



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

SANDRA PATRICIA PALOMINO GÓMEZ

**TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE FEIXE CÔNICO
PARA AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DA CLASSE II DIVISÃO
1ª COM O APARELHO HERBST NO ESPAÇO AÉREO
FARÍNGEO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - Área de Ortodontia, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, para o título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Orientadora: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli

Araraquara
2010

Palomino-Gómez, Sandra Patricia

Tomografia Computarizada de Feixe Cônico para avaliação do tratamento da classe II divisão 1^a com aparelho de Herbst no espaço aéreo faríngeo / Sandra Patricia Palomino Gómez: Araraquara: [s.n.], 2010.

95f.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli

1. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico 2. Aparelhos Ortopédicos 3. Nasofaringe 4. Orofaringe

I. Título

SANDRA PATRICIA PALOMINO GÓMEZ

**TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE FEIXE CÔNICO
PARA AVALIAÇÃO DO TRATAMENTO DA CLASSE II DIVISÃO
1ª COM O APARELHO HERBST NO ESPAÇO AÉREO
FARÍNGEO**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli

2º Examinador: Profª. Drª. Gladys Cristina Dominguez Rodriguez

3º Examinador: Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto

Araraquara, 17 de setembro de 2010.

SANDRA PATRICIA PALOMINO GÓMEZ

DADOS CURRICULARES

Nascimento: 28/02/1973 – Ayacucho / Perú

Filiação: Julio Palomino Meneses e Martha Ines Gómez Anaya

FORMAÇÃO ACADÊMICA

1992-1998: Curso de Graduação

Faculdade de Odontologia de UNMSM Lima-Perú
Universidad Nacional Mayor de San Marcos

2007-2009: Curso de Especialização em Ortodontia

Faculdade Mozarteum de São Paulo – FAMOSP/GESTOS

2008-2010: Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Ortodontia, nível Mestrado, Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

DEDICATÓRIAS

“Os sonhos não determinam o lugar onde você vai estar, mas produzem a força necessária para tirá-lo do lugar em que está.”

[A. Cury]

Dedico este trabalho ...

Primeiramente a **Deus**, pela vida, pelos meus familiares e amigos. Pelas dádivas e oportunidades quem me tem concedido durante mi vida e por mais esta conquista. Obrigada por me orientar e me iluminar nos caminhos percorridos. Agradeço ainda, por estar ao meu lado nos momentos difíceis, o que me dá forças para continuar seguindo a meu caminho.

Aos meus queridos pais **Julio Palomino Meneses** e **Martha Ines Gómez Anaya**. Dedico esta Dissertação de Mestrado a vocês, por toda minha formação moral e religiosa. Agradeço pelo exemplo de caráter, dignidade, honestidade e humildade. Obrigado por acreditarem em mim, sempre me apoiando para que eu pudesse atingir meus objetivos, “los amo mucho”.

Aos meus queridos irmãos **Dina, Martha, Cesar, Aldo, Elba e Roxana**, “Agradeço pelo imenso amor, exemplo, união e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida, ainda não estando de acordo com minhas decisões”.

A todos os meus primos em Brasil **Leonardo, Vicente, Bety, Zaira e Jair** que estiveram sem ao meu lado do momento que pisei solo brasileiro pela

primeira vez, vibrando com todas as minhas conquistas e me aconselhando nos momentos difíceis.

A meu orientador **Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli**, por todas as oportunidades concedidas, pelos ensinamentos, exemplo de humanismo. Agradeço pela amizade, pela paciência e humildade, por me ensinar a lidar com os “problemas” de uma maneira mais simples. Agradeço pela atenção, pelo apoio, pela valiosa orientação e confiança depositada em mim.

Ao professor **Ary dos Santos-Pinto**, pelas horas de escuta, pela motivação, amizade, humildade e dedicação dispensada durante a execução deste trabalho, por toda atenção a mim dispensados e por acreditar na minha capacidade e me incentivar a seguir adiante.

Ao **Prof^a. Dr^a. Lidia Parkesian Martins**, pelo exemplo de mulher forte, inteligente. Muito obrigada pelos ensinamentos, pelo seu auxílio profissional e atenção, durante todo este tempo.

Ao **Prof. Dr. Luis Gonzaga Gandini Jr**, agradeço pelas palavras sábias, pelos ensinamentos adquiridos ao longo de minha estadia no Brasil, por acreditar na minha capacidade e pela confiança depositada em mim.

A meus queridos Pais brasileiros, minha querida madrinha **Juventina Lopes, Augusta Miranda, Tomas e Márcia Landa**, pelo apoio constante e ter me permitido ser parte de sua família.

A meu grande amigo **Fabiano**, pela imensa amizade, por sempre arrumar um tempinho para me ajudar e pela grande ajuda na realização deste e de outros trabalhos.

À querida amiga **Kélei** e pela amizade sincera e disponibilidade para me ajudar. Obrigada por todo o apoio e motivação constante.

À minha amiga **Savana Maia Galo**, pela amizade e disponibilidade a ceder a amostra e os instrumentos necessários para a realização deste trabalho.

A meus Amigos **Marco Aurélio e Alexander Vianna**, pela valiosa ajuda na execução deste trabalho.

Aos queridos amigos, em especial **Rosse Mary, Yesselin, Sandra B, Manuel, Diego, Mariana, Deili, Dani, Adriana C, Juliana, Dante, Livia F, Leticia, Samara, Arieli, Simone, Taisa, Natalia, Maribel, Leila, Valeria, Elizangela, Djamyr, Claudia, Fernando, Hermes**, muito obrigado pelo apoio fraterno, compreensão nos momentos difíceis.

Aos amigos peruanos, em especial **Luz Maria, Luz Flores, Felix, Nancy, Lorena, Maritza, Bertha, Paty, Aldo e Linda**, meus sinceros agradecimentos pelo apoio e incentivo a estudar ortodontia.

Aos professores Doutores: **João Roberto Gonçalves, Marcia Regina Elisa Aparecida Schiavon Gandini, Renato Parsekian Martins, Carolina Chan Cirelli, Helder Jacob, Luana Paz Sampaio**, que contribuíram comigo na obtenção do conhecimento e práticas válidas para o meu crescimento profissional.

À Família Fisk, em especial **Denilce, Silvania e Tais**, muito obrigada pelo companheirismo, ensinamentos de trabalho em equipe e apoio nas bolsas outorgadas.

Aos funcionários do Grupo de Estudos Ortodônticos GESTOS, **Ozita, Adriana, Márcia, Juçara, Regiane, Izilda e Mônica**. Agradeço pelo grande carinho e apoio.

Aos professores **Dirceu B. Raveli, Rita de Cássia Loyola e Carlos Alberto dos Santos Cruz**, e a supervisora da seção de pós-graduação **Mara Cândida Munhoz do Amaral**, pela atenção e acertadas orientações que me proporcionaram a possibilidade de vir a Brasil.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

“A gratidão tem três formas: um sentimento no coração, uma expressão em palavras e uma dádiva em retorno”.

[George Herbert]

A **Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP**, na pessoa de seu Magnífico Reitor Prof. Dr. Herman Jacobus Cornelis Voorwald e Vice-Reitor, Prof. Dr. Julio Cezar Durigan.

A **Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr**, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, na pessoa de seu Diretor Prof. Dr. José Claudio Martins Segalla e seu vice-Diretor, Prof^a. Dr^a. Andreia Affonso Barreto Montandon.

Ao **Departamento de Clínica Infantil** da Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr, representado pelo chefe Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Junior e pela Vice-Chefe Prof^a. Dr^a. Angela Cristina Cilense Zuanon.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas** coordenado pela Prof^a. Dr^a. Josimeri Hebling Costa (coordenadora) e Prof. Dr. Edson Alves de Campos (vice-coordenador).

Aos professores da Disciplina de Ortodontia, **Prof. Dr. Ary dos Santos-Pinto, Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli, Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, Prof^a. Dr^a. Lídia Parsekian Martins, Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Junior e Prof. Dr. Maurício Tatsuei Sakima**. Pela atenção e ensinamentos.

Aos professores da Disciplina de Odontopediatria, **Profª. Drª. Lourdes dos Santos-Pinto, Profª. Drª. Rita de Cássia Loiola Cordeiro, Profª. Drª. Angela Cristina Cilense Zuanon, Prof. Dr. Cyneu Aguiar Pansani, Profª. Drª. Josimeri Hebling Costa, Profª. Drª. Elisa Maria Aparecida Giro, Prof. Dr. Fábio César Braga de Abreu e Lima**, pela atenção e disponibilidade.

Aos demais professores da FOAr-UNESP, em especial, **Prof. Dr. Carlos Alberto de Souza Costa, Profª. Drª. Lizeti Toledo de Oliveira Ramalho, Profª. Drª. Cinara Maria Camparis, Profª. Drª, Profª. Drª. Andréia Affonso Barretto Montandon, Profª. Drª. Edivani Aparecida Vicente Dotta, Prof. Dr. Joni Augusto Cirrelli, Profª. Drª. Andréa Gonçalves, Profª. Drª. Daniela Gonçalves, Prof. Dr. Carlos Alberto dos Santos Cruz**, por toda atenção, auxílio e disponibilidade.

À **Profª Drª Lourdes dos Santos-Pinto** agradeço pela amizade, pela partilha de experiências pessoais e profissionais. Agradeço pela atenção e por compartilhar alguns domingos em sua casa.

À **Profª Márcia Gandini** muito obrigada pelo incentivo constante e pela preocupação com o meu bem-estar.

Aos funcionários do Departamento de Clínica Infantil, **Antonio**

C, Dulce, Sônia, Odete, Marcia, Cristina, Pedro e Tânia, por oferecerem suporte para a adequada realização das atividades clínicas e científicas.

Aos funcionários da Biblioteca, **Maria Helena (aposentada), Ceres Freitas, Marley Montagnoli, Eliane Spera, Maria Aparecida Carvalho, Silvia Lavras, Maria Inês Carlos, Adriano Luiz, Odete Camilo e Eliane Scarso** pelo respeito, atenção, disponibilidade e amizade.

Aos funcionários da Seção de Pós-graduação **Mara, Alexandre, Rosângela e Flavia**, por toda prestatividade, atenção, paciência e amizade.

Aos demais funcionários da FOAr-UNESP, em especial, **Maria do Carmo, Regina, Conceição e Dona Maria (aposentada), Cristina** pela atenção e carinho a mim dedicados.

Aos queridos amigos do curso de Mestrado, **Milena, Mario, Patricia, Sergei**, pela amizade e pela ajuda neste período.

Aos colegas do curso de doutorado, **Simone, Luana, Savana, Luiz Guilherme, Amanda, Alexander, Adriano, Andre M, Andre,**

Renata, Tatiana e Adriele pelo companheirismo e amizade. Aos mestrandos, **Isabela, Thiago, Camila, Taisa**, pelas experiências compartilhadas. Aos novos mestrandos **Kélei, Ana Patricia, Carla, Vanessa, Cibele, Patricia, Liliane**, pelo incentivo e pela motivação contagiante de um novo começo.

Ao Professor Dr. **Mario Sergio Duarte**, muito obrigada pela humildade e disponibilidade em partilhar seus conhecimentos, sou eternamente agradecida.

A meus amigos da especialização, **Heloisa, Mariana, Bruna, Natalia, Taisa, Leticia, Aline, Antonio, Alexandre, Marcio**, pelo convívio e aprendizado durante este período.

Os meus colegas estrangeiros, **Manuel, Marco, Mariela, Katerin, Liliana, Laura e José** pela torcida, pelo alegre convívio, pela troca de experiências culturais, pessoais e profissionais.

Aos estagiários e ex-estagiários de Gestos, **Natalia P, Taisa, Sandra B, Marcio, Djamy, Vitor, Elenir, Francisco, Ana Maria, Ana Paula, Fernanda, Tatiana, Cristina, Isabela, Kélei, Simone, Julia** pela troca de experiências e amizade.

À **Profª. Ana Maria Elias**, por toda paciência e dedicação na Análise estatística deste trabalho. Muito obrigada pelo carinho.

A meus amigos do Fisk **Denilce, Silvania, Tais, Marcelo, Reginaldo, Tamiris, Julia, Thiago A, Carina, Martha, Lucilene, Laura L, Carolina L, Alexandre, Thiago M, Carolina, Valdomiro, Rosangela, Bruna, Fabiana, Raisal, Guisela, Gabriele, Emilio** pela confiança, alegria contagiante, amizade e motivação constante.

Aos colegas do curso de odontopediatria, **Camila F, Hérica, Elcilaine, Cármen, Juliana, Michele, Simone, Amanda, Margareth, Camila, Beatriz, Marília, Thalita** pelo companheirismo e amizade.

Ao **Programa de Estudantes Convenio de Pós-graduação (PEC-PG)**, pela oportunidade de ser beneficiada por este programa.

Aos pacientes que foram parte deste estudo, que permitiram a realização da pesquisa, meus sinceros agradecimentos por possibilitarem a concretização deste estudo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

Resumo	16
Abstract	19
1 INTRODUÇÃO	22
2 PROPOSIÇÃO	26
3 ESTUDO 1	28
4 ESTUDO 2	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
6 REFERÊNCIAS	87
7 ANEXOS	93

RESUMO

Palomino-Gómez SP. Tomografia computadorizada de feixe cônico para avaliação do tratamento da classe II divisão 1ª com o aparelho Herbst no espaço aéreo faríngeo [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

Resumo

As mudanças nos padrões de respiração nasal afetam profundamente o crescimento craniofacial. Avanços tecnológicos, como a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), têm sido utilizados com o propósito de se observar tridimensionalmente, o crânio, a face e o espaço aéreo faríngeo, sendo possível a avaliação das mudanças do espaço aéreo induzidas pelos aparelhos ortopédicos propulsores mandibular. O intuito deste estudo é apresentar um método de avaliação das vias aéreas de fácil reprodutibilidade, e avaliar, mediante a TCFC, os efeitos do aparelho de Herbst bandado no espaço aéreo orofaríngeo (EAOF), nasofaríngeo (EANF) e faríngeo superior (EAFS), em indivíduos com má oclusão classe II divisão 1ª. A amostra foi composta por imagens digitais de 15 indivíduos (idade média inicial de 15,7 anos \pm 1.7, após surto de crescimento pubertário) com má oclusão classe II divisão 1ª, tratados com aparelho Herbst bandado (8 meses). Os exames tomográficos foram realizados antes (T1) e após (T2) o tratamento. A fase inicial foi realizada com a orientação do nos planos; axial, coronal e sagital. Foram mensurados: comprimento no software Dolphin 3D[®]: comprimento, maior área no corte coronal, maior área no corte sagital, área mínima da secção transversal e volume, de EANF, EAOR e EAFS (orofaringe e nasofaringe). Dois avaliadores previamente calibrados mensuraram duas vezes apenas um tempo das tomografias, para observar a reprodutibilidade (inter-examinador) e replicabilidade (intra-examinador). Sendo confirmada a reprodutibilidade do método, foi avaliado o efeito do aparelho Herbst, analisando os períodos pré (T1) e

pós (T2) tratamento ortopédico. A análise estatística dos dados foi realizada em duas etapas. Primeira etapa, a confiabilidade das medidas apresentaram boa replicabilidade (intra-examinador) ($ICC \geq 0,984$) e boa reprodutibilidade (inter-examinador) ($ICC \geq 0,911$) para todas as medidas com exceção da área mínima de secção transversal de todas as regiões, que apresentou variabilidade. Segunda etapa, uma vez confirmada a confiabilidade das medidas, foi aplicado o teste T de Student, ao nível de significância de 5%. Os resultados mostram significância para o volume ($p=0,007$) e maior área do corte coronal ($p=0,009$) de EANF, e o comprimento ($p=0,033$) do EAFS. Acredita-se que os indivíduos tratados com o propulsor mandibular tipo Herbst, avaliados com a TCFC apresentaram aumento do volume aéreo da nasofaringe e no comprimento da faringe superior.

