



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**MURILO MIRANDA VASCONCELOS VIANA**

**CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE MORFOLÓGICA DO PALATO DURO E SUA  
ASSOCIAÇÃO COM O VOLUME DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES E SEIOS  
MAXILARES: UM ESTUDO EM IMAGENS DE TCFC**

**CLASSIFICATION AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE HARD  
PALATE AND ITS ASSOCIATION WITH THE VOLUME OF THE UPPER  
AIRWAYS AND MAXILLARY SINUSES: A CBCT STUDY**

Piracicaba

2021

**MURILO MIRANDA VASCONCELOS VIANA**

**CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE MORFOLÓGICA DO PALATO DURO E SUA  
ASSOCIAÇÃO COM O VOLUME DAS VIAS AÉREAS SUPERIORES E SEIOS  
MAXILARES: UM ESTUDO EM IMAGENS DE TCFC**

**CLASSIFICATION AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE HARD  
PALATE AND ITS ASSOCIATION WITH THE VOLUME OF THE UPPER  
AIRWAYS AND MAXILLARY SINUSES: A CBCT STUDY**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como partes dos requisitos exigidos para a obtenção do título de mestre em Radiologia Odontológica, na área de Radiologia Odontológica.

Dissertation presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Oral Radiology, in the Oral Radiology area.

**Orientador:** Prof. Dr. Yuri Nejaim

**Coorientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deborah Queiroz de Freitas França

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida por Murilo Miranda Vasconcelos Viana e orientado pelo Prof. Dr. Yuri Nejaim.

Piracicaba

2021

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

Miranda-Viana, Murilo, 1995-  
V654c Classificação e análise morfológica do palato duro e sua associação com ovolume das vias aéreas superiores e seios maxilares : um estudo em imagens de TCFC / Murilo Miranda Vasconcelos Viana. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Yuri Nejaim.

Coorientador: Deborah Queiroz de Freitas França.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Faringe. 2. Palato duro. 3. Seio maxilar. 4. Tomografia computadorizada de feixe cônico. I. Nejaim, Yuri, 1986-. II. Freitas, Deborah Queiroz de, 1977-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Classification and morphological analysis of the hard palate and its association with the volume of the upper airways and maxillary sinuses : a CBCT study

**Palavras-chave em inglês:**

Pharynx

Palate, hard

Maxillary sinus

Cone-beam computed tomography

**Área de concentração:** Radiologia Odontológica

**Titulação:** Mestre em Radiologia Odontológica

**Banca examinadora:**

Yuri Nejaim

Francisco Haiter Neto

Maria Luiza dos Anjos Pontual

**Data de defesa:** 26-02-2021

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

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-0370-3476>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/4291403737440633>



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

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 26 de Fevereiro de 2021, considerou o candidato MURILO MIRANDA VASCONCELOS VIANA aprovado.

PROF. DR. YURI NEJAIM

PROF. DR. FRANCISCO HAITER NETO

PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA LUIZA DOS ANJOS PONTUAL

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

## DEDICATÓRIA

Meu trabalho é dedicado às **crianças**. Simples assim. A todas as crianças e a algumas, em particular, por tudo que me inspiram. Cresci em uma família de professores. Meus pais e meus avós maternos são educadores preocupados, especialmente, com a educação infantil. Minha bisavó materna, **Dulce Gomes de Miranda** (*in memoriam*), só alfabetizada depois de adulta, priorizava e protegia todo o universo infantil que a cercava. Acreditava e defendia o melhor para todas as crianças e muito amor. Sustentava o propósito de que o amor não dava errado nunca. Marcados por esses exemplos, ao tempo que evoluía, compreendia, amplamente, a contribuição do universo infantil na formação do meu caráter. A inesgotável capacidade criativa, a curiosidade como bússola, o olhar tolerante nas relações, o sonho no centro de tudo, o sorriso como “moeda de troca”, esses são alguns dos muitos elementos da infância, que precisamos levar para a fase adulta, na perspectiva de construção de tempos mais “saudáveis”, associado ao compromisso de assegurá-los a todas as crianças. Cuidar e proteger o universo infantil deve ser uma responsabilidade individual e coletiva de todos. Não existe justificativa para expor uma criança a dor e ao sofrimento. Ela representa o sonho e a esperança. E sonho é tudo. Trabalhar por e para a sua segurança é um dever, sob pena de ameaçar a possibilidade de futuro. Todo talento infantil deve ser estimulado e protegido. Por fim, cito José Saramago: – tentei não fazer nada na vida que envergonhasse a criança que fui.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela benção especial da vida, com a promessa e o compromisso de dedicá-la à verdade absoluta. De jamais me afastar da essência. De nunca me desviar dos propósitos, a mim, reservados pelo PAI. De viver em estado de gratidão, pela imensa distinção de vivenciar as maravilhas, que me rodeiam – pessoas especiais, que me acrescentam, e um universo infinito de oportunidades. E muito mais, pelo perfeito equilíbrio entre os privilégios e as dificuldades, ensinamento profundo, sobre o valor da dádiva.

A minha Família: Mãe, **Walnyce Miranda Viana**; Pai, **Marcos Soriano Viana** (*in memoriam*); Madrinha, **Waldyce Miranda**; Irmã, **Manuela Miranda Viana** e meu cunhado, **Rafael Ferraz**, este pilar, delicadamente liderado por minha mãe, a gratidão primeira é ao ensinamento do que é o amor, seu valor e suas infinitas graças. De como o amor é firme, obstinado e transformador, ao mesmo tempo que é simples, delicado e linear. Toda e qualquer paz está associada a vivência do amor. Este alicerce consistente é uma fonte inesgotável de inspiração, modelo de vida e sinal de alerta, que corrige a rota, sistematicamente. E mais, por ser uma “muralha” de proteção e acolhimento, que torna minha vida muito mais leve.

As minhas avós: **Dulce Gomes de Miranda** (*in memoriam*), **Evalda Brito**, **Silvia Soriano** (*in memoriam*), **Lourdes Soriano** (*in memoriam*) e **Teresa Miranda**, pela excelência da minha infância, perfeitamente, irradiada ao longo da vida. Presença carinhosa. Acolhimento incondicional. Sorriso assegurado. Cuidado ilimitado. Sabedoria generosa. E especialmente, às histórias contadas e pela magia gloriosa desses momentos, com todas as suas lições. E mais ainda, pelo exemplo de mulher forte, que transforma o mundo, com total simplicidade.

Aos meus avôs, **Sebastião Vasconcelos** (*in memoriam*) e **Francisco Viana** (*in memoriam*), pelo ensinamento de que priorizar o trabalho e proteger à família devem ser sinal de caráter. Um privilégio testemunhar tal exemplo de vida, e um compromisso segui-lo. A saudade é abrandada pela firme presença, desse modelo, em minha formação.

Aos meus Tios: **Ana Paula Viana**; **André Viana** (*in memoriam*); **Marcelo Viana** e **Márcia Torres**; **Mércia Viana** e **Fausto Melo**; **Maria Mendonça** (*in memoriam*); **Walber Miranda** e **Ana Mércia Bezerra**; **Teresa Dulce Miranda** e **Jairo da Rocha**; **Walmer Miranda**; **Walneris Calheiro** e **Jurandir Calheiro** (*in memoriam*); **Elza**

**Messias e Edson Soares; e Cleide Brito**, por definirem tão bem a importância da convivência pacífica, com as diferenças, para garantir as boas relações. E mais, a preciosidade do exercício da paciência e da tolerância para manter uma família unida. E ainda, por todos os gestos de carinho, cuidado, atenção, disponibilidade e delicadeza, que enriqueceram minha vida e contribuíram para minha evolução pessoal.

Aos meus afilhados, **Bernardo Viana e João Lucas Miranda**, por manterem em alerta meu senso crítico e de responsabilidade, quando apontam para tempos melhores, e assim, asseguram minha fé e esperança no futuro. Eles são o ponto de partida da dedicatória desse trabalho, pela fonte inesgotável de criatividade, que oferecem todos os dias, e me inspira a evoluir no nível de suas exigências.

Aos meus “sobrinhos”: **Bernardo Viana; Gabriel Miranda e Rosa Beatriz Miranda; João Lucas Miranda e Leandro Miranda Júnior; Maria Júlia Brito e Pedro Henrique Brito; e Lian Viana**, por serem fortes “pontos de luz” no meu caminhar. Uma fonte inesgotável de energia. Por tudo de esperança, que representam, me estimulam a trabalhar com compromisso e ética, de maneira responsável e sustentável, capaz de não os decepcionar. Preciso ser digno da confiança deles no futuro.

Aos meus primos: **Elyse Viana, Erick Viana e Sarah Viana; Leandro Viana; Thayná Mendonça; Keylla Bezerra, Lara Miranda, Luciana Brito e Vinicius Miranda; Walnea Calheiro e Janderson Calheiro (in memoriam); Laysa Miranda e Leandro Miranda; Matheus Soares e Murilo Soares**, minha profunda gratidão pela enriquecedora partilha. Uma troca que fundamentou minhas conquistas e me fortaleceu na dor. Compartilhar minha infância, com vocês, possibilitou a compreensão do quanto se faz necessário momentos alegres e seguros, para crianças desenvolverem seus potenciais, e assim, crescerem fortes e determinadas. Caminhar, ao lado de pessoas tão especiais, é um privilégio e faz toda diferença.

As minhas “irmãs de vida”: **Camila Cavalcante, Graziela Albuquerque, Mariana Melo e Nathália Bittencourt**, por nossa bela amizade, grifada pela generosidade e uma imensidão de amor. Vibramos juntos e afinados, ao longo de todo esse tempo, desde o nosso primeiro encontro – o mais importante “divisor de águas” da minha vida. Sei que sou o que construímos juntos e, isso é o ponto forte da formação do meu caráter. Tenho consciência do quê significa tal privilégio e, vivo para dignificá-lo.

As minhas mães da Radiologia Odontológica: **Profas. Dras. Andrea dos Anjos Pontual, Maria Luiza dos Anjos Pontual e Flávia Maria de Moraes Ramos Perez**, minha gratidão especial a essas mulheres diferenciadas que, no nosso convívio, exerceram o belo papel de mãe, naturalmente. Cuidadasas e obstinadas tornaram essa jornada rica de conhecimentos/descobertas e de princípios valorosos para as boas relações. O amor que dedicam à educação é comovente, e uma fonte inesgotável de inspiração. E mais, obrigado por serem as principais responsáveis no incentivo a minha escolha.

A minha irmã da Radiologia Odontológica, **Alessiana Helena Machado**, que complementa minha vida com sua presença de luz, simplesmente por antagonizá-la. Nossa amizade é um ponto de equilíbrio inspirador, revela harmonia, na medida mais precisa. Sua paciência é uma grande lição de vida. A confiança demonstrada, em toda nossa trajetória, juntos, é a sensação de paz mais perfeita.

Aos amigos **Valdir Francisco de Brito, Leni Aparecida Garcia de Brito e sua bela família** pelo conforto indescritível que senti no acolhimento, quando de minha chegada à Piracicaba. Sem qualquer receio, abriram o seu lar a um estranho e ofereceram toda segurança. Cuidados e carinhos naturais a relacionamentos íntimos e antigos. A disponibilidade de tempo e atenção foi comovente e tranquilizadora. Uma bela lição sobre como se deve receber alguém, que aprendi e trago comigo. Minha gratidão é com o desejo de que sempre sejam acolhidos da mesma forma.

Aos meus amigos mais que especiais, valioso presente de Pernambuco e Piracicaba: **A Heloísa Cunha Pacheco; Maria Eduarda Pérez de Oliveira e Matheus Almeida Ferreira de Melo**; e, sem sombra de dúvidas, a **Matheus Ferreira Linares e Reydson Alcides de Lima Souza**, por nossa amizade e tudo que ela me ensina todos os dias. O carinho e o cuidado de vocês remetem à segurança do lar, próprios dos ambientes familiares. A compreensão e a paciência são essenciais para garantir um cotidiano em perfeita harmonia. E a generosidade exige que eu seja melhor a cada dia para merecê-la. Vocês são a lição de vida mais simples e perfeita.

A **comunidade LGBTQIA+**, pela inesgotável fonte de inspiração. Organizados tornam-se fortes. Diversidade e inclusão precisa ser a pauta prioritária de uma sociedade justa e pluralista. Desconhecer e ignorar são limitantes. A verdade é sempre libertadora. Reconhecer direitos é dever cidadã. Abolir o preconceito e a intolerância é transformador e preserva a integridade emocional. O esplendor das cores do arco-íris, representado na

bandeira, antagoniza perfeitamente com os longos anos nebulosos de mentira, protegidos por uma sociedade machista.

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba**, na pessoa do **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto** e do **Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar**, pelo compromisso com a excelência e todos os seus desdobramentos. Num país marcado pelas desigualdades sociais, ter o privilégio de estudar em uma Instituição de Ensino, que cumpre o seu papel e defende, sistematicamente, o aprimoramento de suas funções, em todas as suas esferas, exige dignificá-la. Assim compreendo, que minha gratidão deve ser revelada na minha atividade profissional. Um trabalho comprometido com a autonomia, o senso crítico e o aperfeiçoamento sistemático.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba**, em especial aos Professores Doutores: **Deborah Queiroz Freitas**, **Francisco Haiter Neto** e **Matheus Lima de Oliveira**, pela excelência no trabalho e o acolhimento nas relações, importante diferencial. Brilhantes professores, com uma capacidade intelectual irretocável e uma didática inspiradora. A disponibilidade e a dedicação de todos facilitam todo o processo e promovem plena segurança. O cuidado é a marca do acolhimento, o grande diferencial das relações, nesse Programa.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Yuri Nejaim**, por reconhecer um potencial em mim, que nem suspeitava possuir, e a partir daí me inspirar e me incentivar, a produzir sempre mais e melhor, uma confiança comovente. E mais, pela imensa paciência, em todos os “meandros” da relação, e a delicada amizade. Sinto-me imensamente honrado por ter sido seu primeiro orientado e pela certeza que a nossa parceria não se encerra nesse trabalho. Minha gratidão especial por me ensinar a pensar, e sentir alegria com o trabalho e a busca do conhecimento. **Chefe**, você é um professor incrível, que me inspira e a todos ao redor.

A minha coorientadora, **Profa. Dra. Deborah Queiroz Freitas**, pelo privilégio de conviver com a profissional diferenciada, que a senhora é. Capaz de desenvolver seu trabalho tão leve e naturalmente, como num “passe de mágica”: - uma inspiração para tudo na vida. E mais, obrigado pelo carinho, dedicação, disponibilidade e bela amizade. E por me remeter a Fernando Pessoa: – Simplesmente. Calmamente ser-te paz.

Aos professores da banca do exame de qualificação: **Prof. Dr. Amaro Ilidio Vespasiano**, **Profa. Dra. Carla Cabral Accioly Lins** e **Profa. Dra. Luciana Asprino**, pela disponibilidade e carinho no sentido de um contributo substancial na construção desse

trabalho. Asseguro-lhes guardar, carinhosamente, todas as considerações e representá-las na minha dissertação.

Aos professores da banca de defesa de mestrado: **Prof. Dr. Francisco Haiter Neto** e **Profa. Dra. Maria Luiza dos Anjos Pontual**, pela isenção, imparcialidade e total profissionalismo, revelados no compromisso com o desenvolvimento da ciência. Assegurar a justiça no julgamento é uma tranquilidade para todos os envolvidos, que desenvolvem plenamente seu trabalho, ao longo de todo o processo. E assim, é preservada a autonomia da pesquisa, que define a excelência das descobertas científicas. É um privilégio e grande honra ser avaliado por essa banca, tão especial, e que é referência na minha carreira profissional e científica.

Às professoras suplentes da banca de defesa de mestrado: **Profa. Dra. Danieli Moura Brasil** e **Profa. Dra. Monikelly do Carmo Nascimento Marchini**, por garantirem a continuidade sistemática do processo, marca do trabalho bem planejado, e organizado com rigor e método. Profissionais competentes, disponíveis no cumprimento de suas funções. Suas presenças asseguram equilíbrio e regularidade, necessários aos ambientes de trabalho saudáveis.

Às avaliadoras das imagens tomográficas dessa pesquisa, **Alessiana Helena Machado** e **Amanda Farias Gomes**, pela disponibilidade e excelência, que possibilitam total segurança, para desenvolver o trabalho e facilitar o aprendizado. Uma contribuição imprescindível durante todo o processo.

Aos ingressantes no Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica, do ano de 2019: **Alessiana Helena Machado**, **Deivi Antonio Cascante Sequeira**, **Fernanda Nogueira Reis**, **Larissa de Oliveira Reis** e **Sâmia Mouzinho Machado**, por serem os parceiros, numa experiência única. A unidade no ineditismo impulsionou uma busca de parceria, para otimizar a partilha, o que deu muito certo e facilitou as conquistas, na nossa jornada. E mais, um ótimo exemplo para futuras relações. Vivenciar essa trajetória, com pessoas tão especiais, como vocês, é um privilégio, que preciso reconhecer o valor, para ser digno dele.

Aos meus colegas da turma de mestrado do ano de 2019, do Programa de Pós-Graduação em Radiologia Odontológica, **Deivi Antonio Cascante Sequeira** e **Sâmia Mouzinho Machado**, pela partilha e por tudo que acrescentaram na trajetória dessa construção. Compartilhar tantas descobertas, com vocês, diferenciou minha jornada, e tornou tudo

muito leve e produtivo. O trabalho em equipe é bem mais eficiente e “caminha a passos largos” para a excelência.

A todos os meus **colegas do programa de pós-graduação em Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba**, pelo espírito de companheirismo, que possibilitou entrosamento e empenho na partilha, tão importantes para o sucesso dessa jornada. Nosso encontro foi enriquecedor. É um privilégio compartilhar essa conquista com vocês.

Aos funcionários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, em especial aos do programa de pós-graduação em Radiologia Odontológica: **Airton Waldir Libardi, José Fernando Souza Andrade, Sarah do Amaral Bacchim e Waldeck Ribeiro Moreira**, pela excelência do serviço e total disponibilidade. Estejam certos: – o trabalho realizado, por vocês, faz toda a diferença. Com simplicidade, reinventam novos conceitos para “o servir”. Organização, planejamento e unidade são os pontos fortes, responsáveis, pela eficiência do serviço oferecido por vocês.

Aos **pacientes**, por possibilitarem as imagens, que geram todo o processo de aprendizagem. Sem esse ponto de partida, toda produção estaria comprometida. É impossível avaliar o valor dessa doação, mas é possível reconhecer o quanto é essencial.

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

*“Eu simplesmente não consigo parar*

*Lá fora o dia já clareou*

*Mas se você quiser transformar*

*O ribeirão em braço de mar*

*Você vai ter que encontrar*

*Aonde nasce a fonte do ser*

*{...}*

*O mundo lá sempre a rodar*

*Em cima dele tudo vale*

*Quem sabe isso quer dizer amor,  
estrada de fazer o sonho acontecer”*

*(Milton Nascimento)*

## RESUMO

O objetivo no presente estudo foi classificar e avaliar morfologicamente o palato duro e identificar uma possível correlação entre a análise tridimensional do palato duro com os diferentes sexos, padrões esqueléticos (maloclusão esquelética e tipo facial) e respiratórios (nasal e oral). Além disso, investigar uma associação entre a morfometria do palato duro com o volume das vias aéreas superiores e seios maxilares. Um estudo retrospectivo foi desenvolvido baseado em imagens de TCFC do biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP, de Janeiro de 2014 a Dezembro de 2016. As imagens selecionadas foram distribuídas quanto ao sexo e, em sequência, os pacientes foram classificados quanto aos diferentes padrões esqueléticos e respiratórios, utilizando o software Carestream Dental 3D Imaging. Em seguida, no mesmo software, foi realizada uma classificação das características morfológicas (profundidade, inclinação horizontal e projeção óssea posterior) do palato duro; e uma análise morfométrica (largura e altura) na região posterior do palato duro à nível dos primeiros pré-molares e primeiros molares superiores. Posteriormente, utilizando o software ITK-SNAP, foi realizada segmentação semiautomática do volume das vias aéreas superiores e seios maxilares. Todas as avaliações foram realizadas por dois examinadores, previamente treinados e de forma independente, em um ambiente pouco iluminado e silencioso, usando um monitor de alta resolução. Após intervalo de 30 dias, 30% da amostra foi reavaliada, sob os mesmos parâmetros, para analisar a reprodutibilidade do método. As concordâncias intra e inter-examinador foram calculadas pelos testes Kp e ICC. Os testes do qui-quadrado e exato de Fisher foram aplicados para investigar a relação entre as características morfológicas do palato duro e os padrões esqueléticos. Já o teste ANOVA foi utilizado para avaliar a relação entre os diferentes sexos, padrões esqueléticos e respiratórios com as análises volumétrica (vias aéreas superiores e seios maxilares) e morfométrica (região posterior do palato duro). Realizou-se regressão linear múltipla empregando a análise morfométrica do palato duro, bem como os volumes das vias aéreas superiores e dos seios maxilares. Foi observada associação significativa entre a profundidade do palato duro e a maloclusão esquelética ( $p=0.0005$ ) e tipo facial ( $p=0.047$ ), entre a inclinação do palato duro e o tipo facial ( $p=0.001$ ), e entre a presença da projeção óssea a ambos os padrões esqueléticos – maloclusão esquelética ( $p=0.003$ ) e tipo facial ( $p=0.011$ ). Também foi identificada associação entre a morfometria do palato duro com os tipos faciais, em que os indivíduos dolicocefálicos apresentaram maior altura na região posterior do palato

duro a nível dos primeiros pré-molares ( $p=0.0154$ ) e primeiros molares ( $p=0.0038$ ), enquanto os pacientes braquicefálicos apresentaram maior largura a nível dos primeiros pré-molares ( $p=0.0032$ ). Os padrões respiratórios não apresentaram diferença significativa para nenhum dos fatores avaliados ( $p>0.05$ ). Adicionalmente, a regressão linear múltipla indicou uma relação entre a análise morfométrica do palato duro, no nível dos primeiros pré-molares, com o volume total das vias aéreas superiores e, no nível dos primeiros molares, com o volume total dos seios maxilares. Com base nos resultados apresentados, a morfologia do palato duro não é influenciada pelos diferentes padrões respiratórios, mas pela tendência de crescimento craniofacial.

Palavras-chave: faringe; palato duro; seio maxilar; tomografia computadorizada de feixe cônico.

## ABSTRACT

The objective of this study was to classify and morphologically evaluate the hard palate and identify a possible correlation between the three-dimensional analysis of the hard palate with the different sexes, skeletal patterns (skeletal malocclusion and facial type) and breathing patterns (nasal and mouth). In addition, investigate an association between hard palate morphometry and upper airway and maxillary sinus volume. A retrospective study was developed based on CBCT scans from the biobank of the Oral Radiology Clinic of FOP/UNICAMP, from January 2014 to December 2016. The selected images were distributed according to sex and, in sequence, the patients were classified according to different skeletal and breathing patterns using the software Carestream Dental 3D Imaging. Then, in the same software, a classification of the morphological characteristics (depth, horizontal inclination and posterior bone projection) of the hard palate was performed; and a morphometric analysis (width and height) in the posterior region of the hard palate at the level of the upper first premolars and first molars. Later, using the ITK-SNAP software, semiautomatic volume segmentation of the upper airways and maxillary sinuses was performed. All evaluations were performed by two examiners, previously instructed and independently, in a dimly lit and silent environment, using a high resolution monitor. After an interval of 30 days, 30% of the sample was reassessed, under the same parameters, to analyze the reproducibility of the method. The intra and inter-examiner concordances were calculated by Kp and ICC tests. Chi-square and Fisher's exact tests were applied to investigate the relationship between the morphological characteristics of the hard palate and skeletal patterns. The ANOVA test was used to evaluate the relationship between different sexes, skeletal and breathing patterns with volumetric (upper airways and maxillary sinuses) and morphometric (posterior region of the hard palate) analyses. Multiple linear regression was performed using morphometric analysis of the hard palate, as well as upper airways and maxillary sinuses volumes. A significant association was observed between hard palate depth and skeletal malocclusion ( $p=0.0005$ ), and facial type ( $p=0.047$ ), between hard palate inclination and facial type ( $p=0.001$ ), and between the presence of bone projection to both skeletal patterns - skeletal malocclusion ( $p=0.003$ ) and facial type ( $p=0.011$ ). An association was also identified between hard palate morphometry and facial types, in which dolichocephalic individuals showed greater height in the posterior region of the hard palate at the level of the first

premolars ( $p=0.0154$ ) and first molars ( $p=0.0038$ ), while brachycephalic patients showed greater width at the level of the first premolars ( $p=0.0032$ ). The breathing patterns showed no significant difference for any of the factors evaluated ( $p>0.05$ ). Additionally, multiple linear regression indicated a relationship between morphometric analysis of the hard palate, at the level of the first premolars, with the total upper airway volume and, at the level of the first molars, with the total maxillary sinus volume. Based on the results presented, the morphology of the hard palate is not influenced by the different breathing patterns, but by the tendency of craniofacial growth.

