a análise de cada uma das tomografias para averiguar se estariam de acordo com os critérios de inclusão estabelecidos para o estudo. Cada TCFC foi alocada em um dos grupos da pesquisa, de acordo com o posicionamento anteroposterior da mandíbula em relação à base do crânio, conforme descrito a seguir (Tabela 1, página 9):

- a) Grupo com retrognatismo mandibular (**RMand**), constituído por exames de TCFC de indivíduos com retrognatismo mandibular em relação à base do crânio ($SNB < 78^\circ$).
- b) Grupo com normalidade mandibular (**NMand**), composto por exames de TCFC de indivíduos com posicionamento sagital normal da mandíbula em relação à base do crânio ($78^\circ \leq SNB \leq 82^\circ$).
- c) Grupo com prognatismo mandibular (**PMand**), incluindo exames de TCFC de indivíduos com prognatismo mandibular em relação à base do crânio ($SNB > 82^\circ$).

Tabela 1 Descrição da amostra do estudo conforme os valores angulares de SNB.

Grupo RMand	Grupo NMand	Grupo PMand
78° < SNB	78° ≤ SNB ≤ 82°	SNB > 82°

RMand, retrognatismo mandibular; NMand, normalidade mandibular; PMand, prognatismo mandibular.

3.4 PROTOCOLO PARA AQUISIÇÃO DAS TCFC E AVALIAÇÕES PRELIMINARES DA AMOSTRA

O desenho de estudo desta pesquisa é do tipo retrospectivo investigativo transversal, no qual os exames de TCFC utilizados constituem o Banco de Dados de documentações de pré-tratamento de pacientes das Clínicas da Área de Concentração em Ortodontia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. As imagens tomográficas foram obtidas com o tomógrafo KODAK® 9500 Cone Beam 3D System (Carestream Health, Rochester, NY, EUA), sob regulagem de 90 kV, 10mA, FOV de 18,4 x 20,6 cm, voxel de 0,3 mm e tempo de escaneamento de 24s.

As TCFC selecionadas foram armazenadas em estação de trabalho independente da Disciplina de Ortodontia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, conforme mencionado anteriormente. A leitura dos arquivos, a reconstrução tridimensional (3D) das imagens e as reconstruções multiplanares (RMP), em vista axial, coronal e sagital foram realizadas no programa Dolphin Imaging®, versão 11.95 Premium (Dolphin Imaging, Chatsworth, Califórnia, USA).

3.4.1 Orientação e posicionamento da imagem da cabeça

Após a reconstrução 3D, a orientação da imagem da cabeça do participante é idêntica àquela mantida no momento da obtenção do exame, tendo sido realizadas manipulações subsequentes para a padronização correta das imagens obtidas. A orientação e o posicionamento do crânio foram realizados pelo mesmo operador (M.S.G.), utilizando-se a interface do programa Dolphin Imaging® com base nos planos de referência axial, coronal e sagital.

3.4.2 Localização dos planos de referência

Os planos de referência estabelecidos para a orientação da cabeça na reconstrução 3D foram determinados a partir dos pontos anatômicos conforme o estudo de Guijarro-Martínez e Swennen (GUIJARRO-MARTINEZ e SWENNEN, 2013) (Figura 1, página 11):

- a) Orbital Direito (OrD) e Orbital Esquerdo (OrE): ponto mais inferior do contorno inferior da órbita direita e da órbita esquerda, respectivamente;
- b) Pório Direito (PoD): ponto mais superior do meato acústico externo direito. Por motivo de padronização, foi considerado, exclusivamente, o PoD, para evitar problemas de orientação devido à presença de possíveis assimetrias entre lados direito e esquerdo da cabeça, e,
- c) Espinha nasal anterior (ENA): ponto localizado na porção mais anterior da maxila. Quando observada ENA bífida na visão frontal, foi estabelecido o ponto médio entre as duas proeminências ósseas da porção mais anterior da maxila.

Em sequência, os planos de referência considerados no presente estudo foram (Figura 1, página 11):

- a) Plano Axial: determinado pelos pontos OrD, OrE e PoD;

- b) Plano Coronal: determinado pelo ponto mais anterior do meato acústico externo, e perpendicular ao plano axial;
- c) Plano Sagital: determinado pela interceptação do ponto ENA e perpendicular aos planos axial e coronal.

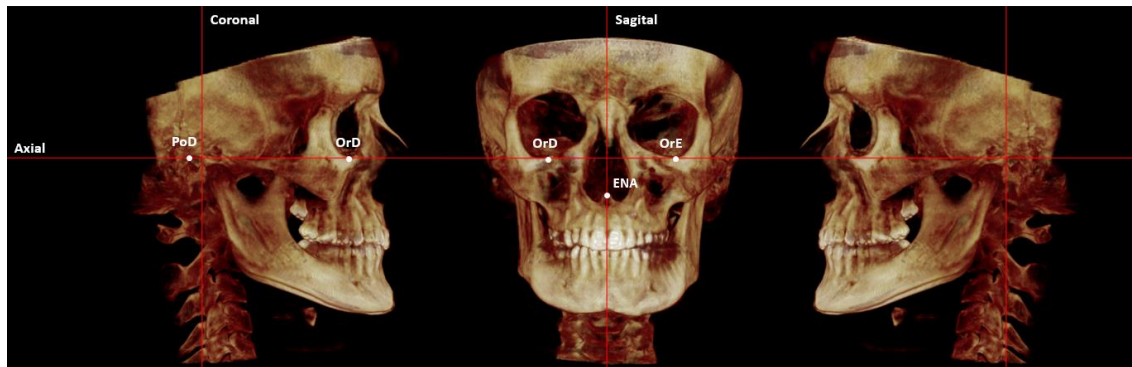


Figura 1 Imagem da reconstrução tridimensional da cabeça, em exame de TCFC, após orientação de acordo com os planos de referência propostos no estudo. PoD, Pório Direito; OrD, Orbital Direito; OrE, Orbital Esquerdo; ENA, Espinha nasal anterior.

3.4.3 Obtenção de medidas angulares e lineares para caracterização da amostra

Para a seleção e caracterização da amostra, foram obtidas projeções ortogonais da cefalométrica lateral direita a partir de cada TCFC (GUIJARRO-MARTÍNEZ e SWENNEN, 2013), para a realização de medidas angulares e linear necessárias ao estudo em uma imagem 2D (EL e PALOMO, 2013) (Figura 2, página 13).

Contudo, para determinar tais medidas, foi necessário o estabelecimento prévio dos seguintes pontos anatômicos na própria imagem 2D (VILELLA, 2001) gerada a partir do exame de TCFC:

- a) Sela (S): ponto situado no centro geométrico da sela turca, sendo determinado por inspeção;
- b) Násio (N): ponto mais anterior da sutura frontonasal;
- c) Subespinhal (A): ponto mais profundo do contorno anterior da pré-maxila;

- d) Supramental (B): ponto mais profundo do contorno anterior do processo alveolar da mandíbula;
- e) Pório (Po): ponto mais superior do meato acústico externo;
- f) Orbitário (Or): ponto mais inferior do contorno do rebordo inferior da órbita;
- g) Mento (Me): ponto mais inferior da sínfise mandibular;
- h) Condílio (Co): ponto mais posterior e superior do côndilo mandibular;
- i) Gnátio (Gn): ponto médio situado entre a região mais inferior e mais anterior da sínfise mandibular.

Como medidas angulares, foram avaliados (Figura 2, página 13):

- a) Ângulo SNA: formado entre o ponto S, ponto N e ponto A;
- b) Ângulo SNB: formado entre o ponto S, ponto N e ponto B;
- c) Ângulo FMA: formado pela intersecção entre o plano horizontal de Frankfurt (constituído pelos pontos Or e Po) e o plano mandibular (plano tangente à borda inferior da mandíbula, passando pelo ponto Me);
- d) Ângulo ACC: formado pela intersecção entre a linha formada pelos pontos S e N e a linha formada pelos pontos C2od (ponto tangente à extremidade mais posterior do processo odontóide da segunda vértebra cervical – C2) e C2ip (ponto mais inferior e posterior do corpo da C2). O ângulo crânio-cervical foi considerado para padronização do posicionamento da cabeça visto que exerce influência sobre a morfologia craniofacial e as dimensões das vias aéreas (SOLOW, 1984; MUTO et al., 2002; GUIJARRO-MARTINEZ e SWENNEN, 2013; BRITO et al., 2019).

Como medida linear, mensurou-se a variável CoGn, representada como a distância linear entre os pontos Co e Gn, medida em milímetros (Figura 2, página 13) (MCNAMARA, 1984):

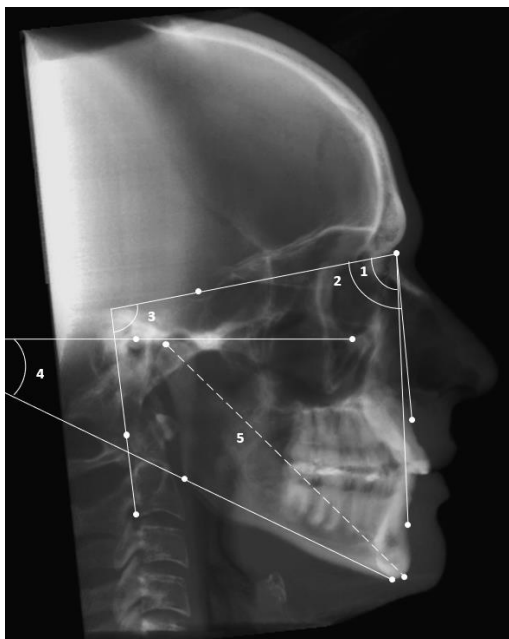


Figura 2 Imagem da projeção cefalométrica lateral direita com as medidas angulares necessárias para a caracterização da amostra: 1 – SNA; 2 – SNB; 3 – ACC e 4 – FMA . Nessa mesma imagem, foi averiguada também a medida linear: 5 – CoGn, referente ao comprimento efetivo da mandíbula.

3.5 METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES

A análise das VAS foi realizada conforme os limites anatômicos estabelecidos por Guijarro-Martínez e Swennen (GUIJARRO-MARTINEZ e SWENNEN, 2013) em seu estudo de validação metodológica da análise tridimensional das sub-regiões das VAS, o qual foi realizado após uma revisão sistemática sobre TCFC e VAS (GUIJARRO-MARTINEZ e SWENNEN, 2011). Essa metodologia também foi empregada por dois ex-alunos do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, área de concentração em Ortodontia, em suas dissertações de Mestrado. Fernando Cardoso Brito (BRITO, 2015) e Mariana Braz Herzog (HERZOG, 2021) realizaram a análise das VAS em indivíduos com maloclusão Classe II e maloclusão Classe III, respectivamente, com diferentes padrões etiológicos em relação ao posicionamento da maxila e da mandíbula. Sendo assim,

as vias aéreas superiores foram divididas em 3 compartimentos: Nasofaringe (NF), Orofaringe (OF) e Hipofaringe (HF), cujos limites anatômicos serão descritos em sequência.