Palavras chave: *Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Aparelhos Ortopédicos, Nasofaringe, Orofaringe.*

ABSTRACT

Sandra PPG. Cone beam computed tomography to evaluate the effect of Herbst appliance in the pharyngeal airway space in patients Class II division 1 [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

Abstract

Changes in nasal breathing patterns profoundly affects the craniofacial growth. Technological advances, such as cone beam computed tomography (CBCT), have been used in order to observe three-dimensionally: the skull, face and pharyngeal airway space, with possible assessment of airspace changes induced by orthopedic activators. The purposes of this study are to present a method for assessing airway that is easily reproduced, and evaluate through the CBCT the effects of banded Herbst appliance in the oropharyngeal airspace (EAO), nasopharyngeal (EANF) and upper pharynx (EAFS) in individuals with malocclusion class II division 1. The sample consisted of digital images of 15 individuals (initial age of 15.7 years \pm 1.7, after pubertal growth spurt) with malocclusion class II division 1, treated with banded Herbst appliance (8 months). CBCT scans were performed before (T1) and after (T2) treatment. The initial phase was conducted with the guidance of planes: axial, coronal and sagittal. The following were measured: the largest area in the coronal and sagittal, minimum cross-sectional area and volume of EANF, and EAOR EAFS (oropharynx and nasopharynx) by length in Dolphin 3D[®] software. Two calibrated evaluator measured twice time of CBCT to observe the reproducibility (inter-examiner) and repeatability (intra-examiner). Once the reproductability of the method was confirmed, the effect of the Herbst appliance was evaluated before (T1) and after (T2) the orthodontic treatment. The statistical analysis was performed in two steps. First step, the reliability of the measurements showed good repeatability (intra-examiner) (ICC \geq 0.984) and good reproducibility (inter-examiner) (ICC \geq 0.911) for all measures except the minimum area of cross section of all

regions, which showed variability. Second step, once confirmed the reliability of the measurements, Student t test was applied, significance level of 5%. The results show a statistically significant difference for volume ($p = 0.007$) and greater area of the coronal section ($p = 0.009$) of EANF, and length ($p = 0.033$) of EAFS. It is believed that individuals treated with the Herbst appliance, evaluated with the present CBCT increase in air volume of the nasopharynx and the length of the upper pharynx.

Key words: Cone Beam Computed Tomography, orthopedic appliances, Nasopharynx, Oropharynx.

1 INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

As alterações nas funções neuromusculares relacionadas à sucção, mastigação, deglutição e fonação atuam diretamente sobre as estruturas craniofaciais. O desempenho satisfatório destas funções é de grande importância para a estimulação e manutenção do equilíbrio funcional, visto que constitui mecanismos naturais de controle do crescimento (Moss, Salentijn²⁰, 1969). Dessa forma, qualquer alteração funcional pode ocasionar anomalia estrutural das bases ósseas (Woodside et al.²⁸, 1991; McNamara¹⁷, 1981).

Um exemplo típico dessas alterações é a diminuição do espaço aéreo, comumente presente em pacientes com deficiência mandibular e retroposição de estruturas vizinhas (Muto et al.²¹, 2006; Owaga et al.²², 2007). Sendo assim, a função naso-respiratória alterada pode exercer um efeito prejudicial sobre o crescimento e desenvolvimento facial, o que origina desequilíbrios entre os vários componentes morfofuncionais da face, resultando em alterações funcionais, neuromusculares, esqueléticas e más posições dentárias.

Um dos padrões de crescimento facial que freqüentemente apresentam esta diminuição do espaço aéreo é a classe II divisão 1^a (De-Fonte et al.⁵, 1999; Yamada et al.²⁶, 1997; Kim et al.¹², 2010), e portadores de apnéia do sono (Enciso et al.⁹, 2010; Ogawa et al.¹⁰, 2007; Johal et al.¹¹, 2007; Lenza et al.¹³, 2010). O tratamento de escolha nestes

pacientes é o avanço mandibular que pode ser cirúrgico (Johal et al.¹¹, 2007; Gonsalves et al.⁹, 2006; Turnbull et al.²⁵, 2000; Choi et al.⁴, 2010) ou ortopédico (Johal et al.¹¹, 2007; Zhao et al.¹⁷, 2010; Haskell et al.¹⁸, 2009; Moreira¹⁹, 2009) aumentando o volume aéreo.

Nas más oclusões classe II, 70% dos indivíduos apresentam deficiência mandibular (McNamara¹⁶, 1981). Devido a este motivo, muitos aparelhos ortopédicos são apresentados na literatura. Entretanto, o aparelho funcional fixo Herbst idealizado por Emil Herbst (1905) e introduzido, na década de 80, por Hans Pancherz (Lou et al.¹⁴, 2007), se destaca por induzir a propulsão mandibular, de modo contínuo, e exigir menor tempo de tratamento ativo (6-8 meses) (Paulsen et al.²³, 1995). É indicado após o surto de crescimento pubertário, atuando na remodelação de fossa e da articulação têmporo mandibular (Paulsen²⁴, 1997).

O ortodontista é um dos primeiros profissionais a relatar a diminuição do espaço aéreo por meio da telerradiografia de norma lateral (Aboudara et al.¹, 2009), sendo apresentados diferentes métodos de avaliação na literatura (Fujioka et al.⁷, 1979; McNamara¹⁸, 1984). Com a introdução da Tomografia Computadorizada (TC) no início da década de 70, foi possível obter a reprodução de uma secção do corpo humano em três planos do espaço: axial, coronal e sagital (Alcazar et al.³, 2004). Diferente das radiografias cefalométricas que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios-x. Durante estes últimos 30 anos, ocorreram muitas inovações que melhoraram o tempo de aquisição,

a qualidade da imagem e reduziram a dose de radiação (Garib et al.⁸, 2007). Com os avanços tecnológicos, novas técnicas foram desenvolvidas buscando avaliar e quantificar a anatomia do fluxo aéreo, sendo a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) um dos exames de melhor precisão para análise de estruturas maxilofaciais (Lou et al.¹⁴, 2007), como exemplo, as vias aéreas superiores (Major et al.¹⁵, 2006). Diferentes métodos tridimensionais para avaliar as vias aéreas foram apresentados. Contudo, alguns métodos utilizam métodos tradicionais que avaliam a via aérea a partir da análise de radiografias laterais, que muitas vezes são de difícil reprodução (Lenza et al.¹³, 2010; Moreira¹⁹, 2009), ou métodos de fácil reprodução que não mensuram a região da adenóide (Zhao et al.²⁷, 2010; Haskell et al.¹⁰, 2009; Abramson et al.², 2010).

O presente trabalho visa contribuir com um método de avaliação tridimensional do espaço aéreo faríngeo por meio do programa de reconstrução volumétrica Dolphin 3D[®], além de avaliar o efeito do aparelho Herbst nas vias aéreas de indivíduos com oclusão classe II divisão 1^a.

2 PROPOSIÇÃO

PROPOSIÇÃO

Objetivo Geral

O intuito deste estudo é avaliar, mediante a Tomografia Computadorizada Feixe Cônico (TCFC), as alterações no espaço aéreo nasofaríngeo, orofaríngeo e faríngeo superior, de indivíduos classe II divisão 1ª, tratados com aparelho de Herbst bandado.

Objetivos específicos:

1. Avaliar a reprodutibilidade do método de mensuração da via aérea para análise das imagens tridimensional, por meio da TCFC do espaço nasofaríngeo, orofaríngeo e faríngeo superior (nasofaringe mais orofaringe).
2. Avaliar, por meio da TCFC, se houve aumento do espaço nasofaríngeo, orofaríngeo e faríngeo superior, pós tratamento com aparelho de Herbst bandado.

Hipóteses a serem testadas:

1. O método de mensuração da via aérea pela Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, não permite a reprodutibilidade de análises tridimensionais;
2. O aparelho Herbst bandado, utilizado em paciente classe II divisão 1ª, não propicia aumento dos espaços aéreos.

3 ESTUDO 1

**REPRODUÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO
ESPAÇO AÉREO FARÍNGEO COM TOMOGRAFIA
COMPUTARIZADA DE FEIXE CÔNICO**

**REPRODUÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO ESPAÇO AÉREO
FARINGEO COM TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE FEIXE CÔNICO**

***Sandra Patricia Palomino-Gómez**

****Ary dos Santos Pinto**

***Savana Maia Galo**

***Keléi Matias de Almeida**

****Dirceu Barnabé Raveli**

* Pós-Graduanda em Ortodontia, Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, São Paulo, Brasil

** Professor Adjunto, Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, São Paulo, Brasil

Correspondência:

Dirceu Barnabé Raveli

Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

Rua Humaitá, 1680

Araraquara, SP Brasil 14801-903

Email: draveli@foar.unesp.br

Tel.: (+55 16) 33016341

O artigo foi formatado segundo as normas do periódico *The Angle Orthodontist* (setembro de 2010)

RESUMO

Objetivo: O intuito deste estudo foi propor, mediante a análise da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), um método reproduzível para análise do espaço aéreo orofaríngeo (EAOF), nasofaríngeo (EANF) e faríngeo superior (EAFS). **Material e Métodos:** A amostra consistiu de 16 imagens tomográficas, nas quais se avaliou; comprimento, sensibilidade, maior área no corte sagital, maior área no corte coronal, volume e área de secção mínima das regiões EABF, EAOF e EAFS. Estas áreas foram medidas por dois avaliadores, por meio da visualização de imagens tridimensionais proporcionada pelo software Dolphin3D[®]. Antes de se mensurar a amostra, se procedeu a padronizar a cabeça, por meio da orientação dos seguintes planos; axial, coronal e sagital. Após esta fase, foi avaliado se o corte inicial de escolha era reproduzível. Os dados foram submetidos à análise estatística do método de erro pela correlação intraclassa (ICC). **Resultados:** Os resultados demonstram que a padronização proposta resultou em boa replicabilidade (intra-examinador) ($ICC \geq 0,984$) e boa reprodutibilidade (inter-examinador) ($ICC > 0,911$) para todas as medidas, com exceção da área mínima de secção transversal de todas as regiões, que apresentou variabilidade. **Conclusão:** Conclui-se que o método proposto é reproduzível, garantindo confiabilidade e significância em todas as medidas avaliadas, à exceção da área mínima de secção transversal.

Palavras chave: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Nasofaringe, Orofaringe.

INTRODUÇÃO

A proximidade e a relação das vias aéreas superiores com os maxilares torna essa área de grande interesse na Ortodontia¹. A presença da adenóide, postura inadequada da língua², apnéia do sono³, oclusão classe II divisão 1^a e a tipologia dolicofacial¹ estão relacionados com a alteração deste espaço, estando diretamente ligados ao desenvolvimento craniofacial^{4,5}.

O diagnóstico desta área era realizado exclusivamente por telerradiografia cefalométrica em norma lateral, que permitia analisar medidas lineares e angulares da parede posterior da faringe até a parede mais anterior do palato^{6,7}. Com a introdução da Tomografia Computarizada (TC) no início da década de 70, foi possível obter a reprodução de uma secção do corpo humano em três planos do espaço: axial, coronal e sagital¹, diferente das radiografias cefalométricas que projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios-x. Durante estes últimos 30 anos, ocorreram muitas inovações e evoluções, que melhoram o tempo de aquisição, a qualidade da imagem e a dose de radiação.

Um destes aparelhos é a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), um método de diagnóstico por imagem capaz de identificar e reproduzir tridimensionalmente comprimentos, ângulos, superfícies, volumes da região maxilofacial e as vias aéreas superiores. Os métodos tridimensionais existentes na literatura avaliam a via aérea faríngea a partir da análise de radiografias laterais, que muitas vezes são de difícil reprodução, ou métodos que não mensuram a região da adenóide. A proposta deste estudo é

apresentar um método de fácil reprodução, que utiliza limites anatômicos para sua delimitação e aproveita as vantagens de fazer uso de diferentes planos sem afetar o corte inicial de mensuração, por meio da utilização do programa de reconstrução volumétrica Dolphin3D®.

MATERIAL E MÉTODO

A amostra deste estudo foi composta por 16 imagens tomográficas volumétricas tridimensionais adquiridas por tomografia computadorizada de feixe cônico, correspondentes a 16 indivíduos brasileiros (12 do gênero masculino e 4 do gênero feminino), leucodermas, com idade média de 15,5 anos.

As fontes do material de pesquisa foram imagens 3D adquiridas pela TCFC, pertencentes ao arquivo da disciplina de Ortodontia do Departamento de Clínica Infantil FOAr-UNESP, obtidas pelo aparelho NewTom 3G® (Quantitative Radiology-NIM s.r.l, Verona Italia). Na execução da técnica o paciente estava em posição supina, no qual o tempo de captura da imagem é de 36 segundos. A resolução do voxel (volume picture element) da imagem era de 0.2 mm.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da referida Unidade de Ensino, sob protocolo de pesquisa 50/09.

Análise das imagens tomográficas

As imagens tomográficas foram importadas do arquivo tipo DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), para serem lidas por fórmulas algorítmicas de computação gráfica tridimensional no software Dolphin 3D[®] 11 (Dolphin Imaging/Patterson Dental, Chatsworth, CA), o qual possibilita produzir imagens de reconstrução volumétrica no computador em vários planos anatômicos (axial, coronal, sagital).

Previamente à quantificação do volume aéreo, as imagens foram padronizadas segundo a orientação da posição do crânio. Na imagem frontal, o plano axial deve passar pelos pontos orbitários; nas imagens laterais, o plano coronal deve coincidir com os pórios (plano interporiônico); o plano de Frankfurt deve estar paralelo ao solo e coincidir com o plano axial⁸. O passo seguinte é a localização do plano sagital mediano. O crânio do paciente deve ser posicionado orientando os planos nesta seqüência de referência (figura 1a-1d).