Keywords: cone-beam computed tomography; hard palate; maxillary sinus; pharynx.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1 – Classificação dos pacientes quanto a maloclusão esquelética .....                                                                                                      | 90  |
| Figura 2 – Classificação dos pacientes quanto ao tipo facial .....                                                                                                                | 90  |
| Figura 3 – Classificação dos pacientes quanto ao padrão respiratório .....                                                                                                        | 92  |
| Figura 4 – Distribuição da amostra de acordo com as análises e classificações .....                                                                                               | 92  |
| Figura 5 – Reorientação espacial das reconstruções multiplanares da TCFC .....                                                                                                    | 94  |
| Figura 6 – Avaliação angular para classificação da profundidade do palato duro .....                                                                                              | 95  |
| Figura 7 – Avaliação da posição do palato duro na maxila baseada na inclinação da linha que passa pelas espinhas nasais anterior e posterior, em relação ao plano horizontal .... | 96  |
| Figura 8 – Avaliação da presença de uma projeção óssea em forma de ‘‘S’’ no palato duro .....                                                                                     | 96  |
| Figura 9 – Sistema de classificação das características morfológicas do palato duro ....                                                                                          | 97  |
| Figura 10 – Reorientação espacial das reconstruções multiplanares da TCFC .....                                                                                                   | 98  |
| Figura 11 – Análise morfométrica do palato duro na determinação da largura e altura posterior ao nível dos 1ºs pré-molares permanentes .....                                      | 99  |
| Figura 12 – Análise morfométrica do palato duro na determinação da largura e altura posterior ao nível dos 1ºs molares permanentes .....                                          | 99  |
| Figura 13 – Segmentação semiautomática do volume das vias aéreas superiores .....                                                                                                 | 101 |
| Figura 14 – Segmentação semiautomática do volume das vias aéreas superiores .....                                                                                                 | 101 |
| Figura 15 – Segmentação semiautomática do volume dos seios maxilares .....                                                                                                        | 102 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                                                                        | <b>19</b>  |
| <b>2. ARTIGOS.....</b>                                                                                                                                           | <b>24</b>  |
| 2.1 <i>ARTIGO: Classification and morphological analysis of the hard palate in cone-beam computed tomography scans: a retrospective study .....</i>              | 24         |
| 2.2 <i>ARTIGO: Morphometric analysis of the hard palate and its relationship with the volumes of the upper airways and maxillary sinuses: a CBCT study .....</i> | 47         |
| <b>3. DISCUSSÃO .....</b>                                                                                                                                        | <b>76</b>  |
| <b>4. CONCLUSÃO.....</b>                                                                                                                                         | <b>81</b>  |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                                                         | <b>82</b>  |
| <b>APÊNDICE 1 - METODOLOGIA DETALHADA.....</b>                                                                                                                   | <b>88</b>  |
| <b>ANEXOS .....</b>                                                                                                                                              | <b>104</b> |
| <i>ANEXO 1 - RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE ORIGINALIDADE E PREVENÇÃO DE PLÁGIO....</i>                                                                             | <i>104</i> |
| <i>ANEXO 2 - DOCUMENTO DE ACEITE PARA PUBLICAÇÃO DO ARTIGO 1 .....</i>                                                                                           | <i>105</i> |
| <i>ANEXO 3 - PERMISSÃO DA EDITORA PARA INCLUSÃO DO ARTIGO 1 NA DISSERTAÇÃO .....</i>                                                                             | <i>106</i> |
| <i>ANEXO 4 - DOCUMENTO DE SUBMISSÃO DO ARTIGO 2 .....</i>                                                                                                        | <i>107</i> |
| <i>ANEXO 5 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) .....</i>                                                                              | <i>108</i> |

## 1. INTRODUÇÃO

O Sistema Estomatognático é uma unidade funcional do corpo humano, que envolve as regiões de cabeça e pescoço, e é caracterizado pela presença de estruturas estáticas e dinâmicas: componentes ósseos como a maxila e mandíbula, incluindo as arcadas dentárias e o palato duro; cavidades ósseas preenchidas por ar e dutos, como os seios paranasais e vias aéreas; a articulação temporomandibular (ATM); músculos mastigatórios; e tecidos moles como as glândulas salivares, suprimentos nervosos e vasculares (Pereira e de Oliveira, 2017).

A estruturas do sistema estomatognático devem estabelecer uma relação de equilíbrio entre si para atingir um desenvolvimento craniofacial simétrico, que é altamente individualizado e diferenciado, com seu próprio padrão de maturação e taxa de crescimento, devido ao fato de estarem intimamente relacionadas às atividades orofuncionais, tais como a respiração, deglutição, mastigação e fonação (Zhao e Monahan, 2007; de Rezende Barbosa et al., 2015; Pereira e de Oliveira, 2017).

No entanto, um desequilíbrio no seguimento das atividades orofuncionais, bem como uma disparidade na direção de crescimento e desenvolvimento da face, podem fazer com que as estruturas do sistema estomatognático se adaptem, e muitas vezes, modifiquem sua aparência, forma, posição e função (Vucic et al., 2019; Miranda-Viana et al., 2020). Portanto, para o estabelecimento de uma face simétrica e equilibrada, e consequentemente, o correto desenvolvimento das atividades orofuncionais, é necessário um crescimento sinérgico entre os ossos e tecidos moles adjacentes, que fazem parte do complexo craniofacial (Pinzan et al., 2013; Vucic et al., 2019). Uma importante estrutura desse complexo é o palato duro, localizado no centro da cabeça, que apresenta uma relevância clínica e anatômica considerável.

O palato duro é uma estrutura óssea horizontal, composta pelo processo palatino da maxila e a base óssea horizontal do osso palatino, localizada no terço inferior da cabeça. Devido a sua localização central, sua região superior limita a cavidade nasal, enquanto a inferior limita a cavidade oral, separando essas duas regiões (Janssen et al., 2018). O palato duro desempenha um papel importante como parte do complexo craniofacial, pois seu desenvolvimento está diretamente ligado ao crescimento da face e,

portanto, à execução de atividades funcionais na região orofacial (Thilander, 1995; Janssen et al., 2018).

As vias aéreas superiores são caracterizadas por um conjunto de condutos cuja principal função é a condução do ar, além do aquecimento e umidificação, para as vias aéreas inferiores no processo de respiração. A faringe, um canal muscular membranoso, que faz parte tanto do sistema respiratório quanto do sistema digestório, é importante para o desenvolvimento e crescimento dos ossos cranianos e faciais (Trevisan et al., 2015; da Costa et al., 2017). Anatomicamente, se estende da região da base do crânio até a terceira vértebra cervical e, é dividida em três regiões: nasofaringe, orofaringe e laringofaringe. A nasofaringe está localizada sobre o palato mole, na altura da base do crânio, e tem a responsabilidade de permitir a passagem do ar, justamente por estar próxima a cavidade nasal. A orofaringe está situada entre o palato mole e a borda superior da epiglote, posteriormente a língua, e sua principal função é permitir a passagem do ar e dos alimentos, associada a atividade da deglutição. Já a laringofaringe, está posicionada entre a epiglote e finalizada no esôfago, e permite a passagem de ar e dos alimentos (von Arx et al., 2020).

Os seios paranasais são cavidades pneumáticas, ou seja, preenchidas por ar, que estão localizados no interior do crânio e da face, e próximos a cavidade nasal. A comunicação entre os seios paranasais e a cavidade nasal se dá por meio de canais e óstios. São constituídos por quatro pares de seios da face, nomeados de acordo com o osso do crânio em que estão inseridos, sendo eles os maxilares, esfenoidais, etmoidais e frontais (Oksayan et al., 2017). Participam da regulação da temperatura interna e protegem as estruturas vitais do crânio, além de auxiliar na circulação do ar que é inspirado e expirado pelo sistema respiratório (Agacayak et al., 2015). O maior seio paranasal do esqueleto facial é o seio maxilar. Sua base está localizada na parede lateral da cavidade nasal, e sua extremidade superior se encontra no processo zigomático da maxila (Tikku et al., 2013). Estudos científicos anteriores relataram a relação entre os seios maxilares e a cavidade nasal, apresentando a participação dessas estruturas nas atividades orofuncionais (Tikku et al., 2013; Agacayak et al., 2015; Oksayan et al., 2017). Ademais, muitos desses estudos tem relacionado essas variáveis com a tendência de crescimento e desenvolvimento craniofacial do indivíduo, com a finalidade de compreender as alterações/modificações nas estruturas do sistema estomatognático.

A configuração craniofacial de um indivíduo é apresentada por estruturas musculares e ósseas, que, dependendo da tendência de crescimento e desenvolvimento nas direções vertical e sagital, podem constituir um padrão específico (Plaza et al., 2019). O padrão esquelético vertical, ou tipo facial, é classificado como braquicefálico (face curta e larga), dolicocefálico (face longa e estreita) e mesocefálico (crescimento facial vertical e horizontal equilibrado). Já o padrão esquelético sagital, ou maloclusão esquelética, é classificado como classe I (padrão de crescimento normal dos maxilares em relação à base do crânio), II (retrognatismo mandibular) e III (prognatismo mandibular) (Fernandez et al., 2018). Os padrões esqueléticos são estabelecidos de acordo com pontos, ângulos e planos cefalométricos determinados pela análise cefalométrica em imagens de telerradiografia em norma lateral (Vucic et al., 2019). Devido às variações da normalidade no padrão de crescimento do indivíduo, as estruturas ósseas podem se adaptar a essas mudanças e modificar sua morfologia. Baseado nesses aspectos, diversos estudos têm utilizado exames de imagem com o objetivo de compreender essas alterações morfológicas (Endo et al., 2010; Agacayak et al., 2015; Paul et al., 2015; Brasil et al., 2016).

Dentre os exames de imagem, a Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) é a mais indicada para a avaliação dos tecidos ósseos craniofaciais. Em comparação às imagens bidimensionais, como as radiografias panorâmicas e telerradiografias em norma lateral, a TCFC fornece imagens multiplanares e tridimensionais, sem sobreposição e/ou ampliações das estruturas anatômicas, além de viabilizar análises precisas e medições mais acuradas das estruturas craniofaciais por viabilizar imagens em tamanhos reais, numa proporção 1:1, que permite reproduzir de forma exata essas estruturas (MacDonald, 2015; El Nahass e Naiem, 2016; Nasseh e Al-Rawi, 2018).

Conforme referenciais teóricos, a relação entre o padrão craniofacial e a função respiratória vem sendo investigada desde o século XIX (Grippaudo et al., 2016). E, o que os estudos indicam é que, o crescimento e desenvolvimento simétrico das estruturas craniofaciais, com o adequado desempenho das atividades orofuncionais, estão diretamente ligados à uma atividade naso-respiratória normal (El Aouame e Daoui, 2016). Por outro lado, de acordo com a literatura consultada, ainda não há estudos que tenham investigado a relação entre as vias aéreas superiores e os seios maxilares com a morfologia do palato duro e sequer suas características anatômicas e/ou morfológicas.

Outras estruturas ósseas já apresentam uma categorização de suas características morfológicas, como o osso mandibular (Leung e Leung, 2018) e a cabeça da mandíbula (Yalcin e Ararat, 2019), e estruturar uma classificação baseada nas características anatômicas e morfológicas do palato duro é interessante para diversas áreas como a cirurgia bucomaxilofacial, a ortodontia, a otorrinolaringologia e a fonoaudiologia. Em suma importância, pode contribuir para uma compreensão mais aprofundada de sua anatomia, facilitando a comunicação científica entre os profissionais da saúde e anatomistas. Clinicamente, pode fornecer informações adicionais que suportam o uso para o diagnóstico e/ou planejamento terapêutico dos pacientes.

Dos poucos estudos desenvolvidos que avaliaram o palato duro (Esteves e Bommarito, 2007; Berwing et al., 2011; Yemitan et al., 2013; Ahmed et al., 2014; Mustafa et al., 2019; Tang et al., 2019), muitos deles são apresentados com amostras pequenas e estabelecidos em pacientes pediátricos – um período em que os tecidos ósseos e tegumentares ainda não estão totalmente desenvolvidos – e/ou em pacientes síndrômicos, restringindo o grupo estudado. Além disso, muitos estudos se basearam em modelos de gesso ou imagens radiográficas bidimensionais, principalmente as telerradiografias em norma lateral, que apresentam imagens sobrepostas de estruturas anatômicas e/ou distorções, obtendo uma avaliação de baixa precisão, sendo necessários estudos fundamentados em uma modalidade de imagem que permita uma análise mais precisa, como a TCFC.

Considerando o fato do palato duro ser uma estrutura central da cabeça e, conseqüentemente, estar integrado às atividades orofuncionais e diversas estruturas do sistema estomatognático, como a cavidade oral e a base do crânio, e por estar envolvido em procedimentos ortodônticos e cirúrgicos, faz-se necessário estudar os aspectos morfológicos dessa estrutura óssea e suas possíveis variações de acordo com os diferentes padrões de desenvolvimento esquelético e respiratórios. Portanto, a elaboração de uma classificação baseada nos aspectos morfológicos bem como a investigação de uma possível associação das alterações morfológicas e/ou morfométricas do palato duro, face ao desequilíbrio no desenvolvimento e/ou crescimento craniofacial, com o volume das vias aéreas superiores e dos seios maxilares se mostra bastante pertinente e relevante. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi classificar e avaliar morfologicamente o palato duro, e identificar uma possível correlação entre a análise tridimensional do palato duro com os diferentes sexos, padrões esqueléticos e respiratórios, por meio de imagens

de TCFC. Além disso, investigar uma possível associação entre a morfometria do palato duro com o volume das vias aéreas superiores e seios maxilares.

## 2. ARTIGOS

### 2.1 ARTIGO

Este artigo foi **aceito e está publicado** no periódico **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery** (*doi:10.1016/j.joms.2020.11.024*), considerado Qualis A2 pela CAPES. Esta é a última versão do manuscrito com as alterações prévias à publicação. A formatação do artigo baseou-se na seção “Instruções aos autores” indicadas pela editora do periódico. Em anexo, estão as normas da editora para autorização da inclusão do material na dissertação (Anexo 3).

### **Classification and morphological analysis of the hard palate in Cone-Beam Computed Tomography scans: a retrospective study**

Murilo Miranda-Viana,<sup>1</sup> Deborah Queiroz Freitas,<sup>2</sup> Amanda Farias Gomes,<sup>2</sup> Felipe Bevilacqua Prado,<sup>3</sup> Yuri Nejaim.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> DDS, MSc student, Department of Oral Diagnosis - Oral Radiology Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

<sup>2</sup> DDS, MSc, PhD, Professor, Department of Oral Diagnosis – Oral Radiology Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

<sup>3</sup> DDS, MSc, PhD, Professor, Department of Morphology - Anatomy Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

<sup>4</sup> DDS, MSc, PhD, Professor, Oral Radiology Area, Dental School, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil.

Corresponding author:

Murilo Miranda Viana.

Address: Av. Limeira, 901, Zip Code 13414-903.

Piracicaba, São Paulo, Brazil.

Telephone: +55 (19) 2106-5327.

Email: muriloomiranda@gmail.com

The authors gratefully acknowledge financial support from CAPES-Brazil, Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, at UNICAMP.

**Conflict of Interest Disclosures:** None of the authors have any relevant financial relationship(s) with a commercial interest.

## ABSTRACT

**Purpose:** As the hard palate is a central structure of the skull, and is involved in orthodontic and surgical procedures, it would be of interest to study the morphological aspects of this bone and its possible variations according to different patterns of skeletal development. Thus, this study aimed to develop a classification for the different morphological characteristics of the hard palate, and to evaluate the relationship between these characteristics and the different skeletal patterns, using cone-beam computed tomography (CBCT).

**Materials and methods:** This retrospective and cross-sectional study used CBCT scans of patients seen from January 2014 to December 2016. Carestream Dental 3D Imaging software was applied to classify each patient according to vertical and sagittal skeletal patterns, and to evaluate the three morphological characteristics of the hard palate: depth (flat, regular, or deep), inclination (superior, parallel, or inferior) and presence of a bony projection (S-shaped).  $\chi^2$  and Fisher's exact tests evaluated the relationship between the hard palate characteristics and the different skeletal patterns.

**Results:** A total of 298 CBCT scans (144 males and 154 females) were evaluated. The depth of the hard palate was significantly related to both skeletal patterns in males ( $p < .05$ ), with class II and dolichocephalics presenting a greater amount of deep palates, while classes I and III and brachycephalics had a greater amount of regular palates. The inclination of the hard palate was significantly associated with the facial type in females ( $p < .05$ ), with brachycephalics and mesocephalics presenting a greater amount of parallel palates, whereas dolichocephalics had a greater number of inferiorly inclined palates. Regarding the presence of the S-shape in the hard palate, there was a greater number of this projection in class II males and brachycephalic females.

**Conclusions:** A morphological classification for the hard palate was developed. The morphology of the hard palate varied among the different skeletal patterns.

**Keywords:** anatomy, classification, cone-beam computed tomography, hard palate.

## INTRODUCTION

The morphology of an individual's osseous structures is related to a series of changes that occur between birth and maturity, as a result of the interactions between genetically defined developmental factors and the shaping action of the orofacial musculature.<sup>1</sup> Thus, an inadequate positioning of the soft tissues, as well as an imbalance in the direction of growth and development of the face can cause bones, such as the hard palate, to adapt, changing their appearance, shape, position and function.<sup>2</sup>

The hard palate is a horizontal bony structure composed of the palatine process of the maxilla and the horizontal plate of the palatine bone, located in the lower third of the skull. Its upper aspect limits the nasal cavity, while its lower surface limits the oral cavity and forms the roof of the mouth, separating these two regions.<sup>2</sup> The hard palate plays an important role as part of the craniofacial complex, as its development is directly linked to the harmonious growth of the face and, therefore, to the execution of functional activities in the orofacial region.<sup>1-3</sup>

The craniofacial configuration of an individual is given by muscular and bone structures, which, depending on the tendency of growth and development in the vertical and sagittal directions, can constitute a specific pattern.<sup>4</sup> The vertical skeletal pattern (i.e., facial type) is classified as brachycephalic (short and wide face), dolichocephalic (long and narrow face) and mesocephalic (balanced vertical and horizontal facial growth). The sagittal skeletal pattern (i.e., skeletal malocclusion) is classified as class I (normal growth pattern of the jaws in relation to the skull base), II (mandibular retrognathism) and III (mandibular prognathism).<sup>5,6</sup> The skeletal patterns are established as per points, angles and cephalometric planes determined through cephalometric analysis in lateral cephalometric radiographs.<sup>7</sup> Owing to variations in normality in the individual's growth pattern, bone structures can adapt to these changes and alter their morphology. Thus, it is opportune to consider that the hard palate, as it is integrated with several structures of the stomatognathic system, such as the oral cavity and the base of the skull, may change its shape in different facial types and skeletal malocclusions.

The literature shows a series of studies that have analyzed the hard palate.<sup>1,2,8-13</sup> However, these studies have some limitations, such as small samples, and the fact that most of them were performed in children - a period in which bone and integumentary

tissues are not yet fully developed - and/or in syndromic patients, restricting the studied group. Another factor is that these studies only attempted to evaluate the hard palate in regard to facial type, without considering the skeletal malocclusion. In addition, most studies have been carried out using plaster models or radiographs, which present overlapping images of structures and distortions, limiting their evaluation.

Cone-beam computed tomography (CBCT) is the imaging examination of choice for the evaluation of craniofacial bony tissues. This image modality has some advantages over multidetector computed tomography, such as shorter exposure time and, consequently, lower radiation dose to the patient. In comparison to two-dimensional images, as lateral cephalometric radiographs, CBCT presents the greater advantage of three-dimensional evaluation, without image overlapping, and the possibility of performing accurate measurements in the craniofacial structures.<sup>14-16</sup>

The scientific literature reported that variations in the craniofacial growth lead to changes in the shape of bone structures. The investigation of the morphological variations of this bone in different skeletal malocclusions and facial types may contribute to a deeper understanding of its anatomy. Clinically, it may provide additional information that may be useful for diagnosis and treatment planning in orthodontics and maxillofacial surgery. The purpose of this study was to evaluate the morphology of the hard palate in the different skeletal patterns. The investigators hypothesized that, as the hard palate is a central structure of the craniofacial complex, it could be affected by morphological variations observed in different patterns of skeletal development. Thus, the specific aims of this study were to develop a classification for the different morphological characteristics of the hard palate, and to evaluate the relationship between these characteristics and the different skeletal patterns (skeletal malocclusion, and facial type), using CBCT.

## MATERIALS AND METHODS

### *Study Design/ Sample*

This study was performed after approval by the local research ethics committee (protocol number: #3.491.476).

To address the research purpose, the investigators designed and implemented a retrospective, cross-sectional and observational study composed of a convenience sample of patients presenting for CBCT scans at a local radiology clinic from January 2014 to December 2016, previously to the present research and for clinical reasons not related to it. To be included in the sample, patients had to be 18 years old or older, either male or female, with all teeth present (third molars were not required). Patients were excluded as study subjects if they had a history of trauma or orthognathic surgery, presence of bone fracture, pathological lesions, bone exostoses, syndromes or cleft lip/palate, as well as scans with presence of artifacts impairing the evaluation of the anatomical structures of the head and neck regions.

The predictor variables were skeletal malocclusion (Class I, II, and III), and facial type (brachycephalic, mesocephalic, and dolichocephalic). The outcome variable was the morphological characteristics of the hard palate, which were based on three aspects: depth, position in relation to the horizontal plane, and presence of a bone projection in its posterior region. To measure the intra- and inter-examiner agreements, the kappa test was applied.

All scans were acquired using an i-CAT® Next Generation unit (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa), with the following acquisition parameters: 120 kVp, 5 mA, 17,3s scanning time, 23x17cm field of view, 0.3 mm<sup>3</sup> voxel size. The images were exported in DICOM (digital imaging and communications in medicine files) format and selected in XoranCat® Software version 3.1.62.

### *Variables*

Initially, patients were divided according to sex. Then, each patient was classified according to skeletal patterns: skeletal malocclusion (class I, II, and III) and facial type (brachycephalic, mesocephalic, and dolichocephalic). For this purpose, multiplanar reconstructions obtained from the CBCT images were assessed by two previously

calibrated examiners, in consensus, using the Carestream Dental 3D Imaging software (version 3.10.9.0, Atlanta, Georgia, USA). The demarcation of points and plans was done manually.

Skeletal malocclusion was established based on Steiner's cephalometric standards for the SNA, SNB, and ANB angles. The value of the ANB angle was obtained by subtracting the SNB from the SNA values ( $ANB = SNA - SNB$ ). ANB values from 0 to 4 represented class I; ANB values greater than 4 represented class II; and ANB values lower than 0 represented class III.<sup>17,18</sup>

Facial type was determined according to the Vert index,<sup>13</sup> which corresponds to the arithmetic average of five cephalometric measurements: facial axis angle (N-Ba / Pt-Gn), facial depth (Po-Or / N-Pog), mandibular plane angle (Go-Me / Po-Or), lower facial height (Xi-ENA / Xi-Pm), and mandibular arch (Dc-Xi / Xi-Pm). Resultant values greater than 0.5 determined the brachycephalic type; values lower than -0.5 determined the dolichocephalic type; and values between -0.5 and +0.5 represented the mesocephalic type.

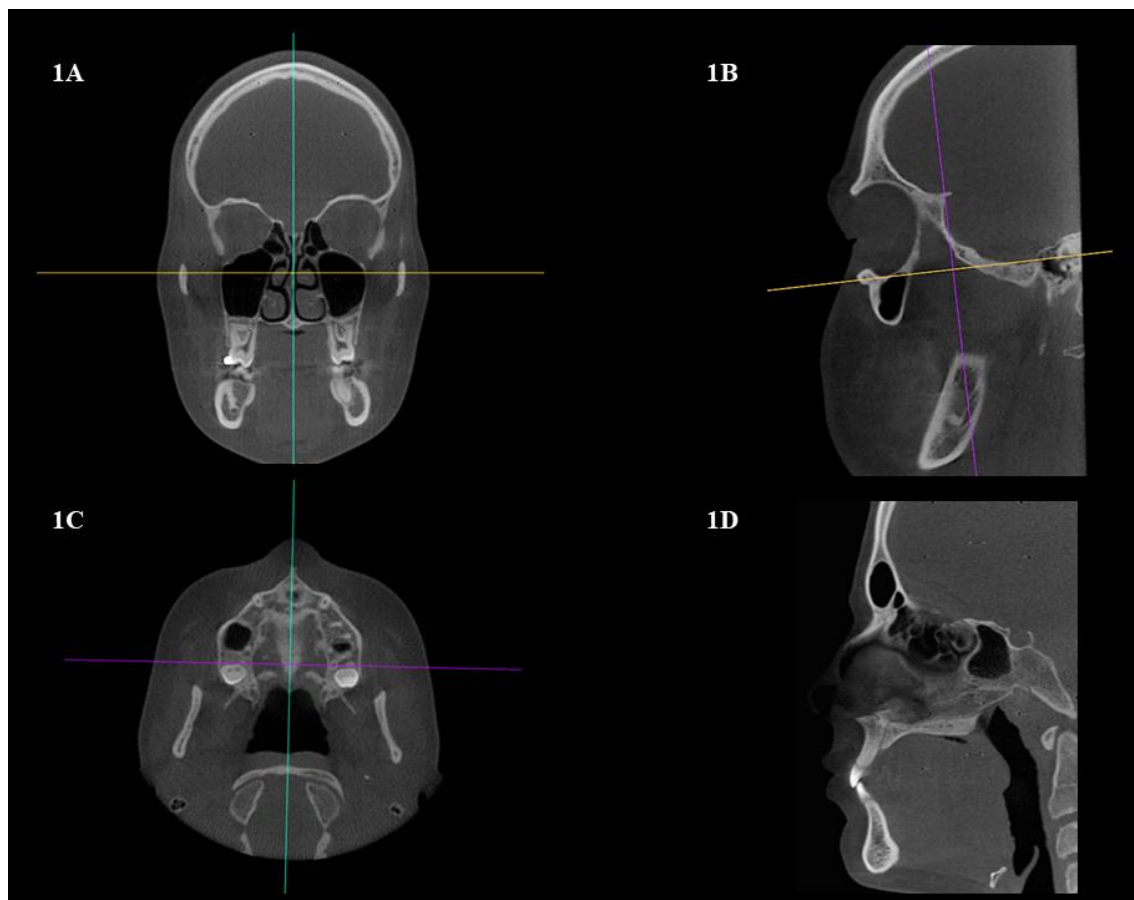
#### *Data collection methods*

The Carestream Dental 3D Imaging software was used to evaluate and classify the morphological characteristics of the hard palate. Before evaluations, the examiners were instructed about the assessment of the hard palate, and scans that were not in the sample were employed as examples. Two examiners, with three years of experience in the evaluation of CBCT scans, independently assessed the images. The evaluations were performed in a dimmed-light and silent environment, using a 24.1-in LCD monitor (Barco MDRC-2124; Barco., Kortrijk, Belgium) with 1920 x 1200 pixels resolution.