As medidas para a análise das VAS foram realizadas no módulo 3D do Dolphin Imaging®, através da ferramenta de avaliação do espaço aéreo superior (*sinus/ airway*). Os limites das sub-regiões foram determinados no corte sagital. Em seguida, os limites laterais, anterior e posterior referentes à cada sub-região foram verificados nos demais cortes e o volume preenchido, manualmente, através dos “*seed points*”, a cada corte, nos três planos (sagital, coronal e axial). Além disso, diferentes valores de sensibilidade (*sensitivity/ threshold*) foram aplicados para cada TCFC e sub-região anatômica estudada, a fim de permitir que o preenchimento total do espaço aéreo fosse obtido, sem sub ou superestimação das medidas. A adequação individualizada de cada sub-região foi necessária após o operador (M.S.G.) perceber que o valor de sensibilidade que melhor se adequava à nasofaringe, quando aplicado à orofaringe e/ou à hipofaringe extrapolava os limites do espaço faríngeo devido às diferenças anatômicas inerente à cada área. Posteriormente, realizou-se a segmentação automática das VAS para determinar o cálculo do volume total (mm³) e da área axial mínima (mm²) da NF, OF e HF. Por fim, as alturas da OF e HF foram averiguadas através da opção “*Measure*”, modo “*2D Line*”, conforme os limites superior e inferior estabelecidos para cada sub-região.

3.5.1 Análise tridimensional da Nasofaringe (NF)

Na análise tridimensional da Nasofaringe, foram adotados os seguintes limites anatômicos e técnicos (Figura 3):

- a) Limite anterior: plano coronal perpendicular ao plano horizontal de Frankfurt (PHF) interceptando a espinha nasal posterior (ENP).
- b) Limite posterior: contorno do tecido mole da parede posterior faríngea, tecnicamente definido por um plano coronal perpendicular ao PHF, passando por C2sp.
- c) Limite superior: contorno do tecido mole da parede superior faríngea, tecnicamente definido por um plano transversal paralelo ao PHF passando pela base do clívus.
- d) Limite inferior: plano paralelo ao PHF passando através da ENP e estendido até a parede posterior faríngea.
- e) Limite lateral: contorno do tecido mole das paredes laterais faríngeas, tecnicamente definidos por um plano sagital perpendicular ao PHF e tangente às paredes laterais dos seios maxilares.

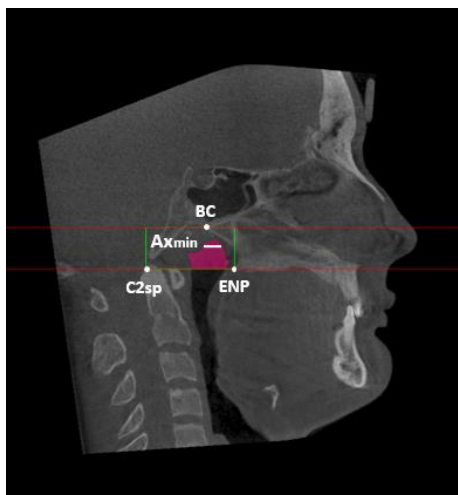


Figura 3 Análise do espaço aéreo da Nasofaringe (NF) em imagem de TCFC no corte sagital. Como pontos de referência: ENP (espinha nasal posterior); BC (base do clívus); C2sp (ponto médio entre os pontos mais superior e posterior da C2); Ax_{min} (área axial mínima da Nasofaringe - linha branca horizontal), limites superior e inferior da Ax_{min} (linhas vermelhas horizontais) e limites técnicos da NF (linhas verdes).

3.5.2 Análise tridimensional da Orofaringe (OF)

Na análise tridimensional da Orofaringe, foram considerados os limites anatômicos e técnicos descritos a seguir (Figura 4):

- a) Limite anterior: plano coronal perpendicular ao PHF passando através da ENP.
- b) Limite posterior: contorno do tecido mole da parede posterior faríngea, definido, de modo técnico, por um plano coronal perpendicular ao PHF, passando por C2sp.
- c) Limite superior: plano paralelo ao PHF passando através da ENP e estendido até a parede posterior faríngea.
- d) Limite inferior: plano paralelo ao PHF passando através do ponto mais anterior e inferior da terceira vértebra cervical (C3ai).
- e) Limite lateral: contorno do tecido mole das paredes laterais faríngeas, definido, de forma técnica, por um plano sagital perpendicular ao PHF e tangente às paredes laterais dos seios maxilares.

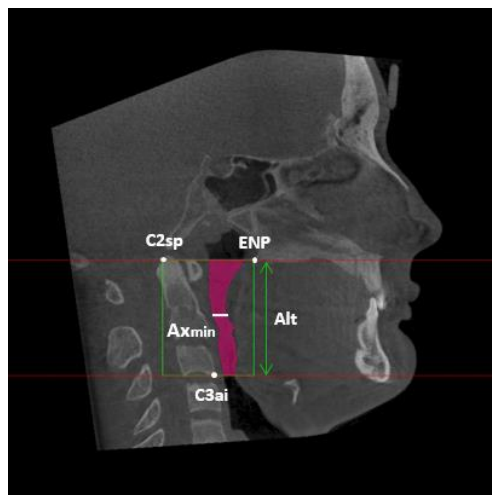


Figura 4 Análise do espaço aéreo da Orofaringe (OF) em imagem de TCFC no corte sagital. Como pontos de referência: ENP (espinha nasal posterior); C2sp (ponto médio entre os pontos mais superior e posterior da C2); C3ai (ponto mais anterior e inferior da C3); Ax_{min} (área axial mínima da Orofaringe - linha branca horizontal); limites superior e inferior da Ax_{min} (linhas vermelhas horizontais); Alt (altura da Orofaringe – setas verdes) e limites técnicos da OF (linhas verdes).

3.5.3 Análise tridimensional da Hipofaringe (HF)

Na análise tridimensional de Hipofaringe, foram estabelecidos os seguintes limites anatômicos e técnicos (Figura 5):

- a) Limite anterior: plano coronal perpendicular ao PHF passando através da ENP.
- b) Limite posterior: contorno do tecido mole da parede posterior faríngea, definido, de modo técnico, por um plano coronal perpendicular ao PHF, passando por C2sp.
- c) Limite superior: plano paralelo ao PHF passando por C3ai.
- d) Limite inferior: plano paralelo ao PHF, ligando a base da epiglote à entrada do esôfago, tecnicamente definido por um plano paralelo ao PHF ligando a base da epiglote ao ponto mais anterior e inferior da quarta vértebra cervical (C4ai).
- e) Limite lateral: contorno do tecido mole das paredes laterais faríngeas, tecnicamente definidos por um plano sagital perpendicular ao PHF e tangente às paredes laterais dos seios maxilares.



Figura 5 Análise do espaço aéreo da Hipofaringe (HF) em imagem de TCFC no corte sagital. Como pontos de referência: ENP (espinha nasal posterior); C2sp (ponto médio entre os pontos mais superior e posterior da C2); C3ai (ponto mais anterior e inferior da C3); C4ai (ponto mais anterior e inferior da C4). Ax_{min} (área axial mínima da Hipofaringe - linha branca horizontal); Alt (altura da Hipofaringe – setas verdes), limites da Ax_{min} (linhas vermelhas horizontais) e limites técnicos da HF (linhas verdes).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

3.6.1 Calibração intra-examinador

Trinta por cento da amostra foi selecionada aleatoriamente para avaliar o erro do método. As medidas cefalométricas e das VAS foram realizadas em dois momentos com intervalo de duas semanas. O coeficiente de correlação intraclassa (ICC), a Fórmula de Dahlberg e o método de Bland-Altman (viés de proporção) foram usados para avaliar a confiabilidade, precisão e exatidão das medidas. Os valores encontrados para todas as variáveis descritas foram comparados por meio do Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC), obtendo-se valores acima de 0,964, o que caracterizou uma excelente replicabilidade por parte do operador responsável.

3.6.2 Análise dos dados

Estatística descritiva (média e desvio padrão) foi utilizada para apresentar os dados. As características da amostra de acordo com o grupo de estudo foram comparadas por meio do teste Qui-quadrado e ANOVA para variáveis categóricas e contínuas, respectivamente. Para comparar o conjunto de variáveis das VAS entre os grupos de acordo com o padrão mandibular, foi realizada uma análise multivariada de covariância (MANCOVA), considerando sexo e idade dos participantes, e SNA como covariáveis. Os pressupostos da estatística multivariada foram avaliados pelo teste de normalidade multivariada de Shapiro-Wilk, teste de homogeneidade de matrizes de covariância de Box, teste de esfericidade de Bartlett e coeficiente de correlação de Pearson para verificar a ausência de multicolinearidade.

Estatísticas univariadas foram posteriormente analisadas para identificar diferenças em cada uma das medidas das vias aéreas. As comparações pareadas entre os grupos foram realizadas por meio do teste Post Hoc de Tukey. Modelos de regressão linear foram implementados para estimar independentemente o efeito de SNB e CoGn nas medições das VAS. A idade dos participantes foi considerada como covariável em todos os modelos. O teste F foi utilizado para avaliar o ajuste dos modelos e o R^2 ajustado para medir o quanto as variáveis cefalométricas explicaram a variabilidade das dimensões das vias aéreas. Os pressupostos de normalidade, multicolinearidade e autocorrelação nos modelos implementados foram avaliados pelo teste de Shapiro-Wilk, fator de inflação da variância e teste de Durbin-Watson, respectivamente. Todas as análises foram realizadas no software Jamovi (versão 2.0), adotando-se nível de significância de 5%.

4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

4.1 ARTIGO

GUIMARAES, MS; MARAÑÓN-VÁSQUEZ, GA; HERZOG, MB; ARAÚJO, LFC; CARVALHO, FAR; NOJIMA, MCG. Influence of mandibular sagittal size and position on upper airway dimensions. Article to be submitted to: The Angle Orthodontist.

Corresponding author: Dra. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Address: Graduate Program in Dentistry - Orthodontics, UFRJ. Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco nº 325, Cidade Universitária, Ilhado Fundão. Rio de Janeiro, RJ, Brazil. CEP 21941-617.

E-mail: matildenojima@ortodontia.ufrj.br

ABSTRACT

Objective: To assess the influence of mandibular sagittal size and position on upper airway dimensions.