Os planos axial, coronal e sagital mediano entre a 1^a e 2^a mensuração devem estar coincidentes. Desta forma, ao visualizar as vias aéreas no programa Dolphin3D[®], o corte inicial de mensuração pode ser reproduzível (figura 2a). Para verificar se os cortes entre as duas mensurações eram significativamente iguais foi mensurada e comparada a distância entre ENP e VP, e ENP e Ba (figura 2b), conforme os parâmetros da via área (tabela 1).

O passo seguinte foi a localização da coana no corte sagital. Para isso, um ponto de delimitação foi demarcado na metade da coana, no plano coronal. Em seguida, a imagem foi posicionada no plano sagital, com o ponto

coincidindo ou afastado 1 mm da linha que une o ponto ENP e o ponto mais posterior do vômer (VP) sagital (figura 3).

O limite inferior da úvula (U) foi identificado no plano coronal, por meio da seleção do corte de imagem onde a úvula se encontra com a amígdala no seu limite mais inferior. Em seguida, a imagem foi posicionada no plano sagital para observar este ponto de referência (figura 4a e 4b). A delimitação da nasofaringe no plano sagital (imagem ampliada em 4 vezes) foi feita pela união dos pontos cefalométricos ENP, VP, Ba, PPINf', PAINf', (limite PPINf'-PAINf' deve passar pela úvula) formando um pentágono, evitando que tal delimitação não invada o espaço aéreo em todos os planos (tabela 1) (figura 5a-c). Para determinar a sensibilidade, foi demarcado um ponto de referência (seed points) na metade do corte sagital, o qual se projetava no corte axial e frontal. Em seguida, a área a ser mensurada foi preenchida.

O limite superior da epiglote (EG) foi identificado no plano coronal, por meio da seleção do corte de imagem onde a epiglote encontra-se em seu maior comprimento, no qual se delimitou um ponto de referência na porção mais superior. Em seguida, o ponto de referência é identificado no plano sagital para as mensurações (figura 6). A delimitação da orofaringe no plano sagital (imagem ampliada em 4 vezes) foi realizada pela união dos pontos cefalométricos PPINf', PAINf', PAIOf', PPIOf', (limite PAIOf' - PPIOf' deve passar pela parte inferior do ponto EG) formando um retângulo. Esta delimitação não deve invadir o espaço aéreo em nenhum dos planos. A

determinação da sensibilidade seguiu os mesmos critérios utilizados para avaliação da nasofaringe (figura 7).

Após prévia calibração, os seguintes parâmetros das regiões do espaço aéreo nasofaringe e orofaríngeo foram mensurados: comprimento, sensibilidade, máxima área coronal, máxima área sagital, volume e área de secção mínima transversal. Para análise do o espaço faríngeo superior foram mensurados: comprimento, sensibilidade, volume e área de secção transversal mínima, em triplicata por dois examinadores para se obter a calibração. A confiabilidade do método foi examinada sob dois aspectos, replicabilidade e reprodutibilidade. A replicabilidade mede a concordância das medidas de uma variável obtidas por um observador em dois momentos distintos a qual será mensurada por S e K independentemente, e a reprodutibilidade mede a concordância das medidas realizadas por dois observadores (S e K). A replicabilidade e a reprodutibilidade do processo de mensuração proposto foram avaliadas empregando-se o coeficiente de correlação intraclassa (ICC).

Foi aplicado o Coeficiente de Correlação Intraclassa (ICC), inter-examinador (reprodutibilidade) e intra-examinador (replicabilidade)⁹ e o coeficiente de correlação de Pearson entre as mensurações analisadas. Desta maneira, foi possível avaliar a reprodutibilidade das mensurações realizadas no software Dolphin3D®.

RESULTADOS

As medidas cefalométricas, ENP-Ba e VP-ENP, mostraram boa replicabilidade ($ICC \geq 0,99$), denotando ausência do erro do método (tabela 2). Além disso, foi observada uma correlação alta e positiva ($r > 0,99$) (tabela 3) entre as imagens das duas fases de mensuração, conforme demonstrado nos gráficos 1 e 2.

A replicabilidade da maioria das variáveis foi alta para ambos observadores, S ($ICC \geq 0,993$) e K ($ICC \geq 0,992$), a um intervalo de 95% de confiança. A exceção da área mínima de secção transversal que apresentou variabilidade para S ($0,823 \leq ICC \leq 0,974$) e para K ($0,459 \leq ICC \leq 0,804$) (tabela 4).

A reprodutibilidade do estudo foi realizada em duas etapas. A primeira delas contempla a reprodutibilidade por réplica. A outra avalia a reprodutibilidade do método quando as medidas de uma variável são representadas pelas médias das mensurações obtidas nas duas réplicas.

Os valores de ICC relativos à reprodutibilidade por réplica mostraram na maioria das variáveis, alto grau de reprodutibilidade para a 1ª réplica ($ICC \geq 0,930$) e para a 2ª réplica ($ICC \geq 0,911$). Contudo, observou-se, que a variável, área mínima de secção transversal, apresentou variabilidade para 1ª réplica ($0,541 \leq ICC \leq 0,858$) e para 2ª réplica ($0,518 \leq ICC \leq 0,676$) (tabela 5). Desta maneira, sua reprodutibilidade não foi avaliada nas médias das réplicas por pesquisador (tabela 6). Nesta tabela, foi observada reprodutibilidade entre todas as demais medidas do espaço aéreo faríngeo avaliado ($ICC \geq 0,961$).

DISCUSSÃO

As obstruções das vias aéreas superiores têm sido mencionadas como um dos fatores do desequilíbrio do crescimento craniofacial^{4,5,10-12}. Diferentes métodos de diagnóstico têm sido aplicados na determinação das dimensões desta área. Dentre eles, as telerradiografias laterais e as pósterio-anteriores são os exames radiográficos amplamente usados pelo ortodontista. No entanto, a sobreposição e a falta de detalhe dos tecidos moles são fatores limitantes desses métodos quando se deseja medições exatas das vias aéreas. Nesse sentido, a validação da mensuração do espaço aéreo numa radiografia é muito questionada por se tratar da análise de uma aérea tridimensional¹³⁻¹⁵. Recentemente, avanços tecnológicos, como a tomografia computadorizada de feixe cônico, têm sido utilizada com o propósito de identificar e reproduzir tridimensionalmente esta área. Para obter informações a respeito, programas computadorizados, como o software Dolphin 3D[®] foram desenvolvidos, permitindo quantificar objetivamente mudanças nesta área. Diante da ausência de método que permita avaliação criteriosa do espaço aéreo faríngeo, este trabalho objetivou apresentar um método de avaliação das vias aéreas de fácil reprodução por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico e software Dolphin 3D[®].

Para se iniciar a demarcação dos pontos anatômicos em imagens de TCFC é importante ser realizado o posicionamento do crânio de uma maneira padronizada. Este critério possibilita a reprodutibilidade do posicionamento do crânio, permite comparações e a reprodução de uma imagem inicial de

referencia para mensuração. Esta conduta também foi adotada por vários autores¹⁶⁻¹⁹. Zhao et al²⁰ propuseram uma padronização da cabeça, a qual utiliza um plano que passa pela espinha nasal anterior e posterior e uma linha vertical predefinida pelo programa. O inconveniente desta padronização é que utiliza poucos planos de referência para sua construção, o que o torna impreciso. Farman et al²¹ utilizaram planos a partir de referências intra-craniais, o plano sagital é posicionado no corte axial (ao nível da fossa nasal), em uma bissetriz, que passa pelo septo nasal e forame magno. O plano coronal é posicionado a partir do corte axial (ao nível das órbitas), sendo uma bissetriz que corta esta imagem axial. O plano axial é posicionado a partir de um corte sagital, onde o plano passa ao nível do palato duro. No entanto, a escolha do corte para se demarcar estas referências intra-craniais pode variar de um operador a outro. Cevidanes et al⁸ compararam a reprodutibilidade de duas orientações do crânio, de pontos cranianos (sobre a superfície do crânio) e da posição natural da cabeça, relatando maior reprodutibilidade orientação, no método de pontos cranianos, critério este adotado neste estudo.

Assim, neste trabalho padronizou-se a seqüência de identificação dos planos, iniciando pelo plano axial, o qual passa pelos pontos infra-orbitários, numa vista frontal. A rotação da cabeça em 5° neste eixo, propicia um erro de identificação de alguns pontos nas dimensões verticais da radiografia ântero-posterior²². Tal fato induz pequenas mudanças na posição da cabeça para cima e para baixo, que podem provocar um grande impacto na posição relativa das estruturas craniofaciais²³. Nas imagens laterais, o plano coronal deve coincidir

com os pórios e o plano de Frankfurt, deve estar paralelo ao chão e coincidir com o plano axial. Yoon et al^{24,25}, observaram que mudanças de 0 a 15° no plano coronal provocam um erro considerável na mensuração das medidas lineares horizontais nas radiografias laterais. No presente estudo, o último plano a ser identificado foi o plano sagital mediano. A importância de seguir esta seqüência de orientação dos planos está no fato de possibilitar a padronização da orientação da cabeça, seguindo uma seqüência de escolhas de planos, determinado pela importância de cada um deles na projeção de erros de mensuração, de tal forma que, nos casos de assimetrias faciais, não necessite fazer médias de compensação.

Existe uma variabilidade considerável na delimitação das vias aéreas em estudos com TCFC. Alguns estudos fizeram a delimitação da orofaringe na região retropalatal (região do palato duro até a região caudal do palato mole) e retroglossal (região caudal do palato mole à epiglote)^{17,18,20,26}, enquanto outros definiram a orofaringe como o limite entre a borda mais póstero-superior do palato mole e a ponta da epiglote¹⁶. Outros autores fizeram a delimitação a partir de adaptações de análise de vias aéreas para cefalometria^{14,27}.

O presente estudo propôs fazer uma delimitação anatômica de cada região. A nasofaringe foi delimitada na parte superior com a coana, representada pela linha que une o ponto VP com ENA; a úvula (identificado no plano frontal) é o limite inferior. A orofaringe também denominada como bucofaringe tem como limite superior, o limite inferior da nasofaringe e como limite inferior, o ponto mais superior da epiglote^{28,29}. Para localizar a úvula e a

epiglote, foi preciso fazer uso do plano frontal para identificação e delimitação. Por esse motivo, não se adaptaram métodos de análise de telerradiografias laterais. Alguns parâmetros utilizados na radiografia convencional devem ser adotados e outros parâmetros devem ser criados, quando se utiliza métodos tridimensionais³⁰. Alguns desses métodos, que avaliam a orofaringe, costumam iniciar na espinha nasal posterior^{16,18,20,31-33}, não mensurando a parte correspondente à adenóide. Essa região foi analisada neste estudo, pois se trata de uma área muito complexa, sendo a causa mais importante e mais freqüente de obstrução das vias aéreas superiores quando ocorre a hipertrofia do referido tecido linfóide³⁴⁻³⁶.

Neste estudo, o volume da nasofaringe, orofaringe e faringe superior mostraram excelente reprodutibilidade ($0,99 \leq ICC \leq 1,00$) intra e inter-avaliador. El et al³⁷ encontraram para orofaringe (ponto mais posterior do palato duro até a parte mais inferior da segunda vértebra), uma replicabilidade de $ICC=0,99$ para três softwares (Dolphin3D, InVivoDental, OnDemand 3D). Zhao et al²⁰ mensuraram duas vezes o volume e comprimento da região retropalatal, retroglosal, orofaríngea, além da área mínima de secção transversal da orofaringe (palato duro até epiglote). Também foi observado confiabilidade das mensurações com ICC de 0,991. O comprimento das vias aéreas neste estudo foi avaliado por limites anatômicos como a úvula, que é um apêndice cônico do veú do palatino (5 a 25 mm de comprimento), o qual pode ocasionar dificuldades respiratórias³⁸. Desta forma, a identificação do limite é importante e a variabilidade do comprimento torna impossível padronizar com algum

parâmetro ósseo, como a vértebra. Em investigações utilizando vídeo endoscopia, Rojewski et al^{5,39} concluíram que os pacientes com apnéia têm “uma desproporcional anatomia”, caracterizado por palato mole, base de língua alongada e deficiência mandibular.

A importância de se medir a área mínima de secção transversal está na necessidade de observar a localização da área mais estreita do espaço aéreo, analisar como se comporta sob efeito de tratamento ortopédico ou cirúrgico. Esta tem importância nos pacientes com apnéia do sono, pois nesta área acontece o colapso respiratório por uma diminuição da área criando uma pressão luminal negativa durante a inspiração⁴⁰. Neste estudo, esta variável apresentou muita variabilidade na reprodutibilidade devido à anatomia irregular e sinuosa do espaço aéreo, além da presença de tonsilas (palatinas e/ou linguais) que contribuem para criar áreas que devem ser bloqueadas para conseguir uma reprodução da área mínima de secção transversal.

Um fator limitante do trabalho foi ausência do controle da posição da língua, pois o seu posicionamento, assim como de tecidos moles adjacentes podem afetar a forma, o comprimento e o volume da orofaringe^{35,41}, o que poderia refletir no comprimento da via aérea. Embora alguns estudos que avaliaram reprodutibilidade do comprimento nestas áreas tenham apresentado uma alta reprodução ($ICC \geq 0,93$), as dimensões refletiriam no volume aéreo.

A confiabilidade das mensurações em TCFC proporciona escassos erros de repetição nas mensurações estatísticas intra-examinador e inter-

examinador¹⁹. El et al⁵⁷ comparam a confiança e precisão de três marcas comerciais de programas (InVivoDental, Dolphin 3D e OneDemand 3D), os quais avaliam as imagens do volume do espaço aéreo em formato DICOM com o programa de segmentação manual OS (padrão ouro). Neste estudo, foi mensurado o volume da orofaringe duas vezes e a média de cada um foi submetido ao erro de método ICC. Foi observada uma alta reprodutibilidade (ICC=0,99) para os três programas e obtiveram boa correlação com o programa OS. No entanto, o programa Dolphin 3D[®] apresentou a melhor correlação (r=0,96). Por este motivo, este software foi avaliado no presente estudo, sendo que para se analisar a confiabilidade, o erro de método ICC e duas avaliações por variável foram aplicados. O alto grau de reprodutibilidade obtido corrobora com os achados da literatura. Desta forma, salienta-se a facilidade de manuseio e a riqueza de recursos para avaliação de diversas estruturas crânio-faciais, em especial, o espaço aéreo faríngeo.