Previously to the evaluation, for standardization purposes, each CBCT scan was manually reoriented as follows: in the coronal view, the software's vertical reference line was positioned on the median sagittal plane, which is a plane that divides the head into two parts (right and left), passing over the nasal septum; in the sagittal view, the horizontal reference line was positioned passing over the lowest point of the inferior margin of the orbit (Orbitale) to the midpoint on the upper edge of the external auditory meatus (Porion); then, in the axial view, the vertical reference line was placed passing over the anterior and posterior nasal spines.<sup>19</sup> Thus, the hard palate was clearly visualized in the

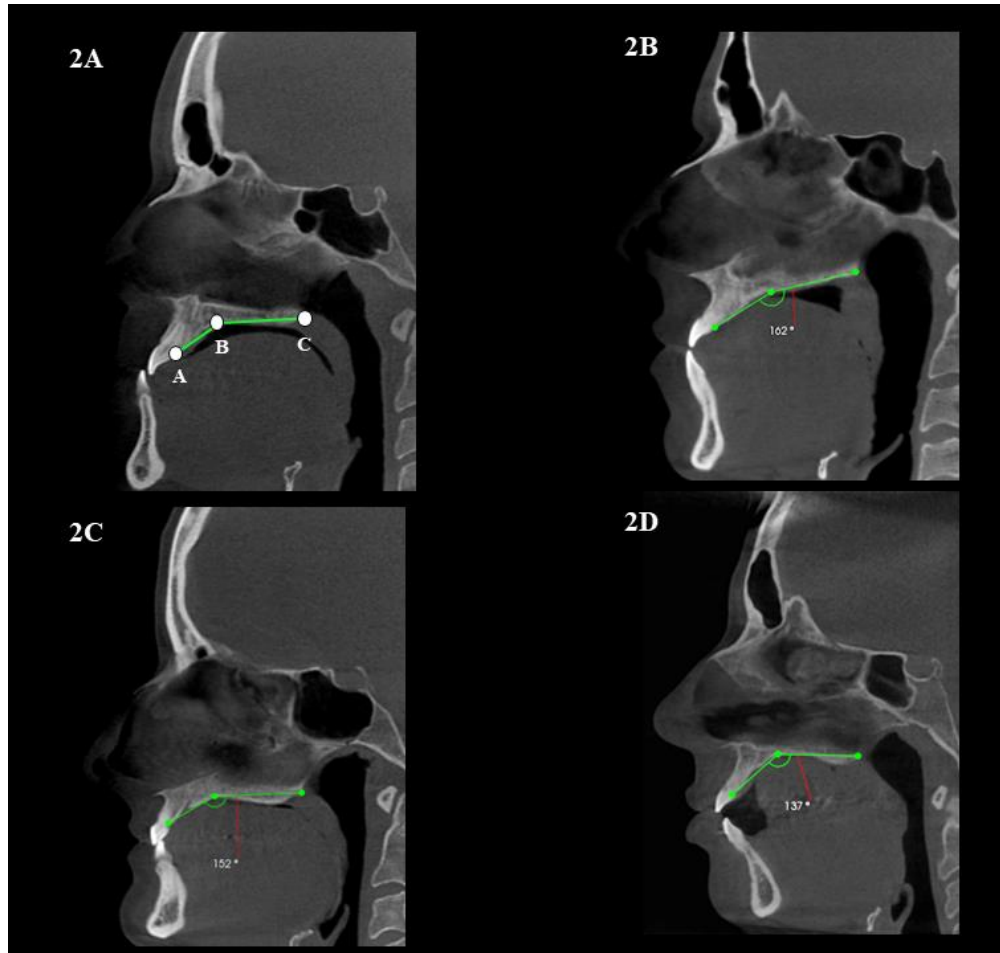
sagittal view, and three characteristics were assessed by the examiners in this reconstruction: the depth of the hard palate; the inclination of the hard palate in relation to the horizontal plane; and the presence/absence of a bony projection with an 'S' shape in the most posterior portion of the hard palate (Fig. 1).

**Fig. 1.** Spatial reorientation of the CBCT multiplanar reconstructions. **1A:** Coronal view – Vertical reference line positioned parallel to the median sagittal plane. **1B:** Sagittal view – Frankfurt Horizontal Plane as reference. **1C:** Axial view – Vertical reference line passing through the anterior and posterior nasal spines. **1D:** Standardized sagittal reconstruction for the morphological evaluation of the hard palate. Abbreviation: CBCT, cone-beam computed tomography.



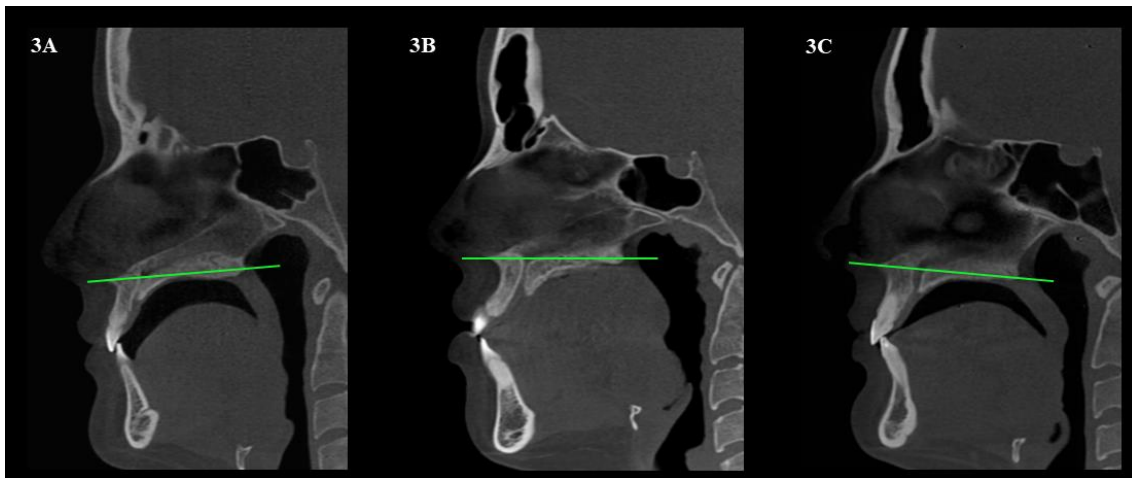
To classify the hard palate in terms of its depth, an angular measurement was performed to define it as flat, regular, or deep. Three regions were demarcated to obtain the angle: (1) the palatine aspect of the maxillary alveolar crest, in the region between the central incisors; (2) the deepest point of the hard palate; and, (3) the posterior nasal spine. The palate was define as flat when the angle was  $\geq 160^\circ$ ; regular, when the angle ranged from  $141^\circ$  to  $159^\circ$ ; and deep, when the angle was  $\leq 140^\circ$  (Fig. 2).

**Fig. 2.** Angular measurement for the assessment of the hard palate depth. **2A:** Reference points for angle determination (A: the palatine aspect of the maxillary alveolar crest, in the region between the central incisors; B: deepest point of the hard palate, and C: posterior nasal spine). **2B:** flat palate ( $\geq 160^\circ$ ). **2C:** regular palate ( $141^\circ - 159^\circ$ ). **2D:** deep palate ( $\leq 140^\circ$ ).



Regarding the position of the hard palate in the maxilla, a horizontal line passing through the anterior and posterior nasal spines was drawn to classify the palate inclination in relation to the horizontal plane. According to the inclination of this line in relation to the horizontal plane, the palate was classified as: superior – horizontal line superiorly inclined in the posterior region of the palate; parallel – horizontal line parallel to the horizontal plane, or inferior – horizontal line inferiorly inclined in the posterior region of the palate (Fig. 3).

**Fig. 3.** Hard palate inclination: evaluated as the inclination of a line passing through the anterior and posterior nasal spines, in relation to the horizontal plane. **3A:** superiorly inclined palate. **3B:** parallel palate. **3C:** inferiorly inclined palate.



The same horizontal line employed to assess the palate inclination was used as reference to evaluate the S-shaped projection. Thus, the S-shaped projection was recorded as present when there was an osseous projection in the posterior region of the hard palate, crossing the reference line. When this osseous projection was not observed, it was considered as absent (Fig. 4).

**Fig. 4.** Evaluation of the presence of an S-shaped bony projection in the hard palate. **4A:** Presence of an S-shaped bony projection in the posterior portion of the hard palate (white arrow); **4B:** Absence of the S-shaped bony projection in the hard palate (white arrow).



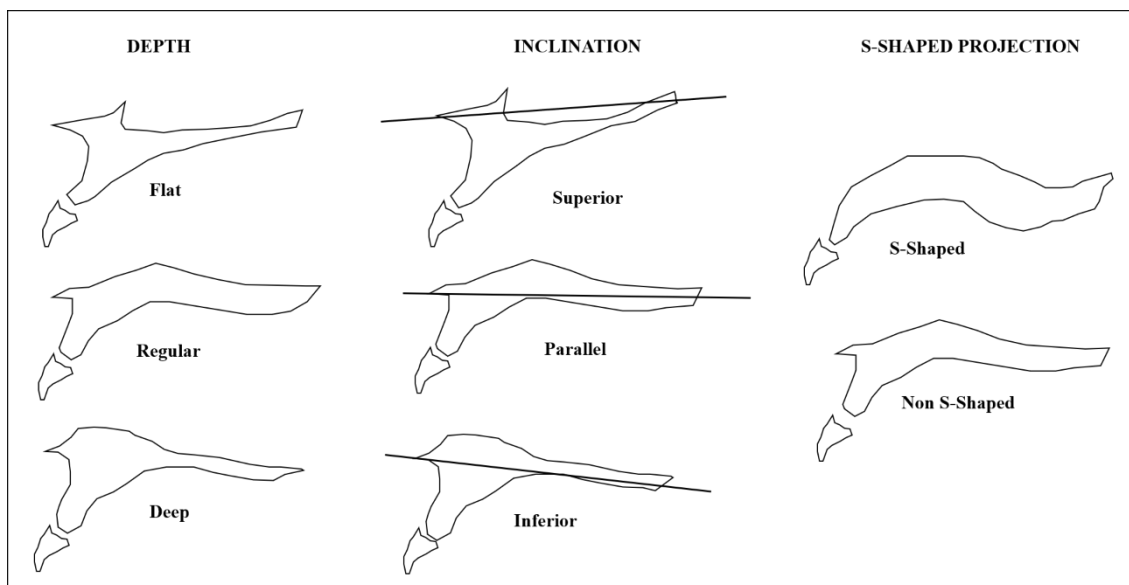
Thirty days after completion of the evaluations, 30% of the sample was reassessed to evaluate the intraexaminer agreement.

### *Classification System*

The three-dimensional morphological analysis of the hard palate allowed the development of a classification system, arbitrarily designated by the authors, by the fact that this is a pioneer study and the scientific literature does not present a morphological classification for this bone structure, facilitating the scientific communication.

The hard palate can be classified according to its depth (flat, regular, or deep), position in relation to the horizontal plane (superior, parallel, or inferior) and, a bone projection in its posterior region (S-shaped or non S-shaped) (Figure 5).

**Fig. 5.** Classification system of the morphological characteristics of the hard palate.



### *Data analysis*

In the initial selection of the exams, 340 CBCT scans were obtained. After applying the inclusion and exclusion criteria, the final sample consisted of 298 CBCT images. Intra- and interexaminer agreements were calculated using the weighted Kappa test ( $\geq 0.81$ , excellent;  $0.61-0.80$ , good;  $0.41-0.60$ , moderate;  $0.21-0.40$ , fair;  $\leq 0.20$ , poor).<sup>20</sup>

The relationships between the characteristics evaluated in the hard palate (depth, inclination, and S-shaped projection) and the skeletal patterns (skeletal malocclusion and facial type) were analyzed by  $\chi^2$  and fisher's exact test.

Power analysis was calculated based on sample size, chi-square values and degree of freedom, showing a statistical power of 0.95. All analyses were performed with the Bioestat® v. 5.3 (Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM, Brazil) and SPSS® v. 23.0 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) software, with a significance level set at 5% ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS

The final sample of the study was composed of 298 patients - 144 males aged 18 to 64 years (mean age  $32.04 \pm 12.48$  years) - and 154 females aged 18 to 76 years (mean age  $30.87 \pm 11.47$  years). The weighted Kappa test demonstrated excellent intra- and interexaminer agreements for all evaluations, ranging from 0.82 to 0.87 and 0.82 to 0.89, respectively.

According to skeletal patterns (skeletal malocclusion and facial type), the sample was distributed as follows: 126 class I (62 male and 64 female), 108 class II (43 male and 65 female), and 64 class III (39 male and 25 female) patients; 122 brachycephalic (63 male and 59 female), 111 mesocephalic (45 male and 66 female), and 65 dolichocephalic (36 male and 29 female) patients.

Regarding the morphological characteristics evaluated, for depth - 158 patients had regular palates, 130 patients had deep palates, and 10 patients had flat palates. About the inclination of the hard palate, 122 individuals had parallel palates, 49 patients showed superiorly inclined palates and 127 individuals had inferiorly inclined palates. One hundred and forty-three patients presented the S-shaped projection in the posterior region of the hard palate, while 155 individuals did not present the bony projection.

Table 1 shows the results for the relationship between the depth of the hard palate and the different skeletal patterns. For males, the depth of the hard palate demonstrated to be significantly related to the skeletal malocclusion and to facial type ( $p=0.0005$  and  $0.047$ , respectively). For males, class I and III, and brachycephalic patients had a greater number of regular palates, while class II and dolichocephalic patients had a greater number of deep palates. For females, there was no significant difference between skeletal patterns and the morphological characteristic of the palate depth ( $p=0.060$  and  $0.395$ , respectively).

Table 1. Relationship between the depth of the hard palate and the skeletal malocclusion and facial type

|        |                       |                 | Palate depth  |                  |               |                                 |
|--------|-----------------------|-----------------|---------------|------------------|---------------|---------------------------------|
|        | Skeletal Pattern      |                 | Flat<br>n (%) | Regular<br>n (%) | Deep<br>n (%) | p value <sup>Δ</sup> (CI - 95%) |
| Male   | Skeletal Malocclusion | Class I         | 3 (5)         | 38 (61)          | 21 (34)       | 0.0005* (0.000 – 0.001)         |
|        |                       | Class II        | 0 (0)         | 16 (37)          | 27 (63)       |                                 |
|        |                       | Class III       | 3 (7)         | 28 (72)          | 8 (21)        |                                 |
|        | Facial Type           | Brachycephalic  | 3 (5)         | 43 (68)          | 17 (27)       | 0.047* (0.041 – 0.052)          |
|        |                       | Mesocephalic    | 3 (7)         | 22 (49)          | 20 (44)       |                                 |
|        |                       | Dolichocephalic | 0 (0)         | 17 (47)          | 19 (53)       |                                 |
| Female | Skeletal Malocclusion | Class I         | 1 (2)         | 32 (50)          | 31 (48)       | 0.060 (0.054 - 0.067)           |
|        |                       | Class II        | 0 (0)         | 31 (48)          | 34 (52)       |                                 |
|        |                       | Class III       | 3 (12)        | 13 (52)          | 9 (36)        |                                 |
|        | Facial Type           | Brachycephalic  | 0 (0)         | 30 (51)          | 29 (49)       | 0.395 (0.380 – 0.400)           |
|        |                       | Mesocephalic    | 2 (3)         | 31 (47)          | 33 (50)       |                                 |
|        |                       | Dolichocephalic | 2 (7)         | 15 (52)          | 12 (41)       |                                 |

<sup>Δ</sup> According to Fisher's exact test

\* Statistically significant

CI – Confidence Interval

Conversely, the inclination of the hard palate showed a significant relationship to females patients to the facial type ( $p=0.001$ ), but not to skeletal malocclusion ( $p=0.102$ ). Brachy and mesocephalic patients had a greater quantity of parallel palates, whereas dolichocephalic patients had a greater number of inferiorly inclined palates. For males, there was no significant difference between skeletal patterns and the morphological characteristic of the palate inclination ( $p=0.166$  and  $0.065$ ) (Table 2).

Table 2. Relationship between the hard palate inclination and the skeletal malocclusion and facial type

| Palate inclination |                       |                 |                   |                   |                   |                                 |
|--------------------|-----------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| Skeletal Pattern   |                       |                 | Superior<br>n (%) | Parallel<br>n (%) | Inferior<br>n (%) | p value <sup>Δ</sup> (CI - 95%) |
| Male               | Skeletal Malocclusion | Class I         | 13 (21)           | 25 (40)           | 24 (39)           | 0.166 (0.156 – 0.175)           |
|                    |                       | Class II        | 6 (14)            | 12 (28)           | 25 (58)           |                                 |
|                    |                       | Class III       | 7 (18)            | 19 (49)           | 13 (33)           |                                 |
|                    | Facial Type           | Brachycephalic  | 13 (21)           | 28 (44)           | 22 (35)           | 0.065 (0.059 – 0.071)           |
|                    |                       | Mesocephalic    | 8 (18)            | 20 (44)           | 17 (38)           |                                 |
|                    |                       | Dolichocephalic | 5 (14)            | 8 (22)            | 23 (64)           |                                 |
| Female             | Skeletal Malocclusion | Class I         | 9 (14)            | 32 (50)           | 23 (36)           | 0.102 (0.093 – 0.109)           |
|                    |                       | Class II        | 8 (12)            | 22 (34)           | 35 (54)           |                                 |
|                    |                       | Class III       | 6 (24)            | 12 (48)           | 7 (28)            |                                 |
|                    | Facial Type           | Brachycephalic  | 12 (20)           | 30 (51)           | 17 (29)           | <b>0.001*</b> (0.000 – 0.002)   |
|                    |                       | Mesocephalic    | 7 (11)            | 32 (48)           | 27 (41)           |                                 |
|                    |                       | Dolichocephalic | 4 (14)            | 4 (14)            | 21 (72)           |                                 |

<sup>Δ</sup> According to  $\chi^2$  test

\* Statistically significant

CI – Confidence Interval

Table 3 shows the results for the relationship between the presence of the S-shaped projection in the hard palate, and the skeletal patterns. For males, the presence of the S-shaped projection was significantly related to the skeletal malocclusion ( $p=0.003$ ); on the other hand, in the female group, it was significantly associated with the facial type ( $p=0.011$ ). Facial type for males and skeletal malocclusion for females there were no statistically significant difference ( $p=0.828$  and  $0.410$ , respectively). The S-shaped projection was more frequent in class II males, and in brachycephalic females.

Table 3. Relationship between the S-shaped palate and the skeletal malocclusion and facial type

|        |                       |                 | S-shaped projection |                 | p value <sup>Δ</sup> (CI - 95%) |
|--------|-----------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|
|        | Skeletal Pattern      |                 | Present<br>n (%)    | Absent<br>n (%) |                                 |
| Male   | Skeletal Malocclusion | Class I         | 25 (40)             | 37 (60)         | <b>0.003*</b> (0.000 – 0.007)   |
|        |                       | Class II        | 27 (60)             | 16 (40)         |                                 |
|        |                       | Class III       | 10 (27)             | 29 (73)         |                                 |
|        | Facial Type           | Brachycephalic  | 29 (47)             | 34 (53)         | 0.828 (0.797 – 0.859)           |
|        |                       | Mesocephalic    | 18 (40)             | 27 (60)         |                                 |
|        |                       | Dolichocephalic | 15 (42)             | 21 (58)         |                                 |
| Female | Skeletal Malocclusion | Class I         | 36 (56)             | 28 (44)         | 0.410 (0.370 – 0.450)           |
|        |                       | Class II        | 35 (54)             | 30 (46)         |                                 |
|        |                       | Class III       | 10 (40)             | 15 (60)         |                                 |
|        | Facial Type           | Brachycephalic  | 40 (68)             | 19 (32)         | <b>0.011*</b> (0.003 – 0.019)   |
|        |                       | Mesocephalic    | 31 (47)             | 35 (53)         |                                 |
|        |                       | Dolichocephalic | 10 (34)             | 20 (66)         |                                 |

<sup>Δ</sup> According to  $\chi^2$  test

\* Statistically significant

CI – Confidence Interval

Moreover, there was a significant relationship between the depth of the hard palate and the S-shaped projection for both males and females ( $p=0.003$  and  $<0.0001$ , respectively), with a greater number of this projection in patients with deep palates (Table 4).

Table 4: Relationship between the depth of the hard palate and the presence of an S-shaped bony projection in its posterior region

|               |              |         | <b>S-shaped projection</b> |                         | <b>p value<sup>Δ</sup> (CI - 95%)</b> |
|---------------|--------------|---------|----------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|               |              |         | <b>Present<br/>n (%)</b>   | <b>Absent<br/>n (%)</b> |                                       |
| <b>Male</b>   | Palate depth | Flat    | 1 (16)                     | 5 (84)                  | <b>0.003*</b> (0.002 – 0.003)         |
|               |              | Regular | 27 (35)                    | 55 (65)                 |                                       |
|               |              | Deep    | 34 (61)                    | 22 (39)                 |                                       |
| <b>Female</b> | Palate depth | Flat    | 0 (0)                      | 4 (100)                 | <b>&lt;0.0001*</b> (0.0000 – 0.0003)  |
|               |              | Regular | 24 (32)                    | 52 (68)                 |                                       |
|               |              | Deep    | 57 (77)                    | 17 (23)                 |                                       |

<sup>Δ</sup> According to Fisher's exact test

\* **Statistically significant**

CI – Confidence Interval

## DISCUSSION

The hard palate is a central bone integrated with the stomatognathic system, and its development is directly linked to the craniofacial growth. In the present study, a morphological evaluation of the hard palate in the different skeletal patterns was performed. We hypothesized that, as the hard palate is a central structure of the craniofacial complex, it could be affected by the variations in the craniofacial development. A classification for the different morphological characteristics of the hard palate was developed, and it was investigated if there is a relationship between these characteristics and the different skeletal patterns (skeletal malocclusion, and facial type), using cone beam computed tomography (CBCT) images. The hard palate was classified according to three morphological characteristics: depth (flat, regular, or deep), position in relation to the horizontal plane (superior, parallel, or inferior), and the presence of a bony projection in its posterior region (S-shaped or non S-shaped). In addition, it was observed a significant association between the depth of the hard palate and skeletal malocclusion, while there was a significant association between the superior-inferior inclination of the hard palate and facial type. Additionally, the presence of an S-shaped bony projection in the posterior region of the hard palate showed to be significantly related to both skeletal patterns.

In this study, class I and III males had a greater number of regular palates, while class II males had a greater amount of deep palates. For females, there was no significant association between the depth of the hard palate and skeletal malocclusions. It is believed that the significant difference in frequencies found between males and females is due to sexual dimorphism affecting the hard palate, as males tend to present denser and larger bones than females.<sup>10</sup> Although we did not assess the position of the patients' tongue, this factor may be related to our findings regarding the skeletal classes. According to previous reports in the literature,<sup>12,21-24</sup> the pressure of the tongue against the hard palate is a factor that may influence its morphology. The tongue of class II individuals is positioned more superiorly, in close relationship with the hard palate, exerting pressure against this bone during its development, which may explain our results of deeper hard palates in this group. Conversely, in class III patients, the tongue is in a lower position, close to the floor of the mouth, exerting less pressure against the hard palate, which may explain our results of higher frequency of regular hard palates in this skeletal malocclusion. To the best of

the authors knowledge, this is the first study to evaluate the relationship between the depth of the hard palate and skeletal malocclusion in CBCT images.

Regarding the facial type, there was a significant association between this variable and the depth of the hard palate, for males patients, that regular and deep palates were more frequent in brachy and dolichocephalic individuals, respectively. This result corroborates with the theory, presented by the scientific literature, that bone structures adapt when there is a variation in normality in relation to craniofacial growth.<sup>1,6,7</sup> A relationship between the tendency of facial growth and the depth of the palate depth was found, owing to the fact that the brachyfacial individual, who has mainly a horizontal than vertical facial growth, presented a greater number of regular palates. On the other hand, dolichocephalic individual, who has mainly facial growth in the vertical direction than horizontal, had deeper palates. However, the literature presents studies that found no significant relationship between these variables,<sup>8,9</sup> but it is not possible to directly compare these results with this study, as the methodologies adopted were different. The previous studies were based on linear measurements in the hard palate, using plaster models, which present deformations inherent to molding and plastering. In our study, on the other hand, the hard palate was evaluated using angular measurements by means of CBCT scans, which provide 1:1 images, with no magnification or distortion.

Another characteristic of the hard palate evaluated in this study concerns its inclination in relation to the horizontal plane, for which there was a significant association with the facial type in females. Dolichocephalic patients had mostly inferiorly inclined palates, while brachy and mesocephalic individuals showed a greater number of parallel palates. According to the literature, dolichocephalic patients have a greater craniofacial development in the vertical than in the horizontal direction, with the mandible growing in the inferior direction.<sup>5</sup> Additionally, it has been reported that these patients are also more likely to present an open bite.<sup>25,26</sup> Pulling these information and the results obtained in the present study together, the authors believe that the reported greater prevalence of open bite in dolichocephalics may be related, to some extent, to the inclination of the hard palate (superiorly in the anterior region, and inferiorly in the posterior region) in these patients.

In regard to the S-shaped projection in the hard palate, for males, it was observed a significant relationship between this bony projection and skeletal malocclusion, while for

females, there was a significant association between this characteristic and facial type. The S-shaped projection was more frequent in class II males, and in brachyfacial females. The authors believe that this posterior projection in the hard palate is a morphological adaptation due to developmental factors and/or individual habits. Class II patients express the absence of lip sealing, with a tendency to mouth breathing. Thus, the position of the tongue in these patients, even at rest, is superior and exerts greater pressure against the hard palate.<sup>3,18</sup> Consequently, it may be possible that the hard palate adapts to this condition, developing a posterior projection. Conversely, in class III, as the tongue is in a position that do not cause great pressure against the palate,<sup>21</sup> the presence of the S-shaped projection was significantly lower.

In relation to the brachycephalic females, based on scientific literature, the result indicates facial height and mechanobehaviour of jaw muscles as a possible factor for the development of posterior bone projection. For these individuals, their more horizontal craniofacial growth, with lower facial height (overbite),<sup>1</sup> studies associate brachycephalic individuals with greater use of masseter and temporal mandibular muscles,<sup>27</sup> and due to the greater use of muscular structures, increasing behavioral mechanics, stimulates greater bone development, taking hard palate to adapt to this condition, developing the posterior projection.<sup>6</sup>

Another relevant factor is that a significant association was found between this structure and the depth of the hard palate. Deep hard palates showed a greater amount of S-shaped projections compared to the other types of palate. Based on the theories of Vucic et. al (2019)<sup>7</sup> and Lammert et. al (2013)<sup>10</sup> and that bone structures can change their shape, size and function due to changes in craniofacial growth, is supported that the increased depth of the palate generates changes in its morphology, many of them as curvatures, causing the formation of this projection in its posterior portion. Because this work is the first in analyzing this anatomical variation of the hard palate and relating it to different craniofacial patterns, it is not possible to compare our results with the literature. Therefore, future studies evaluating this morphological variation in the hard palate are encouraged, in order to confirm or refute this hypothesis.