Materials and Methods: Cone Beam Computed Tomography (CBCT) scans of sixty-three individuals were analyzed (26 males and 37 females, aged 17.9 ± 5.4 years). Two-dimensional images were generated from CBCT scans and, subsequently, the subjects were grouped according to the angular values of SNB, as follows: mandibular retrognathism (RMand; $SNB < 78^\circ$), normal jaw (NMand; $78^\circ \leq SNB \leq 82^\circ$) and mandibular prognathism (PMand; $SNB > 82^\circ$). Upper airways were subdivided into Nasopharynx (NP), Oropharynx (OP) and Hypopharynx (HP). The volume (Vol) and minimum axial area ($A_{X_{min}}$) of the three anatomical subregions, as well as the total height values (Ht) of the OP and HP, were measured. The linear length of mandible – Condylion-Gnathion distance (CoGn) was also evaluated. MANCOVA was used to compare the set of upper airway variables between the groups according to the mandibular pattern. Additionally, linear regression models were implemented to independently estimate the effect of SNB and CoGn on upper airway measurements.

Results: An overall difference in upper airway measurements according to the mandibular pattern was detected ($P < 0.05$). NP- $A_{X_{min}}$ and OP-Vol were significantly higher in PMand than in RMand and normal jaw ($P < 0.05$). Regression analysis

showed that SNB was related to NP-Ax_{min} and OP-Vol. CoGn was related to volume measurements of all evaluated airway subregions and HP-Ht. In general, the models including CoGn as predictor variable had greater explanatory power of airway dimensional variability than those including SNB.

Conclusion: The mandibular sagittal size and position influences upper airway dimensions. Effective mandibular length seems to be a more relevant predictor variable than its position relative to the cranial base.

Introduction

Airway space is responsible for conduction and regulation of air and prevention of external irritation¹. The theory of functional matrix supports that nasal breathing allows proper growth and development of craniofacial and dentofacial complex, and alterations in this balance can result in skeletal disharmonies and malocclusion². Therefore, different skeletal deformities express discrepancies in the size, form, and position of the maxilla and mandible and their associated soft tissues³.

Although some studies do not confirm the association between the dimension of the pharyngeal space and the skeletal pattern⁴⁻⁶, others studies have established a direct relationship between the sagittal position of the mandible and the air space^{1,7,8}, associating mandibular horizontal growth deficiency with narrowing of the upper airway, and excessive horizontal growth with greater airway space^{8,9}.

Furthermore, several authors confirmed how different orthodontic treatment modalities affect the pharyngeal space, including maxillary expansion¹⁰⁻¹², cervical headgear^{13,14}, orthodontic extraction³, Class II functional appliances^{15,16} and orthognathic surgeries¹⁷⁻¹⁹.

Thus, detailed information on the characteristics of the pharyngeal airway in different dentofacial deformities is valuable for early diagnosis and treatment planning²⁰. Despite there is a large amount of data available on current methods to assess craniofacial morphology and its relationship to the UA, most of the research used two-dimensional cephalometric radiographs. Findings from these studies cannot accurately represent the morphology of the airway because of the impossibility of obtaining information on cross-sectional dimension and volume^{19,20}. Meantime, cone beam computed tomography (CBCT) has become widely used for the assessment of the volume and cross-sectional areas of the airway, providing high quality images with low-dose radiation, low cost, easy access and short acquisition time, becoming a well-accepted tool for diagnosis and treatment planning^{21,22}.

Based on the previous research, the aim of the present study was to evaluate the influence of mandibular sagittal size and position on upper airway dimensions on CBCT scans.

Material and Methods

The present study was approved by Research Ethics Committee of the Clementino Fraga Filho University Hospital (CEP-HUCFF) under number 4.610.252. Sample size calculation was performed using data from a pilot study ($n = 15$) for a multivariate analysis of variance in G*Power (version 3.1.9.6). The parameters established for the calculation were the following: effect size $f^2(V) = 0.136$, $\alpha = 0.05$, power = 0.8, number of groups = 3, number of predictors = 4 (group according to mandibular pattern, age, sex, and SNA), and number of response variables = 8 (airway measurements). The estimate resulted in a total of 53 CBCT

scans. Considering possible losses during the study, 10% was increased, resulting in a minimum sample size of 58 (19 per group).

The study was retrospective, cross-sectional, and the sample was composed of 63 CBCT scans selected from a total of 1907 scans referring to the pretreatment records of patients from the Orthodontic Clinic of the Postgraduate Program at the Universidade Federal do Rio de Janeiro. The CBCT images were obtained using a KODAK® 9500 Cone Beam 3D System (Carestream Health, Rochester, NY, USA) scanner with 90 kV, 10 mA, 18.4 x 20.6 cm FOV, 0.3 mm voxel and 24 s scanning time.

The inclusion criteria used in the selection of the sample were: age ranging from 13 to 35 years old; no previous orthodontic treatment, orthognathic surgery or any intervention that would interfere in the normal process of growth and development of the maxillomandibular complex; DICOM files; CBCT scans that included the fourth cervical vertebra; FMA angle ranging from 18° to 31°; and craniocervical angle (CCA) ranging from 80° to 110° during CBCT acquisition. Exclusion criteria were restricted to the presence of syndromes and scans with artifacts. Regarding the SNA angle, subjects without or with slight alteration in the position of the maxilla ($79^{\circ} \leq \text{SNA} \leq 85^{\circ}$) were included in the study.

All analyzes were performed using the Dolphin Imaging® software on DICOM files, for three-dimensional reconstructions (3D) and multiplanar sections in axial, coronal and sagittal views. Axial plane was established by joining right Orbitale (OrR), left Orbitale (OrL) and right Porion (PoR) points; coronal plane was perpendicular to the axial plane and intersected the most anterior point of the right external acoustic meatus; and sagittal plane, perpendicular to the axial and coronal planes, passed through the anterior nasal spine point (ANS).

The length of mandible – Condylion-Gnathion distance (CoGn) and angular measurements (SNA, SNB, FMA and Cranio-cervical angle/CCA) were taken on the lateral cephalometric radiographs generated from the CBCT scans in the Dolphin Imaging® to select and characterize skeletal patterns within the sample as: mandibular retrognathism (RMand; $SNB < 78^\circ$), normal jaw (NMand; $78^\circ \leq SNB \leq 82^\circ$) and mandibular prognathism (PMand; $SNB > 82^\circ$).

Three-dimensional upper airway (UA) analysis was performed using the upper airspace assessment tool present in Dolphin Imaging® software. First, the sensitivity of each CBTC image was determined, being not equal considering the different individuals and, also in the same CBTC scan, among the evaluated regions, as Nasopharynx (NP), Oropharynx (OP) and Hypopharynx (HP).

The limits of the UA segments adopted in this study were previously proposed by Guijarro-Martínez and Swennen²³. The anterior limit was set by the intersection of the coronal plane perpendicular to Frankfurt horizontal plane (FHP), passing through the Posterior Nasal Spine (PNS). The soft tissue contour of the posterior pharyngeal wall set the posterior limit, defined by the intersection of the coronal plane perpendicular to FHP, passing through point C2sp (midpoint between the upper and most posterior points of the second cervical vertebra). The soft tissue contour of the lateral pharyngeal walls established the lateral limits, defined by the sagittal plane intersecting perpendicular to FHP, touching the lateral walls of the maxillary sinuses.

The upper and lower limits of NP, OP and HP are evidenced in Figure 2. Regarding the NP, the upper limit corresponded to the soft tissue contour of the upper pharyngeal wall, defined by a transverse plane parallel to the FHP passing through the base of the clivus, and its lower limit was set by a plane parallel to the

FHP intersecting the PNS and extended to the posterior pharyngeal wall. For the OP, the upper limit was established as the lower limit of NP, and its lower limit was defined by a plane parallel to the FHP intersecting point C3ai (most anterior-inferior of the third cervical vertebra). At HP, the upper limit was set as the lower limit of OP, and its lower limit corresponded to a plane parallel to the FHP joining the base of epiglottis to point C4ai (most anterior-inferior point of the fourth cervical vertebra).

The anterior, posterior, upper and lower limits were defined from the sagittal view and lateral limits were identified in the coronal view. The limits for each portion of interest were defined in the sagittal slice, and the software automatically calculated the volume (Vol) and the minimum axial area ($A_{x_{min}}$) in the region previously set out. Threshold values were determined individually, according to the correct fulfilment of each UA subregion and image quality, ranging between 25 and 77. Total filling of the area was checked manually, at each view, in all the three planes. Therefore, the automatic segmentation of the UA was performed to determine the Vol (mm^3) and the $A_{x_{min}}$ (mm^2) of the NP, OP and HP. The recording of the total height (Ht) (mm) of the OP and HP was also obtained.

Statistical analysis

Thirty percent of the sample was randomly selected to assess the method error. Upper airway and cephalometric measurements were performed in two moments with an interval of two weeks. The intraclass correlation coefficient (ICC) and the Bland-Altman method (proportion bias) were used to assess reproducibility and accuracy of the measurements, respectively.

Descriptive statistics (means and standard deviations) were used to present the data. The characteristics of the sample according to the study group were

compared using the Chi-squared and ANOVA test for categorical and continuous variables, respectively. In order to compare the set of UA variables between the groups according to the mandibular pattern, a multivariate analysis of covariance (MANCOVA) was conducted considering sex and age of the participants, and SNA as covariates. Assumptions for multivariate statistics were assessed by the Shapiro-Wilk multivariate normality test, Box's homogeneity of covariance matrices test, Bartlett's test of sphericity, and the Pearson's correlation coefficient to check for the absence of multicollinearity. Univariate statistics were subsequently analyzed to identify differences in each of the airway measurements. Pairwise comparisons between groups were performed using the Tukey's Post Hoc test.

Linear regression models were further implemented to independently estimate the effect of SNB and CoGn on UA measurements. The age of the participants was considered as covariate in all the models. The F test was used to assess the fit of the models and the adjusted R^2 to measure how much cephalometric variables explained the variability of the airway dimensions. The assumptions of normality, multicollinearity, and autocorrelation in the implemented models were evaluated by the Shapiro-Wilk test, the variance inflation factor, and the Durbin-Watson test, respectively.

All analyzes were performed in the Jamovi software (version 2.0) adopting a significance level of 5%.

Results

Error method assessments did not detect evidence of random or systematic errors. All measurements showed high reproducibility ($ICC > 0.9$) and no proportion bias by the Bland-Altman method.

The characteristics of the sample are presented in Table 1. There were no differences between the groups regarding the age and sex distribution of participants ($P > 0.05$). As expected, SNB and CoGn were significantly different between the groups ($P < 0.05$). A slight difference regarding the SNA angle was also observed, therefore, this variable was included as a covariate in the multivariate analysis.

MANOVA evidenced an overall difference in upper airway measurements according to the mandibular pattern and age of the subjects ($P = 0.020$ and $P = 0.001$, respectively; Table 2). Sex, group*sex interaction, and SNA did not influence airway measurements ($P > 0.05$). Univariate analyzes showed that individuals with mandibular prognathism had significantly higher measurements for NP-Ax_{min} and OP-Vol when compared to individuals with normal jaw and mandibular retrognathism ($P < 0.05$; Table 3). No differences were observed between groups for any of the other airway measures.