CONCLUSÃO

O método de avaliação tridimensional das vias aéreas superiores por meio de imagens tomográficas de feixe cônico apresentou excelente reprodutibilidade para a delimitação da área, sendo recomendado pelos autores.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Estudantes Convênio de Pós-Graduação do (PEC-PG), pela oportunidade de desenvolver este trabalho e à FAPESP pelo auxílio pesquisa concedido para realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Alcazar NMPV, Freitas MR, Janson G, Henriques JFC, Freitas KMS. Estudo cefalométrico comparativo dos espaços naso e bucofaríngeo nas más oclusões Classe I e Classe II, Divisão 1, sem tratamento ortodôntico, com diferentes padrões de crescimento. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2004;9:68-76.
2. Harvold EP, Vargevik K, Chierici G. Primate experiments on oral sensation and dental malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1973;63:494-508.
3. Enciso R, Nguyen M, Shigeta Y, Ogawa T, Clark GT. Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea patients and control subjects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010;109:285-93.
4. Linder-Aronson S. Respiratory function in relation to facial morphology and the dentition. *Br J Orthod*. 1979;6:59-71.
5. Santos-Pinto A, Paulin R, Melo ACM, Martins LP. A influência da redução do espaço nasofaríngeo na morfologia facial de pré-adolescentes. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2004;9:19-26.

6. Fujioka M, Young LW, Girdany BR. Radiographic evaluation of adenoidal size in children: adenoidal size in children; adenoidal-nasopharyngeal ratio. *Am J Roentgenol.* 1979;133:401-4.
7. McNamara JA Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1984; 86:449-69.
8. Cevidanes L, Oliveira AEF, Motta A, Phillips C, Burkee B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. *Angle Orthod.* 2009;79:971-77.
9. Muramatsu A, Nawa H, Kimura M, Yoshida K, Maeda M, Katsumata A, Ariji E, Goto S. Reproducibility of maxillofacial anatomic landmarks on 3-dimensional computed tomographic images determined with the 95% confidence ellipse method. *Angle Orthod.* 2008;78:396-402.
10. Subtelny JD. The significance of adenoide tissue in orthodontia. *Angle Orthod.* 1954;24:54-64.
11. Harvold EP; Vargervik K; Chierici G. Primate experiments on oral sensation and dental malocclusions. *Am J Orthod.* 1973;63;494-508.
12. Rubin RM. The orthodontist's responsibility in preventing facial deformity. In: Michigan TUo, editor. Naso-respiratory function and craniofacial growth. Ann Arbor; 1979. p. 979.
13. Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: A systemic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:700-8.

14. Lenza MG, Lenza de MM, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 2010;13:96-105.
15. Turnbull NR BJ. The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep. *J Orthod.* 2000;27(3):235-47.
16. Haskell JA, McCrillis J, Haskellc BS, Scheetzd JP, Scarfee WC, Farmane AG. Effects of Mandibular Advancement Device (MAD) on Airway Dimensions Assessed With Cone-Beam Computed Tomography. *Seminars in Orthodontics.* 2009;15:132-58.
17. Abramson Z, Susarla S, August M, Troulis M, Kaban L. Three-Dimensional Computed Tomographic Analysis of Airway Anatomy in Patients With obstructive Sleep Apnea. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2010;68:354-62.
18. Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:318.e1-9.
19. Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:306.e1-11.
20. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with

cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137:S71-8.

21. Farman AG, Scarfe WC. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2006;130:257-65.

22. Major PW, Jhonson DE, Hesse KL, Glover KE. Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification. *Angle Orthod.* 1996;66:51-60.

23. Barreto GM, Gandini Jr. LG, Santos-Pinto A, Raveli DB, Martins LP. Padronização de radiografias cefalométricas Frontais (P.A) - Descrição do método. *Rev Dental Press Ortodon Ortop.* 2001;6:61-65.

24. Yoon YJ, Kim KS, Hwang MS, Kim HJ, Cho EHi, Kim KW. Effect of Head Rotation on Lateral Cephalometric Radiographs. *Angle Orthod.* 2001;71:396-403.

25. Yoon YJ, Kim DH, Yu PS, Kim HJ, Choi EH, Kim KW. Effect of Head Rotation on Posteroanterior Cephalometric Radiographs. *Angle Orthod.* 2002;72:36-42.

26. Schwab RJ. Upper airway imaging. *Clin Chest Med* 1998;19:33-54.

27. Moreira AM. Alterações dimensionais produzidas nas vias aéreas superiores após expansão rápida da maxila: Avaliação por tomografia computadorizada Cone Beam Ortodontia e Ortopedia Facial. (Tese) Porto Alegre: Pontífica universidade católica do rio grande do sul; 2009.

28. Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135:468-79.
29. Latchaw RE. Diagnóstico por Imagen en Resonancia Magnética y tomografía computarizada em cabeza, cuello y columna. 1992.
30. Rosa VLM. Cefalostato virtual - posicionamento inicial para a padronização na marcação de pontos craniométricos em imagens obtidas por tomografia computadorizada, para uso em cefalometria: (tese mestrado) FO-USP; 2009.
31. Abramson ZR; Susarla S; Tagoni JR; Kaban L. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010;68:363-71.
32. Enciso R; Nguyen M; Shigeta Y; Ogawa T; Clark GT. Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea patients and control subjects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;109:285-93.
33. Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103:102-8.
34. Cassano P, Gelardi M, Cassano M, Fiorella ML, Fiorella R. Adenoid tissue rhinopharyngeal obstruction grading based on fiberendoscopic findings: a novel approach to therapeutic management. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2003; 67:1303-9.

35. Kubba H; Bingham BJ. Endoscopy in the assessment of children with nasal obstruction. *J Laryngol Otol.* 2001;115:380-84,.
36. Tuncer U, Aydogan B, Soyulu L, Simsek M, Akcali C, Kucukcan A. Chronic rhinosinusitis and adenoid hypertrophy in children. *Am J Otolaryngol.* 2004; 25:5-10.
37. El H; Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: A reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;S50.e1-9
38. Daghistani KJ. Conditions of the uvula: a 14 year experience. *Auris Nasus Larynx.* 2000;27:261-4.
39. Rojewski TE, Schuller DE, Clark RW, Schmidt HS, Potts RE. Videoendoscopic determination of the mechanism of obstruction in obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1984;92:127.
40. Isono S, Morrison DL, Sandrine HL, Feroah TR, Whitelaw WA, Remmers JE. Static mechanics of the velopharynx of patients with obstructive sleep apnea. *The American Physiological Society.* 1993;75:148-54.
41. Strohl KP, Redline S. Recognition of obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;154:279-89.

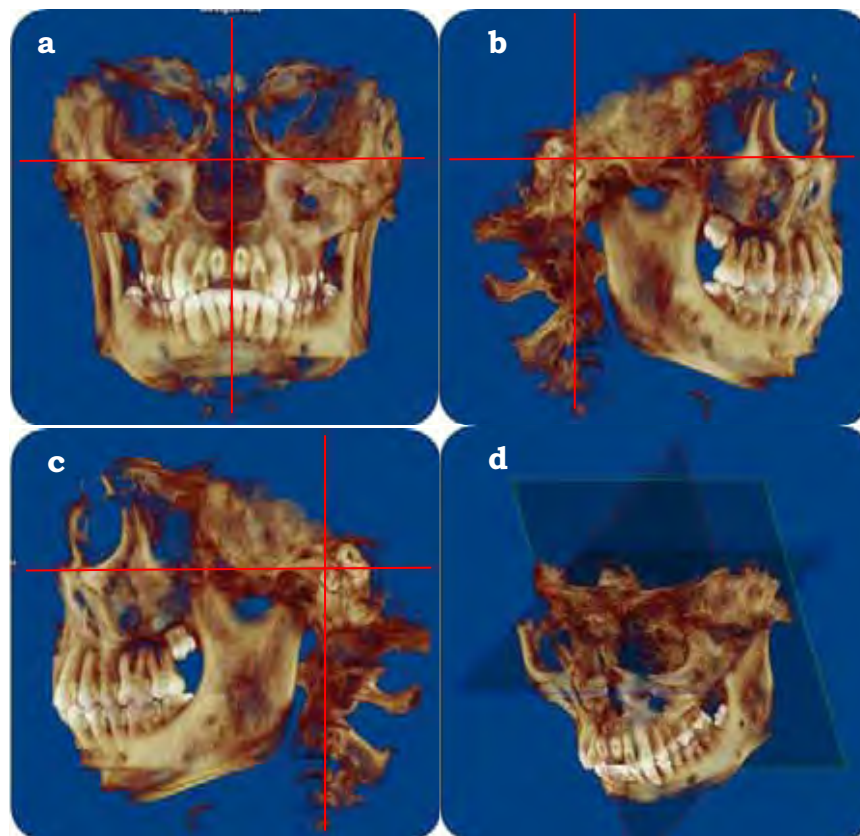
Figuras

Figura 1. Orientação da posição do crânio; (a) Vista frontal, o plano axial deve passar pelos pontos orbitários, distinguindo o plano mediano sagital; (b) e (c) vista lateral direita e esquerda: o plano coronal deve passar pelos pórios (plano intraporionico), distinguindo o plano de Frankfurt; (d) vista tridimensional dos três planos: axial, coronal e sagital mediano.

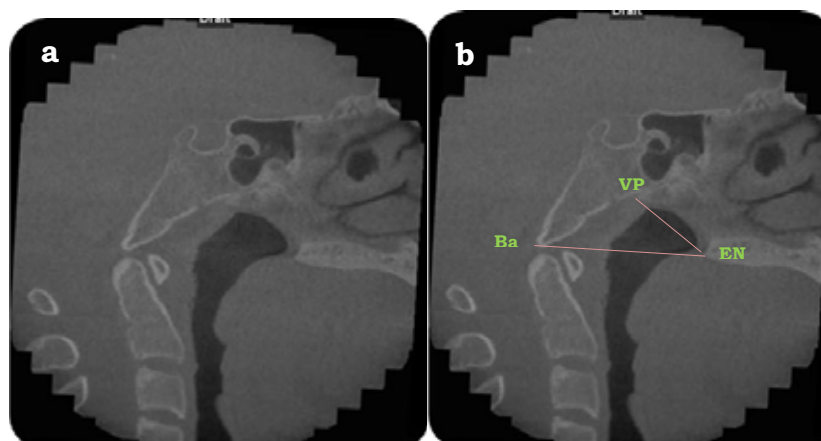


Figura 2. (a) Vista lateral das vias aéreas imediatamente após orientação da cabeça. (b) Medida usada para comparar as distancia entre duas imagens de um mesmo paciente.

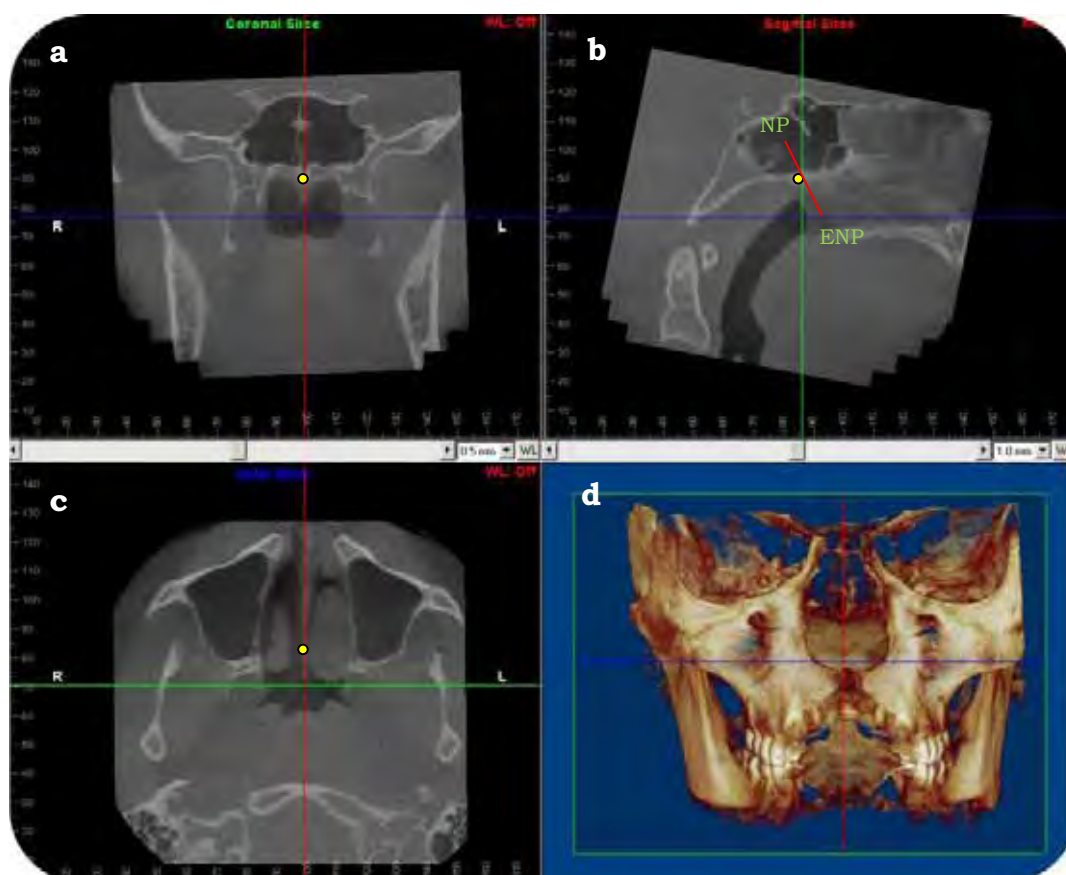


Figura 3. Localização da coana. (a) Corte coronal: plano sagital mediano e plano axial cortam a coana ao meio; (b) Corte sagital: a linha que une VP e ENP se distingue da relação do plano com a metade da coana; (c) Corte axial na altura do centro da coana; (d) Vista frontal com a direção dos planos sagital mediano e plano axial que corta a coana.

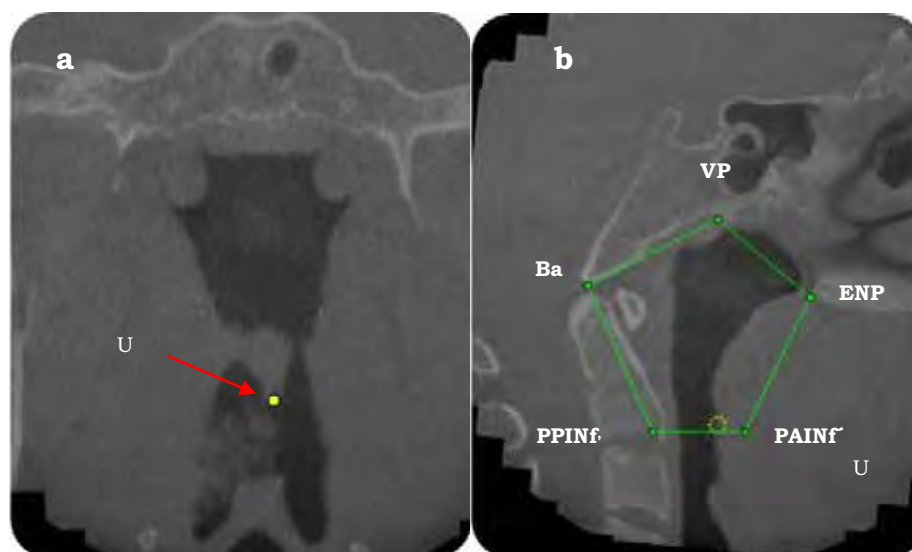


Figura 4. Delimitação da nasofaringe. (a) Corte coronal: localização da parte inferior da úvula; (b) União dos pontos na delimitação da úvula.