Balance between skeletal and soft tissues is essential for a harmonious craniofacial development. The findings of this study on the hard palate morphology reveals some modifications of this bone associated to the imbalance in the vertical and/or sagittal

directions of the craniofacial growth, represented by the different skeletal malocclusions and facial types. The present study has a limitation in relation to the study design, as it is cross-sectional, in which the associations do not imply causal relationships. Despite this limitation, the well-distributed and homogeneous sample studied, associated with a three-dimensional analysis of the hard palate in CBCT images, led to obtaining reliable results and excellent intra- and interexaminer agreements - 0.82 to 0.87 and 0.82 to 0.89, respectively - for all evaluations.

In this study, distinct morphological characteristics were observed in the hard palate of patients of different skeletal malocclusions and facial types, and a classification system was developed. The standardized classification for the hard palate may be useful in further researches, and also favor scientific communication among health professionals and anatomists. Therefore, as we have found different morphological patterns of the hard palate according to sex, skeletal malocclusion, and facial type, we believe that, clinically, these findings may help the dental surgeon to identify if the hard palate of a patient fits its sex, skeletal malocclusion, and facial type; in case it does not, the dentist may ponder if a different/special corrective approach is necessary.

A morphological classification encompassing the hard palate depth, horizontal inclination, and presence of posterior bony projection was created. The skeletal malocclusion had a significant association with the depth of the hard palate and presence of an S-shaped bony projection, while the facial type had a significant association with the depth, superior-inferior inclination of the hard palate and the S-shaped bony projection. Knowledge about skeletal patterns can provide viable information for orthodontic and surgical interventions associated with hard palate morphology. Therefore, future studies investigating this clinical relationship are encouraged.

**ACKNOWLEDGEMENTS**

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

## REFERENCES

1. de Rezende Barbosa G, Ramirez-Sotelo LR, Alencar PNB de Almeida SM. Comparison of palatal bone height in different facial morphological patterns by cone beam computed tomography. *Brazilian Journal of Oral Sciences* 14:182-185, 2015.
2. Janssen R, Moisik SR, Dediu D. Modelling human hard palate shape with Bézier curves. *PLoS One* 13:1-38, 2018.
3. Pereira TS, de Oliveira F CM. Association between harmful oral habits and the structures and functions of the stomatognathic system: perception of parents/guardians. *CoDAS* 29:1-6, 2017.
4. Plaza SP, Reimpell A, Silva J, Montoya D. Relationship between skeletal Class II and Class III malocclusions with vertical skeletal pattern. *Dental Press J Orthod.* 24:63-72, 2019.
5. Fernandez CCA, Pereira CVCA, Luiz RR, Vieira AR, De Castro Costa M. Dental anomalies in different growth and skeletal malocclusion patterns. *Angle Orthod.* 88:195-201, 2018.
6. Ranly DM. Craniofacial growth. *Dent Clin North Am* 44:457, 2000.
7. Vucic S, Dhamo B, Jaddoe VWV, Wolvius EB, Ongkosuwito EM. Dental development and craniofacial morphology in school-age children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 156:229-237, 2019.
8. Esteves A, Bommarito S. Evaluation of palatine depth and dimensions of the upper dental arch in patients with malocclusion and different facial types. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial* 12:84-98, 2007.
9. Ahmed HM, Alkhawaja NF, Nahidh M. Assessment of Palatal Dimensions in a Sample of Iraqi Adults with Different Facial Forms. *Iraqi Orthod J* 10:8-11, 2014.
10. Lammert A, Proctor M, Narayanan S. Morphological variation in the adult hard palate and posterior pharyngeal wall. *J Speech Lang Hear Res* 56:521-30, 2013.
11. Mustafa AG, Tashtoush AA, Alshboul OA, Allouh MZ, Altarifi AA. Morphometric Study of the Hard Palate and Its Relevance to Dental and Forensic Sciences. *Int J Dent* 2019:1-6, 2019.
12. Yemitan TA, Dacosta OO, Sanu OO, Utomi IL. Metric analysis of the hard palate in children with digit sucking habits. *Odontostomatol Trop* 36:11-6, 2013.

13. Berwing LC, Figueiredo FSP, Bolzan GP, Milanesi JM, Marquesan M, Busanello-Stella AR, Silva AMT. Anthropometric orofacial measurements of children according to facial type. *Rev CEFAC* 19:63–8, 2017.
14. MacDonald D. Cone-beam computed tomography and the dentist. *J Investig Clin Dent*. 8(1):1-6, 2015.
15. El Nahass H, Naiem SN. Palatal bone dimensions on cone beam computed tomography. Implications for the palate as autogenous donor site: an observational study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 45:99-103, 2016.
16. Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. *Dent Clin North Am* 62:361-91, 2018.
17. Gandini LG, Santos-Pinto A, Raveli DB, Sakima MT, Martins LP, Sakima T, Gonçalves JR, Barreto CS. Cephalometric analysis standard Unesp Araraquara. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial* 10:139–57, 2008.
18. Benedicto EN, Kairalla SA, Kaieda AK, Miranda SL de, Torres FC, Paranhos LR. Determination of the vertical skeletal facial pattern. *Rev Bras Cir Craniomaxilofac* 14:44–9, 2011.
19. Costa EDD, Peyneau PD, Roque-Torres GD, et al. The relationship of articular eminence and mandibular fossa morphology to facial profile and gender determined by cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 128:660-666, 2019.
20. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33:159-74, 1977.
21. Hashimoto M, Igari K, Hanawa S, Ito A, Takahashi A, Ishida N, Koyama S, Ono T, Sasaki K. Tongue pressure during swallowing in adults with down syndrome and its relationship with palatal morphology. *Dysphagia* 29:509-18, 2014.
22. Primožic J, Farcnik F, Perinetti G, Richmond S, Ovsenik M. The association of tongue posture with the dentoalveolar maxillary and mandibular morphology in Class III malocclusion: a controlled study. *Eur J Orthod* 35:388-393, 2013.
23. Yu M, Gao X. Tongue pressure distribution of individual normal occlusions and exploration of related factors. *J Oral Rehabil* 46:249-56, 2019.

24. Fatima F, Fida M. The assessment of resting tongue posture in different sagittal skeletal patterns. *Dental Press J Orthod* 24:55-63, 2019.
25. Laranjo F, Pinho T. Cephalometric study of the upper airways and dentoalveolar height in open bite patients. *Int Orthod* 12:467-482, 2014.
26. Murakami T, Kataoka T, Tagawa J, Yamashiro T, Kamioka H. Antero-posterior and vertical facial type variations influence the aesthetic preference of the antero-posterior lip positions. *Eur J Orthod*. 38:414-421, 2016.
27. Nickel JC, Weber AL, Covington Riddle P, Liu Y, Liu H, Iwasaki LR. Mechanobehaviour in dolichofacial and brachyfacial adolescents. *Orthod Craniofac Res*. 20:139-144, 2017.

## 2.2 ARTIGO

Este artigo foi submetido à avaliação ao periódico **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, visando a publicação, considerado Qualis A2 pela CAPES. A formatação do artigo baseou-se na seção “Instruções aos autores” indicadas pela editora do periódico.

### **Morphometric analysis of the hard palate and its relationship with the volumes of the upper airways and maxillary sinuses: a CBCT study**

Murilo Miranda-Viana,<sup>1</sup> Deborah Queiroz Freitas,<sup>2</sup> Alessiana Helena Machado,<sup>3</sup>  
Amanda Farias Gomes,<sup>4</sup> Yuri Nejaim.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> DDS, MSc student, Department of Oral Diagnosis - Oral Radiology Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, SP, Brazil.

<sup>2</sup> DDS, MSc, PhD, Professor, Department of Oral Diagnosis – Oral Radiology Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, SP, Brazil.

<sup>3</sup> DDS, MSc, PhD student, Department of Oral Diagnosis – Oral Radiology Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, SP, Brazil.

<sup>4</sup> DDS, MSc, PhD, Department of Oral Diagnosis – Oral Radiology Area, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, SP, Brazil.

<sup>5</sup> DDS, MSc, PhD, Professor – Oral Radiology Area, Dental School, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brazil.

Corresponding author:

Murilo Miranda Viana.

Address: Av. Limeira, 901. ZIP Code: 13414-903.

Piracicaba, São Paulo, Brazil.

Telephone: +55 (19) 2106-5327.

Email: muriloomiranda@gmail.com

The authors gratefully acknowledge financial support from CAPES-Brazil, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Ensino Superior, at UNICAMP.

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

## ABSTRACT

**Purpose:** To assess the influence of sex, and skeletal and breathing patterns on the morphometry of the maxillary sinuses, upper airways, and hard palate. Also, to evaluate whether there is an association between the morphometry of the hard palate and the volume of the upper airways and maxillary sinuses.

**Materials and methods:** This retrospective and cross-sectional study was conducted using 298 cone beam computed tomography (CBCT) scans. Using the Carestream Dental 3D Imaging software, each patient was classified according to skeletal and breathing patterns, and measurements in the posterior region of the hard palate were executed. ITK-SNAP software was used to evaluate the upper airways and maxillary sinuses volumes. Data were submitted to multi-way analysis of variance and linear regression, with a significance level of 5% ( $\alpha=0.05$ ).

**Results:** The volume of the maxillary sinuses was significantly greater in males than in females ( $p<0.05$ ). The volume of the nasopharynx was greater in males than in females, and the volume of the oropharynx was greater in brachycephalics than in dolichocephalics ( $p<0.05$ ). Width and height of the hard palate were greater in males than in females ( $p<0.05$ ). Dolicho and brachycephalic individuals had greater height and width of the hard palate, respectively ( $p<0.05$ ). Linear regression indicated a relationship between the measurements (width and height) of the hard palate at the level of the first premolars and the total volume of the upper airways, and at the level of first molars and the total volume of the maxillary sinuses.

**Conclusions:** Sex and facial type influence the volumes of the maxillary sinuses and upper airways, and the linear measurements of the hard palate. In addition, an association between the hard palate measurements and the volumes of the upper airways and maxillary sinuses was observed.

**Keywords:** cone-beam computed tomography, hard palate, maxillary sinus, pharynx.

## INTRODUCTION

The stomatognathic system is a functional component of the human body. It comprises the head and neck regions, and is characterized by the presence of static, and dynamic structures: maxilla and mandible, including dental arches and the hard palate; ducts and air cavities, such as the paranasal sinuses and upper airways; in addition to the temporomandibular joint (TMJ), soft tissues, and masticatory muscles.<sup>1</sup> For a harmonious development and functioning of this system, a balance between all these structures is mandatory, since an imbalance may affect the functional activities of the orofacial region.<sup>1,2</sup>

The hard palate is located at the lower third of the skull, and is composed by the palatal process of the maxilla and the horizontal plate of the palatal bone.<sup>3</sup> In cases of inadequate positioning of the soft tissues, as well as of imbalance in the direction of growth and development of the face, the hard palate, as well as other bones, may adapt and change its morphology and position.<sup>4</sup> Additionally, the hard palate plays an important role as part of the craniofacial complex, as it is involved in orofacial functions such as chewing, swallowing, phonation, and breathing.<sup>5</sup>

The airways are a set of conduits responsible for one of the most important functions of the human body: breathing. The pharynx is essential for the growth and development of the cranio-facial bones. Anatomically, it is classified in three regions: nasopharynx, oropharynx, and hypopharynx.<sup>6</sup> The relation between the respiratory function and craniofacial pattern has been investigated since the 19th century. Thus, the harmonious growth and development of craniofacial structures with the performance of orofunctional activities are directly linked to normal naso-respiratory activity.<sup>6,7</sup>

The paranasal sinuses are bone cavities filled with air, located within the cranium, and close to the nasal cavity. They communicate with the nasal cavity, and between themselves, through canals and ostia. There are four pairs of sinuses (maxillary, sphenoid, ethmoid, and frontal sinuses), and they are named according to the bone in which they are placed. They act in the regulation of internal temperature, protection of the vital structures of the skull, and in air circulation.<sup>8</sup> The largest of the paranasal sinuses is the maxillary sinus.<sup>9</sup> Its base is on the lateral nasal wall, and its upper limit is found at the zygomatic process of the maxilla. Previous scientific studies reported the close

relationship between the maxillary sinuses and the nasal cavity, showing the participation of these structures in the orofacial functions.<sup>10-12</sup> On the other hand, to our knowledge, there are no studies that have assessed a possible relationship between the maxillary sinuses and the morphometry of the hard palate, neither between the hard palate measurements and the upper airways.

According to the consulted literature, previous studies have evaluated the relationship between some structures of the stomatognathic system and the craniofacial development.<sup>13-16</sup> Also according to these studies, changes and / or imbalance between these structures can impair the orofacial activities. Nevertheless, although its anatomical and clinical importance is quite high, the literature still lacks studies on the hard palate. Considering the fact that individuals have different skeletal and breathing patterns, bone structures such as the hard palate, may adapt to these changes in terms of structure, form, and function. A point that the scientific literature has not clarified yet, and that is pertinent to investigate, is whether there is a relationship between the various patterns of craniofacial growth and/or development and the morphometry of the hard palate, and if there is an association between the measurements of the hard palate and the volume of the maxillary sinuses and upper airways.

Therefore, the goal in this study was to assess the influence of sex, and skeletal (skeletal malocclusion, and facial type) and breathing patterns on the morphometry of the maxillary sinuses, upper airways, and hard palate. Also, to assess whether there is an association between the measurements of the hard palate and the volume of the upper airways and maxillary sinuses.

## MATERIALS AND METHODS

This observational, cross-sectional, and retrospective research was initiated after approval by the local institutional review board (IRB) under the protocol number: #3.491.476.

### *Sample Selection*

Initially, 340 cone beam computed tomography (CBCT) scans with extended FOV (*field of view*), pertaining to the database of a local radiology clinic, were selected. The images were obtained prior to the present research (January 2014 to December 2016), and for clinical reasons not related to it. Images of patients 18 years old or older, of both sexes, with all teeth present (third molars were not required), were included in the sample. CBCT scans of patients with history of trauma or orthognathic surgery, presence of bone fracture, syndromes, bone exostoses, pathological lesions, or cleft lip/palate, as well as scans with presence of artifacts impairing the evaluation of the anatomical structures of the head and neck, were excluded from the sample.

Hence, after employing the exclusion and inclusion criteria, the final sample for the morphometric assessment of the hard palate, and the volumetric analysis of the upper airways, was composed of 298 CBCT scans - 144 males (18 to 64 years old, mean age  $32.04 \pm 12.48$  years), and 154 females (18 to 76 years old, mean age  $30.87 \pm 11.47$  years). Due to limitations that hampered the volumetric evaluation of the maxillary sinuses (e.g. mucous disease), just 212 of the 298 CBCT scans were used for this analysis - 104 males (18 to 64 years old, mean age  $32.40 \pm 12.46$  years), and 108 females (18 to 76 years old, mean age  $29.62 \pm 11.44$  years).

All CBCT images were acquired with an i-CAT® Next Generation device (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa), with the acquisition parameters: 5 mA, 120 kV, 17.3s scanning time, 0.3 mm<sup>3</sup> voxel size, and an extended field of view (FOV) - 23x17cm. The images were exported in digital imaging and communications in medicine files (DICOM) format and selected in XoranCat® Software version 3.1.62.

### *Sample Classification*

Initially, each patient was classified in regard to skeletal patterns - skeletal malocclusion (class I, II, or III), and facial type (dolichocephalic, brachycephalic, or

mesocephalic) -, and breathing pattern (nasal breathing, or mouth breathing). To do so, two previously calibrated examiners, assessed the multiplanar reconstructions obtained from the CBCT images, in consensus, using the Carestream Dental 3D Imaging software (version 3.10.9.0, Atlanta, Georgia, USA).

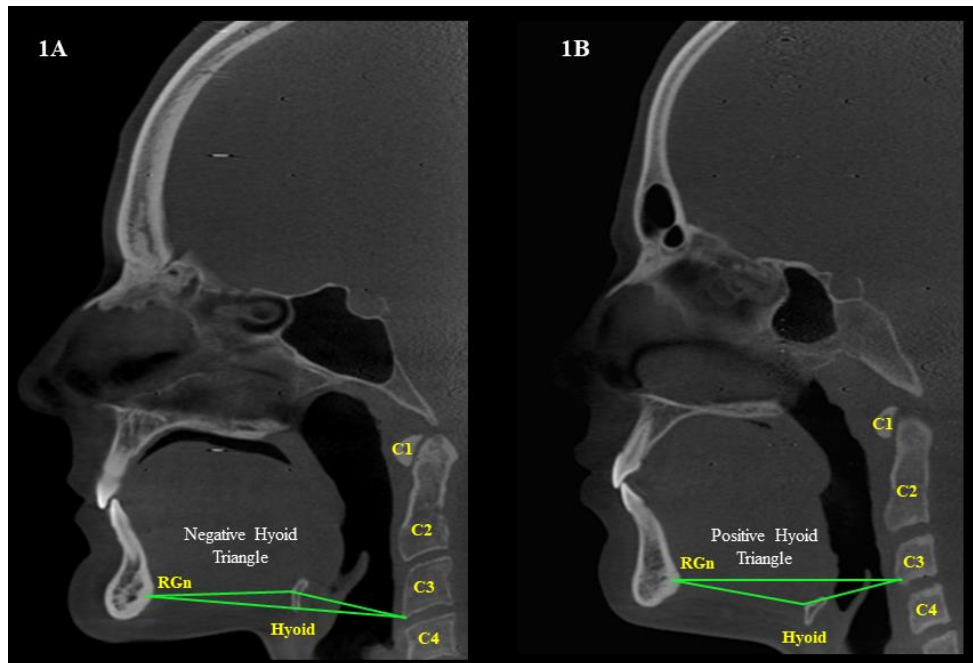
Skeletal malocclusion was established based on Steiner's cephalometric standards for the SNA, SNB, and ANB angles. The ANB angle was obtained by subtracting the SNB from the SNA values ( $ANB = SNA - SNB$ ). ANB values 0 to 4 = skeletal class I;  $ANB > 4$  = class II; and  $ANB < 0$  = class III.<sup>17,18</sup>

Facial type was determined based on the Vert index,<sup>18</sup> which is obtained from the arithmetic average of five cephalometric measures: facial depth (Po-Or / N-Pog), facial axis angle (N-Ba / Pt-Gn), lower facial height (Xi-ENA / Xi-Pm), mandibular plane angle (Go-Me / Po-Or), and mandibular arch (Dc-Xi / Xi-Pm). Resultant values greater than 0.5 determined the brachycephalic type; values lower than -0.5 determined the dolichocephalic type; and values between -0.5 and +0.5 represented the mesocephalic type.

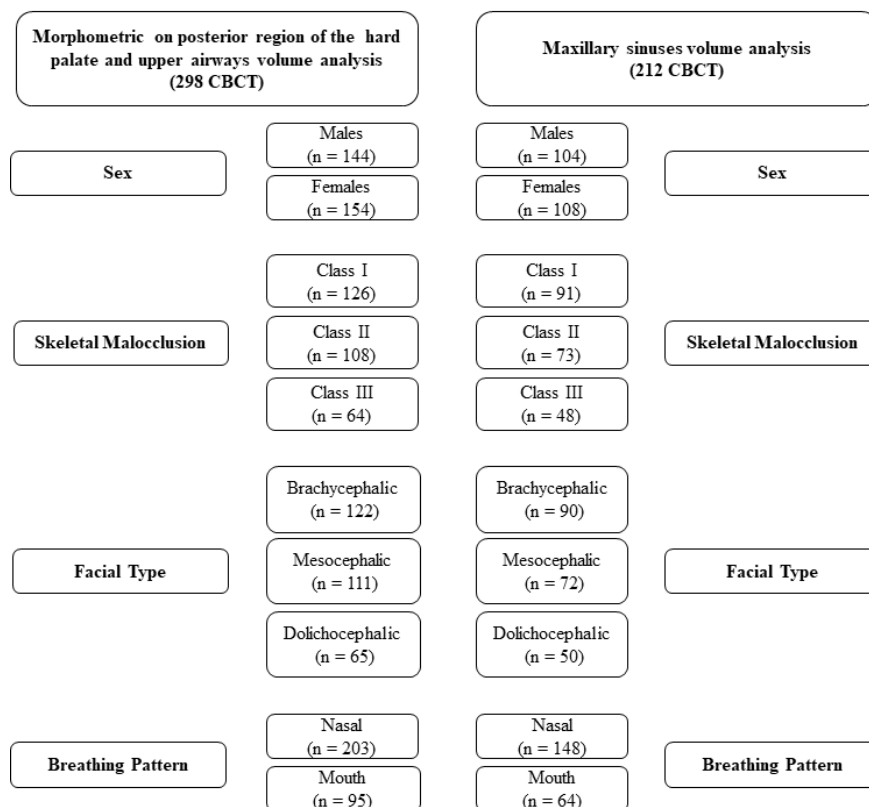
Regarding the breathing pattern, the classification was based on the hyoid triangle methodology, which considers the position of the hyoid bone (Fig. 1).<sup>6,19,20</sup> Initially, each CBCT scan was spatially reoriented so the software's vertical reference line was placed in the median sagittal plane, in the coronal view; then, the horizontal reference line in the sagittal reconstruction, and the vertical reference line in the axial reconstruction, were positioned passing through the anterior and posterior nasal spines, for standardization.<sup>6</sup> Thus, in the sagittal view, the hyoid bone was clearly visualized. A line between the most inferior-anterior point of the third cervical vertebra ( $C_3$ ) and the retrognathic cephalometric point (RGn) was drawn, establishing the triangle basis. Another line from  $C_3$  to the most anterior point of the hyoid bone was drawn, and then to the RGn point, determining the hyoid triangle. Thus, if the hyoid bone was positioned on or above the RGn- $C_3$  plane, that meant a higher position of the hyoid, determining a negative triangular position and, therefore, a mouth breathing pattern. Conversely, if the hyoid bone were positioned below the RGn- $C_3$  plane, that meant a lower position of the hyoid, determining a positive triangular position and, therefore, a nasal breathing pattern.

Sample distribution according to the classifications is shown in Figure 2.

**Figure 1:** Classification of patients by breathing pattern based on the hyoid triangle. **1A:** Mouth breathing pattern. **1B:** Nasal breathing pattern.



**Figure 2:** Diagram of the sample after all classifications have been established



### Three-dimensional Assessment

The Carestream Dental 3D Imaging software (version 3.10.9.0, Atlanta, Georgia, USA) was used for the morphometric analysis of the hard palate, and the ITK-SNAP v.3.0

(Cognitica, Philadelphia, PA) was employed to evaluate volumes of the upper airways and maxillary sinuses.

Before beginning the evaluations, the examiners were instructed about the assessment of the hard palate, upper airways, and maxillary sinuses, using scans that were not included in the final sample as examples. Two examiners (3 years of experience in the assessment of CBCT images) independently evaluated the scans. The evaluations were performed in a low-light and silent environment, using a 24.1-in LCD display (Barco MDRC-2124; Barco., Kortrijk, Belgium) with a resolution of 1920 x 1200 pixels.

### Morphometric Analysis of the Hard Palate

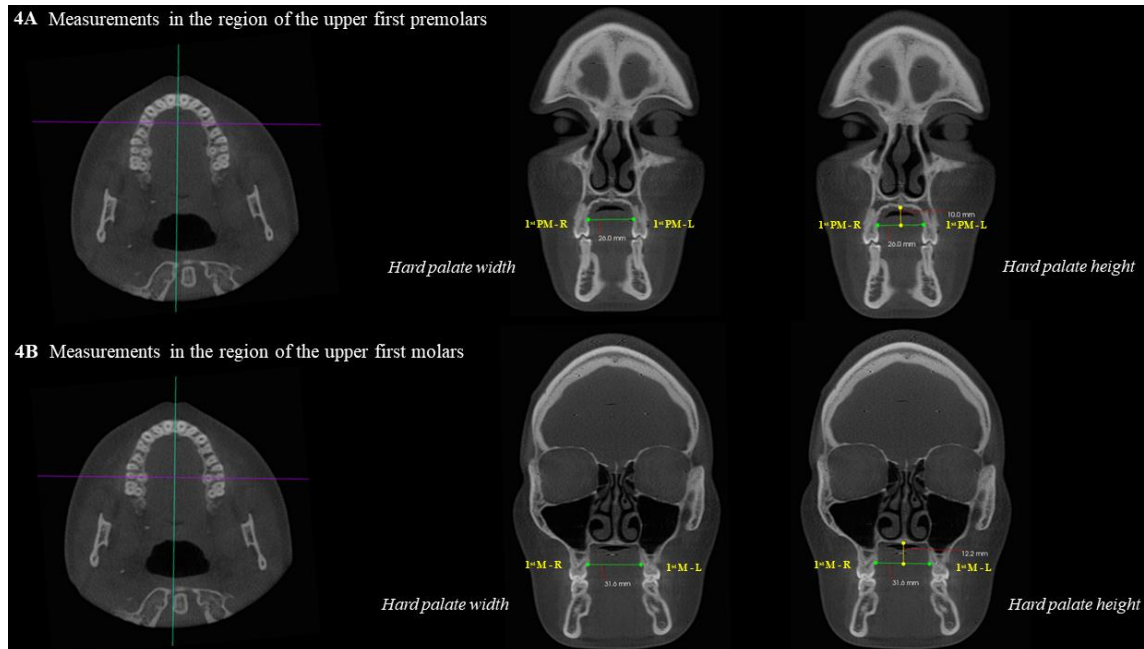
Initially, each CBCT scans was spatially reoriented to standardize the assessment. As the literature does not present a study with a methodology for evaluating the upper teeth roots, the reorientation was arbitrarily developed by the authors. The vertical reference line of the software was placed at the median sagittal plane, in the coronal view; then, in the sagittal reconstruction, the horizontal reference line was positioned passing through the lowest point of the first cervical vertebra, with the roots of all teeth being observed in the axial view. Measurements on the posterior region of the hard palate were done at the levels of the upper first premolars, and first molars (Fig. 3).