As expected, regression analyses showed that SNB was related to the variables NP-Ax_{min} and OP-Vol ($P < 0.05$). However, the models including this cephalometric measurement had little explanatory power ($R^2 < 0.15$; Table 4).

On the other hand, CoGn was related to volume measurements of all the evaluated airway regions and HP-Ht. In general, the models including CoGn as predictor variable had greater explanatory power of airway dimensional variability than those including SNB. CoGn and the age of participants explained 20%, 27%, 28% and 35% of the variability of OP-Vol, HP-Vol, NP-Vol and HP-Ht, respectively. For a one-millimeter increase in the CoGn distance, the OP-Vol, HP-Vol, NP-Vol and HP-Ht measurements are expected to increase by 187.0 mm³, 36.2 mm³, 94.2 mm³ and 0.08 mm, respectively. The variation in the measures NP-Vol, HP-Vol and

HP-Ht was significantly influenced by the age of the participants.

Discussion

Several studies have been dedicated to the analysis of the UA dimensions and their correlation with soft tissues, skeletal malocclusion²⁴⁻²⁸, age^{6,25,29}, gender³⁰⁻³² and ethnic groups²⁰, however differences in their methodology, even when analyzing the same subregion, is often prone to differences²³. The present study applied the methodology proposed and validated by Guijarro-Martínez and Swennen²³ that, according to the authors, determined reproducible anatomical limits based on reliable and easily identifiable anatomical cephalometric references in CBCT. However, sensitivity adjustments of each CBCT scans used in our study were performed in order to avoid under or overestimations of the UA dimensions. Although the aim of this study is not the method's analysis, this parameter directly influences the values of volume and minimum axial area and deserves to be highlighted.

Sensitivity is the tool capable of analyzing and differentiating the density of anatomical structures³³. In the present study, grey-scale threshold value ranged between 25 and 77, and different values of each subregion studied were employed, considering the total filling of the area. Guijarro-Martínez and Swennen²³ determined the threshold value of each CBCT by the adequacy of the NP area, resulting in an average of 70 (range 48-81) that was established as the reference threshold of their study. Claudino et al.³⁴ performed the measurements of all CBCT with the mode of the software in the 25 threshold value. Rizk et al.¹⁵ standardized sensitivity value at 45 to best recognize the airway. These data demonstrate that despite airway being widely studied, there is still a divergence of information in the

literature.

In the present study, the individualization of the UA subregions was performed after realizing that the best sensitivity suited for the NP, when applied to the OP and HP, extrapolated the limits of the pharyngeal space. This observation is supported by the fact that the shape of OP is similar to a tube, facilitating segmentation process, while the greater overlap of anatomical structures observed in the NP and HP make the definition of the airway boundaries and grey level thresholding challenging^{35,36}. Therefore, this distinction was necessary because the increase of the sensitivity value leads to the inclusion of the surrounding soft tissue and overestimates the dimensions of the UA, while reducing this value results in incomplete filling of the subregions and an underestimation of the measurements³⁶.

As in previous studies, mandibular pattern^{1,24,25,31} and age^{6,29} demonstrated a significant influence on the airway's dimensions. The age group determined in this study was between 13 and 35 years old, justifying the influence detected on the UA dimensions since individuals with different stages of pharyngeal soft tissue development were included. The growth of pharyngeal structures is observed up to 13 years of age; later, between 14 and 18 years of age, the quiescence period begins. From the age of 22 onwards, the narrowing of the pharyngeal regions begins, which is accentuated at age 50^{7,37}.

Individuals with mandibular prognathism demonstrated significantly higher measurements of OP-Vol when compared to individuals with normal jaw and mandibular retrognathism, in agreement with other studies^{20,29,38}. The more anterior positioning of the mandible is accompanied by the associated soft tissue, resulting in a higher volume of this pharyngeal region²⁰.

EI & Palomo⁷ found that OP-Vol was the largest in Class III mandibular

protrusion group compared to Class I and Class II mandibular retrusion group. Abdelkarim et al.³⁹ also noted that OP-Vol was larger in patients with prognathism than individuals with normal jaw and mandibular retrognathism. In controversy, Alves et al.⁴ did not find statistically significant differences in OP-Vol between Class II and Class III, and these findings can be explained by the use of conventional tomography images performed with individuals in the supine position. Van Holsbeke et al.⁴⁰ compared the UA of the same subjects in the supine (CT) and sitting upright (CBCT) positions, confirming that the upper airways were significantly lower when individuals are lying down, and explained that this was possible due to the greater action of perpendicular gravity vectors of the surrounding tissues on the walls of the airway⁴⁰.

Based on our data, no significant differences were observed in the dimensions of the UA between the groups with normal jaw and mandibular retrognathism. These findings were also found by Brito et al.⁶ with no evidence of significant differences in UA morphology according to Class I and Class II skeletal malocclusions. Alhammadi et al.⁴¹ compared Class I and Class II malocclusions patients with average vertical relation and detected significant differences between both groups. Class II demonstrated a reduced glossopharyngeal airway volume compared to Class I, while the total minimum constricted area was significantly greater in Class II malocclusion. However, these authors divided the oropharynx into two compartments, being palatopharyngeal and glossopharyngeal, unlike this study that considered the oropharynx in its entirety.

Furthermore, no statistically significant differences were found in the HP segment in any assessed measurements what is in agreement with Claudino et al.³⁴. In contradiction, Tseng et al.⁴² confirmed that skeletal Class I and Class III exhibited

significantly higher OP-Vol and HP-Vol values than skeletal Class II malocclusion. The divergence in this finding can be explained by the difference in the definition of the upper limits established for HP between the studies. While in the aforementioned research the limit considered was the upper tip of the epiglottis, in our research the HP was evaluated from the C3ia point, which is coincident with the base of the epiglottis. Thus, according to our proposed anatomical classification, Tseng et al.⁴² analyzed the HP and a part of the OP.

Several authors^{31,32,34} confirmed the relationship between the statistically significant increase in the volume of the pharyngeal space accompanied by a greater minimum axial area, which was not found in the present study. This divergence may have been due to the fact that the previous studies excluded individuals with potential alterations in the UA from the research, a criterion that was not considered in our research, allowing the inclusion of subjects presenting more constricted transversal areas. At the same time, statistically significant difference in NP-Ax_{min} was found in PMand group. This could be explained by the fact that the mandible actually influences the dimensions of the NP. Muto et al.⁴³ evaluated the effect of bilateral sagittal split ramus osteotomy setback on the morphology of the pharyngeal airway and found that the soft palate changed significantly. The most posterior repositioning of the mandible was accompanied by the base of the tongue, causing the least stretch of the palatoglossus muscle. As a consequence, a greater length of the soft palate and its more posterior positioning were observed. Jena et al.⁴⁴ noted that the soft palate is significantly shorter in patients with mandibular prognathism compared to those with mandibular retrognathism. Thus, these findings suggest that the more anterior positioning of the mandible and, consequently, of the tongue, influence the more anterior configuration of the soft

palate and its shorter length, contributing to the greater Ax_{min} evidenced in the NP of PMand group.

Regression analyses showed that SNB was related to the variables NP- Ax_{min} and OP-Vol what was consistent with previous results^{6,7,37}. Nevertheless, CoGn demonstrated to be more relevant predictor variable than SNB, influencing NP, OP and HP volumes and HP-Ht measurements, which proved to be more determinant of the volume and shape of the UA. Several studies demonstrated significant correlation between mandibular lengths and OP and HP^{6,7,45}. As the mandible lengthens, the genioglossus and geniohyoid muscles are positioned more anteriorly, supporting an increase in the pharyngeal space; in the same way, mandibular retrognathism allows for a more posterior positioning of the tongue and hyoid bone, contributing to a decrease in the volume of the upper airways⁴⁶.

The influence of CoGn on HP-Ht could be explained by the relationship between mandibular growth and the maturation of the cervical vertebrae. The research included some individuals in the growth phase, and mandibular growth, as well as age, is accompanied by changes in the conformations of C2, C3 and C4, anatomical references used in the methodology of the present study. With craniofacial growth, the lower edges of C2 to C4 increase, and C3 and C4 increase in height⁴⁷.

The results of this research confirms that the craniofacial skeletal pattern influences the morphology of the UA. Although knowledge about the dimensions of the pharyngeal space does not completely replace the need to perform tests to evaluate aerodynamic characteristics of the airway; greater mandibular protrusion is associated with greater nasal respiratory flow⁴⁸. Shah et al.⁴⁹ used computational fluid dynamics to evaluate if the reduction in airway volume space after a mandibular

setback surgery would cause a change in the air pressure and found an increase negative pressure after the procedure, demonstrating an inverse correlation between these measurements. Iwasaki et al.⁵⁰ evaluated the relationship between pharyngeal airway respiration pressures and anteroposterior mandibular from groups of children with Classes I, II (mandibular retrognathism) e III (mandibular prognathism) malocclusions groups, and concluded that the Class II group showed higher values of nasal resistance and negative inspiratory pressure in the airways, which may be related to their retrognathia.

The impact of the size and position of the mandible on the dimensions of the upper airway is of great clinical relevance, as it can guide different resources in orthodontic treatment and, especially, in the decision-making process of orthognathic surgery. In view of the proven influences in this study on the volume and minimum axial area of the pharyngeal segments, mandibular advancement can be a therapeutic adjunct in the management of individuals with respiratory obstructions, preventing the collapse of the upper airways; conversely, mandibular setback may represent an additional risk in cases of respiratory disorders, requiring caution in its planning.

As a limitation of this study, we highlight the difficulty in contemplating CBCT scans of individuals with normal maxillary position, including images with slight retrusion and protrusion of this bone. However, the MANCOVA analysis ruled out the influence of maxillary positioning on the results. Another point was the inclusion of individuals with and without growth in the same groups, since this difference directly affects the size and position of the mandible and the configuration of the pharyngeal soft tissues. Thus, to minimize any influence of this aspect on our results, the ANOVA test was performed to ensure that there was no statistically

significant difference between the groups in terms of age. In addition, Linear Regression was performed to individually quantify the influences of age, SNB, and CoGn on all upper airway measurements evaluated in the study. Likewise, the research did not investigate possible presence of pathologies in the airways, as this would not allow reaching the necessary samples. Anyway, important data were obtained, confirming the repercussion of the size and positioning of the mandible on the configuration of the airways, representing a valuable knowledge to help in the early diagnosis of functional alterations and in the planning of orthodontic and orthosurgical therapies.