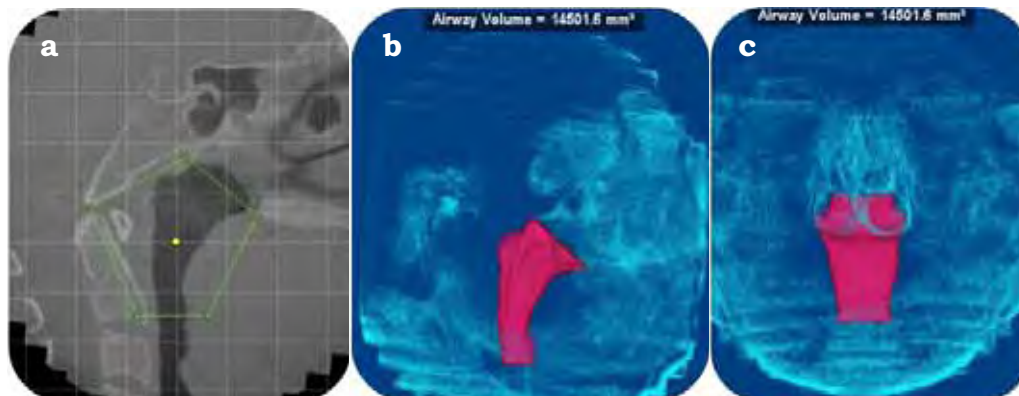


Figura 5. (a) união dos pontos que delimitam a nasofaringe (b) preenchimento da via aérea, vista lateral da nasofaringe (c) vista frontal da nasofaringe.



Figura 6. Delimitação da orofaringe. (a) Corte coronal, localização da parte mais superior da epiglote; (b) Limite inferior da úvula no corte sagital, união dos pontos na delimitação da úvula.

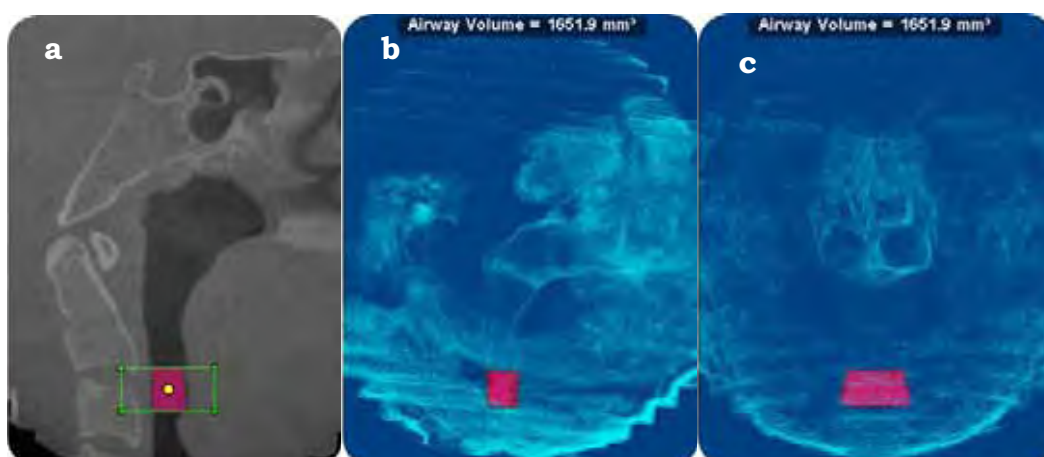


Figura 7. (a) união dos pontos que delimitam a orofaringe (b) preenchimento da via aérea, vista lateral (c) vista frontal.

Tabelas

Tabela 1. Pontos cefalométricos adotados como referências para mensuração do espaço aéreo.

ENP	Espinha nasal posterior: ponto mais posterior do osso palatino e do assoalho das fossas nasais, no plano sagital mediano;
VP	Ponto mais posterior do vômer;
BA	Básio; ponto mais ântero-inferior na margem do forame magno, no plano médio sagital;
PAINf´	Ponto localizado na intersecção entre a paralela a Frankfurt (passando pela úvula) e a prolongação de 15 mm em direção ao perfil do paciente da parede antero inferior da nasofaringe;
PPINf´	Ponto localizado na intersecção entre a linha paralela ao plano de Frankfurt (passando pela úvula) e a prolongação de 15 mm em direção distal da parede postero inferior da nasofaringe;
U	Limite inferior da úvula;
PPIOf´	Ponto localizado na intersecção entre a prolongação do PPINf´ em direção a uma perpendicular a Frankfurt que passa por EG;
PAIOf´	Ponto localizado na intersecção entre a prolongação do PAINf´ em direção a uma perpendicular a Frankfurt que passa por EG;
EG	Ponto mais superior da epiglote.

Tabela 2. Valores amostrais do coeficiente de correlação intraclasse [ICC] e respectivos intervalos de confiança [IC(95%)], por tempo de observação – variáveis de controle de seleção de imagem.

Variável	1ª Mensuração			2ª Mensuração		
	ICC	IC (95%)		ICC	IC (95%)	
		lim. Inf	lim. Sup.		lim. Inf	lim. sup.
VP-ENP	0,996	0,988	0,999	0,998	0,992	0,999
ENP-Ba	0,999	0,997	0,100	0,997	0,989	0,999

Tabela 3. Média, desvio padrão e valores mínimo (Min) e máximo (Max) das variáveis nos tempos 1 e 2 e coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as mensurações observadas nos tempos 1 e 2 de cada variável.

Variável	N	1ª Mensuração				2ª Mensuração				R
		média	DP	Min	Max	média	DP	Min	Max	
VP-ENP	12	23,24	3,55	17,85	29,20	23,10	3,53	17,75	29,25	0,995
ENP-Ba	12	44,70	4,56	39,20	53,10	44,63	4,64	39,10	53,35	0,998

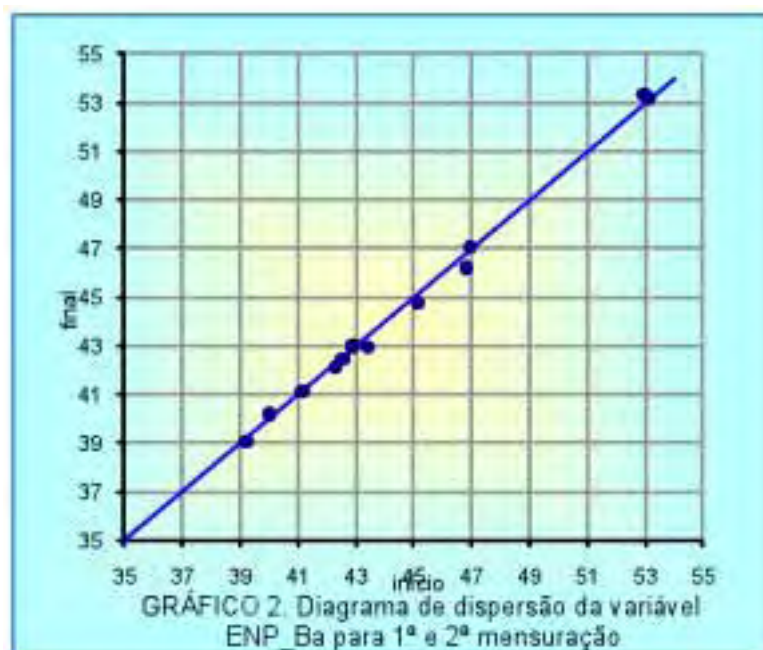


Tabela 4. Replicabilidade - Valores amostrais do coeficiente de correlação intraclasse [ICC] e respectivos intervalos de confiança [IC(95%)], por observador.

	Observador S			Observador K		
	ICC	IC (95%)		ICC	IC (95%)	
		lim. Inf	lim. sup.		lim. Inf	lim. sup.
Nasofaringe						
Sensibilidade	0,998	0,995	0,999	0,997	0,990	0,999
Comprimento	0,995	0,987	0,998	0,992	0,977	0,997
Maior área/sagital	1,000	0,999	1,000	0,999	0,998	1,000
Maior área/coronal	0,999	0,998	1,000	1,000	0,999	1,000
Volume	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	1,000
AMS transversal	0,823	0,575	0,934	0,459	-0,016	0,769
Orofaringe						
Sensibilidade	0,999	0,998	1,000	0,998	0,994	0,999
Comprimento	0,990	0,971	0,996	0,984	0,957	0,994
Maior área/Sagital	0,997	0,993	0,999	0,995	0,987	0,998
Maior área/Coronal	0,996	0,989	0,999	0,994	0,984	0,998
Volume	0,999	0,998	1,000	0,997	0,992	0,999
AMS transversal	0,902	0,750	0,964	0,804	0,535	0,926
Faringe Superior						
Sensibilidade	0,999	0,998	1,000	0,997	0,993	0,999
Comprimento	0,993	0,980	0,998	0,992	0,979	0,997
Volume	1,000	0,999	1,000	0,999	0,996	0,999
AMS transversal	0,974	0,930	0,991	0,672	0,293	0,871

Obs. Variáveis com valores marcados em negrito apresentam maior variabilidade de ICC

AMS transversal: área mínima de secção transversal

Obs: ICC \geq 0,95 ótimo

Tabela 5. Reprodutibilidade - Valores amostrais do coeficiente de correlação intraclasse [ICC] e respectivos intervalos de confiança [IC (95%)], por réplica.

	1ª réplica (S e K)			2ª réplica (S e K)		
	ICC	IC (95%)		ICC	IC (95%)	
		Lim. Inf	lim. sup.		lim. inf	lim. sup.
Nasofaringe						
Sensibilidade	0,986	0,960	0,995	0,981	0,947	0,993
Longitude	0,957	0,886	0,985	0,946	0,857	0,981
Maior área/sagital	0,987	0,965	0,996	0,987	0,964	0,995
Maior área/coronal	0,997	0,991	0,999	0,995	0,987	0,998
Volume	0,995	0,986	0,998	0,995	0,986	0,998
AMS transversal	0,541	0,093	0,810	0,518	0,062	0,799
Orofaringe						
Sensibilidade	0,984	0,956	0,994	0,985	0,959	0,995
Comprimento	0,930	0,817	0,975	0,911	0,771	0,968
Maior área/sagital	0,932	0,820	0,975	0,932	0,822	0,976
Maior área/coronal	0,952	0,871	0,983	0,954	0,876	0,983
Volume	0,955	0,879	0,984	0,956	0,881	0,984
AMS transversal	0,845	0,620	0,942	0,676	0,299	0,872
Faringe Superior						
Sensibilidade	0,994	0,983	0,998	0,994	0,983	0,998
Comprimento	0,987	0,965	0,995	0,981	0,947	0,993
Volume	0,997	0,991	0,999	0,998	0,993	0,999
AMS transversal	0,858	0,648	0,947	0,607	0,189	0,841

Obs. Variáveis com valores marcados em negrito apresentam maior variabilidade de ICC.

AMS transversal: área mínima de secção transversal

Obs: ICC \geq 0,95 ótimo

Tabela 6. Reprodutibilidade - Valores amostrais do coeficiente de correlação intraclassa [ICC] e respectivos intervalos de confiança [IC (95%)] (médias das réplicas por pesquisador).

	ICC	IC(95%)	
		lim. Inf	lim. sup.
Nasofaringe			
Sensibilidade	0,992	0,978	0,997
Comprimento	0,977	0,937	0,992
Maior área/sagital	0,994	0,983	0,998
Maior área/coronal	0,998	0,995	0,999
Volume	0,998	0,993	0,999
Orofaringe			
Sensibilidade	0,993	0,979	0,997
Comprimento	0,961	0,892	0,986
Maior área/sagital	0,965	0,903	0,988
Maior área/coronal	0,977	0,936	0,992
Volume	0,978	0,937	0,992
Faringe Superior			
Sensibilidade	0,997	0,993	0,999
Comprimento	0,994	0,982	0,998
Volume	0,999	0,997	1,000

4 ESTUDO 2

**TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE FEIXE CÔNICO NA
AVALIAÇÃO DO ESPAÇO AÉREO FARÍNGEO EM
INDIVÍDUOS CLASSE II DIVISÃO 1ª COM APARELHO DE
HERBST**

**TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA DE FEIXE CÔNICO NA AVALIAÇÃO DO
ESPAÇO AÉREO EM INDIVÍDUOS CLASSE II DIVISÃO 1ª COM O APARELHO DE
HERBST**

***Sandra Patrícia Palomino-Gómez**

**** Ary dos Santos Pinto**

***Savana Maia Galo**

***Luana Sampaio Dib**

****Dirceu Barnabé Raveli**

* Pós-Graduanda em Ortodontia, Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, São Paulo, Brasil

** Professor Adjunto, Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara, UNESP – Univ Estadual Paulista, São Paulo, Brasil

Correspondência:

Dirceu Barnabé Raveli

Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP

Rua Humaitá, 1680

Araraquara, SP Brasil 14801-903

Email: Raveli@foar.unesp.br

Tel.: (+55 16) 33016341

O artigo foi formatado segundo as normas do periódico *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* (setembro de 2010)

RESUMO

Introdução: O diagnóstico por imagem, por meio das Tomografias Computadorizadas por Feixe Cônico (TCFC), tornou possível estimar tridimensionalmente o espaço aéreo faríngeo sob influência de aparelhos ortopédicos. O intuito deste estudo foi avaliar, mediante a TCFC, o efeito do aparelho Herbst no espaço aéreo orofaríngeo (EAOF), nasofaríngeo (EANF) e faríngeo superior (EAFS). **Material e Método:** A amostra foi composta por 15 indivíduos (média de idade 15,7 anos \pm 1,7, após surto de crescimento pubertário) com oclusão classe II divisão 1, tratados com aparelho Herbst bandado por 8 meses. Os exames tomográficos foram realizados antes (T1) e após (T2) o tratamento ortodôntico e as seguintes variáveis foram mensuradas: maior área nos cortes sagitais, maior área nos cortes coronais e volume. Para observar a replicabilidade da análise da amostra foi aplicado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC), e para comparar os períodos T1 e T2, o teste de Student. **Resultados:** Ocorreu aumento significativo para o volume ($p=0,007$) e a área máxima nos cortes coronais ($p=0,009$) de EANF, e o comprimento ($p=0,033$) do EAFS. Apesar da não significância, se observou que as demais variáveis também aumentaram após utilização do aparelho ortopédico. **Conclusões:** Acredita-se que os indivíduos tratados com o propulsor mandibular tipo Herbst, avaliados com a TCFC apresentam aumento do volume aéreo da nasofaringe e no comprimento faríngeo superior.