**Figure 3:** Coronal section orientation in the morphometric evaluation of the hard palate. **3A:** Coronal reconstruction: green line positioned at the median sagittal plane and perpendicular to the yellow line, which is placed over the teeth of the maxilla. **3B:** Sagittal reconstruction –Yellow line passing through the lowest point of the first cervical vertebra ( $C_1$ ). **3C:** Axial reconstruction – maxillary arch showing the individualized roots of the multiradicular teeth.  $C_2$ : second cervical vertebra;  $C_3$ : third cervical vertebra; B: buccal; P: palatine; 1st PMs: first premolars; 1st Ms: first molars.



To perform the measurements of the hard palate at the level of the first premolars, in the axial view, the horizontal reference line of the software was positioned on the palatal roots of the first premolars, crossing the right and left sides of the palate. Then, in the coronal view, with the measuring tool of the software, a horizontal line connecting the palatal bone cortex at the region of the right first premolar to the palatal bone cortex at the region of the left first premolar was drawn, determining the values of posterior width of the hard palate at this level. The same procedure was performed at the first molars level. Furthermore, the height of the hard palate at the levels of the first premolars, and first molars was also measured. To do so, a line perpendicular to the horizontal line previously described (posterior width) was established from the most superior point of the hard palate to the center of the horizontal line (Fig. 4).

**Figure 4:** Morphometric analysis of the hard palate. **4A and 4B:** Axial reconstruction: green line positioned in the median sagittal plane and perpendicular to the purple line, which passes over the palatine roots of the upper first premolars (3A) and first molars (3B). **4A:** Coronal reconstruction: – measurement of hard palate width (green line) and height (yellow line) at the first premolars region. **4B:** Coronal reconstruction: – measurement of the hard palate width (green line) and height (yellow line) at the first molars region. 1<sup>st</sup> PM first premolar; 1<sup>st</sup> Ms: first molar; R: right; L: left.

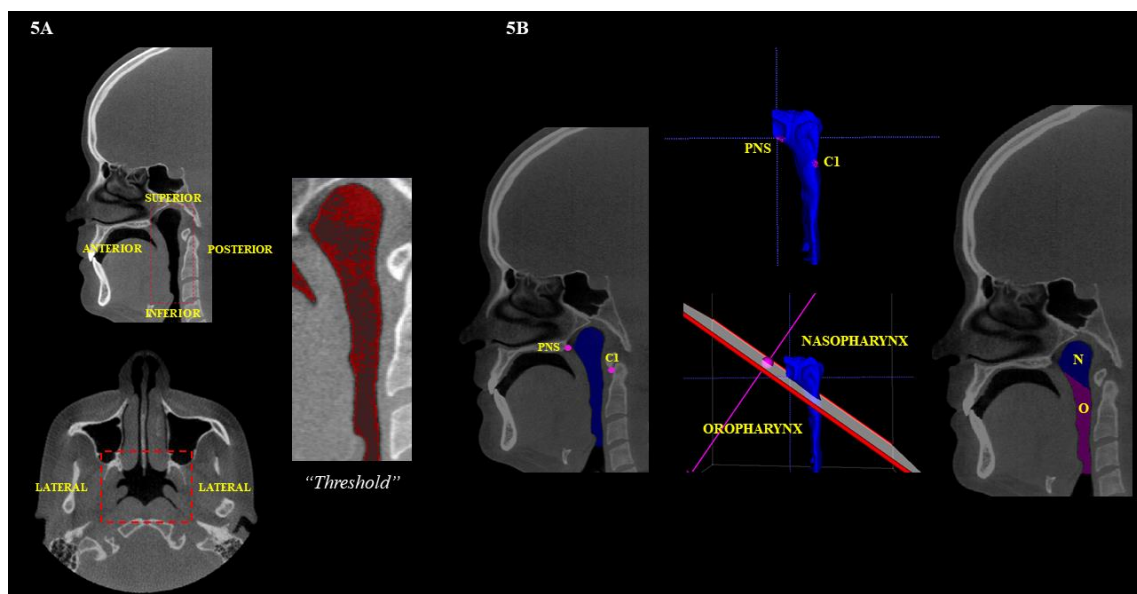


### Volumetric Analysis

The volumetric analysis of the upper airways and maxillary sinuses were performed by semiautomatic segmentation.

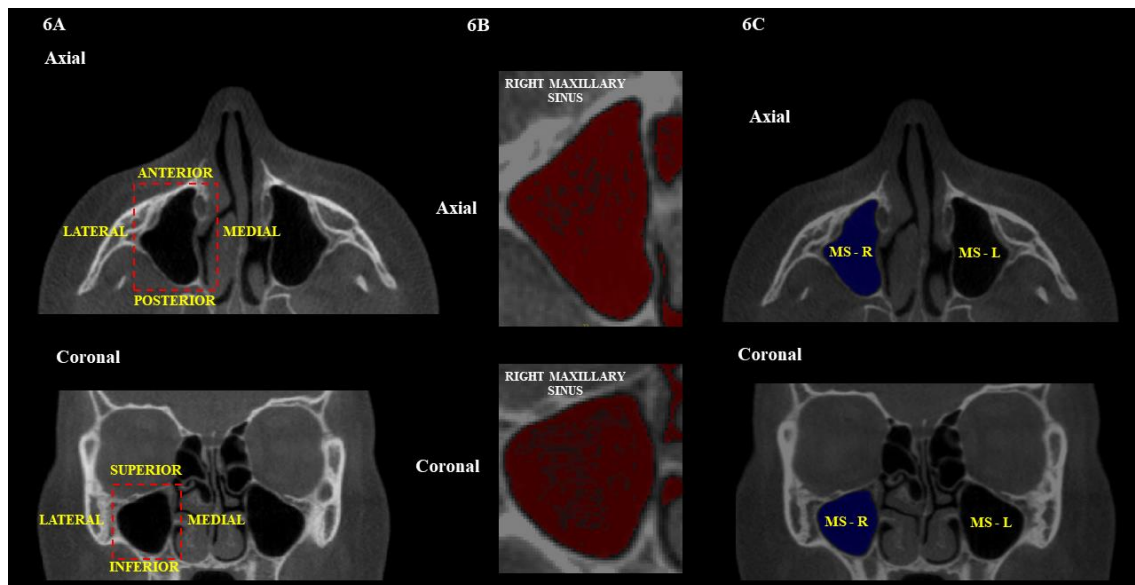
In the evaluation of the upper airways, the volumes of the nasopharynx, oropharynx, and of the entire upper airway were analyzed. Firstly, the region of interest (ROI) for segmentation was established according to the following limits: the anterior limit running along the posterior nasal spine, parallel to the sagittal plane; posterior limit passing through the cervical vertebra (C<sub>2</sub> and C<sub>3</sub>); lateral limits running along the lateral walls of the pharynx; inferior limit passing tangentially to the medial caudal projection of the third cervical vertebra (C<sub>3</sub>), perpendicular to the sagittal plane; and, the superior limit up to the highest point of the nasopharynx.<sup>21</sup> After establishing the ROI, the segmentation was performed by means of three interactive steps: firstly, a threshold range was set to determine the start and end of the segmentation process. A value of -1000 was set for the lower threshold, and a value varying from -660 to -531 was established for the upper threshold, meaning that all voxels with gray values inside that interval were selected to construct the 3D model. After that, “seeds” were placed in the ROI to initiate the segmentation; and lastly, the segmentation evolution was run by selecting its velocity and end. If there was an area that was not defined, a manual adjustment was made by the evaluator. To obtain the volumes of the nasopharynx and oropharynx separately, the software’s scalpel tool was used. An oblique cut line was traced over the reference structures: the lower aspect of the first cervical vertebra (C<sub>1</sub>), and the posterior nasal spine. The upper airway’s total volume, and the volumes of the naso and oropharynx regions were calculated in cubic millimeters (mm<sup>3</sup>) by the software (Fig. 5).

**Figure 5:** Volumetric analysis of upper airways. **5A:** Sagittal and axial reconstructions: Region of Interest (ROI) for upper airway segmentation, and threshold selection for semi-automatic airway filling. **5B:** Upper airways filled, and segmentation for individualization of the nasopharynx (N) – blue region, and oropharynx (O) - pink region. PNS: posterior nasal spine; C1: first cervical vertebra.



Regarding the maxillary sinuses, the volumes of the left and right sinuses were evaluated, and their total volume was obtained. The examiner established the region of interest (ROI) in the CBCT multiplanar reconstructions, using the lateral, medial, superior, inferior, anterior, and posterior walls of the maxillary sinus as limits.<sup>22</sup> Then, the threshold range (lower threshold: -1000; upper threshold: -678 to -518 for the right sinus, and -710 to -572 for left sinus) was set, and semiautomatic filling of the selected region was performed after placing the "seeds" along the ROI. A manual adjustment was made if there was an area that was not defined. The total volume of the maxillary sinuses was established in mm<sup>3</sup> (Fig. 6).

**Figure 6:** Volumetric analysis of maxillary sinuses. **6A:** ROI for segmentation of the maxillary sinuses. **6B:** Threshold selection for semi-automatic filling of the maxillary sinuses. **6C:** Filled maxillary sinus to obtain the volume in mm<sup>3</sup>. MS: maxillary sinus; R: right; L: left.



Thirty days after the end of evaluations, part of the sample (30%) was reassessed to obtain the intraexaminer agreement.

### *Data Analysis*

Intra- and interexaminer agreements were calculated by the intra-class correlation coefficient (ICC) test (>0.75 - excellent; 0.40-0.75 – moderate, and <0.40 – poor).<sup>23</sup>

The normality of the data was verified using the Kolmogorov-Smirnov test. The influence of the studied factors (sex, skeletal malocclusion, facial type, and breathing pattern) on the volumes of the maxillary sinuses and upper airways (oropharynx,

nasopharynx, and total region), as well as on the linear measurements of the hard palate in the regions of the first molars and first premolars, was tested by the multi-way analysis of variance (ANOVA).

In order to observe the relationship between the linear measurements of the hard palate and the volumes of the upper airways and maxillary sinuses, multiple linear regression was used. To do so, first each factor (width and height of the hard palate at the levels of the first premolars and first molars) was subjected to a simple linear regression to verify the possible influence of each of them on the studied volumes. Then, factors showing p-values lower than 0.20 ( $p < 0.20$ ) were applied together in the multiple linear regression.

All analyses were conducted with the Statistical Package for the Social Sciences v.23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), and the Bioestat® v.5.3 (Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM, Brazil) software, with a significance level established at 5% ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS

ICC results revealed excellent intra- and interexaminer agreements for all assessments. For the maxillary sinuses volume, the values of intra- and interexaminer agreements ranged from 0.97 to 0.99, and from 0.96 to 0.99, respectively. For the upper airways volume, the intra- and interexaminer agreements ranged from 0.96 to 0.98, and 0.77 to 0.94, respectively, and for the linear measurements of the hard palate, they ranged from 0.89 to 0.93, and from 0.78 to 0.86.

Table 1 shows the total volume of the maxillary sinuses according to sex, skeletal patterns (skeletal malocclusion, and facial type), and breathing patterns. Among the studied factors, there was an influence of sex on the volume of the maxillary sinuses ( $p < 0.0001$ ), in which males presented greater volumes than females. The other factors did not influence the maxillary sinuses volume ( $p > 0.05$ ).

Table 1. Mean values of volume of the maxillary sinuses according to sex, and skeletal and breathing patterns

| VOLUME OF THE MAXILLARY SINUSES |                 |                         |        |                  |
|---------------------------------|-----------------|-------------------------|--------|------------------|
|                                 |                 | Mean (mm <sup>3</sup> ) | SD     | p-value          |
| Sex                             | Male            | 40.220                  | 10.143 | < <b>0.0001*</b> |
|                                 | Female          | 30.510                  | 7.242  |                  |
| Skeletal Malocclusion           | Class I         | 34.574                  | 9.004  | 0.9571           |
|                                 | Class II        | 35.510                  | 10.853 |                  |
|                                 | Class III       | 36.324                  | 10.649 |                  |
| Facial Type                     | Brachycephalic  | 34.739                  | 9.373  | 0.1580           |
|                                 | Mesocephalic    | 34.225                  | 10.416 |                  |
|                                 | Dolichocephalic | 37.893                  | 10.374 |                  |
| Breathing Pattern               | Nasal           | 36.324                  | 10.117 | 0.3275           |
|                                 | Mouth           | 32.936                  | 9.489  |                  |

SD – Standard Deviation

\*Statistically significant ( $p < 0.05$ ), according to ANOVA

The volume of the upper airways were also influenced by some of the studied factors. For the nasopharynx, males had greater volumes than females ( $p = 0.0197$ ). For the oropharynx, brachycephalic individuals had greater volumes than dolichocephalics ( $p = 0.0423$ ); mesocephalic individuals showed intermediate values and did not differ from the other types ( $p > 0.05$ ). The skeletal malocclusion, and the breathing pattern did not influence the upper airways volume ( $p > 0.05$ ) (Table 2).

Table 2. Relationship between the volume of the upper airways and sex, and skeletal and breathing patterns

|                       |                 | UPPER AIRWAY VOLUME        |       |         |                            |       |                |                            |       |                |
|-----------------------|-----------------|----------------------------|-------|---------|----------------------------|-------|----------------|----------------------------|-------|----------------|
|                       |                 | <i>Total Volume</i>        |       |         | <i>Nasopharynx Volume</i>  |       |                | <i>Oropharynx Volume</i>   |       |                |
|                       |                 | Mean<br>(mm <sup>3</sup> ) | SD    | p-value | Mean<br>(mm <sup>3</sup> ) | SD    | p-value        | Mean<br>(mm <sup>3</sup> ) | SD    | p-value        |
| Sex                   | Male            | 20.756                     | 7.839 | 0.1345  | 89.276                     | 3.227 | <b>0.0197*</b> | 11.836                     | 5.850 | 0.5536         |
|                       | Female          | 19.475                     | 5.976 |         | 83.092                     | 2.659 |                | 11.291                     | 4.194 |                |
| Skeletal Malocclusion | Class I         | 19.933                     | 7.035 | 0.7004  | 85.527                     | 2.778 | 0.4775         | 11.511                     | 5.266 | 0.8986         |
|                       | Class II        | 19.732                     | 6.600 |         | 86.197                     | 3.111 |                | 11.153                     | 4.599 |                |
|                       | Class III       | 21.020                     | 7.405 |         | 86.972                     | 3.079 |                | 12.316                     | 5.377 |                |
| Facial Type           | Brachycephalic  | 20.778                     | 6.957 | 0.1439  | 86.510                     | 2.800 | 0.9220         | 12.282 <sup>A</sup>        | 5.197 | <b>0.0423*</b> |
|                       | Mesocephalic    | 20.029                     | 7.014 |         | 85.393                     | 3.130 |                | 11.490 <sup>AB</sup>       | 4.891 |                |
|                       | Dolichocephalic | 18.919                     | 6.799 |         | 86.448                     | 2.990 |                | 10.297 <sup>B</sup>        | 4.904 |                |
| Breathing Pattern     | Nasal           | 19.960                     | 7.231 | 0.8089  | 85.141                     | 3.012 | 0.3388         | 11.544                     | 5.356 | 0.7551         |
|                       | Mouth           | 20.379                     | 6.358 |         | 88.086                     | 2.844 |                | 11.576                     | 4.390 |                |

SD – Standard Deviation

\*Statistically significant (p&lt;0.05) – ANOVA

Different letters indicate significant difference among facial type for oropharynx volume, according to Post-hoc de Tukey - ANOVA

Table 3 shows the linear measurements of the hard palate according to sex, skeletal patterns, and breathing patterns. There was an influence of sex on the hard palate measurements ( $p < 0.0001$ ), except for height in the first premolars region ( $p = 0.4563$ ). Males presented greater width of the hard palate in both first premolars and first molars regions, and greater values of height of the hard palate in the first molars region. Regarding the facial types, brachycephalic patients had greater values of hard palate width in the first premolars region ( $p = 0.0032$ ) than the other facial types, while dolichocephalic patients had greater height of the hard palate in the first molars regions ( $p = 0.0038$ ). For the height of the hard palate in the first premolars region, dolichocephalic individuals had greater values than brachycephalics ( $p = 0.0154$ ). Similar to upper airways analyses, skeletal malocclusion, and breathing pattern did not influence the measurements of the hard palate.

Table 3. Relationship between the linear measurements of the hard palate and sex, and skeletal and breathing patterns

| LINEAR MEASUREMENTS OF THE HARD PALATE |                 |                     |       |                           |                     |       |                            |           |       |                           |                     |       |                       |
|----------------------------------------|-----------------|---------------------|-------|---------------------------|---------------------|-------|----------------------------|-----------|-------|---------------------------|---------------------|-------|-----------------------|
| <i>First premolars region</i>          |                 |                     |       |                           |                     |       | <i>First molars region</i> |           |       |                           |                     |       |                       |
| <i>Hard palate width</i>               |                 |                     |       | <i>Hard palate height</i> |                     |       | <i>Hard palate width</i>   |           |       | <i>Hard palate height</i> |                     |       |                       |
|                                        |                 | Mean (mm)           | SD    | p-value                   | Mean (mm)           | SD    | p-value                    | Mean (mm) | SD    | p-value                   | Mean (mm)           | SD    | p-value               |
| Sex                                    | Male            | 29.018              | 2.799 | <b>p &lt; 0.0001*</b>     | 9.597               | 3.188 | 0.4563                     | 36.283    | 3.440 | <b>p &lt; 0.0001*</b>     | 13.663              | 2.719 | <b>p &lt; 0.0001*</b> |
|                                        | Female          | 27.509              | 2.606 |                           | 9.100               | 2.266 |                            | 33.692    | 2.904 |                           | 11.761              | 2.137 |                       |
| Skeletal Malocclusion                  | Class I         | 28.298              | 2.647 | 0.6957                    | 9.153               | 2.835 | 0.1646                     | 35.038    | 3.208 | 0.6733                    | 12.454              | 2.563 | 0.4598                |
|                                        | Class II        | 28.005              | 2.929 |                           | 9.827               | 2.542 |                            | 34.432    | 3.528 |                           | 12.596              | 2.729 |                       |
|                                        | Class III       | 28.514              | 2.882 |                           | 8.889               | 2.868 |                            | 35.621    | 3.575 |                           | 13.268              | 2.450 |                       |
| Facial Type                            | Brachycephalic  | 28.970 <sup>A</sup> | 2.761 | <b>0.0032*</b>            | 8.782 <sup>B</sup>  | 2.641 | <b>0.0154*</b>             | 35.759    | 3.349 | 0.0507                    | 12.200 <sup>B</sup> | 2.586 | <b>0.0038*</b>        |
|                                        | Mesocephalic    | 27.919 <sup>B</sup> | 2.810 |                           | 9.438 <sup>AB</sup> | 2.777 |                            | 34.677    | 3.393 |                           | 12.626 <sup>B</sup> | 2.388 |                       |
|                                        | Dolichocephalic | 27.409 <sup>B</sup> | 2.550 |                           | 10.223 <sup>A</sup> | 2.724 |                            | 33.869    | 3.294 |                           | 13.675 <sup>A</sup> | 2.783 |                       |
| Breathing Pattern                      | Nasal           | 28.510              | 2.897 | 0.4446                    | 9.432               | 2.761 | 0.9774                     | 35.315    | 3.566 | 0.5095                    | 12.895              | 2.692 | 0.5390                |
|                                        | Mouth           | 27.657              | 2.497 |                           | 9.146               | 2.753 |                            | 34.150    | 2.964 |                           | 12.222              | 2.378 |                       |

SD – Standard Deviation

\*Statistically significant (p&lt;0.05) – ANOVA

Different letters indicate significant difference among facial type for oropharynx volume, according to Post-hoc de Tukey - ANOVA

Furthermore, in order to observe the relationship between the measurements of the posterior region of the hard palate (width and height) and the volumes of the upper airways and maxillary sinuses, a multiple linear regression analysis was performed (Table 4). It was found an association between the measurements of the hard palate at the first premolars region and the upper airways volume: width and height of the hard palate and the total volume of the upper airway ( $p=0.018$  and  $0.038$ , respectively); width and height of the hard palate and the nasopharynx volume ( $p=0.013$  and  $0.035$ , respectively); and width of the hard palate and the oropharynx volume ( $p=0.024$ ). In this association, the greater the height of the hard palate, the lower the volume of the upper airways and, the greater the width of the hard palate, the higher the volume of the upper airways. It was also observed an association between the width and height of the hard palate at the first molars region and the total volume of the maxillary sinuses ( $p<0.0001$ ), in which the greater the width and height of the hard palate, the greater the volume of the maxillary sinuses.

Table 4. Multiple linear regression for the association between the volumes of the upper airways and maxillary sinuses and the linear measurements of the hard palate

| MULTIPLE LINEAR REGRESSION |                           | Factors                        | BC     | SE    | CI (95% for B)    | p-value               |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|--------|-------|-------------------|-----------------------|
| UPPER AIRWAYS              | <i>Total Volume</i>       | HP width (1 <sup>st</sup> PM)  | 0.189  | 0.197 | (0.082 - 0.857)   | <b>0.018*</b>         |
|                            |                           | HP height (1 <sup>st</sup> PM) | -0.121 | 0.147 | (-0.595 - -0.017) | <b>0.038*</b>         |
|                            |                           | HP width (1 <sup>st</sup> M)   | -0.042 | 0.159 | (-0.398 - 0.228)  | 0.593                 |
|                            | <i>Nasopharynx Volume</i> | HP width (1 <sup>st</sup> PM)  | 0.198  | 0.083 | (0.045 - 0.373)   | <b>0.013*</b>         |
|                            |                           | HP height (1 <sup>st</sup> PM) | -0.123 | 0.062 | (-0.255 - -0.009) | <b>0.035*</b>         |
|                            |                           | HP width (1 <sup>st</sup> M)   | -0.033 | 0.068 | (-0.162 - 0.104)  | 0.669                 |
|                            | <i>Oropharynx Volume</i>  | HP width (1 <sup>st</sup> PM)  | 0.132  | 0.105 | (0.032 - 0.446)   | <b>0.024*</b>         |
|                            |                           | HP height (1 <sup>st</sup> PM) | -0.096 | 0.107 | (-0.386 - 0.034)  | 0.100                 |
| MAXILLARY SINUSES          | <i>Total Volume</i>       | HP width (1 <sup>st</sup> M)   | 0.291  | 0.173 | (0.486 – 1.169)   | <b>p &lt; 0.0001*</b> |
|                            |                           | HP height (1 <sup>st</sup> M)  | 0.358  | 0.229 | (0.895 – 1.798)   | <b>p &lt; 0.0001*</b> |

HP – Hard palate

1<sup>st</sup> PM – Region of the first premolars1<sup>st</sup> M – Region of the first molars

BC – Beta Coefficient

SE – Standard Error

CI – 95% Confidence Interval for Beta

\*Significant association (p&lt;0.05), according to Multiple linear regression

## DISCUSSION

The hard palate is one of the central structures of the stomatognathic system, and it presents great anatomical and clinical importance, as it assists in different orofacial functions, including breathing.<sup>1,3</sup> When there is an imbalance between the structures of the stomatognathic system due to airway obstruction, or due to changes in the direction of growth and development of the face, the hard palate may change and adapt its morphology, position, and function.<sup>2,4</sup> In this study, it was performed a morphometric evaluation of the upper airways, maxillary sinuses, and hard palate in patients of different sexes, and skeletal and breathing patterns. It was also investigated if there is an association between the measurements of the hard palate and the volumes of the upper airways and maxillary sinuses. It was found that sex and facial type influence the measurements of the hard palate, as well as the volumes of the maxillary sinuses and upper airways. In addition, it was observed an association between the measurements of the hard palate and the volumes of the maxillary sinuses and upper airways.

In this study, males showed a significantly greater volume of the maxillary sinuses than females, corroborating the findings of previous studies.<sup>22,24,25</sup> Conversely, Endo et al. (2010)<sup>26</sup> and Gulec et al. (2020)<sup>27</sup> found no significant difference between sexes for this measurement. However, the study by Endo et al. (2010)<sup>26</sup> was based on linear measurements in conventional radiographs, which present image overlapping and magnification, hampering the execution of precise measurements, while the research of Gulec et al. (2020)<sup>27</sup> was based on a sample (n=133) smaller than ours and included children. Regarding the different skeletal malocclusions, no significant differences were found between them for the maxillary sinuses volume. The study of Endo et al. (2010)<sup>26</sup> also demonstrated no significant differences between class I, II, and III patients for the volume of the maxillary sinuses; however, we cannot directly compare this results to ours, as the methodologies adopted were different. As far as we know, the present study was the first to assess the maxillary sinuses volumes in patients of different skeletal malocclusions, using CBCT images. In relation to the facial type, no significant difference was found in the volumes of the maxillary sinuses among brachy, meso and dolichocephalic patients, agreeing with the results reported by Oksayan et al. (2017).<sup>8</sup> About the breathing pattern, no significant difference was found between nasal and mouth breathing patterns for the maxillary sinus volume, which differs from the reports of Tikku

et al. (2013) and Agacayak et al. (2015).<sup>9,10</sup> However, these studies were conducted in patients under 15 years of age, in which the maxillary sinuses are not yet fully developed.