Conclusions

The mandibular size and sagittal position influences upper airway dimensions. Higher values of minimum axial area in the nasopharynx and volume of the oropharynx were found in individuals with mandibular prognathism compared to the groups with normal jaw and mandibular retrognathism. Furthermore, CoGn proved to be a more relevant predictor variable in the dimensional changes of the upper airways when compared to the SNB angle, exerting an influence on the volumes of all subregions – nasopharynx, oropharynx and hypopharynx – and considering the height of the hypopharynx.



Figure 1 Image of the right lateral cephalometric projection with the angular measurements necessary for the characterization of the sample: 1 – SNA; 2 - SNB; 3 – ACC and 4 – FMA. In this same image, the linear measurement was also verified: 5 – CoGn, referring to the effective length of the mandible.

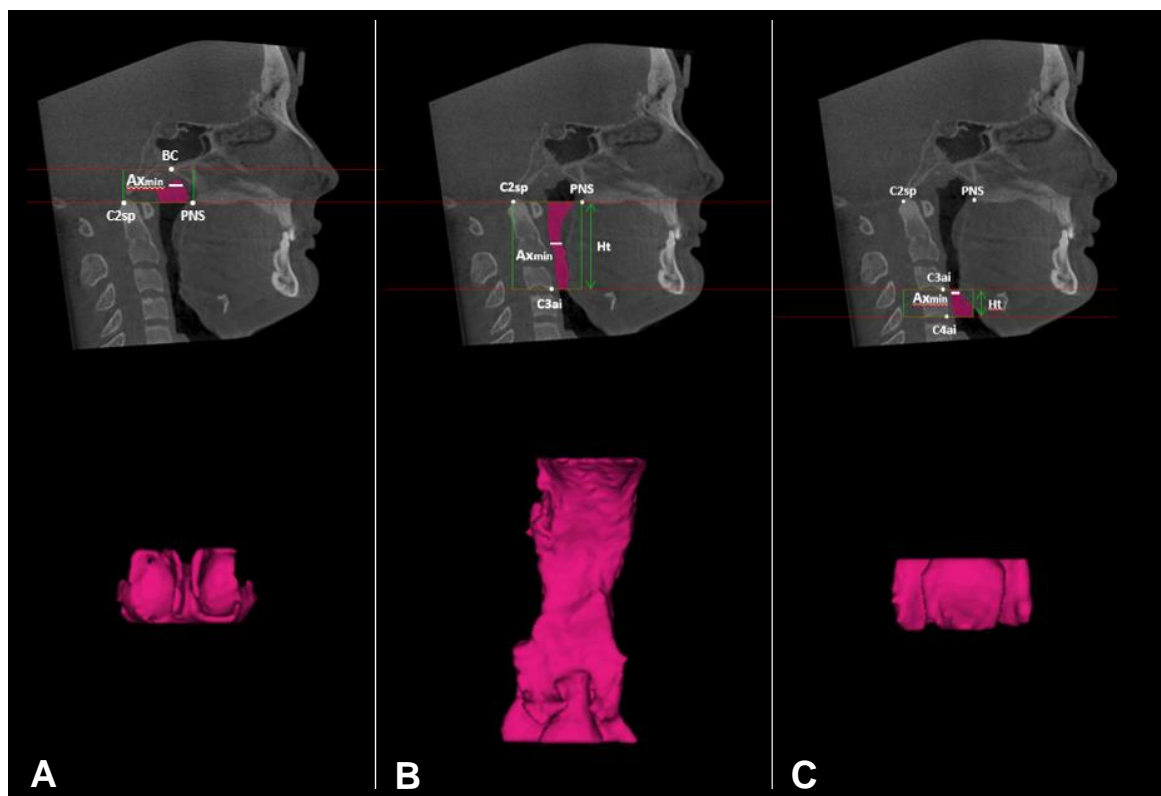


Figure 2: Limits for upper airway segmentation: **A**, Nasopharynx (NP); **B**, Oropharynx (OP); **C**, Hypopharynx (HP). As points of reference: PNS (posterior nasal spine); C2sp (midpoint between the most superior and posterior points of the second cervical vertebra); C3ai (most anterior-posterior point of the body of third cervical vertebra); C4ai (most anterior-inferior point of the body of fourth cervical vertebra); Ax_{min} (minimum axial area - horizontal white line); Ax_{min} superior and inferior limits (red lines); Ht (height – green arrows) and technical limits (green lines).

Table 1. Sample characteristics.

Variables	Groups			P value
	Normal jaw (n = 22)	Mandibular retrognathism (n = 22)	Mandibular prognathism (n = 19)	
Sex - n (%)				
Male	9 (40.9)	8 (36.4)	9 (47.4)	0.774
Female	13 (59.1)	14 (63.6)	10 (52.6)	
Age, y - mean \pm SD	19.5 \pm 5.2	16.7 \pm 5.4	17.5 \pm 5.7	0.235
SNB ($^{\circ}$) - mean \pm SD	79.7 \pm 1.1	75.9 \pm 1.5	85.2 \pm 2.0	<0.001*
CoGn (mm) - mean \pm SD	113.0 \pm 6.9	111.0 \pm 8.7	120.0 \pm 9.8	0.004*
SNA ($^{\circ}$) - mean \pm SD	82.7 \pm 2.1	81.7 \pm 1.4	83.2 \pm 1.8	0.027*

y – years, SD – standard deviation.

Chi-squared and ANOVA tests were used to assess categorical and continuous variables, respectively.

* Indicates statistical significance.

Table 2. MANCOVA results for overall differences in upper airway measurements.

Factor	Pillai's Trace	F	P value
Group according to the mandibular pattern	0.494	2.01	0.020*
Sex	0.193	1.43	0.208
Group*sex	0.333	1.22	0.264
Age	0.396	3.93	0.001*
SNA ($^{\circ}$)	0.129	0.89	0.534

* Indicates statistical significance ($P < 0.05$).

Table 3. Univariate tests for comparison of upper airway variables according to the mandibular pattern.

Upper airways variable	Group			P value
	Normal jaw (n = 22)	Mandibular retrognathism (n = 22)	Mandibular prognathism (n = 19)	
NP - Vol (mm ³)	5185 \pm 2359	4360 \pm 1808	5384 \pm 1761	0.201
NP - Ax _{min} (mm ²)	54.0 \pm 22.0 ^a	55.7 \pm 28.3 ^a	81.4 \pm 29.3 ^b	0.003*
OP - Vol (mm ³)	13197 \pm 3603 ^a	12794 \pm 4179 ^a	16109 \pm 4745 ^b	0.027*
OP - Ax _{min} (mm ²)	70.8 \pm 24.3	58.3 \pm 17.2	62.8 \pm 17.9	0.126
OP - Ht (mm)	51.5 \pm 5.4	52.6 \pm 6.2	54.0 \pm 6.4	0.345
HP - Vol (mm ³)	4439 \pm 1847	3666 \pm 987	4135 \pm 1365	0.120
HP - Ax _{min} (mm ²)	67.8 \pm 24.9	64.7 \pm 29.2	56.2 \pm 25.2	0.355
HP - Ht (mm)	15.7 \pm 1.6	14.9 \pm 1.5	15.5 \pm 1.7	0.145

NP – nasopharynx, OP – oropharynx, HP – hypopharynx, Vol – volume, Ax_{min} – minimum axial area.

Values reported as mean \pm standard deviation.

* Indicates statistical significance ($P < 0.05$).

Different superscript letters indicate difference between groups.

Table 4. Estimates of the effect of mandibular cephalometric variables and age on upper airways dimensions.

Dependent variable	Predictors	Model coefficients			Model fit measures	
		Estimate	95% CI	P value	Overall model test P value	Adjusted R ²
NP - Vol (mm ³)	SNB (°)	58.90	-31.70, 204.00	0.149	0.005*	0.13
	Age	135.00	46.90, 223.00	0.003*		
NP - Ax _{min} (mm ²)	SNB (°)	2.39	0.67, 4.12	0.007*	0.021*	0.09
	Age	-0.50	-1.79, 0.79	0.443		
OP - Vol (mm ³)	SNB (°)	257.00	1.15, 514.00	0.049*	0.010*	0.11
	Age	229.00	37.50, 421.00	0.020*		
OP - Ax _{min} (mm ²)	SNB (°)	0.38	-0.88, 1.64	0.547	0.117	0.04
	Age	0.95	0.01, 1.89	0.049*		
OP - Height (mm)	SNB (°)	0.06	-0.31, 0.43	0.759	0.241	0.01
	Age	0.23	-0.05, 0.51	0.099		
HP - Vol (mm ³)	SNB (°)	39.40	-40.80, 119.00	0.330	<0.001*	0.23
	Age	132.50	72.50, 192.00	<0.001*		
HP - Ax _{min} (mm ²)	SNB (°)	-0.76	-2.42, 0.90	0.362	0.322	0.00
	Age	0.76	-0.49, 2.00	0.228		
HP - Height (mm)	SNB (°)	0.06	-0.03, 0.15	0.168	<0.001*	0.20
	Age	0.03	0.06, 0.20	<0.001*		
NP - Vol (mm ³)	CoGn (mm)	94.20	44.59, 144.00	<0.001*	<0.001*	0.28
	Age	92.50	8.84, 176.00	0.031*		
NP - Ax _{min} (mm ²)	CoGn (mm)	0.90	0.09, 1.71	0.031*	0.074	0.05
	Age	-0.89	-2.26, 0.48	0.197		
OP - Vol (mm ³)	CoGn (mm)	187.00	74.70, 299.00	0.001*	<0.001*	0.20
	Age	146.00	-43.50, 335.00	0.129		
OP - Ax _{min} (mm ²)	CoGn (mm)	-0.01	-0.59, 0.58	0.980	0.141	0.03
	Age	0.95	-0.03, 1.94	0.057		
OP - Height (mm)	CoGn (mm)	0.11	-0.06, 0.28	0.213	0.116	0.04
	Age	0.18	-0.10, 0.47	0.201		
HP - Vol (mm ³)	CoGn (mm)	36.20	0.12, 72.30	0.049*	<0.001*	0.27
	Age	116.20	55.43, 177.00	<0.001*		
HP - Ax _{min} (mm ²)	CoGn (mm)	0.56	-0.20, 1.31	0.146	0.169	0.03
	Age	0.50	-0.78, 1.77	0.440		
HP - Height (mm)	CoGn (mm)	0.08	0.04, 0.11	<0.001*	<0.001*	0.35
	Age	0.10	0.03, 0.16	0.003*		

NP – nasopharynx, OP – oropharynx, HP – hypopharynx, Vol – volume, Ax_{min} – minimum axial area, CI – confidence interval. * Indicates statistical significance ($P < 0.05$).