Palavras chave: *Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Aparelhos Ortopédicos, Nasofaringe.*

INTRODUÇÃO

A função nasorespiratória alterada pode exercer um efeito prejudicial sobre o crescimento e desenvolvimento facial. Tal fato origina desequilíbrios entre vários componentes morfofuncionais da face, resultando em alterações funcionais, neuromusculares, esqueléticas e más posições dentárias. Um dos padrões de crescimento facial que freqüentemente apresentam diminuição do espaço aéreo faríngeo é a classe II divisão 1ª e os portadores de apnéia do sono^{2,3}. O tratamento adequado para esses casos é o avanço mandibular cirúrgico⁴⁻⁹ ou ortopédico¹⁰⁻¹², que propiciam o aumento do volume do espaço aéreo.

Cerca de 70% dos indivíduos Classe II de Angle apresentam deficiência mandibular¹³. Devido a este motivo, diversos aparelhos ortopédicos são apresentados na literatura. Neste contexto, o aparelho funcional fixo idealizado por Emil Herbst (1905) e introduzido na década de 80 por Hans Pancherz¹⁴, se destaca por induzir a propulsão mandibular de modo contínuo e exigir menor tempo de tratamento ativo (6-8 meses)¹⁵. Entretanto, é indicado após o surto de crescimento pubertário, a fim de atuar na remodelação e da fossa da articulação têmporo-mandibular¹⁶.

Para análise das alterações do aumento do volume das vias aéreas tradicionalmente se indicava o método da cefalometria¹⁷⁻¹⁹. Entretanto, a validação da reprodutibilidade desta análise do espaço aéreo em uma radiografia lateral é muito questionada por tratar-se da avaliação de uma aérea tridimensional^{5,20,21}. Com os avanços tecnológicos e o crescente interesse dos

ortodontistas e otorrinolaringologistas por este assunto, novas técnicas foram desenvolvidas buscando avaliar e quantificar a anatomia do fluxo aéreo, sendo a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) um dos exames de melhor precisão para análise de estruturas maxilofaciais¹⁴, como as vias aéreas superiores, utilizando uma menor quantidade de radiação em relação da tomografia computadorizada convencional²⁰. Por meio da avaliação do espaço aéreo é possível analisar objetivamente as alterações induzidas por aparelhos ortopédicos ativadores nesta região.

Por esse motivo este trabalho se propôs a avaliar o efeito do aparelho Herbst na via aéreas do paciente classe II divisão 1^a, após do surto de crescimento pubertário com auxílio da Tomografia computadorizada de feixe cônico.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção das imagens

A amostra deste estudo foi composta por 15 pares de imagens tridimensionais adquiridas pela TCFC de 15 indivíduos brasileiros, leucodermas (10 do gênero masculino e 5 do gênero feminino), com oclusão Classe II divisão 1^a, tratados com aparelho Herbst bandado (mínimo 8 meses), com idade cronológica de 13 a 17 anos (média: 15,7 anos \pm 1,7). A diferença mínima entre os períodos T1 e T2 é de 8 meses. Para cada indivíduo foi realizado exame

tomográfico antes (T1) e após (T2) tratamento com o aparelho ortopédico Herbst, (figura 1) totalizando 30 tomografias.

Os critérios de inclusão da amostra foram: padrão facial II (associado à retrusão mandibular), relação dentária Classe II divisão 1 de Angle, ausência de apinhamentos severos na arcada dentária inferior, ausência de problemas transversais, trespasse horizontal maior ou igual a 5 mm, período pós-pico de crescimento pubertário, pacientes com ausência de síndromes de crescimento, sem tratamento ortodôntico realizado previamente, ausência de padrão vertical severo²².

As fontes do material de pesquisa pertencem ao arquivo da disciplina de Ortodontia do Departamento de Clínica Infantil da Faculdade de Odontologia de Araraquara (FOAr-UNESP). Os exames de imagem de 12 pacientes foram obtidos pelo aparelho NewTom 3G[®] (Quantitative Radiology-NIM s.r.l, Verona Italia), estando o paciente na posição supina, com tempo de captura da imagem de 36 segundos. A resolução do voxel (volume picture element) da imagem foi de 0.2 mm. As imagens de 3 pacientes foram obtidas pelo dispositivo i-CAT[®] (Imaging Sciences Int. Hatfield, Pensilvânia. USA), no qual a imagem tridimensional é capturada com o paciente sentado, durante 20 a 40 segundos, com resolução de 0.125 mm para cada voxel. Ambos tomógrafos permitem obter reconstruções tridimensionais com a mesma padronização.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da referida Unidade de Ensino, sob protocolo de pesquisa 50/09.

Análises das imagens tomográficas

As imagens tomográficas foram importadas no arquivo tipo DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), para serem lidas por fórmulas algorítmicas de computação gráfica tridimensional no software Dolphin 3D[®] 11 (Dolphin Imaging/Patterson Dental, Chatsworth, CA). Previamente à quantificação do volume aéreo, as imagens foram padronizadas segundo recomendado por Palomino-Gómez et al³⁵, (2010). Os planos axial, coronal e sagital mediano entre a T1 e T2 devem estar coincidentes (figura 2). Desta forma, ao visualizar as vias aéreas no programa Dolphin3D[®], o corte inicial de mensuração em T1 e T2 de um mesmo paciente apresentam estruturas que se coincidem (figura 3).

Após esta fase, as imagens foram codificadas aleatoriamente por outro pesquisador no sentido de evitar que o examinador principal identificasse o paciente e quais eram as imagens correspondentes aos períodos pré e pós-tratamento com o aparelho de Herbst. O processo de calibração foi realizado em triplicata para cada medida de T1 e T2. Uma vez calibrado, foi realizada a mensuração propriamente dita. Para o *espaço* aéreo naso e orofaríngeo foi mensurado a área máxima no plano coronal, área máxima no plano sagital, sensibilidade, volume e comprimento. Para o *espaço* faríngeo superior foi mensurado sensibilidade, o volume, e comprimento.

O Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) foi maior de 0,98 para as mensurações realizadas em triplicatas. Para analisar as variáveis de T1 e T2 se

utilizou o teste t de Student, após aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov, ao nível de significância de 5 %.

RESULTADOS

As medidas descritivas das variáveis em cada tempo de observação e os resultados dos testes para comparação das médias de T1 e T2 encontram-se nas tabelas 1 e 2. Foi observado, na tabela 1, aumento das medias da nasofaringe, orofaringe e faringe superior após tratamento com o aparelho Herbst (figura 4,5,6), sendo que o volume dos respectivos espaços aéreos apresentaram as maiores variáveis, (nasofaringe, T1=9782,4 mm³ a T2=11537,2 mm³; orofaringe, T1=2012,3 mm³ a T2=2116,7 mm³; faringe superior, T1=11781 mm³ a T2=13161,7 mm³). Contudo, os resultados na tabela 2 mostram que há alteração estatisticamente significativa entre o início e o final do tratamento nas variáveis área máxima coronal da nasofaringe (p=0,009), volume nasofaringe (p=0,007) e comprimento do espaço faríngeo total (p=0,033).

DISCUSSÃO

O tratamento ortopédico de avance mandibular com aparelho Herbst para correção da classe II tem sido usado eficientemente. Este aparelho se caracteriza por manter a mandíbula avançada em modo contínuo, apresentando um menor tempo de tratamento ativo, aproximadamente 6 a 8 meses²³, com

impacto na correção dentária, esquelética^{16,23-27} e de perfil²⁸⁻³¹. A época de início do tratamento tem sido recomendada próximo ao pico de crescimento, na fase da dentadura permanente jovem³²⁻³⁴, pois a otimização dos resultados estaria relacionada à magnitude da resposta ortopédica. Entretanto, estudos recentes mostraram a possibilidade de se obter melhores resultados após o surto de crescimento devido ao crescimento residual da mandíbula^{15,27}.

Poucas pesquisas avaliaram a repercussão deste aparelho nas vias aéreas^{6,11} de indivíduos com oclusão Classe II divisão 1ª de Angle. Tal fato exige maior atenção, pois é sabido que as mudanças nos padrões de respiração nasal afetam profundamente o crescimento craniofacial. Recentemente, avanços tecnológicos, como a tomografia computadorizada, têm sido utilizados com o propósito de se observar tridimensionalmente, o crânio, a face e o espaço aéreo faríngeo. Por meio da avaliação do espaço aéreo é possível analisar as alterações induzidas pelos aparelhos ortopédicos propulsores nesta região. Para obter informações a respeito, programas computadorizados, como o software Dolphin 3D[®] foram desenvolvidos, permitindo quantificar as alterações que ocorrem. Este trabalho fornece elementos para avaliar os efeitos do aparelho Herbst nas vias aéreas, com auxílio da TCFC. Para delimitação da área foi utilizado o método de Palomino-Gómez et al³⁵, (2010), de fácil execução que permite uma boa reprodutibilidade³⁵.

Um dos pontos principais para análise do espaço aéreo faríngeo é a orientação da posição do crânio³⁵. Para isto existem duas alternativas: utilizar como referência os pontos cranianos (na superfície do crânio) ou a posição

natural da cabeça^{11,36,37}. O primeiro critério foi adotado neste estudo, pois Cevitanes et al.³⁸ compararam a reprodutibilidade destes dois métodos de orientação, encontrando maior reprodutibilidade de orientação no método de pontos cranianos. A orientação da cabeça deve ser iniciada com uma seqüência de identificação dos planos, iniciando pelo plano axial (plano que une os dois pontos infra-orbitários, numa vista frontal). A rotação da cabeça em 5° neste eixo propicia um erro de identificação de alguns pontos nas dimensões verticais da radiografia ântero-posterior³⁹, induzindo pequenas mudanças na posição de cabeça para cima e para baixo, que podem provocar um grande impacto na posição relativa das estruturas craniofaciais⁴⁰. Nas imagens laterais, o plano coronal deverá coincidir com os pórios e o plano de Frankfurt, deverá estar paralelo ao chão e coincidir com o plano axial. Yoon et al.⁴¹, observaram que mudanças de 0 a 15° no plano coronal provocam um erro considerável na mensuração das medidas lineares horizontais nas radiografias laterais. No presente estudo, o último plano a ser identificado foi o plano sagital mediano³⁵.

Existe variabilidade na delimitação das vias aéreas em estudos com TCFC. Alguns estudos fizeram a delimitação da orofaringe em retropalatal (região do palato duro até a região caudal do palato mole) e retroglossal (região caudal do palato mole a epiglote)^{3,36,42,43}, enquanto outros definiram a orofaringe como o limite entre a borda mais pósterio-superior do palato mole e a ponta da epiglote¹¹.

O presente estudo propôs fazer uma delimitação anatômica da região da nasofaringe a partir da coana ao ponto mais inferior da úvula e na orofaringe, do ponto mais inferior da úvula à epiglote⁴⁴. Para isso foi preciso fazer uso de

diferentes planos⁴⁴. Por esse motivo, não se adaptaram métodos de análise de telerradiografias laterais, embora ainda sejam utilizados por outros autores^{45,46}. Alguns parâmetros utilizados na radiografia convencional devem ser adotados e outros parâmetros devem ser criados⁴⁷. No entanto, a projeção bidimensional de uma imagem tridimensional é questionável⁴⁵. Alguns métodos tridimensionais que avaliam a região estudada costumam iniciar a delimitação na espinha nasal posterior^{11,36,43,48-50}, não mensurando a parte correspondente a adenóide. Essa região foi analisada neste estudo, pois se trata de uma área muito complexa, sendo a causa mais importante e mais freqüente de obstrução das vias aéreas superiores quando ocorre a hipertrofia do referido tecido linfóide⁵¹⁻⁵³.

Garib et al.⁵⁴ afirmaram que as mensurações em exames tomográficos apresentam escassos erros de repetição das mensurações intra-examinador e inter-examinador. Uma vez confirmada a confiabilidade das mensurações (ICC \geq 0,98) e observada a normalidade da distribuição da amostra, o efeito de tratamento do aparelho Herbst sobre o espaço aéreo faríngeo. Neste estudo, alguns pacientes possuíam TCFC obtidas por meio do aparelho Newton 3G[®], enquanto outros do i-Cat[®]. Contudo, deve-se salientar que as imagens obtidas no final do tratamento (T2) foram realizadas no mesmo dispositivo da fase inicial do tratamento (T1). Não se comparou imagens correspondentes a diferentes tomógrafos, pois a resolução entre eles é distinta (2 mm para Newton 3G[®] e 1,25 para I-Cat[®]). Além disso, a postura para adquirir as imagens é diferente, o que pode alterar as dimensões das vias aéreas^{55,56}, alterando a sensibilidade da via aérea analisada no software específico. Entretanto, em análises realizadas

entre imagens representativas de um tratamento, como T1 e T2, obtidas de um mesmo dispositivo, estas variações são nulas.

Para poder mensurar o comprimento da nasofaringe e orofaringe, foi proposta uma modificação do método original (Palomino-Gómez et al³⁵, 2010). O comprimento destas regiões em T1 foi usado em T2, para se observar as mudanças ântero-posterior da via aérea produzido pelo aparelho Herbst, pois um dos limites (superior ou inferior) destas regiões é dado pelo ponto mais inferior da úvula, tecido mole, que não foi controlado no momento da aquisição de imagem.

Um limitante do trabalho foi a ausência do controle da posição da língua durante a execução da técnica, pois as imagens foram realizadas em centros especializados sem a presença do pesquisador. A posição da língua e tecidos moles são fatores anatômicos que afetam a forma, comprimento e volume da orofaringe^{52,57}. Embora alguns estudos que avaliaram reprodutibilidade do comprimento das vias aéreas neste método apresentem uma alta reprodução (ICC \geq 0,93, em seu menor valor de reprodutibilidade e replicabilidade)³⁵.

O comprimento da faringe superior utilizou como limites a ENP (tecido ósseo) e a epiglote (cartilagem), mensurados e comparados em T1 e T2, apresentando aumento com a utilização do Herbst (p=0,033). Tal fato, deve-se ao efeito do avanço mandibular com o aparelho ortopédico. Abramson et al³ encontraram um aumento do comprimento da orofaringe (palato duro à epiglote) em pacientes com apnéia (p=0.01) com respeito ao grupo controle. Os estudos de tratamento com aparelho Herbst tem demonstrado um aumento significativo

da altura facial posterior sem alteração do plano mandibular^{24,27,58-61}. Durante a ação dos aparelhos de propulsão mandibular, outras estruturas, como a base da língua, o osso hióide e o palato mole também assumem uma posição mais anteriorizada⁶². No presente estudo, foi notório o aumento do comprimento da faringe superior ($p=0,033$) e o aumento do volume ($p=0,007$) e da maior área/coronal da nasofaringe ($p=0,009$). Haskell et al.¹¹ concluíram que os pacientes com apnéia do sono que utilizam Herbst removível apresentaram aumento do volume da via aérea (média de 2800mm^3). Iwasaki et al.³⁶ compararam o volume retropalatal antes da expansão do palato com Hyrax com um grupo controle ($p=0.011$) e após tratamento com o grupo controle ($p=0.024$), observando significativo aumento em ambas medidas. Neste contexto, é notório a eficácia de aparelhos ortopédicos, em especial do aparelho Herbst, no aumento das vias aéreas, favorecendo o desenvolvimento normal das estruturas cranio faciais, assim como prevenir distúrbios respiratórios.