In regard to the upper airways, the volumes of the nasopharynx and oropharynx were measured, as well as their total volume (both naso and oropharynx regions). For the sex variable, there was a significant difference in the volume of the nasopharynx, with males showing a greater volume than females, corroborating the results of previous studies.<sup>28,29</sup> No significant differences were found among the skeletal malocclusions for the volumes of the upper airways, which is also in line with prior researches.<sup>21,30-32</sup> Other previous authors found a relationship between the upper airway volume and skeletal malocclusion.<sup>33-35</sup> Nevertheless, it is not possible to directly compare the results because the methodologies applied in these studies are different. The previously mentioned authors included the epiglottis in the volumetric assessment, and delimited the oropharynx up to the second cervical vertebra, in addition to evaluating patients under 18 years of age. Paul et al. (2015)<sup>35</sup> only assessed class I and II patients. In relation to the facial type, a significant difference in the oropharynx volume was found, with brachycephalic individuals presenting greater volumes than dolichocephalics, which is in concordance with previous reports.<sup>36-38</sup> On the other hand, Brasil et al. (2016)<sup>21</sup> found no significant differences in the volume of the airways among the various facial types, despite the fact that they have employed a methodology similar to ours. We believe that the different sample size (n=74), and groups distribution, may be related to the differences between their findings and ours. In the present study, the airways volume did not differ between the different breathing patterns, disagreeing with the study of Alves et al. (2011).<sup>15</sup> The reason for this disagreement may be related to the fact that this previous research had pediatric patients (5 to 10 years of age) as part of the sample. According to the scientific literature, during the craniofacial growth, the airways of pediatric patients (8 to 18 years old) undergo changes in length and volume over the years, which makes it difficult to standardize comparisons among patients within these age range.<sup>39</sup>

About the morphometric analysis of the hard palate, significant differences were found between sexes, and among the facial types, for some measurements. Males had greater width of the hard palate at the first molars region, and greater values of height of the hard palate at the first premolars region, corroborating previous studies.<sup>40,41</sup> For facial types, in general, dolichocephalic individuals presented greater height of the hard palate,

whereas brachycephalic patients had greater width of the hard palate, in the first premolars region. In view of this result, it is possible to observe the influence of the vertical growth trend in the shape of the hard palate, due to the fact that the greater vertical tendency of growth (dolichocephalic) presented greater height of the hard palate, while the greater horizontal tendency (brachycephalic) showed greater width of the hard palate. These results corroborate the theories presented by Vucic et al. (2019)<sup>2</sup> and Miranda-Viana et al. (2020)<sup>4</sup> that the bone structures of the craniofacial complex adapt to variations in craniofacial growth trends. Conversely, two previous studies reported no significant differences among facial types for linear measurements of the hard palate.<sup>13,14</sup> However, these studies were based on plaster models, which present deformations inherent to molding and plastering, while in our study, the hard palate was evaluated by means of CBCT scans, which provide three-dimensional images with no magnification or distortion. No significant differences were identified among the different skeletal malocclusions for the hard palate morphometry. This may be related to the fact that the skeletal malocclusions are defined by the position of the mandible in relation to the base of the skull, not influencing the width and / or height of the hard palate. To our knowledge, no other study in the literature has performed this type of analysis. Therefore, further studies are encouraged in order to confirm or refute our hypothesis. In regard to the breathing pattern, no significant difference was observed between mouth and nasal breathing patterns for the morphometric analysis of the hard palate, which is in disagreement with prior researches.<sup>12,16,42</sup> These different findings are believed to have occurred because these studies were carried out in plaster models, and the sample assessed was composed of children with mixed dentition.

A linear regression was developed to investigate a possible relationship between the hard palate measurements and the volumes of the upper airways and maxillary sinuses. It was found an association between the width and height of the hard palate at the level of the first molars and the total volume of the maxillary sinuses. It was also found an association between the width and height of the hard palate at the level of the first premolars and the volumes of the upper airways (total volume) and nasopharynx; and, between the hard palate width and the oropharynx. This finding can contribute to additional clinical information, and to assist in the elaboration of the treatment plan in different areas, such as orthodontics, surgery, and otorhinolaryngology. Grauer et al. (2009)<sup>28</sup>, and Gupta et al. (2016)<sup>31</sup> reported an association between facial width and upper

airway volume. Despite the different methodology employed, their results corroborate those of the present study, given the fact that the hard palate is influenced by the craniofacial development. The association between the linear measurements of the hard palate at the level of the first molars and the volume of the maxillary sinuses is believed to be related to sex. Previous studies have reported an association between dentofacial measurements and the volume of the maxillary sinuses, in which the greater the linear dimension, the greater the volume.<sup>26,43,44</sup> These findings agree with our results, as males presented greater measurements of the hard palate at the first molars level, and of total volume of the maxillary sinus.

Thus, the authors consider that the relationship between the linear measurements of the hard palate at the first premolars region and the volume of the upper airways may be due to the craniofacial growth trend. Dolichocephalic patients have a tendency of vertical craniofacial growth, presenting a narrower and deeper hard palate. On the other hand, brachycephalic patients have a tendency of horizontal craniofacial growth, presenting a regular and larger hard palate.<sup>4,13,16</sup> This is in concordance with the results of this study, in which dolichocephalic and brachycephalic individuals presented greater values of height and width of the hard palate, respectively, at this region. In addition, the study of Fernandes et al. (2017)<sup>45</sup> observed a trend towards vertical growth when the oropharynx permeability is reduced. In our research, dolichocephalic patients presented lower volume of the airways at the oropharynx region than brachycephalics. Given these characteristics, there is an indication that the width and height of the posterior region of the hard palate are associated with the volume of the upper airways, as patients with greater height and width of the hard palate presented lower and greater values of volume, respectively.

In view of the results presented and discussed, we understand that the stomatognathic system is directly linked to the craniofacial growth and development, and that variations in these trends may lead to changes in the associated structures. The influence of the hard palate on the volumes of the maxillary sinuses and upper airways shows the clinical and anatomical importance of this bone. Therefore, knowledge about our findings may contribute to the diagnosis and treatment planning of orthodontic and surgical patients, in addition to adding clinical information and, if necessary, referring them to other health professionals, such as speech therapists and otorhinolaryngologists.

## CONCLUSIONS

Sex and facial type influence the volumes of the maxillary sinuses and upper airways (nasopharynx, and oropharynx), and the measurements of the posterior region of the hard palate. In addition, there is an association between the morphometry of the hard palate and the volumes of the maxillary sinuses and upper airways.

Therefore, a morphometric analysis of the hard palate is recommended to provide clinical information for procedures involving the airways and / or the maxillary sinuses, as a significant relationship between these structures was found.

**ACKNOWLEDGEMENTS**

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

## REFERENCES

1. Pereira TS, de Oliveira F CM. Association between harmful oral habits and the structures and functions of the stomatognathic system: perception of parents/guardians. *CoDAS* 29:1-6, 2017.
2. Zhao L, Monahan R. Functional assessment of the stomatognathic system. *Clin Plast Surg.* 34:1-9, 2007.
3. Janssen R, Moisik SR, Dediu D. Modelling human hard palate shape with Bézier curves. *PLoS One* 13:1-38, 2018.
4. Miranda-Viana M, Freitas DQ, Gomes AF, Prado FB, Nejaim Y. Classification and Morphological Analysis of the Hard Palate in Cone-Beam Computed Tomography Scans: A Retrospective Study. *J Oral Maxillofac Surg.* 20:31414-2, 2020.
5. Thilander B. Basic mechanisms in craniofacial growth. *Acta Odontol Scand.* 53:144-151, 1995.
6. Da Costa ED, Roque-Torres GD, Brasil DM, Bóscolo FN, de Almeida SM AG. Correlation between the position of hyoid bone and subregions of the pharyngeal airway space in lateral cephalometry and cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 87:688-95, 2017.
7. El Aouame A, Daoui A EQF. Nasal breathing and the vertical dimension: A cephalometric study. *Int Orthod.* 14:491-502, 2016.
8. Oksayan R, Sokucu O, Yesildal S. Evaluation of maxillary sinus volume and dimensions in different vertical face growth patterns: a study of cone-beam computed tomography. *Acta Odontol Scand.* 75:345-9, 2017.
9. Tikku T, Khanna R, Saehan K et al. Dimensional changes in maxillary sinus of mouth breathers. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 3:9-14, 2013.
10. Agacayak KS, Gulsun B, Koparal M, Atalay Y AO et al. Alterations in Maxillary Sinus Volume among Oral and Nasal Breathers. *Med Sci Monit.* 21:18–26, 2015.
11. Lione R, Buongiorno M, Franchi L, Cozza P. Evaluation of maxillary arch dimensions and palatal morphology in mouth-breathing children by using digital dental casts. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 78:91-5, 2014.

12. Berwig LC, Silva AM, Côrrea EC, Moraes AB, Montenegro MM, Ritzel RA. Hard palate dimensions in nasal and mouth breathers from different etiologies. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 23:308-314, 2011.
13. Esteves A, Bommarito S. Evaluation of palatine depth and dimensions of the upper dental arch in patients with malocclusion and different facial types. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial.* 12:84-98, 2007.
14. Ahmed HM, Alkhawaja NF, Nahidh M. Assessment of Palatal Dimensions in a Sample of Iraqi Adults with Different Facial Forms. *Iraqi Orthod J.* 10:8-11, 2014.
15. Alves M Jr, Baratieri C, Nojima LI, Nojima MC, Ruellas AC. Three-dimensional assessment of pharyngeal airway in nasal- and mouth-breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 75:1195-9, 2011.
16. Trevisan ME, Bellinaso JH, Pacheco Ade B, Augé LB, Silva AM, Corrêa EC. Respiratory mode, nasal patency and palatine dimensions. *Codas.* 27:201-6, 2015.
17. Gandini LG, Santos-Pinto A, Raveli DB, Sakima MT, Martins LP, Sakima T, Gonçalves JR, Barreto CS. Cephalometric analysis standard Unesp Araraquara. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial.* 10:139-57, 2008.
18. Berwing LC, Figueiredo FSP, Bolzan GP, Milanesi JM, Marquesan M, Busanello-Stella AR, Silva AMT. Anthropometric orofacial measurements of children according to facial type. *Rev CEFAC.* 19:63-8, 2017.
19. Chaves TC, de Andrade e Silva TS, Monteiro SA, Watanabe PC, Oliveira AS GD. Craniocervical posture and hyoid bone position in children with mild and moderate asthma and mouth breathing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 74:1021-7, 2010.
20. Chung Leng Muñoz I, Beltri Orta P. Comparison of cephalometric patterns in mouth breathing and nose breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 78:1167-72, 2014.
21. Brasil DM, Kurita LM, Groppo FC, Haiter-Neto F. Relationship of craniofacial morphology in 3-dimensional analysis of the pharynx. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 149:683-91, 2016.

22. Farias Gomes A, de Oliveira Gamba T, Yamasaki MC, Groppo FC, Haiter Neto F, Possobon RF. Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study. *Int J Legal Med.* 133:1241-1249, 2019.
23. Fleiss JL, Cohen J. The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educ Psychol Meas.* 33:613-9, 1973.
24. Aktuna Belgin C, Colak M, Adiguzel O, Akkus Z, Orhan K. Three-dimensional evaluation of maxillary sinus volume in different age and sex groups using CBCT. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 276:1493-1499, 2019.
25. Radulesco T, Michel J, Mancini J, Dessi P, Adalian P. Sex Estimation from Human Cranium: Forensic and Anthropological Interest of Maxillary Sinus Volumes. *J Forensic Sci.* 63:805-808, 2018.
26. Endo T, Abe R, Kuroki H, Kojima K, Oka K, Shimooka S. Cephalometric evaluation of maxillary sinus sizes in different malocclusion classes. *Odontology.* 98:65-72, 2010.
27. Gulec M, Tassoker M, Magat G, Lale B, Ozcan S, Orhan K. Three-dimensional volumetric analysis of the maxillary sinus: a cone-beam computed tomography study. *Folia Morphol (Warsz).* 79:557-562, 2020.
28. Grauer D, Cevitanes LS, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 136:805-814, 2009.
29. Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 18:1-11, 2015.
30. Indriksone I, Jakobsone G. The upper airway dimensions in different sagittal craniofacial patterns: systematic review. *Stomatologija* 16:109-117, 2014.
31. Gupta JV, Makhija PG, Gupta KC. Does a correlation exist between nasal airway volume and craniofacial morphology: A cone beam computed tomography study. *Indian J Dent Res.* 27:359-363, 2016.

32. Jadhav M, Bhosale V, Patil A, Shinde S. Comparison of Volumetric Dimensions of Pharyngeal Airway for Different Dentofacial Skeletal Patterns Using Cone Beam Computed Tomography. *Folia Med (Plovdiv)*. 62:572-577, 2020.
33. El H, Palomo JM. Airway volume for different dentofacial skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 39:511-521, 2011.
34. Zheng ZH, Yamaguchi T, Kurihara A, Li HF, Maki K. Three-dimensional evaluation of upper airway in patients with different anteroposterior skeletal patterns. *Orthod Craniofac Res*. 17:38-48, 2014.
35. Paul D, Varma S, Ajith VV. Airway in Class I and Class II skeletal pattern: A computed tomography study. *Contemp Clin Dent*. 6:293-298, 2015.
36. Celikoglu M, Bayram M, Sekerci AE, Buyuk SK, Toy E. Comparison of pharyngeal airway volume among different vertical skeletal patterns: a cone-beam computed tomography study. *Angle Orthod*. 84:782-787, 2014.
37. Sprenger R, Martins LAC, Dos Santos JCB, de Menezes CC, Venezian GC, Degan VV. A retrospective cephalometric study on upper airway spaces in different facial types. *Prog Orthod*. 18:25, 2017.
38. Wang T, Yang Z, Yang F, Zhang M, Zhao J, Chen J, Li Y. A three dimensional study of upper airway in adult skeletal Class II patients with different vertical growth patterns. *PLoS One* 9:95544, 2014.
39. Chiang CC, Jeffres MN, Miller A, Hatcher DC. Three-dimensional airway evaluation in 387 subjects from one university orthodontic clinic using cone beam computed tomography. *Angle Orthod*. 82:985-992, 2012.
40. Mustafa AG, Tashtoush AA, Alshboul OA, Allouh MZ, Altarifi AA. Morphometric Study of the Hard Palate and Its Relevance to Dental and Forensic Sciences. *Int J Dent*. 2019:1-6, 2019.
41. Berwig LC, Marquezan M, Milanesi JM, Montenegro MM, Ardenghi TM, Toniolo da Silva AM. Do gender and age influence hard palate dimensions? A systematic review. *Codas* 30:1-14, 2018.

42. Tang H, Liu Q, Lin JH, Zeng H. Three-dimensional morphological analysis of the palate of mouth-breathing children in mixed dentition. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 37:389-393, 2019.
43. Alhazmi A. Association between Maxillary Sinus Dimensions and Midface Width: 2-D and 3-D Volumetric Cone-beam Computed Tomography Cross-sectional Study. *J Contemp Dent Pract*. 21:317-321, 2020.
44. Yassaei S, Emami A, Mirbeigi S. Cephalometric association of mandibular size/length to the surface area and dimensions of the frontal and maxillary sinuses. *Eur J Dent*. 12:253-261, 2018. [http://doi.org/10.4103/ejd.ejd\\_345\\_17](http://doi.org/10.4103/ejd.ejd_345_17)
45. Fernandes P, Pinto J, Ustrell-Torrent J. Relationship between oro and nasopharynx permeability and the direction of facial growth. *Eur J Paediatr Dent*. 18:37-40, 2017.

### 3. DISCUSSÃO

No presente trabalho, foi desenvolvida uma classificação anatômica das características morfológicas do palato duro e investigada a existência de uma relação entre essas características e os diferentes padrões esqueléticos (má oclusão esquelética e tipo facial). Ainda, foi realizada análise morfométrica da região posterior do palato duro ao nível dos primeiros pré-molares e molares superiores e análise volumétrica das vias aéreas superiores e dos seios maxilares dos pacientes, baseadas em imagens de TCFC do biobanco da clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP/UNICAMP). O palato duro foi classificado de acordo com três características morfológicas: profundidade (retilíneo, regular ou profundo), inclinação em relação ao plano horizontal (superior, paralelo ou inferior) e a presença de uma projeção óssea em sua região posterior (em forma de S ou não).

Na análise morfológica do palato duro, observou-se uma associação significativa entre a profundidade do palato duro e a má oclusão esquelética, enquanto houve uma associação significativa entre a inclinação superior-inferior do palato duro com o tipo facial. A presença da projeção óssea na região posterior do palato duro mostrou estar significativamente relacionada a ambos os padrões esqueléticos. Já na análise volumétrica, das vias aéreas superiores e dos seios maxilares, e morfométrica do palato duro, foi constatado que o sexo e o tipo facial influenciaram o volume das vias aéreas superiores e a morfometria da região posterior do palato duro. O volume dos seios maxilares foi influenciado apenas pelo sexo. Além disso, constatou-se associação entre o volume total das vias aéreas superiores com a análise morfométrica da região posterior do palato duro ao nível dos primeiros pré-molares e do volume total dos seios maxilares com a região posterior do palato duro ao nível dos primeiros molares.

Quanto às diferentes classes esqueléticas, foi observada uma associação significativa com a característica morfológica de profundidade do palato duro e a presença da projeção óssea em forma de S na região posterior, sendo a malocclusão esquelética classe II a mais frequente em palatos profundos e com a presença da projeção óssea. Embora não tenhamos avaliado a posição da língua dos pacientes, tal condição pode estar relacionada com as nossas descobertas a respeito das classes esqueléticas. De acordo com estudos anteriores (Fatima e Fida, 2019; Yu e Gao, 2019), a pressão da língua

contra o palato duro é um importante fator que pode influenciar em sua morfologia. A língua dos indivíduos de maloclusão esquelética II é posicionada de forma mais superior, em estreita relação com o palato duro, exercendo pressão contra este osso durante seu desenvolvimento, o que pode explicar nossos resultados de palatos duros mais profundos e com maior presença da projeção óssea na região posterior para este grupo. Por outro lado, em pacientes com maloclusão esquelética III, a língua está em uma posição mais baixa, próxima ao assoalho da cavidade oral, exercendo menos pressão contra o palato duro, o que pode explicar nossos resultados de maior frequência de palatos duros regulares e menor frequência da projeção óssea em forma de S.

Já em relação aos diferentes tipos faciais, identificou-se relação significativa com todas as características morfológicas avaliadas e a análise morfométrica do palato duro. Indivíduos braquicefálicos apresentaram uma maior quantidade de palatos duros regulares, inclinação paralela, presença da projeção óssea e maior largura do palato duro na região de pré-molares, enquanto os dolicocefálicos apresentaram uma maior frequência de palatos duros profundos, inclinação inferior, ausência da projeção óssea e maior altura do palato duro na região posterior de pré-molares e molares. Esses resultados corroboram com a teoria apresentada, pela literatura científica, de que as estruturas ósseas se adaptam quando há uma variação na normalidade em relação à tendência de desenvolvimento e crescimento craniofacial (Pereira e de Oliveira, 2017; Vucic et al., 2019). Os indivíduos braquicefálicos tem uma tendência de crescimento mais horizontal, o que pode justificar a maior frequência de palatos duros regulares e em posição mais paralela em relação ao plano horizontal, além de maior largura do palato duro.

Em relação a maior frequência da projeção óssea na região posterior do palato duro nos pacientes braquicefálicos, com base na literatura atual, o resultado indica a altura facial e o comportamento mecânico dos músculos mandibulares (masseteres e temporais) como um possível fator para o desenvolvimento da projeção óssea posterior (Ranly, 2000; Nickel et al., 2017). Em contrapartida, os indivíduos dolicocefálicos tem uma tendência de crescimento mais vertical, o que fundamenta a maior frequência de palatos duros profundos e de maior altura na região posterior. Além disso, apresentam também uma maior propensão a desenvolverem mordida aberta, com a língua posicionada de forma mais anterior, mais próxima a região de assoalho bucal do que ao palato duro (Pedrazzi, 1997; Murakami et al., 2016). Baseado em tais aspectos, acredita-se que a maior

frequência de inclinação inferior do palato duro e também menor quantidade na presença da projeção óssea nos pacientes dolicocefálicos, até certo ponto, sejam por essas características.

Os diferentes tipos faciais influenciaram também no volume das vias aéreas superiores, na região da orofaringe, com indivíduos braquicefálicos apresentando valores de volume maiores do que os dolicocefálicos, corroborando com estudos anteriores (Celikoglu et al., 2014; Sprenger et al., 2017). Um estudo desenvolvido por Fernandes et al. (2017), observaram uma maior tendência de crescimento vertical da face quando o volume da orofaringe é reduzido. Estudos conduzidos por Grauer et al. (2009) e Gupta et al. (2016) encontraram uma associação entre a largura facial e volume das vias aéreas. Dessa forma, entende-se que os achados do presente estudo também estão relacionados e influenciados pela predisposição de desenvolvimento e crescimento craniofacial, na condição de uma tendência mais horizontal, mais larga a via aérea e maior o volume apresentado, no caso dos indivíduos braquicefálicos. Por outro lado, em uma tendência mais vertical, como apontada nos pacientes dolicocefálicos, mais estreita a via aérea superior e, consequentemente, menor o volume apresentado. Em compensação, Brasil et al. (2016), não encontraram diferenças significativas no volume da via aérea superior entre os diferentes tipos faciais, apesar da metodologia empregada ser similar ao presente estudo. Entretanto, acreditamos que o tamanho diferente da amostra (n=74 indivíduos) e a distribuição dos grupos pode explicar as diferenças entre a descoberta dos autores e as nossas.

Conforme a literatura, nenhum estudo investigou a correlação das medidas lineares do palato duro com o volume das vias aéreas superiores e dos seios maxilares. Contudo, acredita-se que a associação encontrada entre as medidas lineares do palato duro na região dos primeiros molares com o volume dos seios maxilares esteja relacionada ao sexo, pois há relatos de associações entre as medidas dentofaciais e o volume dos seios maxilares, verificando que quanto maior for essa medida, maior o volume dos seios maxilares (Endo et al., 2010; Yassaei et al., 2018; Alhazmi, 2020). Estes achados corroboram com nossos resultados, pois os pacientes do sexo masculino apresentaram valores maiores na dimensão de altura posterior do palato duro ao nível dos primeiros molares, que também tiveram maiores valores no volume total dos seios maxilares. Já em relação a associação encontrada das medidas lineares do palato duro na região dos

primeiros pré-molares com o volume das vias aéreas superiores, pode estar ligada à tendência do padrão de crescimento craniofacial, pelo fato dos pacientes dolicocefálicos terem apresentado maiores valores em altura do palato duro, enquanto os braquicefálicos apresentaram maiores valores de largura. Com base nos estudos de Grauer et al. (2009), Gupta et al. (2016) e Fernandes et al. (2017), e nas características craniofaciais desses padrões esqueléticos verticais, há uma tendência de que a largura e a altura do palato duro, em sua região posterior, estejam associadas ao volume das vias aéreas, baseados na orientação do crescimento craniofacial, já que os pacientes com maior largura e altura do palato duro apresentaram valores de volume das vias aéreas superiores maiores e menores, respectivamente.

Diante do exposto, entende-se que as estruturas dinâmicas e estáticas do sistema estomatognático está diretamente ligado ao crescimento e desenvolvimento craniofacial, bem como variações nestas tendências podem levar a mudanças na forma, posição e função das estruturas associadas, incluindo o palato duro. Neste estudo, foram observadas características morfológicas distintas do palato duro em pacientes com diferentes maloclusões esqueléticas e tipos faciais, e uma associação entre as dimensões do palato duro nas regiões dos primeiros molares superiores (altura) com o volume total dos seios maxilares e dos pré-molares superiores (largura e altura) com o volume total das vias aéreas superiores, o que mostra a importância clínica e anatômica desta estrutura anatômica. Ainda, foi desenvolvido um sistema de classificação sobre as características morfológicas do palato duro. A classificação padronizada para o palato duro pode ser útil em pesquisas posteriores e também favorecer a comunicação científica entre profissionais de saúde e anatomistas.

Vale ressaltar que o presente estudo tem uma limitação em relação ao seu desenho, por ser transversal, no qual as associações não implicam em relações causais. Entretanto, apesar desta limitação, a amostra bem distribuída e homogênea estudada, associada a uma análise tridimensional do palato duro, baseadas em imagens de TCFC, levou à obtenção de resultados confiáveis e com excelentes acordos intra e interexaminadores para todas as avaliações executadas.

Assim, o conhecimento sobre nossas descobertas pode acrescentar informações clínicas e contribuir para o diagnóstico, planejamento do tratamento e intervenções em pacientes ortodônticos e/ou cirúrgicos associadas à morfologia do palato duro. Ainda, se necessário, encaminhá-los a outros profissionais da saúde, como fonoaudiólogos e

otorrinolaringologistas. Além disso, pode auxiliar o cirurgião-dentista a identificar se a morfologia do palato duro de um paciente está modificada seja em relação ao sexo, maloclusão esquelética e/ou tipo facial. E, caso necessário, o profissional pode ponderar se uma abordagem corretiva é indicada. Portanto, são encorajados estudos futuros investigando essa relação clínica.

#### **4. CONCLUSÃO**

Com base nas informações obtidas no presente trabalho, conclui-se que o palato duro apresenta distintas características morfológicas nos diferentes sexos e padrões esqueléticos de desenvolvimento (maloclusão esquelética e tipo facial). Além disso, observou-se uma significativa associação entre o palato duro e as vias aéreas superiores e os seios maxilares, o que sugere que uma avaliação tridimensional desse osso pode ser relevante para a obtenção de informações adicionais no planejamento de terapêuticas ortodônticas e/ou cirúrgicas do complexo craniomaxilofacial.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

- Agacayak KS, Gulsun B, Koparal M, Atalay Y AO et al. Alterations in Maxillary Sinus Volume among Oral and Nasal Breathers. *Med Sci Monit.* 2015; 21(2):18-26.
- Ahmed HM, Alkhawaja NF, Nahidh M. Assessment of Palatal Dimensions in a Sample of Iraqi Adults with Different Facial Forms. *Iraqi Orthod J.* 2014; 10(1):8-11.
- Alhazmi A. Association between Maxillary Sinus Dimensions and Midface Width: 2-D and 3-D Volumetric Cone-beam Computed Tomography Cross-sectional Study. *J Contemp Dent Pract.* 2020; 21(3):317-321.
- Alves M Jr, Baratieri C, Nojima LI, Nojima MC, Ruellas AC. Three-dimensional assessment of pharyngeal airway in nasal- and mouth-breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011; 75(9):1195-9.
- Benedicto EN, Kairalla SA, Kaieda AK, Miranda SL de, Torres FC, Paranhos LR. Determination of the vertical skeletal facial pattern. *Rev Bras Cir Craniomaxilofac.* 2011; 14(1):44-9.
- Berwig LC, Marquezan M, Milanesi JM, Montenegro MM, Ardenghi TM, Toniolo da Silva AM. Do gender and age influence hard palate dimensions? A systematic review. *Codas.* 2018; 30(5):1-14.
- Berwig LC, Silva AM, Côrrea EC, Moraes AB, Montenegro MM, Ritzel RA. Hard palate dimensions in nasal and mouth breathers from different etiologies. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011; 23(4):308-314.
- Brasil DM, Kurita LM, Groppo FC, Haiter-Neto F. Relationship of craniofacial morphology in 3-dimensional analysis of the pharynx. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016; 149(5):683-91.