References:

1. Nath M, Ahmed J, Ongole R, Denny C, Shenoy N. CBCT analysis of pharyngeal airway volume and comparison of airway volume among patients with skeletal Class I, Class II, and Class III malocclusion: A retrospective study. *Cranio*. 2021; 39 (5): 379-390.
2. Moss ML. The primacy of functional matrices in orofacial growth. *Dent Pract Dent Rec*. 1968, 19 (2): 65-73.
3. Alkawari HM, Albalbeesi HO, Alhendi AA, Alhuwaish HA, Jobair AA, Baidas L. Pharyngeal airway dimensional changes after premolar extraction in skeletal class II and class III orthodontic patients. *J Orthod Sci*. 2018, 7 (1): 1-6.
4. Alves PVM, Zhao L, O'Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three-Dimensional Cephalometric Study of Upper Airway Space in Skeletal Class II and III Healthy Patients. *J Craniofac Surg*. 2008; 19 (6): 1497-507.
5. Indriksone I, Jakobsone G. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. *Angle Orthod*. 2015; 85 (5): 874-880.
6. Brito FC, Brunetto DP, Nojima MCG. Three-dimensional study of the upper airway in different skeletal Class II malocclusion patterns. *Angle Orthod*. 2019, 89 (1): 93-101.
7. El H, Palomo JM. An airway study of different maxillary and mandibular sagittal positions. *Eur J Orthod*. 2013; 35 (2): 262–270.
8. Jiang C, Yi Y, Jiang C, Fang S, Wang J. Pharyngeal Airway Space and Hyoid Bone Positioning After Different Orthognathic Surgeries in Skeletal Class II Patients. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017. 75 (7): 1482–1490.
9. Shelton KE, Gay SB, Hollowell DE, Woodson H, Suratt PM. Mandible enclosure of upper airway and weight in obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 1993; 148 (1): 195–200.
10. Lee WC, Tu YK, Huang CS, Chen R, Fu MW, Fu E. Pharyngeal airway changes following maxillary expansion or protraction: A meta-analysis. *Orthodontics & craniofacial research*. 2018; 21 (1): 4–11.
11. Mehta S, Wang D, Kuo CL, Mu J, Vich ML, Allareddy V, Tadinada A, Yadav S. Long-term effects of mini-screw-assisted rapid palatal expansion on airway. *The Angle orthodontist*. 2021; 91 (2): 195–205.
12. Baratieri C, Alves MJr, de Souza MM, de Souza Araújo MT, Maia LC. Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing?. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2011; 140 (2): 146–156.
13. Hiyama S, Tsuiki S, Ono T, Kuroda T, Ohyama K. Effects of mandibular advancement on supine airway size in normal subjects during sleep. *Sleep*. 2003; 26 (4): 440–445.
14. Kirjavainen M, Kirjavainen T. Upper airway dimensions in Class II malocclusion. Effects of headgear treatment. *The Angle orthodontist*. 2007; 77 (6): 1046–1053.
15. Rizk S, Kulbersh VP, Al-Qawasmi R. Changes in the oropharyngeal airway of Class II patients treated with the mandibular anterior repositioning appliance. *Angle Orthod*. 2016; 86 (6): 955–961.
16. Yildirim E, Karaçay Ş. Volumetric Evaluation of Pharyngeal Airway after Functional Therapy. *Scanning*. 2021; 6694992.
17. Pereira PKN, de Castro Rocha VÁ, Degan VV, Garib DG, Vedovello SAS, de Menezes CC. Upper airways after mandibular advancement orthognathic surgery: A 4-year follow-up. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2021; 159 (6): 743-749.
18. Rückschloß T, Ristow O, Berger M, Engel M, Freudsperger C, Hoffmann J, Seeberger R. Relations between mandible-only advancement surgery, the extent of the posterior airway space, and the position of the hyoid bone in Class II patients: a three-dimensional analysis. *The British journal of oral & maxillofacial surgery*. 2019; 57 (10): 1032–1038.
19. Parsi GK, Alsulaiman AA, Kotak B, Mehra P, Will LA, Motro M. Volumetric changes of the upper airway following maxillary and mandibular advancement using cone beam

- computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019; 48 (2): 203-210.
20. Jayaratne YSN, 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 (2): 1-14.
21. Guijarro-Martínez R, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: A systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 40 (11): 1227–1237.
22. Garcia-Usó M, Lima TF, Trindade IEK, Pimenta LAF, Trindade-Suedam IK. Three-dimensional tomographic assessment of the upper airway using 2 different imaging software programs: A comparison study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021; 159 (2): 217-223.
23. Guijarro-Martínez R, SWENNEN GRJ. Three-dimensional cone beam computed tomography definition of the anatomical subregions of upper airway: a validation study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 42 (9): 1140-1149.
24. Shokri A, Miresmaeili A, Ahmadi A, Amini P, Falah-Kooshki S. Comparison of pharyngeal airway volume in different skeletal facial patterns using cone beam computed tomography. *J Clin Exp Dent.* 2018; 10 (10): e1017-e1028.
25. 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 (6): 805-814.
26. Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136 (3): 318.e1-9; discussion 318-9.
27. Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010; 137 (3): 306.e1-11; discussion 306-7.
28. 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 (5): 768-776.
29. Oh KM, Hong JS, Kim YJ, Cevidanes LS, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns. *Angle Orthod.* 2011; 81 (6): 1075-1082.
30. Daniel MM, Lorenzi MC, da Costa Leite C, Lorenzi-Filho G. Pharyngeal dimensions in healthy men and women. *Clinics (Sao Paulo).* 2007; 62 (1): 5-10.
31. Alves MJr, 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 (7): 814-819.
32. Chen YS, Chou ST, Cheng JH, Chen SC, Pan CY, Tseng YC. Importance in the Occurrence Distribution of Minimum Oropharyngeal Cross-Sectional Area in the Different Skeletal Patterns Using Cone-Beam Computed Tomography. *BioMed research international.* 2021; 5585629.
33. Dos Santos LF, Albright, DA, Dutra V, Bhamidipalli SS, Stewart KT, Polido WD. Is There a Correlation Between Airway Volume and Maximum Constriction Area Location in Different Dentofacial Deformities?. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020; 78 (8): 1415.e1-1415.e10.
34. 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 (6): 799-809.
35. Alsufyani NA, Flores-Mir C, Major PW. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012; 41 (4): 276-284.
36. Zimmerman JN, Vora SR, Pliska BT. Reliability of upper airway assessment using CBCT. *Eur J Orthod.* 2019; 41 (1): 101-108.
37. Schendel, SA, Jacobson R, Khalessi S. Airway growth and development: A computerized 3-dimensional analysis. *J oral maxillofac surg.* 2012; 70 (9): 2174–2183.
38. Castro-Silva L, Monnazzi MS, Spin-Neto R, Moraes M, Miranda S, Real Gabrielli MF,

- Pereira-Filho VA. Cone-beam evaluation of pharyngeal airway space in class I, II, and III patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015; 120 (6): 679-83.
39. Abdelkarim, A. A cone beam CT evaluation of oropharyngeal airway space and its relationship to mandibular position and dentocraniofacial morphology. *J World Fed Orthod.* 2012; 1 (2): e55-e59.
40. Van Holsbeke CS, Verhulst SL, Vos WG, De Backer JW, Vinchurkar SC, Verdonck PR, van Doorn JW, Nadjmi N, De Backer WA. Change in upper airway geometry between upright and supine position during tidal nasal breathing. *J Aerosol Med Pulm Drug Deliv.* 2014; 27 (1): 51-57.
41. Alhammadi MS, Almashraqi AA, Halboub E, Almahdi S, Jali T, Atafi A, Alomar F. Pharyngeal airway spaces in different skeletal malocclusions: a CBCT 3D assessment. *Cranio.* 2019; 39 (2): 97-106.
42. Tseng YC, Tsai FC, Chou ST, Hsu CY, Cheng JH, Chen CM. Evaluation of pharyngeal airway volume for different dentofacial skeletal patterns using cone-beam computed tomography. *J Dent Sci.* 2021; 16 (1): 51-57.
43. Muto T, Yamazaki A, Takeda S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 37 (3): 228–231.
44. Jena AK, Singh SP, Utreja AK. Sagittal mandibular development effects on the dimensions of the awake pharyngeal airway passage. *Angle Orthod.* 2010; 80 (6): 1061–1067.
45. Hong JS, Oh KM, Kim BR, Kim YJ, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 140 (4): p.e161-e169.
46. Diwakar R, Kochhar AS, Gupta H, Kaur H, Sidhu MS, Skountrianos H, Singh G, Tepedino M. Effect of craniofacial morphology on pharyngeal airway volume measured using cone-beam computed tomography (CBCT) - a retrospective pilot study. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18 (9): 5040.
47. Gray S, Bennani H, Kieser JA, Farella M. Morphometric analysis of cervical vertebrae in relation to mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149 (1): 92-98.
48. Gong X, Li W, Gao X. Effects of Craniofacial Morphology on Nasal Respiratory Function and Upper Airway Morphology. *J Craniofac Surg.* 2018; 29 (7): 1717-1722.
49. Shah DH, Kim KB, McQuilling MW, Movahed R, Shah AH, Kim YI. Computational fluid dynamics for the assessment of upper airway changes in skeletal Class III patients treated with mandibular setback surgery. *Angle Orthod.* 2016; 86 (6): 976-982.
50. Iwasaki T, Sato H, Suga H, Takemoto Y, Inada E, Saitoh I, Kakuno K, Kanomi R, Yamasaki Y. Influence of pharyngeal airway respiration pressure on Class II mandibular retrusion in children: A computational fluid dynamics study of inspiration and expiration. *Orthod Craniofac Res.* 2017; 20 (2): 95-101.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que:

- 5.1 Na análise da Nasofaringe, o grupo de prognatismo mandibular apresentou maior área axial mínima em relação aos grupos de harmonia e retrognatismo mandibular; porém, não foi identificada diferença expressiva quanto ao volume;
- 5.2 Em relação à Orofaringe, o grupo de prognatismo mandibular demonstrou volume significativamente maior em comparação aos grupos de harmonia e retrognatismo mandibular; o que não foi observado quanto à área axial mínima e altura;
- 5.3 Quanto à Hipofaringe, não houve diferença significativa entre os grupos quanto ao volume, área axial mínima e altura;
- 5.4 O ângulo SNB demonstrou influência sobre as variáveis de área axial mínima da Nasofaringe e volume da Orofaringe;
- 5.5 O comprimento efetivo da mandíbula (CoGn) demonstrou influência sobre as variáveis de volume de todas as sub-regiões (Nasofaringe, Orofaringe e Hipofaringe) e a altura da Hipofaringe.

6 RECOMENDAÇÕES

Para futuros trabalhos, sugere-se a comparação das dimensões das vias aéreas de indivíduos com patologias respiratórias diagnosticadas e indivíduos saudáveis, categorizando-os conforme o comprimento efetivo da mandíbula, estando a maxila em posição de normalidade, e avaliando-se a repercussão da língua, palato mole e osso hióide sobre as dimensões das vias aéreas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELKARIM, A. A cone beam CT evaluation of oropharyngeal airway space and its relationship to mandibular position and dentocraniofacial morphology. **J World Fed Orthod**, v.1, n.2, p.e55-e59. Jun 2012.