Conclusão

O volume da nasofaringe e o comprimento do espaço faríngeo superior, avaliados tridimensionalmente, aumentaram significativamente com o uso do aparelho Herbst.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Estudantes Convênio de Pós-Graduação do (PEC-PG), pela oportunidade de desenvolver este trabalho.

REFERÊNCIAS

1. De Ponte FS, Brunelli A, Marchetti E, Bottini DJ. Cephalometric Study of Posterior Airway Space in Patients Affected by Class II Occlusion and Treated with Orthognathic Surgery. *The Journal of Craniofacial Surgery* 1999;10;3:252-9.
2. Enciso R, Nguyen M, Shigeta Y, Ogawa T, Clark GT. Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea patients and control subjects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:285-93.
3. Abramson Z, Susarla S, August M, Troulis M, Kaban L. Three-Dimensional Computed Tomographic Analysis of Airway Anatomy in Patients With obstructive Sleep Apnea. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2010;68:354-62.
4. Gonçalves JR, Buschang PH, Gonçalves DG, Wolford LM, Postsurgical Stability of Oropharyngeal Airway Changes Following Counter-Clockwise Maxillo-Mandibular Advancement Surgery. *J Oral Maxillof Surg* 2006;64:755-62.
5. Turnbull NR, Battagel J. The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep. *J Orthod* 2000;27:235-47.
6. Ozebek MM, Toygar TU, Gögen H, Lowe AA, Baspinar E. Oropharyngeal airway dimensions and funtional orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *Angle Orthod* 1998;68:327-36.
7. Pereira Filho VA, Jeremias F, Tedeschi L, Souza RF. Avaliação cefalométrica do espaço aéreo posterior em pacientes com oclusão Classe II submetidos à cirurgia ortognática. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2007;12:119-25.

8. Coleta KED, Wolford LM, Gonçalves JR, Santos-Pinto A, Cassano DS, Gonçalves DAG. Maxillo-mandibular counterclockwise rotation and mandibular advancement with TMJ Concepts¹ total joint prostheses Part II – Airway changes and stability. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:228-35.
9. Azenha MR, Marzola C. Avaliação do espaço aéreo faríngeo em pacientes classe II submetidos à cirurgia ortognática. *Rev Bras Cir Craniomaxilofac* 2010;13:92-96.
10. Johal A, Gill G, Ferman A, McLaughlin K. The effect of mandibular advancement appliances on awake upper airway and masticatory muscle activity in patients with obstructive sleep apnoea. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2007;27:47-53.
11. Haskell JA, McCrillis J, Haskellc BS, Scheetzd JP, Scarfee WC, Farmane AG. Effects of Mandibular Advancement Device (MAD) on Airway Dimensions Assessed With Cone-Beam Computed Tomography. *Seminars in Orthodontics* 2009;15:132-58.
12. Hänggi MP, Teuscher UM, Roos M, Peltomäki TA. Long-term changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment. *European Journal of Orthodontics* 2008;30:598-605.
13. McNamara JA Jr. Components of Class II malocclusion in children 8 - 10 years of age. *Angle Orthod* 1981;51:177-202.
14. Lou L, Lagravere MO, Compton S, Major PW, Flores-Mir C. Accuracy of measurements and reliability of landmark identification with computed

tomography (CT) techniques in the maxillofacial area: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;104:402-11.

15. Paulsen HU, Karle A, Bakke M, Hersink A. CT-scanning and radiographic analysis of temporomandibular joints and cephalometric analysis in a case of Herbst treatment in later puberty. *Eur J Orthod* 1995;17:165-75.

16. Paulsen HU. Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood: a long-term radiographic study,. *Eur J Orthod* 1997;19:657-68.

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

18. Fujioka M, Young LW, Girdany BR. Radiographic evaluation of adenoidal size in children: adenoidal size in children; adenoidal-nasopharyngeal ratio. *Am J Roentgenol* 1979;133:401-4.

19. McNamara JA Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1984;86:449-69, .

20. Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: A systemic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:700-8.

21. Lenza MG, Lenza MMO, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2010;13:96-105.

22. Maia S, Raveli D, Dib LS, Landázuri DG, Raveli TB. Análise tomográfica da articulação temporomandibular no tratamento com Herbst em adulto jovem Ortodontia. SPO 2009;42:63-70.
23. Pancherz H, Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases with the Herbst appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1985;88:273-87.
24. Dib LS. Avaliação cefalométrica das alterações dentárias e esqueléticas induzidas pelo uso do aparelho de Herbst no tratamento da má oclusão de classe II, divisão 1ª de angle - estudo longitudinal. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.
25. Chaiyongsirisern A, Rabie B, Wong RWK. Stepwise Advancement Herbst Appliance versus Mandibular Sagittal Split Osteotomy. The Angle Orthodontist: November 2009;79:1084-1094. .
26. Valant JR; Sinclair PM. Treatment effects of the Herbst appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989;95:138-47.
27. Maia SA. Avaliação dos efeitos do aparelho Herbst Splint metálico, no tratamento da má oclusão classe II divisão 1, após o surto de crescimento pubertário. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP 2007.
28. Almeida MR, Flores-Mir C, Brandao AG, Almeida RR, Almeida-Pedrin RR. Soft tissue changes produced by a banded-type Herbst appliance in late mixed dentition patients. World J Orthod 2008;9:121-131.
29. Flores-Mir C, Major MP, Major PW. Soft tissue changes with fixed functional appliances in Class II division 1. Angle Orthod 2006;76:712-20.

30. Landázuri DR. Alterações cefalométricas do perfil facial decorrentes do crescimento natural e induzidas pelo aparelho de Herbst no tratamento da Classe II divisão 1, em fase pré-puberal. Araraquara, Faculdade de Odontologia da UNESP; 2009.
31. Ruf S, Pancherz H. Dentoskeletal effects and facial profile changes in young adults treated with the Herbst appliance. *Angle Orthod* 1999;69:239-46.
32. Hägg U, Pancherz H. Dentofacial orthopaedics in relation to chronological age, growth period and skeletal development. An analysis of 72 male patients with class II division 1 malocclusion treated with the Herbst appliance. *Eur J Orthod* 1988;10:169-76.
33. Pancherz H. Treatment of class II malocclusion by jumping the bite with the Herbst appliance: a cephalometric investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1979;76:423-42.
34. Pancherz H. The mechanism of class II correction in Herbst appliance treatment: a cephalometric investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1982;82:104-13.
35. Palomino-Gómez SP, Santos-Pinto A, Maia AS, Almeida KM, Raveli DB. Método de avaliação do espaço aéreo faríngeo com tomografia computadorizada de feixe cônico. *Angle Orthod*; IN PRESS.
36. Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:S71-8.

37. Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:306.e1-11.
38. Cevidanes L, Oliveira AEF, Motta A, Phillips C, Burkee B, Tyndall D. Head Orientation in CBCT-generated Cephalograms. *Angle Orthod* 2009;79:971-77.
39. Major PW; Jhonson DE; Hesse KL; Glover KE. Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification. *Angle Orthod* 1996;66:51-60.
40. Barreto GM, Gandini Jr. LG, Santos-Pinto A, Raveli DB, Martins LP. Padronização de radiografias cefalométricas Frontais(P.A.)-Descrição do método. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2001;6:61-65.
41. Yoon YJ; Kim KS; Hwang MS; Kim HJ; Cho EHi; Kim KW. Effect of Head Rotation on Lateral Cephalometric Radiographs, *Angle Orthod* 2001;71:396-403.
42. Schwab RJ. Upper airway imaging. *Clin Chest Med* 1998;19:33-54.
43. Iwasaki T, Hayasaki H, Takemoto Y, Kanomi R, Yamasaki Y. Oropharyngeal airway in children with Class III malocclusion evaluated by cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:318.e1-9.
44. Latchaw RE. Diagnóstico por Imagen en Resonancia Magnetica y tomografia computarizada em cabeza , cuello y columna. 1992.
45. Lenza MG, Lenza MM de O, Dalstra M; Melsen B; Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res* 2010;13:96-105.

46. Moreira AM. Alterações dimensionais produzidas nas vias aéreas superiores após expansão rápida da maxila: Avaliação por tomografia computadorizada Cone Beam Ortodontia e Ortopedia Facial. Porto Alegre: Pontífica universidade católica do rio grande do sul; 2009.
47. Rosa VLM. Cefalostato virtual - posicionamento inicial para a padronização na marcação de pontos craniométricos em imagens obtidas por tomografia computadorizada, para uso em cefalometria [dissertação mestrado]: FO-USP; 2009.
48. Abramson ZR, Susarla S, Tagoni JR, Kaban L. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy. J Oral Maxillofac Surg 2010;68:363-371.
49. Enciso R; Nguyen M; Shigeta Y; Ogawa T; Clark GT. Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea patients and control subjects. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;109:285-293.
50. Ogawa T; Enciso R; Shintaku WH; Clark GT. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;103:102-108.
51. Cassano P, Gelardi M, Cassano M, Fiorella ML, Fiorella R. Adenoid tissue rhinopharyngeal obstruction grading based on fiberendoscopic findings: a novel approach to therapeutic management. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2003; 67:1303-9.

52. Kubba H; Bingham BJ. Endoscopy in the assessment of children with nasal obstruction. *J. Laryngol. Otol.* 2001;115: 5:380-384,.
53. Tuncer U, Aydogan B, Soylu L, Simsek M, Akcali C, Kucukcan A. Chronic rhinosinusitis and adenoid hypertrophy in children. *Am J Otolaryngol* 2004; 25:5-10.
54. Garid DG, Raymundo R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo esse novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2007;12:139-56.
55. Yildirim N, Fitzpatrick M, Whyte K, Jalleh R, Wightman A, Douglas N. The effect of posture on upper airway dimensions in normal subjects and in patients with the sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1991;144;845-47.
56. Battagel J; Johal A; Smith A; Kotecha B. Postural variation in oropharyngeal dimensions in subjects with sleep disordered breathing: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 2002;24:263-76.
57. Strohl KP, Redline S. Recognition of obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:279-89.
58. Almeida MR, Henriques JFC, Almeida RR, Ursi W, McNamara JA. Shortterm treatment effects produced by the Herbst appliance in the mixed dentition. *Angle Orthod* 2005;75:540-47.
59. Croft R, Buschang P, Meyer RA. Cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;166:435-43.

-
60. Flores-Mir C, Ayeh A, Goswami A, Charkhandeh SA. Skeletal and dental changes in Class II division 1 malocclusions treated with splint-type Herbst appliances, systematic review. *Angle Orthod* 2007;77:376-81.
61. Ruf S, Pancherz H, Herbst/multibracket appliance treatment of Class II division 1 malocclusions in early and late adulthood. A prospective Cephalometric study of consecutively treated subjects. *Eur J Orthod* 2006;28:352-60.
62. Nabarro PAD; Höfling RTB. Efetividade do aparelho ortopédico Bionator de Balters no tratamento do ronco e apnéia do sono *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2008;13:36-44

Figuras

Figura 1 Aparelho Herbst instalado (a) lado direito, (b) lado esquerdo

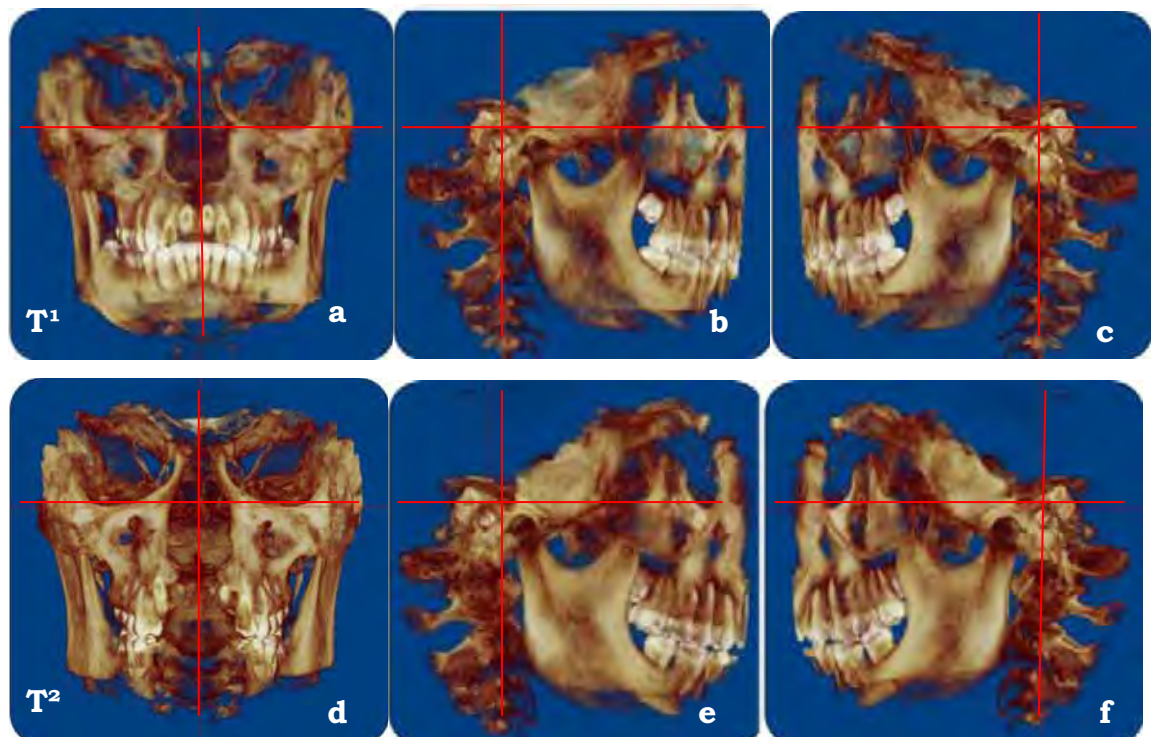


Figura 2. Observa-se que os planos axial, coronal e médio sagital de T1 e T2 passam pelas mesmas estruturas. T1: (a) Vista frontal, (b) Vista lateral direita, (c) Vista lateral esquerda. T2: (d) Vista frontal (e) Vista lateral direita (f) Vista lateral esquerda.