---

<sup>1</sup> De acordo com as normas da FOP/UNICAMP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors – Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed

Celikoglu M, Bayram M, Sekerci AE, Buyuk SK, Toy E. Comparison of pharyngeal airway volume among different vertical skeletal patterns: a cone-beam computed tomography study. *Angle Orthod.* 2014; 84(5):782-787.

Chaves TC, de Andrade e Silva TS, Monteiro SA, Watanabe PC, Oliveira AS GD. Craniocervical posture and hyoid bone position in children with mild and moderate asthma and mouth breathing. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2010; 74(9):1021-7.

Chung Leng Muñoz I, Beltri Orta P. Comparison of cephalometric patterns in mouth breathing and nose breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014; 78(7):1167-72.

Costa EDD, Peyneau PD, Roque-Torres GD, et al. The relationship of articular eminence and mandibular fossa morphology to facial profile and gender determined by cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2019; 128(6):660-666.

da Costa ED, Roque-Torres GD, Brasil DM, Bóscolo FN, de Almeida SM AG. Correlation between the position of hyoid bone and subregions of the pharyngeal airway space in lateral cephalometry and cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2017; 87(5):688-95.

de Rezende Barbosa G, Ramirez-Sotelo LR, Alencar PNB de Almeida SM. Comparison of palatal bone height in different facial morphological patterns by cone beam computed tomography. *Brazilian Journal of Oral Sciences.* 2015; 14(3):182-185.

Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 2015; 18(1):1-11.

El Aouame A, Daoui A EQF. Nasal breathing and the vertical dimension: A cephalometric study. *Int Orthod.* 2016; 14(4):491-502.

El Nahass H, Naiem SN. Palatal bone dimensions on cone beam computed tomography. Implications for the palate as autogenous donor site: an observational study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 45(1):99-103.

Endo T, Abe R, Kuroki H, Kojima K, Oka K, Shimooka S. Cephalometric evaluation of maxillary sinus sizes in different malocclusion classes. *Odontology*. 2010; 98(1):65-72.

Esteves A, Bommarito S. Evaluation of palatine depth and dimensions of the upper dental arch in patients with malocclusion and different facial types. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial*. 2007; 12(4):84-98.

Farias Gomes A, de Oliveira Gamba T, Yamasaki MC, Groppo FC, Haiter Neto F, Possobon RF. Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study. *Int J Legal Med*. 2019; 133(4):1241-1249.

Fatima F, Fida M. The assessment of resting tongue posture in different sagittal skeletal patterns. *Dental Press J Orthod*. 2019; 24(3):55-63.

Fernandes P, Pinto J, Ustrell-Torrent J. Relationship between oro and nasopharynx permeability and the direction of facial growth. *Eur J Paediatr Dent*. 2017; 18(1):37-40.

Fernandez CCA, Pereira CVCA, Luiz RR, Vieira AR, De Castro Costa M. Dental anomalies in different growth and skeletal malocclusion patterns. *Angle Orthod*. 2018; 88(2):195-201.

Fleiss JL, Cohen J. The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educ Psychol Meas*. 1973; 33(3):613-9.

Gandini LG, Santos-Pinto A, Raveli DB, Sakima MT, Martins LP, Sakima T, Gonçalves JR, Barreto CS. Cephalometric analysis standard Unesp Araraquara. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial*. 2008; 10(1):139-57.

Grauer D, Cevidanes LS, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009; 136(6):805-814.

Grippaudo C, Paolantonio EG, Antonini G, Saulle R, La Torre G, Deli R. Association between oral habits, mouth breathing and malocclusion. *Associazione fra abitudini viziate, respirazione orale e malocclusione. Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2016; 36(5):386-394.

Gupta JV, Makhija PG, Gupta KC. Does a correlation exist between nasal airway volume and craniofacial morphology: A cone beam computed tomography study. *Indian J Dent Res.* 2016; 27(4):359-363.

Janssen R, Moisik SR, Dediu D. Modelling human hard palate shape with Bézier curves. *PLoS One.* 2018; 13(2):1-38.

Lammert A, Proctor M, Narayanan S. Morphological variation in the adult hard palate and posterior pharyngeal wall. *J Speech Lang Hear Res.* 2013; 56(2):521-30.

Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977; 33(1):159-74.

Leung MY, Leung YY. Three-dimensional evaluation of mandibular asymmetry: a new classification and three-dimensional cephalometric analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2018; 47(8):1043-1051.

Lione R, Buongiorno M, Franchi L, Cozza P. Evaluation of maxillary arch dimensions and palatal morphology in mouth-breathing children by using digital dental casts. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014; 78(1):91-5.

MacDonald D. Cone-beam computed tomography and the dentist. *J Investig Clin Dent.* 2015; 8(1):1-6.

Miranda-Viana M, Freitas DQ, Gomes AF, Prado FB, Nejaim Y. Classification and Morphological Analysis of the Hard Palate in Cone-Beam Computed Tomography Scans: A Retrospective Study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020; 30(20):31414-2.

Murakami T, Kataoka T, Tagawa J, Yamashiro T, Kamioka H. Antero-posterior and vertical facial type variations influence the aesthetic preference of the antero-posterior lip positions. *Eur J Orthod.* 2016; 38(4):414-421.

Mustafa AG, Tashtoush AA, Alshboul OA, Allouh MZ, Altarifi AA. Morphometric Study of the Hard Palate and Its Relevance to Dental and Forensic Sciences. *Int J Dent.* 2019; 2019:1-6.

Nasseh I, Al-Rawi W. Cone Beam Computed Tomography. *Dent Clin North Am.* 2018; 62(3):361-91.

Nickel JC, Weber AL, Covington Riddle P, Liu Y, Liu H, Iwasaki LR. Mechanobehaviour in dolichofacial and brachyfacial adolescents. *Orthod Craniofac Res*. 2017; 20(1):139-144.

Oksayan R, Sokucu O, Yesildal S. Evaluation of maxillary sinus volume and dimensions in different vertical face growth patterns: a study of cone-beam computed tomography. *Acta Odontol Scand*. 2017; 75(5):345-9.

Paul D, Varma S, Ajith VV. Airway in Class I and Class II skeletal pattern: A computed tomography study. *Contemp Clin Dent*. 2015; 6(3):293-298, 2015.

Pedrazzi ME. Treating the open bite. *J Gen Orthod*. 1997; 8(1):5-16.

Pereira TS, de Oliveira F CM. Association between harmful oral habits and the structures and functions of the stomatognathic system: perception of parents/guardians. *CoDAS*. 2017; 29(3):1-6.

Pinzan A, Garib DG, Sanches FSH PS. Crescimento e Desenvolvimento Craniofacial. In: Ltda AM, editor. *Introdução à Ortodontia*. 1 ed. São Paulo; 2013. p. 11-22.

Plaza SP, Reimpell A, Silva J, Montoya D. Relationship between skeletal Class II and Class III malocclusions with vertical skeletal pattern. *Dental Press J Orthod*. 2019; 24(4):63-72.

Ranly DM. Craniofacial growth. *Dent Clin North Am*. 2000; 44(3):457-70.

Sprenger R, Martins LAC, dos Santos JCB, de Menezes CC VG et al. A retrospective cephalometric study on upper airway spaces in different facial types. *Prog Orthod*. 2017; 18(1):1-7.

Tang H, Liu Q, Lin JH, Zeng H. Three-dimensional morphological analysis of the palate of mouth-breathing children in mixed dentition. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2019; 37(4):389-393.

Thilander B. Basic mechanisms in craniofacial growth. *Acta Odontol Scand*. 1995; 53(3):144-151.

Tikku T, Khanna R, Saehan K et al. Dimensional changes in maxillary sinus of mouth breathers. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2013; 3(1):9-14.

Trevisan ME, Bellinaso JH, Pacheco Ade B, Augé LB, Silva AM, Corrêa EC. Respiratory mode, nasal patency and palatine dimensions. *Codas*. 2015; 27(2):201-6.

von Arx T, Lozanoff S, Bornstein MM. Extraoral anatomy in CBCT – a literature review. Part 4: Pharyngocervical region. *Swiss Dent J*. 2020; 12(10):768-784.

Vucic S, Dharmo B, Jaddoe VWV, Wolvius EB, Ongkosuwito EM. Dental development and craniofacial morphology in school-age children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019; 156(2):229-237.

Yalcin ED, Ararat E. Cone-Beam Computed Tomography Study of Mandibular Condylar Morphology. *J Craniofac Surg*. 2019; 30(8):2621-2624.

Yassaei S, Emami A, Mirbeigi S. Cephalometric association of mandibular size/length to the surface area and dimensions of the frontal and maxillary sinuses. *Eur J Dent*. 2018; 12(2):253-261.

Yemitan TA, Dacosta OO, Sanu OO, Utomi IL. Metric analysis of the hard palate in children with digit sucking habits. *Odontostomatol Trop*. 2013; 36(143):11-6.

Yu M, Gao X. Tongue pressure distribution of individual normal occlusions and exploration of related factors. *J Oral Rehabil*. 2019; 46(3):249-56.

Zhao L, Monahan R. Functional assessment of the stomatognathic system. *Clin Plast Surg*. 2007; 34(3):1-9.

## APÊNDICE 1

### METODOLOGIA DETALHADA

Encontram-se neste bloco os materiais e métodos, utilizados na realização do presente estudo, descritos sistematicamente. Por serem estudos complementares, diferindo apenas na metodologia de análise do palato duro, o princípio da classificação dos padrões esqueléticos de desenvolvimento (maloclusão esquelética e tipo facial) dos pacientes foi o mesmo.

#### *Aspectos éticos:*

Este estudo observacional, transversal e retrospectivo foi iniciado após a aprovação do comitê de ética em pesquisa em seres humanos da Faculdade de Odontologia de Piracicaba sob o número de protocolo: #3.491.476# em 7, do mês de agosto, do ano de 2019.

#### *Seleção da Amostra:*

Inicialmente, foram selecionadas 340 tomografias computadorizadas de feixe cônico (TCFC), com campo de visão (FOV) estendido, envolvendo as regiões de cabeça e pescoço, pertencentes ao banco de dados da Clínica de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP. As imagens tomográficas foram adquiridas anteriormente ao presente estudo, entre os períodos de Janeiro do ano de 2014 a Dezembro do ano de 2016, e por razões clínicas não relacionadas com o mesmo.

Foram incluídas na amostra imagens de pacientes com 18 anos ou mais, de ambos os sexos, com todos os dentes presentes (terceiros molares não foram levados em consideração) e com nitidez e contraste suficientes para as análises do estudo. Foram excluídas da amostra TCFC de pacientes com história de trauma ou cirurgia ortognática, presença de fratura óssea, síndromes, lesões patológicas, exostoses ósseas ou fenda lábio/palatal, bem como as tomografias com presença de artefatos, que se apresentaram com faixas hipodensas e/ou hiperdensas, e prejudicaram a avaliação das estruturas anatômicas das regiões da cabeça e pescoço.

Assim, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra final para a avaliação morfológica e morfométrica do palato duro; e análise do volume das vias

aéreas superiores foi composta por 298 imagens de TCFC, sendo 144 de pacientes do sexo masculino, com idade entre 18 e 64 anos (idade média -  $32,04 \pm 12,48$ ) e 154 do sexo feminino, com idade entre 18 e 76 (idade média -  $30,87 \pm 11,47$ ). Devido às limitações, como presença de septos ósseos e/ou processos inflamatórios, que impediram a avaliação volumétrica dos seios maxilares, 212 dos 298 exames de TCFC foram utilizados para essa análise, sendo 104 de pacientes do sexo masculino, com idade entre 18 e 64 anos (idade média  $32,40 \pm 12,46$ ) e 108 do sexo feminino, entre 18 e 76 anos (idade média  $29,62 \pm 11,44$ ).

Todas as imagens de TCFC foram adquiridas utilizando o aparelho i-CAT® Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa), com os seguintes parâmetros de aquisição: 120 kVp (quilovoltagem), 5 mA (miliamperagem), 17,3s (segundos) de tempo de varredura, campo de visão extenso (FOV) - 23x17cm (centímetros) e 0,3 mm (milímetros) de tamanho voxel. Além disso, as imagens foram exportadas em formato DICOM (digital imaging and communications in medicine files) e selecionadas no Software XoranCat® versão 3.1.62 (Xoran Technologies, Ann Arbor, Michigan, EUA), do banco de dados da Clínica de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP.

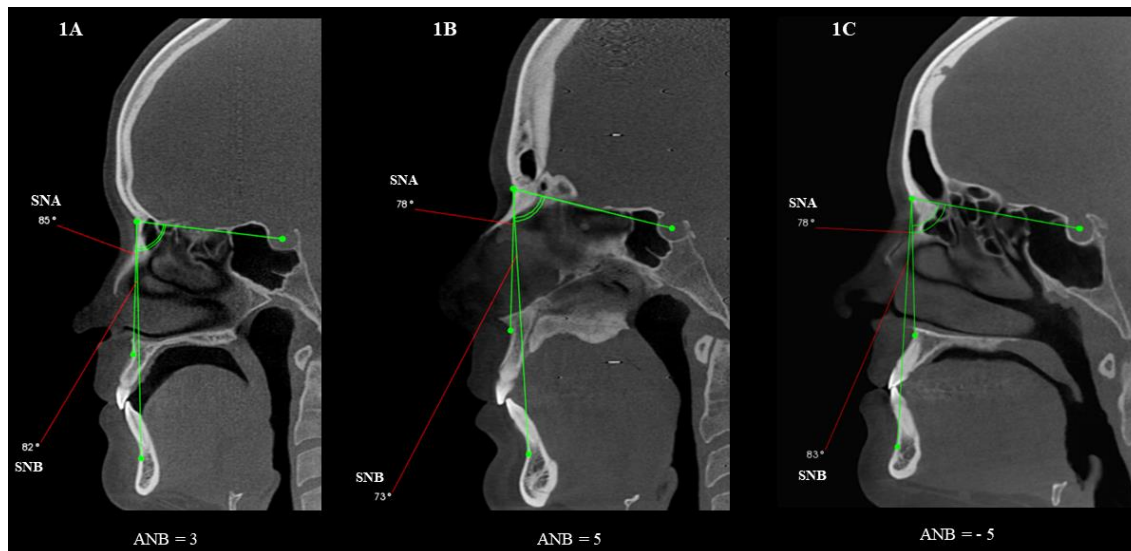
### ***Preparação da Amostra:***

Inicialmente, cada paciente foi classificado de acordo com os padrões: 1. Esqueléticos: maloclusão esquelética (Classe I, II e III) e tipo facial (braquicefálico, mesocefálico e dolicocefálico); 2. Respiratórios: respirador nasal e respirador oral. Para essa etapa, dois examinadores previamente treinados, com três anos de experiência em análises de exames de TCFC, avaliaram as reconstruções multiplanares obtidas a partir das imagens da TCFC, em consenso, utilizando o software Carestream Dental 3D Imaging (versão 3.10.9.0, Atlanta, Geórgia, EUA).

As maloclusões esqueléticas foram estabelecidas com base nas normas cefalométricas de Steiner para os ângulos **SNA** (Ângulo determinado pelos pontos cefalométricos: **S** (sela); **N** (násio) e **A** (maxila - subespinhal); **SNB** (Ângulo determinado pelos pontos cefalométricos: **S** (sela); **N** (násio) e **B** (mandíbula - supramental); e **ANB** (Ângulo determinado pelos pontos cefalométricos: **A** (maxila - subespinhal); **N** (násio) e **B** (mandíbula - supramental) (Gandini et al., 2008; Benedicto et al., 2011). O valor do ângulo ANB foi determinado pela subtração dos ângulos SNA e SNB ( $ANB = SNA - SNB$ ). Se o valor do ângulo ANB foi entre 0 e 4, a maloclusão esquelética representava a Classe

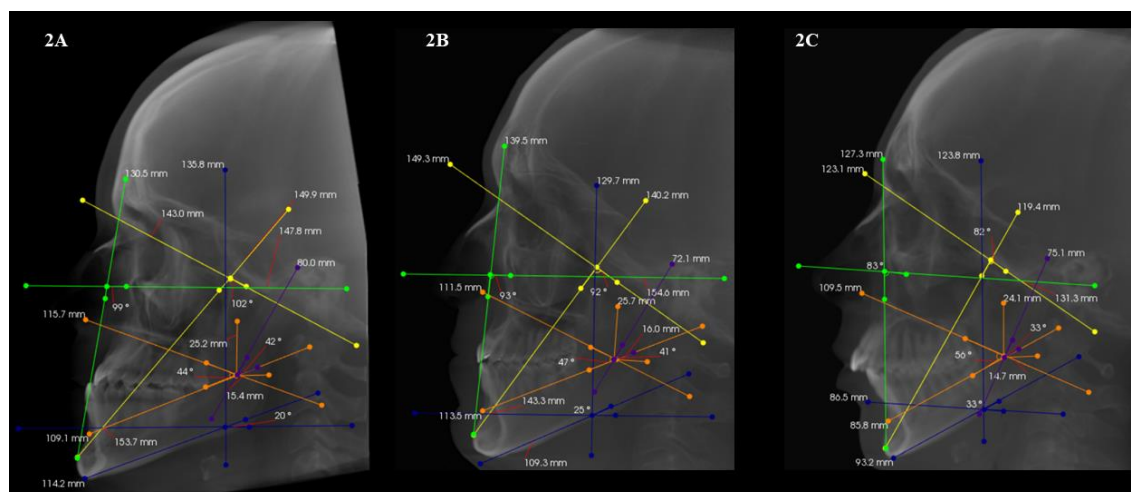
I; valor de ANB maior que 4 representava a Classe II e valor de ANB menor que 0 (ângulo negativo) representava a Classe III (Figura 1).

**Figura 1.** Classificação dos pacientes quanto a malocclusão esquelética. **1A:** classe I - ANB entre 0 e 4. **1B:** classe II - ANB > 4. **1C:** classe III - ANB < 0.



Quanto aos tipos faciais, os pacientes foram classificados de acordo com o índice de Vert (Benedicto et al., 2011), que corresponde à medida aritmética de cinco medidas cefalométricas: Ângulo do eixo facial (N-Ba / Pt-Gn); profundidade facial (Po-Or / N-Pog); ângulo do plano mandibular (Go-Me / Po-Or); altura facial inferior (Xi-ENA / Xi-Pm) e arco mandibular (Dc-Xi / Xi-Pm). Os valores resultantes superiores a 0,5 determinaram o tipo braquicefálico; valores inferiores a -0,5 determinaram o tipo dolicocefálico; e valores entre -0,5 e +0,5 representaram o tipo mesocefálico (Figura 2).

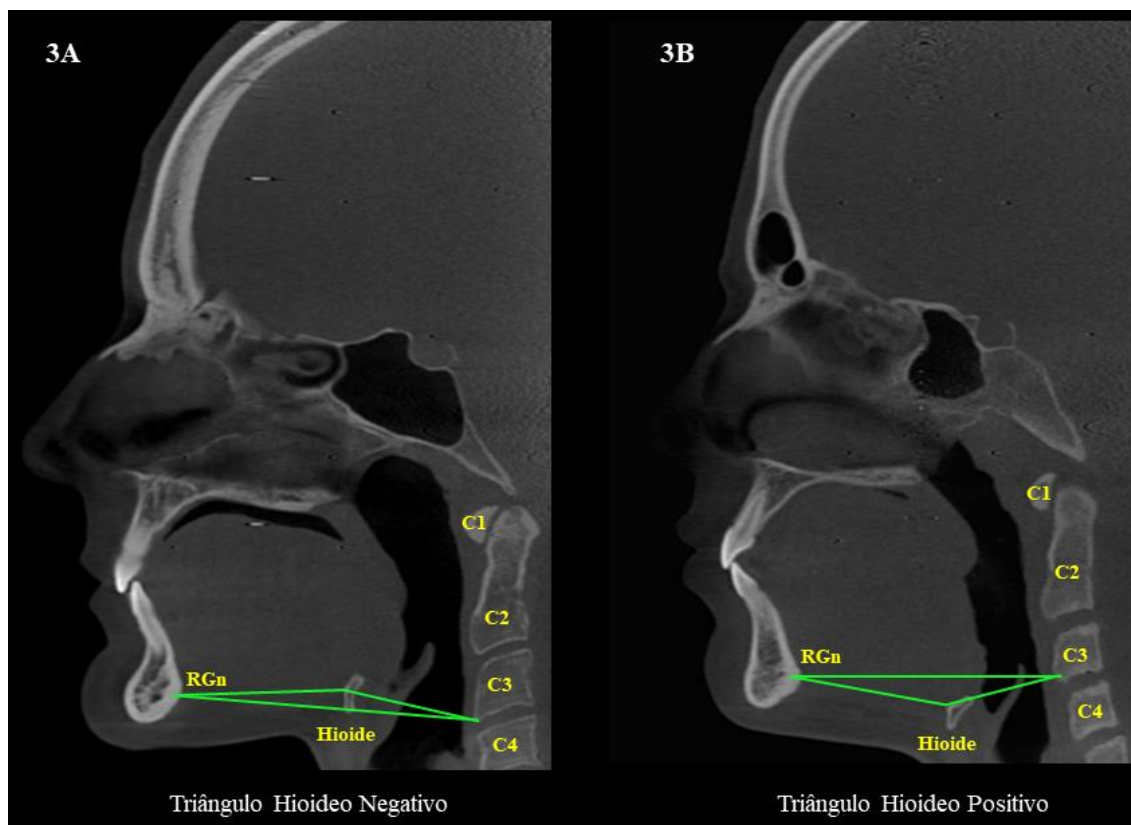
**Fig. 2.** Classificação dos pacientes quanto ao tipo facial. **2A:** braquifacial. **2B:** mesofacial. **2C:** dolicocefal. Cores representativas das medidas cefalométricas: amarelo - **Eixo Facial**; verde - **Profundidade Facial**; azul - **Plano Mandibular**; laranja - **Altura Facial Inferior** e roxo - **Arco Mandibular**.



Em relação ao padrão respiratório, a classificação foi baseada na metodologia do triângulo hioide, que considera a posição do osso hioide (Chaves et al., 2010; Chung e Beltri, 2014; da Costa et al., 2017). Inicialmente, cada TCFC foi reorientada espacialmente, com o objetivo de padronizar as avaliações, de modo a que a linha de referência vertical do software fosse posicionada no plano sagital médio, na reconstrução coronal; depois, a linha de referência horizontal na reconstrução sagital, e a linha de referência vertical na reconstrução axial, foram posicionadas passando pelas espinhas nasais anterior e posterior (da Costa et al., 2017). Assim, na reconstrução sagital, o osso hioide foi claramente visualizado. Primeiramente, foi traçada uma linha entre o ponto mais anteroinferior da terceira vértebra cervical (C<sub>3</sub>) e o ponto cefalométrico retrognático (RGn), estabelecendo a base do triângulo. Em seguida, uma outra foi traçada de C<sub>3</sub> até ao ponto mais anterior ao osso hioide; e, finalmente, do ponto mais anterior do osso hioide até o ponto RGn, determinando o triângulo hioide. Assim, se o osso hioide ficasse posicionado sobre ou acima do plano RGn-C<sub>3</sub>, significa uma posição mais elevada do hioide, o que daria uma posição triangular negativa, estimando-se que o paciente fosse um respirador oral. Inversamente, se o osso hioide ficasse posicionado sob o plano RGn-C<sub>3</sub>, significa uma posição inferior do osso hioide, o que daria uma posição triangular positiva, estimando-se que o paciente fosse um respirador nasal (Figura 3).

Com o objetivo de maior entendimento da distribuição das amostras quanto aos padrões citados anteriormente, uma representação descritiva e ilustrativa foi realizada (Figura 4).

**Figura 3.** Classificação dos pacientes quanto ao padrão respiratório. **3A:** respirador oral. **3B:** respirador nasal.



**Figura 4.** Distribuição da amostra de acordo com as análises e classificações.

| Análises morfológica e morfométrica do palato duro e volumétrica das vias aéreas superiores (298 TCFC) |                          | Análise Volumétrica dos seios maxilares (212 TCFC) |                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|------------------------|
| Sexo                                                                                                   | Homens (n = 144)         | Homens (n = 104)                                   | Sexo                   |
|                                                                                                        | Mulheres (n = 154)       | Mulheres (n = 108)                                 |                        |
| Maloclusão Esquelética                                                                                 | Classe I (n = 126)       | Classe I (n = 91)                                  | Maloclusão Esquelética |
|                                                                                                        | Classe II (n = 108)      | Classe II (n = 73)                                 |                        |
|                                                                                                        | Classe III (n = 64)      | Classe III (n = 48)                                |                        |
| Tipo Facial                                                                                            | Braquicefálico (n = 122) | Braquicefálico (n = 90)                            | Tipo Facial            |
|                                                                                                        | Mesocefálico (n = 111)   | Mesocefálico (n = 72)                              |                        |
|                                                                                                        | Dolicocefálico (n = 65)  | Dolicocefálico (n = 50)                            |                        |
| Padrão Respiratório                                                                                    | Nasal (n = 203)          | Nasal (n = 148)                                    | Padrão Respiratório    |
|                                                                                                        | Oral (n = 95)            | Oral (n = 64)                                      |                        |

### ***Avaliação Tridimensional:***

O software Carestream Dental 3D Imaging (versão 3.10.9.0, Atlanta, Geórgia, EUA) foi utilizado para a classificação e análises morfológica e morfométrica do palato duro; Já o software ITK-SNAP v.3.0 (Cognitica, Filadélfia, PA) foi utilizado para avaliar os volumes das vias aéreas superiores e dos seios maxilares dos pacientes.