ALHAMMADI, M. S.; ALMASHRAQI, A. A.; HALBOUB, E.; ALMAHDI, S.; JALI, T.; ATAFI, A.; ALOMAR, F. Pharyngeal airway spaces in different skeletal malocclusions: a CBCT 3D assessment. **Cranio**, v.39, n.2, p.97-106. Mar 2019.

ALKAWARI, H. M.; ALBALBEESI, H. O.; ALHENDI, A. A.; ALHUWAISH, H. A.; JOBAIR, A. A.; BAIDAS, L. Pharyngeal airway dimensional changes after premolarextraction in skeletal class II and class III orthodontic patients. **J OrthodSci**, v.7, n.1, p.1-6. Jun 2018.

ALSUFYANI, N. A.; FLORES-MIR, C.; MAJOR, P. W. Three-dimensional segmentation of the upper airway using cone beam CT: a systematic review. **Dentomaxillofac Radiol**, v.41, n.4, p.276-284. Maio 2012.

ALVES, P. V. M.; ZHAO, L.; O'GARA, M.; PATEL, P. K.; BOLOGNESE, A. M. Three-Dimensional Cephalometric Study of Upper Airway Space in Skeletal Class II and III Healthy Patients. **J Craniofac Surg**, v.19, v.6, p.1497-507. Nov 2008.

ALVES, M. JR.; FRANZOTTI, E. S.; BARATIERI, C.; NUNES, L. K.; NOJIMA, L. I.; RUELLAS, A. C. Evaluation of pharyngeal airway space amongst different skeletal patterns. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v.41, n.7, p.814-819. Jul 2012.

AYDEMIR, H.; MEMIKOĞLU, U.; KARASU, H. Pharyngeal airway space, hyoidbone position and head posture after orthognathic surgery in Class III patients. **Angle Orthod**, v.82, n.6, p.993–1000. Abr 2012.

BARATIERI, C.; ALVES, M. JR.; DE SOUZA, M. M.; DE SOUZA ARAÚJO, M. T.; MAIA, L. C. Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing?. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.140, n.2, p.146–156. Ago 2011.

BRITO, F. C. Estudo tridimensional das vias aéreas superiores nos diferentes padrões esqueléticos da maloclusão de Classe II. Orientador: Matilde da Cunha Gonçalves Nojima. 2015. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www.ortodontia.odontologia.ufrj.br/publicacoes/teses-e-dissertacoes>>. Acesso em: 1 set. 2022>.

BRITO, F. C.; BRUNETTO, D. P.; NOJIMA, M. C. G. Three-dimensional study of the upper airway in diferente skeletal Class II malocclusion patterns. **Angle Orthod**, v.89, n.1, p.93-101. Set 2019.

CASTRO-SILVA, L.; MONNAZZI, M. S.; SPIN-NETO, R.; MORAES, M.; MIRANDA, S.; REAL GABRIELLI, M. F.; PEREIRA-FILHO, V. A. Cone-beam evaluation of pharyngeal airway space in class I, II, and III patients. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol**, v.120, n.6, p.679-83. Dez 2015.

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.

CHEN, Y. S.; CHOU, S. T.; CHENG, J. H.; CHEN, S. C., PAN, C. Y.; TSENG, Y. C. Importance in the Occurrence Distribution of Minimum Oropharyngeal Cross-Sectional Area in the Different Skeletal Patterns Using Cone-Beam Computed Tomography. **BioMed research international**, v.5585629. Maio 2021.

CLAUDINO, L. V.; MATTOS, C. T.; RUELLAS, A. C.; SANT' ANNA, E. F. 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.

DANIEL, M. M.; LORENZI, M.C.; DA COSTA LEITE, C.; LORENZI-FILHO, G. Pharyngeal dimensions in healthy men and women. **Clinics** (Sao Paulo), v.62, n.1, p.5-10. Fev 2007.

DE FREITAS, L. M.; DE FREITAS, K. M.; PINZAN, A.; JANSON, G.; DE FREITAS, M. R. A comparison of skeletal, dentoalveolar and soft tissue characteristics in white and black Brazilian subjects. **J Appl Oral Sci**, v.18, n.2, p.135-142. Mar-Abr 2010.

DIWAKAR, R.; KOCHHAR, A. S.; GUPTA, H.; KAUR, H.; SIDHU, M. S.; SKOUNTRIANOS, H.; SINGH, G.; TEPEDINO, M. Effect of craniofacial morphology on pharyngeal airway volume measured using cone-beam computed tomography (CBCT) - a retrospective pilot study. **Int J Environ Res Public Health**, v.18, n.9, p.5040. Maio 2021.

DOS SANTOS, L. F.; ALBRIGHT, D. A.; DUTRA, V.; BHAMIDIPALLI, S. S.; STEWART, K.T.; POLIDO, W.D. Is There a Correlation Between Airway Volume and Maximum Constriction Area Location in Different Dentofacial Deformities?. **J Oral Maxillofac Surg**, n.78, v.8, p.1415.e1-1415.e10. Ago 2020.

EL, H.; PALOMO, J. M. An airway study of different maxillary and mandibular sagittal positions. **Eur J Orthod**, v.35, n.2, p.262–270. Abr 2013.

GARCIA-USÓ, M.; LIMA, T. F.; TRINDADE, I. E. K.; PIMENTA, L. A. F.; TRINDADE-SUEDAM, I. K. Three-dimensional tomographic assessment of the upper airway using 2 different imaging software programs: A comparison study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.159, n.2, p.217-223. Fev 2021.

GRAY, S.; BENNANI, H.; KIESER, J. A.; FARELLA, M. Morphometric analysis of cervical vertebrae in relation to mandibular growth. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.149, n.1, p.92-98. Jan 2016.

GUIJARRO-MARTÍNEZ, R.; SWENNEN, G. R. J. 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.1227–1237. Nov 2011.

GUIJARRO-MARTÍNEZ, R.; SWENNEN, G. R. J. Three-dimensional cone beam computed tomography definition of the anatomical subregions of upper airway: a validation study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v.42, n.9, p.1140-1149. Set 2013.

GOLCHINI, E.; RASOOLIJAZI, H.; MOMENI, F.; SHAFAT, P.; AHADI, R.; JAFARABADI, M. A.; RAHIMIAN, S. Investigation of the Relationship Between Mandibular Morphology and Upper Airway Dimensions. **J Craniofac Surg**, v.31, n.5, p.1353-1361. Jul-Ago 2020.

GONG, X.; LI, W.; GAO, X. Effects of Craniofacial Morphology on Nasal Respiratory Function and Upper Airway Morphology. **J Craniofac Surg**, v.29, n.7, p.1717-1722. Out 2018.

GRAUER, D.; CEVIDANES, L. S.; STYNER, M. A.; ACKERMAN, J. L.; PROFFIT, W. R. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.136, n.6, p.805-814. Dez 2009.

HIYAMA, S.; TSUIKI, S.; ONO, T.; KURODA, T.; OHYAMA, K. Effects of mandibular advancement on supine airway size in normal subjects during sleep. **Sleep**, v.26, n.4, p.440-445. Jun 2003.

HONG, J. S.; OH, K. M.; KIM, B. R.; KIM, Y. J.; PARK, Y. H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway volume in adults with anterior position of the mandible. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.140, n.4, p.e161-e169. Out 2011.

INDRIKSONE, I.; JAKOBSONE, G. The influence of craniofacial morphology on the upper airway dimensions. **Angle Orthod**, v.85, n.5, p.874-880. Set 2015.

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**, v.136, n.3, p.318.e1-9; discussion 318-9. Set 2009.

IWASAKI, T.; SATO, H.; SUGA, H.; TAKEMOTO, Y.; INADA, E.; SAITOH, I.; KAKUNO, K.; KANOMI, R.; YAMASAKI, Y. Influence of pharyngeal airway respiration pressure on Class II mandibular retrusion in children: A computational fluid dynamics study of inspiration and expiration. **Orthod Craniofac Res**, v.20, n.2, p.95-101. Mar 2017.

JAYARATNE, Y. S. N.; 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.1-14. Feb 2016.

JENA, A. K.; SINGH, S. P.; UTRAJA, A. K. Sagittal mandibular development effects on the dimensions of the awake pharyngeal airway passage. **Angle Orthod**, v.80, n.6, p.1061-1067. Nov 2010.

JIANG, C.; YI, Y.; JIANG, C.; FANG, S.; WANG, J. Pharyngeal Airway Space and Hyoid Bone Positioning After Different Orthognathic Surgeries in Skeletal Class II Patients. **J Oral Maxillofac Surg**, v.75, n.7, p.1482-1490. Jul 2017.

Kim, Y. J.; Hong, J. S.; Hwang, Y. I.; Park, Y. H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.137, n.3, p.306.e1-11; discussion 306-7. Mar 2010.

KIM, K. B. How has our interest in the airway changed over 100 years?. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.148, n.5, p.740-747. Nov 2015.

KIRJAVAINEN, M.; KIRJAVAINEN, T. Upper airway dimensions in Class II malocclusion. Effects of headgear treatment. **The Angle orthodontist**, v.77, n.6, p.1046-1053. Nov 2007.

LEE, W. C.; TU, Y. K.; HUANG, C. S.; CHEN, R.; FU, M. W.; FU, E. Pharyngeal airway changes following maxillary expansion or protraction: A meta-analysis. **Orthodontics & craniofacial research**, n.21, v.1, p.4–11. Fev 2018.

LENZA, M. G.; LENZA, M. M.; DALSTRA, M.; MELSEN, B.; CATTANEO, P. M. 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. Maio 2010.

MASOUD, A. I.; JACKSON, G. W.; CARLEY, D. W. Sleep and airway assessment: A review for dentists. **Cranio**, v.35, n.4, p.206–222. Jul 2017.

MCNAMARA JUNIOR, J. A. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. **Angle Orthod**, v.51, n.4, p.269–300. Out 1981.

MCNAMARA JUNIOR, J. A. A method of cephalometric evaluation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.86, n.6, p.449-469. Dez 1984.

MEHTA, S.; WANG, D.; KUO, C. L.; MU, J.; VICH, M. L.; ALLAREDDY, V.; TADINADA, A.; YADAV, S. Long-term effects of mini-screw-assisted rapid palatal expansion on airway. **The Angle orthodontist**, v.91, n.2, p.195–205. Mar 2021.

MEMON, S.; FIDA, M.; SHAIKH, A. Comparison of different craniofacial patterns with pharyngeal widths. **J Coll Physicians Surg Pak**, v.22, n.5, p.302-306, Maio 2012.

MERATI, A. L.; RIEDER, A. A. Normal endoscopic anatomy of the pharynx and larynx. **Am J Med**, v.115, n.3A, p.10S–14S. Ago 2003.