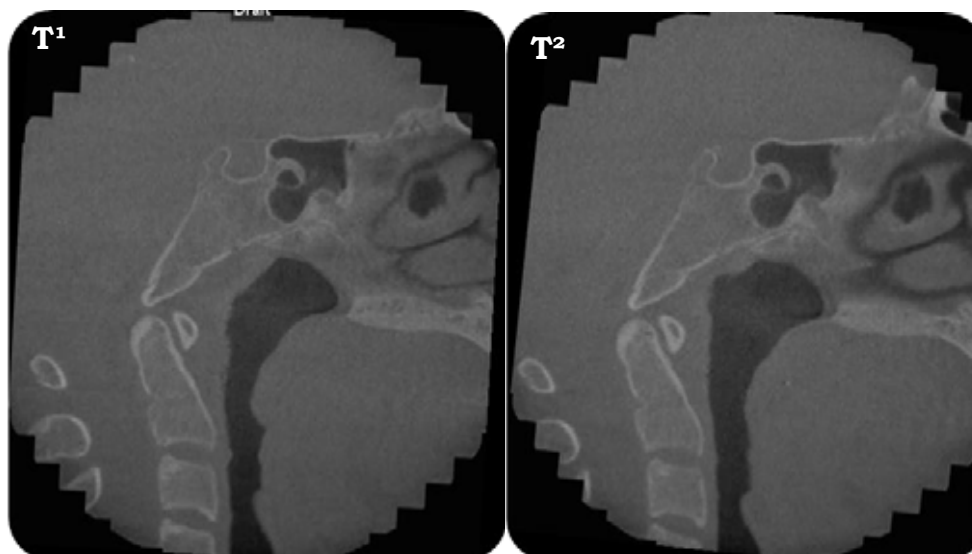


Figura 3. Comparação de dois cortes em T1 e T2 de um mesmo paciente, mostrando as mesmas estruturas.

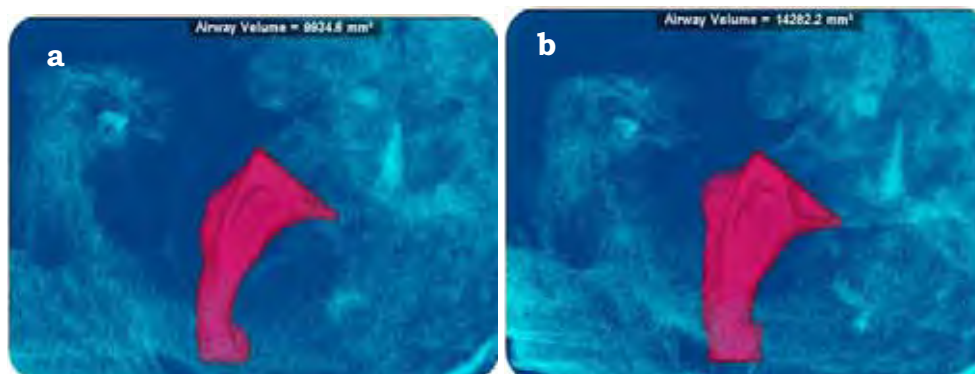


Figura 4. Comparação do volume da nasofaringe após de tratamento com Herbst
 (a) T1=9,934 m³ (b) T2 14,282=m³.

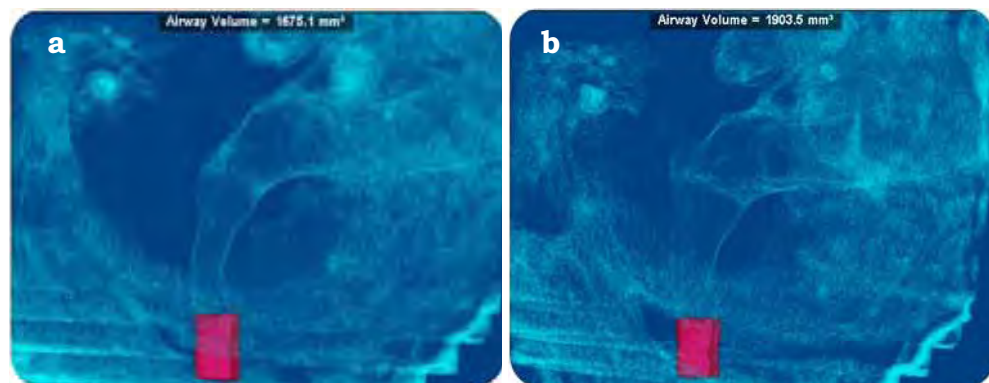


Figura 5. Comparação do volume da orofaringe após de tratamento com Herbst (a) T1=1,675 m³. (b) T2=1,903 m³.

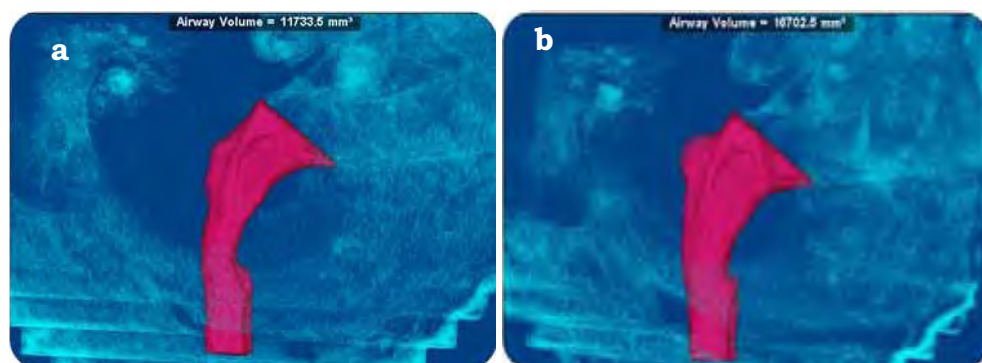


Figura 6. Comparação do volume da faringe superior após de tratamento com Herbst (a) T1=11,733 m³, (b) T2=16,702 m³.

Tabela 1. Média, desvio padrão e valores mínimo e máximo das variáveis nos tempos 1 e 2.

Variável	N	Tempo 1				Tempo 2			
		Média (m ³)	DP	Mínimo (m ³)	Máximo (m ³)	Média (m ³)	DP	Mínimo (m ³)	Máximo (m ³)
Nasofaringe									
Maior área/sagital	15	0,515	77,6	388,8	645,2	556,7	137,4	386,5	837,5
Maior área/coronal	15	602,8	195,9	341,0	1064,8	724,9	266,4	369,3	1152,6
Volume	15	9782,4	3302,8	6722,9	17717,4	11537,2	4248,3	6743,1	22619,0
Orofaringe									
Maior área/sagital	10	125,7	39,3	84,6	201,0	127,9	42,5	94,6	212,4
Maior área/coronal	10	205,4	81,4	72,1	369,1	221,0	86,6	108,0	381,4
Volume	10	2012,3	1033,2	1017,2	4327,0	2116,7	1111,3	1066,1	4120,5
Faríngeo Superior									
Comprimento	10	40,9	4,5	32,5	45,5	41,2	4,3	32,9	45,8
Volume	10	11781,0	3436,4	8449,4	20324,4	13161,7	4049,2	8955,2	18929,7

Tabela 2. Médias e desvios padrão da diferença alterações nas variáveis entre os tempos 1 e 2 e resultado dos testes t de Student para a hipótese de igualdade das médias de cada variável nos tempos 1 e 2.

	Diferenças			Teste t Student		
	Média (m ³)	DP	Ep	t	Gl	P
Nasofaringe						
Maior área/sagital	41,07	92,46	23,87	1,72	14	0,107
Maior área/coronal	122,12	157,18	40,58	3,01	14	0,009
Volume	1754,83	2137,16	551,81	3,18	14	0,007
Orofaringe						
Maior área/sagital	2,13	20,79	6,57	0,32	9	0,754
Maior área/coronal	15,58	38,08	12,04	1,29	9	0,228
Volume	104,34	554,80	175,44	0,59	9	0,567
Faríngeo Superior						
Comprimento	0,35	0,43	0,14	2,52	9	0,033
Volume	1380,64	2694,11	851,95	1,62	9	0,140

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerações Finais

Os limites anatômicos do espaço faríngeo, que são uma particularidade de cada indivíduo, são uma estrutura muito complexa e variável para ser mensurada. Com o advento das novas tecnologias em diagnóstico por imagens como a tomografia computadorizada de feixe cônico e com o auxílio do Software Dolphin 3D[®], que trabalha estas imagens, nos proporciona a oportunidade de obter, analisar, quantificar e reproduzir imagens tridimensionais do espaço aéreo. Desta forma, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito do aparelho Herbst no espaço aéreo faríngeo em pacientes com oclusão classe II divisão 1^a. De acordo com os resultados obtidos, foram evidenciados aumentos no espaço aéreo da nasofaringe e no comprimento da faringe superior em 8 meses de tratamento. Deve-se salientar que este resultado expressa as modificações do espaço aéreo faríngeo de maneira estática, sem evidenciar se existem benefícios na capacidade respiratória de cada indivíduo.

6 REFERÊNCIAS

Referências*

- 1 Aboudara C, Nielsen I, Huang JC, Maki K, Miller AJ, Hatcher D. Comparison of airway space with conventional lateral headfilms and 3-dimensional reconstruction from cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 135: 468-79.
- 2 Abramson Z, Susarla S, August M, Troulis M, Kaban L. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy in patients with obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68: 354-62.
- 3 Alcazar NMPV, Freitas MR, Janson G, Henriques JFC, Freitas KMS. Estudo cefalométrico comparativo dos espaços naso e bucofaríngeo nas más oclusões Classe I e Classe II, Divisão 1, sem tratamento ortodôntico, com diferentes padrões de crescimento. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2004; 4: 68-76.
- 4 Choi JK, Hur YK, Lee JM, Clark GT. Effects of mandibular advancement on upper airway dimension and collapsibility in patients with obstructive sleep apnea using dynamic upper airway imaging during sleep *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109 :712-9.
- 5 De-Ponte FS, Brunelli A, Marchetti E, Bottini DJ. Cephalometric study of posterior airway space in patients affected by class II occlusion and treated with orthognathic surgery. *J Craniofac Surg.* 1999; 10: 252-59.
- 6 Enciso R, Nguyen M, Shigeta Y, Ogawa T, Clark GT. Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea

patients and control subjects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010; 109: 285-93.

7 Fujioka M, Young LW, Girdany BR. Radiographic evaluation of adenoidal size in children: adenoidal size in children; adenoidal-nasopharyngeal ratio. *Am J Roentgenol.* 1979; 133: 401-4.

8 Garid DG, Raymundo R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo esse novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial,* 2007; 12: 139-56.

9 Goncalves JR, Buschang PH, Goncalves DG, Wolford LM,. Postsurgical stability of oropharyngeal airway changes following counter-clockwise maxillo-mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillof Surg.* 2006; 64: 755-62.

10 Haskell JA, McCrillis J, Haskellc BS, Scheetzd JP, Scarfee WC, Farmane AG. Effects of mandibular advancement device (MAD) on airway dimensions assessed with cone-beam computed tomography. *Semin Orthod.* 2009; 15: 132-58.

11 Johal A, Gill G, Ferman A, McLaughlin K. The effect of mandibular advancement appliances on awake upper airway and masticatory muscle activity in patients with obstructive sleep aponea. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2007; 27: 47-53.

12 Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010; 137: 306.e1-11.

13 Lenza MG, Lenza MMO, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 2010 ; 13: 96-105.

14 Lou L, Lagravere MO, Compton S, Major PW, Flores-Mir C. Accuracy of measurements and reliability of landmark identification with computed tomography (CT) techniques in the maxillofacial area: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104: 402-11.

15 Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: A systemic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130: 700-8.

16 McNamara JA Jr. Components of Class II malocclusion in children 8-10 years of age. *Angle Orthod.* 1981; 51: 177-202.

17 McNamara JA Jr. Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1981; 51: 269-300.

18 McNamara JA Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1984; 86: 449-69.

19 Moreira AM. Alterações dimensionais produzidas nas vias aéreas superiores após expansão rápida da maxila: Avaliação por tomografia computadorizada cone beam ortodontia e ortopedia facial. [Dissertação de

mestrado] Porto Alegre: Pontífica Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2009.

20 Moss ML, Salentijn L. The primary role of functional matrices in facial growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1969; 55; 566-77.

21 Muto T, Yamasaki A, Takeda S, Kawakami J, Tsuji Y, Shibata T et al. Relation between the pharyngeal airway space and craniofacial morphology, taking into account head posture. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 35: 132-36.

22 Ogawa T, Enciso R, Shintaku WH, Clark GT. Evaluation of cross-section airway configuration of obstructive sleep apnea. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 103: 102-8.

23 Paulsen HU, Karle A, Bakke M, Hersink A. CT-scanning and radiographic analysis of temporomandibular joints and cephalometric analysis in a case of Herbst treatment in later puberty. *Eur J Orthod.* 1995; 17: 165-75.

24 Paulsen HU. Morphological changes of the TMJ condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance in the period of puberty to adulthood: a long-term radiographic study. *Eur J Orthod.* 1997; 19: 657-68.

25 Turnbull NR, Battagel JM. The effects of orthognathic surgery on pharyngeal airway dimensions and quality of sleep. *J Orthod.* 2000; 27: 235-47.

26 Yamada T, Tanne K, Miyamoto K, Yamauchi K. Influences of nasal respiratory obstruction on craniofacial growth in young *Macaca fuscata* monkey. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 111: 38-43.

27 Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop,* 2010; 137: S7: 1-8.

28 Woodside DG, Linder-Aronso S, Lundstrom A, McWilliam J. Mandibular and maxillary growth after changed mode of breathing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991; 100: 1-18.

7 ANEXO

ANEXO
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA- FOAr/UNESP

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA " JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

Comitê de Ética em Pesquisa

Certificado

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "AVALIAÇÃO DO EFEITO DO APARELHO DE HERBST NO ESPAÇO AÉREO DA FARINGE EM TRATAMENTO DE MÁ OCLUSÃO DE CLASSE II DIVISÃO 1, COM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE BEAM", sob o protocolo nº 50/09, de responsabilidade do Pesquisador (a) **DIRCEU BARNABÉ RAVELLI**, está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa-FOAr, com validade de 1 (um) ano, quando será avaliado o relatório final da pesquisa.

Certify that the research project titled "EVALUATION OF HERBST APPLIANCE EFFECTS UPON PHARINGEAL AIRWAY OF CLASS II DIVISION 1, MALOCCLUSION TREATMENT, WITH CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY", protocol number 50/09, under Dr. **DIRCEU BARNABÉ RAVELLI**, responsibility, is under the terms of Conselho Nacional de Saúde/MS resolution # 196/96, published on May 10, 1996. This research has been approved by Research Ethic Committee, FOAr-UNESP. Approval is granted for 01 (one) year when the final review of this study will occur.

Araraquara, 15 de dezembro de 2009.

MMS Nagle
Prof. Dr. **Maurício Meirelles Nagle**
Coordenador

Autorizo a reprodução deste trabalho

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 17 de Setembro de 2010.

SANDRA PATRICIA PALOMINO-GÓMEZ