MOSS M. L. The primacy of functional matrices in orofacial growth. **Dent Pract Dent Rec**, v.19, n.2, p.65-73. Out 1968.

MUTO, T.; YAMAZAKI, A.; TAKEDA, S. A cephalometric evaluation of the pharyngeal airway space in patients with mandibular retrognathia and prognathia, and normal subjects. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v.37, n.3, p.228–231. Mar 2008.

NATH, M.; AHMED, J.; ONGOLE, R.; DENNY, C.; SHENOY, N. CBCT analysis of pharyngeal airway volume and comparison of airway volume among patients with skeletal Class I, Class II, and Class III malocclusion: A retrospective study. **Cranio**, v.39, n.5, p.379-390. Set 2021.

OH, K. M.; HONG, J. S.; KIM, Y. J.; CEVIDANES, L. S., PARK, Y. H. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway form in children with anteroposterior facial patterns. **Angle Orthod**, v.81, n.6, p.1075-1082. Nov 2011.

PARSI, G. K.; ALSULAIMAN, A. A.; KOTAK, B.; MEHRA, P.; WILL, L. A.; MOTRO, M. Volumetric changes of the upper airway following maxillary and mandibular advancement using cone beam computed tomography. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v.48, n.2, p.203-210. Fev 2019.

PEREIRA, P. K. N.; DE CASTRO ROCHA, V. A.; DEGAN, V. V.; GARIB, D. G.; VEDOVELLO, S. A. S.; DE MENEZES, C. C. Upper airways after mandibular advancement orthognathic surgery: A 4-year follow-up. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.159, n.6, p.743-749. Jun 2021.

RICHARDSON, E.R. Racial differences in dimensional traits of the human face. **Angle Orthod**, v.50, n.4, p.301-311. Out 1980.

RIZK, S.; KULBERSH, V. P.; AL-QAWASMI, R. Changes in the oropharyngeal airway of Class II patients treated with the mandibular anterior repositioning appliance. **Angle Orthod**, v.86, n.6, p.955–961. Nov 2016.

RÜCKSCHLOß, T.; RISTOW, O.; BERGER, M.; ENGEL, M.; FREUDLSPERGER, C.; HOFFMANN, J.; SEEBERGER, R. Relations between mandible-only advancement surgery, the extent of the posterior airway space, and the position of the hyoid bone in Class II patients: a three-dimensional analysis. **The British journal of oral & maxillofacial surgery**, v.57, n.10, p.1032–1038. Dez 2019.

SAHOO, N. K.; AGARWAL, S. S.; DATANA, S.; BHANDARI, S. K. Effect of Mandibular Advancement Surgery on Tongue Length and Height and Its Correlation with Upper Airway Dimensions. **J Maxillofac Oral Surg**, v.19, n.4, p.624-629. Dez 2020.

SCHENDEL, S. A.; JACOBSON, R.; KHALESSI, S. Airway growth and development: A computerized 3-dimensional analysis. **J Oral Maxillofac Surg**, v.70, n.9, p.2174–2183. Set 2012.

SHAH, D.H.; KIM, K.B.; MCQUILLING, M.W.; MOVAHED, R.; SHAH, A.H.; KIM, Y.I. Computational fluid dynamics for the assessment of upper airway changes in skeletal Class III patients treated with mandibular setback surgery. **Angle Orthod**, v.86, n.6, p.976-982. Nov 2016.

SHELTON, K. E.; GAY, S. B.; HOLLOWELL, D. E.; WOODSON, H.; SURATT, P. M. Mandible enclosure of upper airway and weight in obstructive sleep apnea. **Am J Respir Crit Care Med**, v.148, n.1, p.195–200. Jul 1993.

SHOKRI, A.; MIRESMAEILI, A.; AHMADI, A.; AMINI, P.; FALAH-KOOSHKI, S. Comparison of pharyngeal airway volume in different skeletal facial patterns using cone beam computed tomography. **J Clin Exp Dent**, n.10, v.10, p.e1017-e1028. Out 2018.

SOLOW, B.; SANDHAM, A. Cranio-cervical posture: A factor in the development and function of the dentofacial structures. **Eur J Orthod**, v.24, n.5, p.447–456. Out 2002.

TORGUT, A. G.; AKAN, S. Mandibular symphysis morphology in different skeletal malocclusions and its correlation with uvulo-glossopharyngeal structures. **Cranio**, 2021; 39 (6): 533-540. Nov 2021.

TRENOUTH, M. J.; TIMMS, D. J. Relationship of the functional oropharynx to craniofacial morphology. **Angle Orthod**, v.69, n.5, p.419–423. Out 1999.

TSENG, Y. C.; TSAI, F. C.; CHOU, S.T.; HSU, C.Y.; CHENG, J. H.; CHEN, C.M. Evaluation of pharyngeal airway volume for different dentofacial skeletal patterns using cone-beam computed tomography. **J Dent Sci**, v.16, v.1, p.51-57. Jan 2021.

TSO, H. H.; LEE, J. S.; HUANG, J. C.; MAKI, K.; HATCHER, D.; MILLER, A. J. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v.108, v.5, p.768-776. Nov 2009.

TWEED, C.H. **Clinical Orthodontics**. Saint Louis: The C.V. Mosby Company, 1966.

VAN HOLSBEKE, C. S.; VERHULST, S. L.; VOS, W. G.; DE BACKER, J. W.; VINCHURKAR, S. C.; VERDONCK, P. R.; VAN DOORN, J. W.; NADJMI, N.; DE BACKER, W. A. Change in upper airway geometry between upright and supine position during tidal

nasal breathing. **J Aerosol Med Pulm Drug Deliv**, v.27, n.1, p.51-57. Fev 2014.

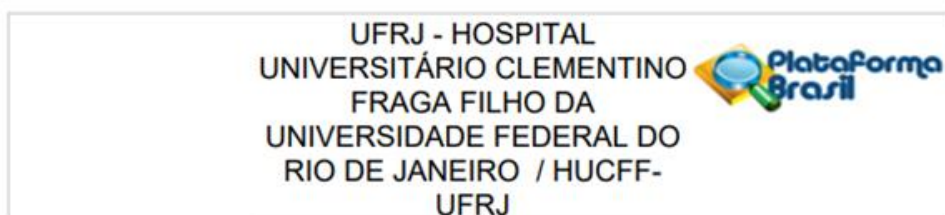
VILELLA, O. D. V. **Manual de Cefalometria**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 162 p.

YILDIRIM, E.; KARAÇAY, Ş. Volumetric Evaluation of Pharyngeal Airway after Functional Therapy. **Scanning**, v.6694992. Fev 2021.

ZIMMERMAN, J. N.; VORA, S. R.; PLISKA, B. T. Reliability of upper airway assessment using CBCT. **Eur J Orthod**, v.41, v.1, p.101-108. Jan 2019.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO 1 – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos dos diferentes padrões de posicionamento anteroposterior da mandíbula sobre o formato e tamanho do canal de passagem de ar do nariz e da garganta.

Pesquisador: Matilde da Cunha Goncalves Nojima

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 41967120.4.0000.5257

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.610.252

Apresentação do Projeto:

Protocolo 008-21 respostas recebidas em 18/02/2021.

As informações colocadas nos campos denominados "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo intitulado "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1676454.pdf", postado em 18/02/2021.

Endereço: Rua Prof. Rodolpho Paulo Rocco N°255, 7º andar, Ala E
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 21.941-913
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)3938-2480 **Fax:** (21)3938-2481 **E-mail:** cep@hucff.ufrj.br

8.2 ANEXO 2 - TERMO DE RESPONSABILIDADE PARA UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS DA CLÍNICA DA DISCIPLINA DE ORTODONTIA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UFRJ



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

UTILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS DA DISCIPLINA DE ORTODONTIA

Eu, Mônica Tirre de Souza Araújo, 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, localizada na Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco, 325 Ilha do Fundão – Rio de Janeiro – RJ – Brasil, para fins de pesquisa de Dissertação de Mestrado Intitulada: **"Efeitos do posicionamento sagital da mandíbula na morfometria das vias aéreas superiores"**.

A responsabilidade pela privacidade de seus conteúdos, como preconizam os Documentos Internacionais e a Res. 196/96 do Ministério da Saúde e o Código Penal Brasileiro, fica a cargo de Matilde da Cunha Gonçalves Nojima, Professora Associada da Faculdade de Odontologia da UFRJ e orientadora do referido projeto de pesquisa, assim como de Michelle da Silveira Guimarães, aluna do Curso de Mestrado em Ortodontia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFRJ.

Rio de Janeiro, 03 de Dezembro de 2020.

MATILDE DA CUNHA GONÇALVES NOJIMA
Professora Associada III de Ortodontia da FO/UFRJ
Pesquisadora Responsável

MÔNICA TIRRE DE SOUZA ARAÚJO
Coordenadora da Área de Concentração em Ortodontia do
Programa de Pós-graduação em Odontologia da FO/UFRJ

MICHELLE DA SILVEIRA GUIMARÃES
Aluna do Curso de Mestrado em Ortodontia do PPGO-UFRJ

8.3 ANEXO 3 - JUSTIFICATIVA PARA DISPENSA DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



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

DISPENSA DO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Solicito a dispensa da aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do projeto de pesquisa intitulado **“Efeitos do posicionamento sagital da mandíbula na morfometria das vias aéreas superiores”**, com a seguinte justificativa: “O objetivo desse trabalho será avaliar as vias aéreas superiores nos diferentes padrões de posicionamento sagital da mandíbula em relação à base do crânio através do exame de tomografia computadorizada de feixe cônico. A amostra para realização desse estudo irá compreender imagens tomográficas pertencentes ao banco de imagens da Clínica de Ortodontia do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os participantes não serão abordados pessoalmente, recrutados ou sofrerão qualquer intervenção durante a execução do projeto. Além disso, nenhum exame tomográfico será solicitado para a realização deste estudo”.

Declaro:

- a) Que o acesso aos dados registrados em prontuário de pacientes ou em bases de dados para fins da pesquisa científica será feito somente após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética;
- b) Assegurar o compromisso com a privacidade e a confidencialidade dos dados utilizados na pesquisa, preservando integralmente o anonimato e a imagem do participante bem como a sua não estigmatização.
- c) Assegurar a não utilização das informações em prejuízo dos participantes e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico-financeiro;
- d) Que os dados obtidos na pesquisa serão usados exclusivamente para finalidade prevista no protocolo;
- e) Que os dados obtidos na pesquisa somente serão utilizados para o projeto vinculado.

Rio de Janeiro, 03 de Dezembro de 2020.

Matilde Nojima

Matilde da Cunha Gonçalves Nojima
Pesquisadora e Professora Associada III de Ortodontia da FO-UFRJ
Pesquisadora Responsável