Anteriormente às avaliações, os examinadores foram instruídos sobre as análises do palato duro, das vias aéreas superiores e dos seios maxilares, utilizando como exemplos imagens de TCFC que não estavam na amostra final do estudo. Dessa forma, foram selecionados quatro examinadores: dois para a avaliação e classificação da morfologia do palato duro e dois examinadores para a avaliação morfométrica da região posterior do palato duro e para a avaliação volumétrica das vias aéreas superiores e dos seios maxilares. Além de devidamente calibrados, os examinadores tinham no mínimo 3 anos de experiência em avaliação e diagnóstico clínico por meio de imagens de TCFC. Eles avaliaram os exames de forma independente, em um ambiente pouco iluminado e silencioso, usando o monitor Barco LCD-2124 MDRC (Barco, Kortrijk, Bélgica), tamanho 24,1 polegadas e resolução de 1920 x 1200 pixels.

### ***Classificação e análise morfológica do Palato Duro:***

Antes de iniciar a avaliação, os examinadores reorientaram manualmente os volumes de cada TCFC como forma de padronização das análises. Na reconstrução coronal, a linha de referência vertical do software era posicionada no plano sagital mediano, que divide a cabeça em duas partes (direita e esquerda), passando sobre o septo nasal; depois, na reconstrução sagital, a linha de referência horizontal foi posicionada passando sobre o ponto mais baixo da margem inferior da órbita (Orbitário) até o ponto médio na borda superior do meato acústico externo (Porio); em seguida, na reconstrução axial, a linha de referência vertical foi posicionada passando sobre as espinhas nasais anterior e posterior (Costa et al., 2019). Assim, os examinadores visualizaram claramente o palato duro do paciente na reconstrução sagital (Figura 5), e três características morfológicas foram avaliadas nessa reconstrução, arbitrariamente designada pelos autores, devido ao fato desse trabalho ser pioneiro com essa metodologia e de a literatura científica não apresentar uma classificação morfológica para esta estrutura óssea, facilitando a comunicação científica. As características avaliadas foram: a profundidade do palato duro; a inclinação do palato em relação ao plano horizontal; e a

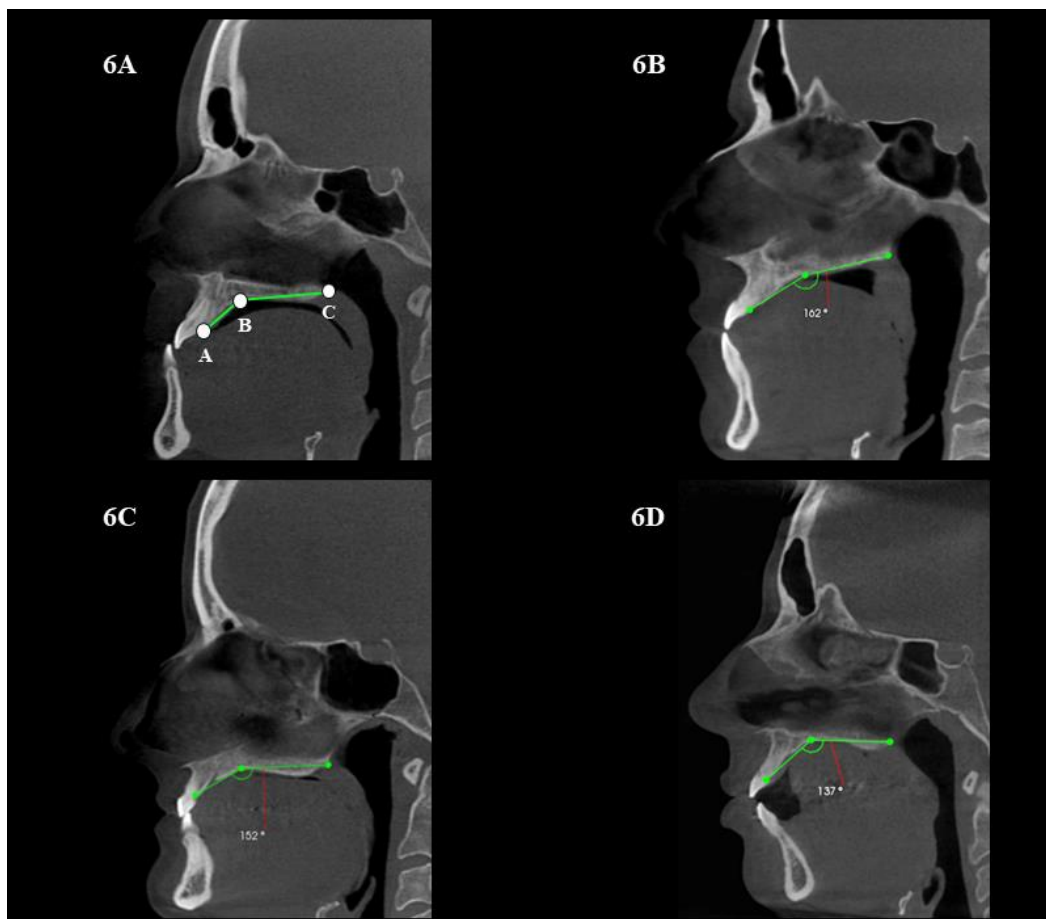
presença/ausência de uma projeção óssea com forma de "S" na porção mais posterior do palato duro. É importante destacar que, na direção anteroposterior, o volume foi reorientado adotando como referência o plano horizontal de Frankfurt (linha de trágus (T) - borda orbital inferior (OB)).

**Figura 5.** Reorientação espacial das reconstruções multiplanares da TCFC. **5A:** reconstrução coronal – linha de referência vertical posicionada paralelamente ao plano sagital mediano. **5B:** reconstrução sagital – plano horizontal de Frankfurt como referência. **5C:** reconstrução axial – linha de referência vertical passando pelas espinhas nasais anterior e posterior. **5D:** reconstrução sagital padronizada para a avaliação morfológica do palato duro.



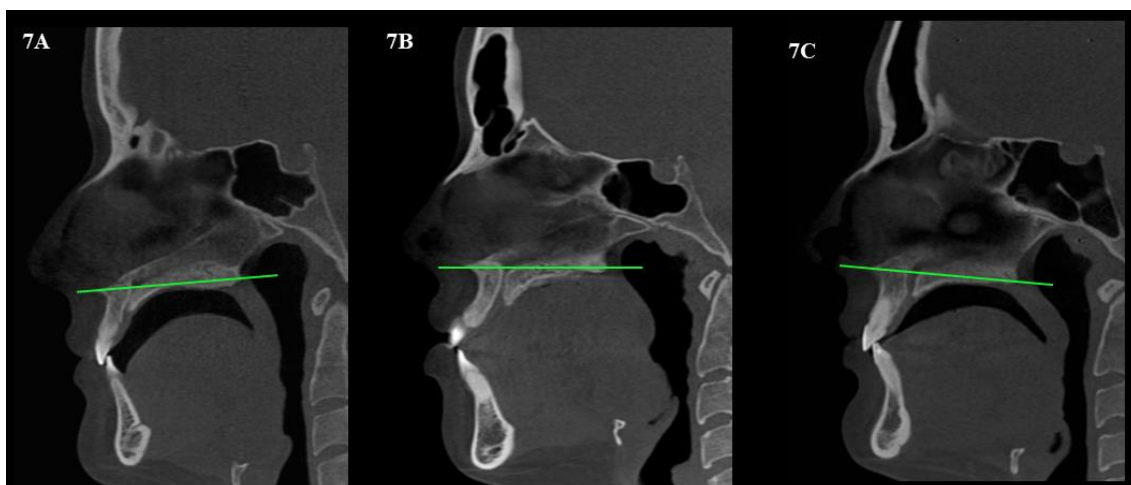
Para classificar o palato duro em relação a profundidade, os examinadores realizaram medidas angulares, para assim defini-lo como palato duro retilíneo, regular ou profundo. Para esse fim, foram demarcadas três regiões para a obtenção dos ângulos: (1) a cortical óssea palatina da crista alveolar maxilar, na região entre os incisivos centrais; (2) o ponto mais profundo do palato duro; e, (3) a espinha nasal posterior. O palato foi definido como retilíneo quando o ângulo era  $\geq 160^\circ$ ; regular, quando o ângulo variava de  $141^\circ$  a  $159^\circ$ ; e profundo, quando o ângulo era  $\leq 140^\circ$  (Figura 6).

**Figura 6.** Avaliação angular para classificação da profundidade do palato duro. **6A:** pontos de referência para determinação do ângulo (**A:** cortical óssea palatina da crista alveolar maxilar, na região entre os incisivos centrais; **B:** ponto mais profundo do palato duro e **C:** espinha nasal posterior). **6B:** palato retilíneo ( $\geq 160^\circ$ ). **6C:** palato regular ( $141^\circ$  a  $159^\circ$ ). **6D:** palato profundo ( $\leq 140^\circ$ ).



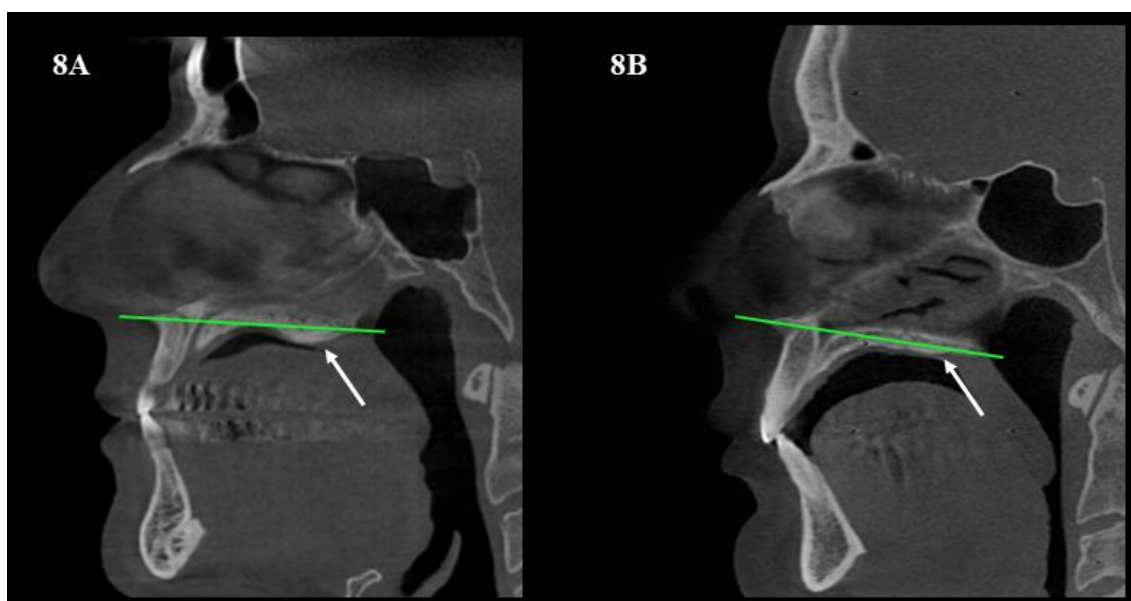
Em relação à posição do palato duro na maxila, o examinador traçou uma linha horizontal, na reconstrução sagital, passando pelos pontos da espinha nasal anterior à posterior para classificar a inclinação do palato duro em relação ao plano horizontal. De acordo com a inclinação desta linha em relação ao plano horizontal, o palato foi classificado como: superior - linha horizontal com inclinação superior na região posterior do palato; paralelo - linha horizontal paralela ao plano horizontal, ou inferior - linha horizontal com inclinação inferior na região posterior do palato duro (Figura 7).

**Figura 7.** Avaliação da posição do palato duro na maxila baseada na inclinação da linha que passa pelas espinhas nasais anterior e posterior, em relação ao plano horizontal. **7A:** palato duro com inclinação superior. **7B:** palato duro paralelo. **7C:** palato duro com inclinação inferior.



Finalmente, para a avaliação da última variável, a mesma linha horizontal utilizada para avaliar a inclinação do palato foi utilizada como referência para avaliar a presença ou ausência da projeção óssea em forma de “S” na porção mais posterior do palato duro. Assim, a projeção em forma de S foi registrada como presente quando havia uma projeção óssea na região posterior do palato duro, atravessando a linha de referência. Quando esta projeção óssea não foi observada, foi considerada como ausente (Figura 8).

**Figura 8.** Avaliação da presença de uma projeção óssea em forma de “S” no palato duro. **8A:** presença de uma projeção óssea em forma de S na porção posterior do palato duro (seta branca); **8B:** ausência da projeção óssea em forma de S no palato duro (seta branca).

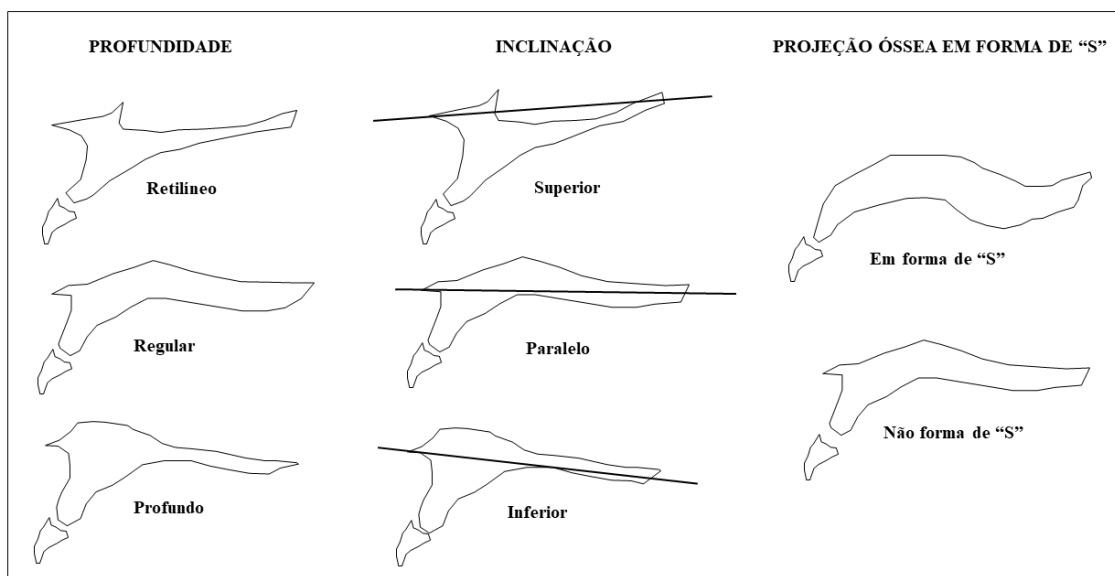


### ***Sistema de classificação da morfologia do palato duro:***

A análise morfológica tridimensional do palato duro permitiu o desenvolvimento de um sistema de classificação, arbitrariamente designado pelos autores, pelo fato de este ser um estudo pioneiro, e de a literatura científica não apresentar uma classificação morfológica para esta estrutura óssea, facilitando a comunicação científica entre profissionais de saúde e anatomistas.

Dessa forma, o palato duro pode ser classificado de acordo com a sua profundidade (retilíneo, regular ou profundo), posição em relação ao plano horizontal (superior, paralelo ou inferior) e, uma projeção óssea na sua região posterior (em forma de S ou não forma de S) (Figura 9).

**Figura 9.** Sistema de classificação das características morfológicas do palato duro.

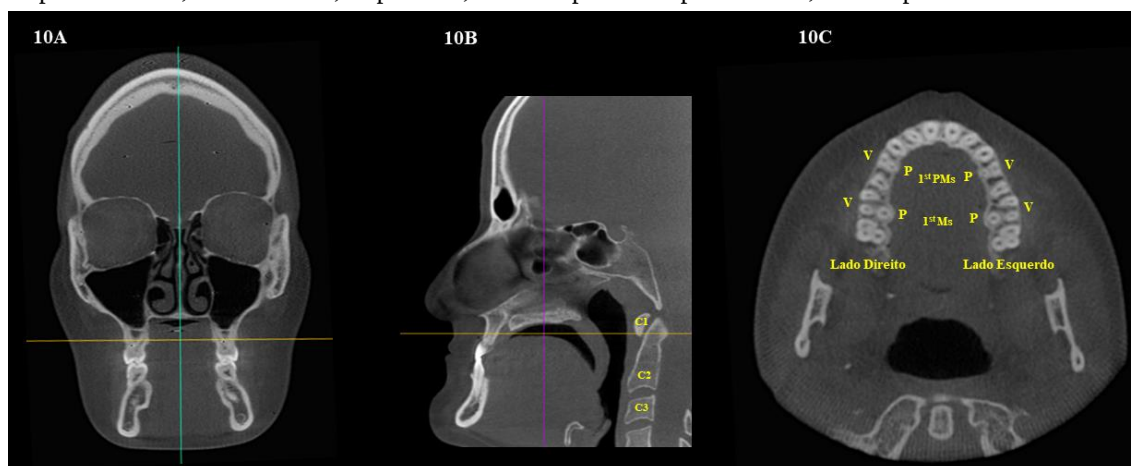


### ***Análise morfométrica do palato duro:***

Inicialmente, cada imagem de TCFC também foi reorientada espacialmente, antes das avaliações, com o objetivo de padronizar as análises. Como a literatura não apresenta um estudo com uma metodologia para avaliar e/ou visualizar as raízes individuais dos dentes superiores, a reorientação foi desenvolvida arbitrariamente pelos autores. Primeiramente, a linha de referência vertical do software foi posicionada no plano sagital mediano, na reconstrução coronal; depois, na reconstrução sagital, a linha de referência horizontal foi posicionada passando pelo ponto mais baixo da primeira vértebra cervical (C<sub>1</sub>), sendo as raízes de todos os dentes observadas na reconstrução axial. As avaliações

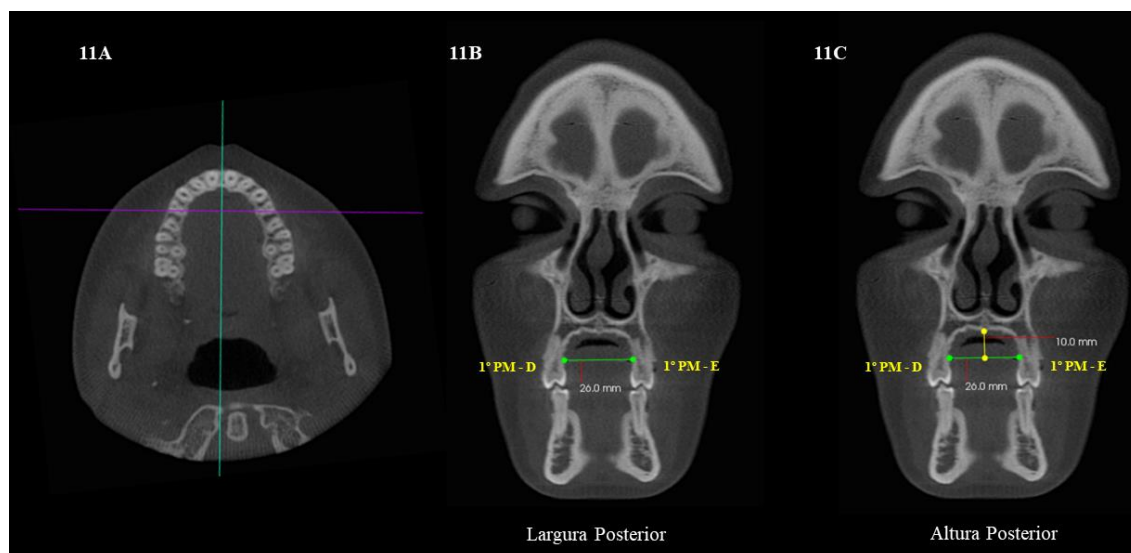
da morfometria na região posterior do palato duro foram ao nível dos primeiros pré-molares e dos primeiros molares superiores permanentes (Fig. 10).

**Figura 10.** Reorientação espacial das reconstruções multiplanares da TCFC. **10A:** reconstrução coronal – linha de referência vertical posicionada no plano sagital mediano, perpendicular à linha que atravessa os dentes da maxila. **10B:** reconstrução sagital - linha de referência horizontal posicionada passando pelo ponto mais baixo da primeira vértebra cervical ( $C_1$ ). **10C:** reconstrução axial - arco maxilar visualizado ao longo das raízes individualizadas dos dentes multirradiculares.  $C_2$  e  $C_3$ : segunda e terceira vértebra cervical, respectivamente; V: vestibular; P: palatino; 1<sup>o</sup> PMs: primeiros pré-molares; 1<sup>o</sup> Ms: primeiros molares.

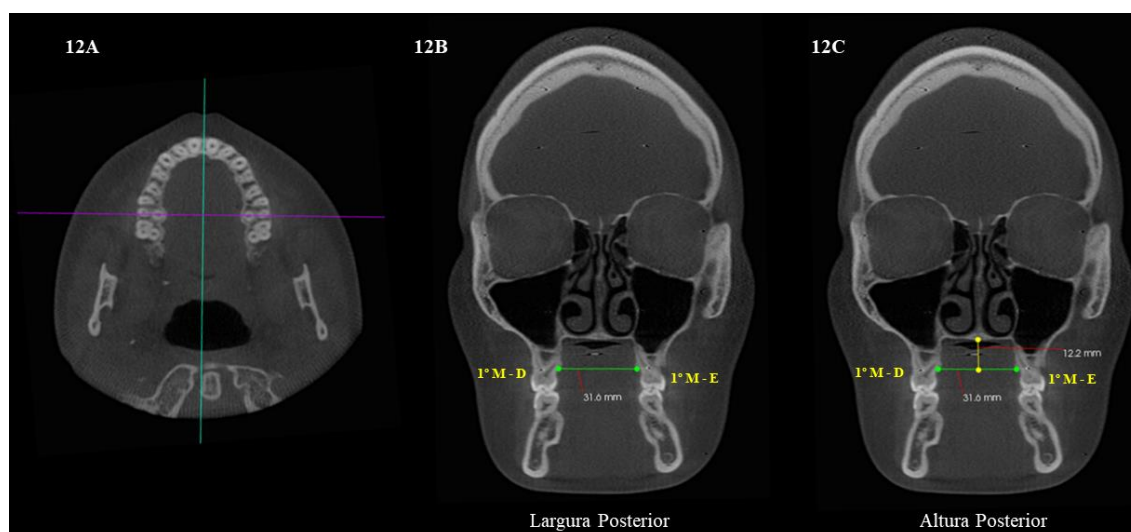


Para a morfometria do palato duro ao nível dos primeiros pré-molares superiores, na reconstrução axial, a linha de referência vertical foi posicionada no plano sagital mediano, passando entre os incisivos centrais superiores (dentes 11 e 21), perpendicular à linha de referência horizontal do software, que foi posicionada nas raízes palatinas dos primeiros pré-molares superiores dos lados direito e esquerdo. Depois, na reconstrução coronal, com a ferramenta de medição do software, foi traçada uma linha horizontal na cortical óssea palatina, ligando o primeiro pré-molar superior direito ao primeiro pré-molar superior esquerdo, determinando os valores da largura posterior do palato duro nesta região. O mesmo procedimento foi realizado ao nível dos primeiros molares. Quanto à medida da altura posterior do palato duro, tanto para a região de primeiros pré-molares superiores como dos primeiros molares, foi determinada por uma outra linha, perpendicular à linha horizontal previamente estabelecida (largura posterior), desde o ponto mais central do palato duro até o ponto central da linha horizontal (Figuras 11 e 12).

**Figura 11.** Análise morfométrica do palato duro na determinação da largura e altura posterior ao nível dos 1ºs pré-molares permanentes. **11A:** reconstrução axial – linha de referência vertical, posicionada no plano sagital mediano, perpendicular à linha de referência horizontal, que passa entre as raízes palatinas dos primeiros pré-molares superiores. **11B:** reconstrução coronal – medida da largura posterior do palato duro. **11C:** reconstrução coronal – medida da profundidade posterior do palato duro (linha amarela). 1ºPM: primeiro pré-molar; D: direito; E: esquerdo.



**Figura 12.** Análise morfométrica do palato duro na determinação da largura e altura posterior ao nível dos 1ºs molares permanentes. **12A:** reconstrução axial – linha de referência vertical, posicionada no plano sagital mediano, perpendicular à linha de referência horizontal, que passa entre as raízes palatinas dos primeiros molares superiores. **12B:** reconstrução coronal – medida da largura posterior do palato duro. **12C:** reconstrução coronal – medida da profundidade posterior do palato duro (linha amarela). 1ºM: primeiro molar; D: direito; E: esquerdo.

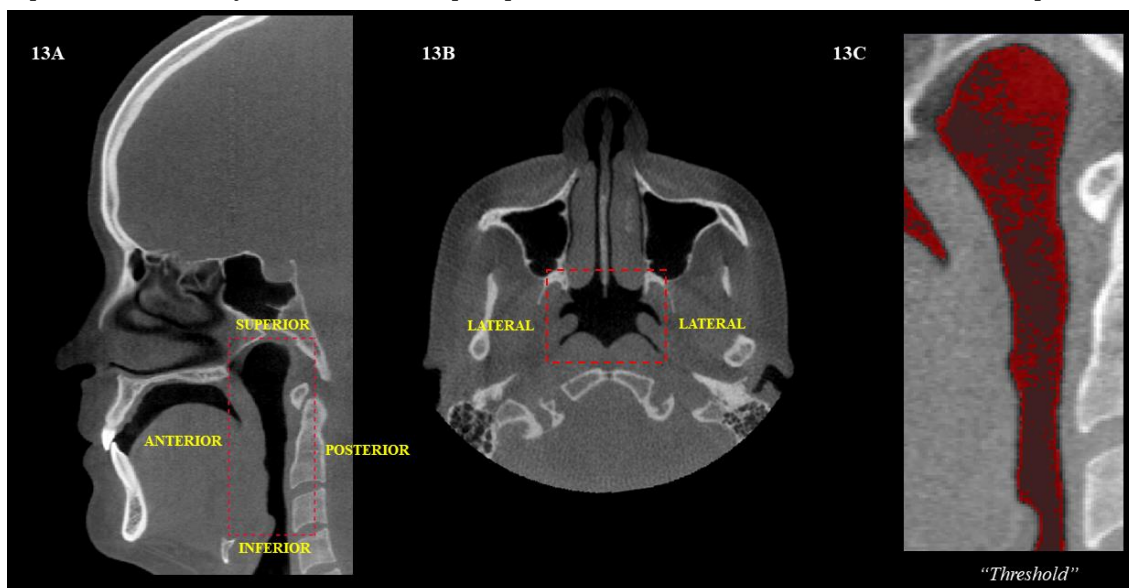


### ***Análise Volumétrica das Vias Aéreas Superiores e dos Seios Maxilares:***

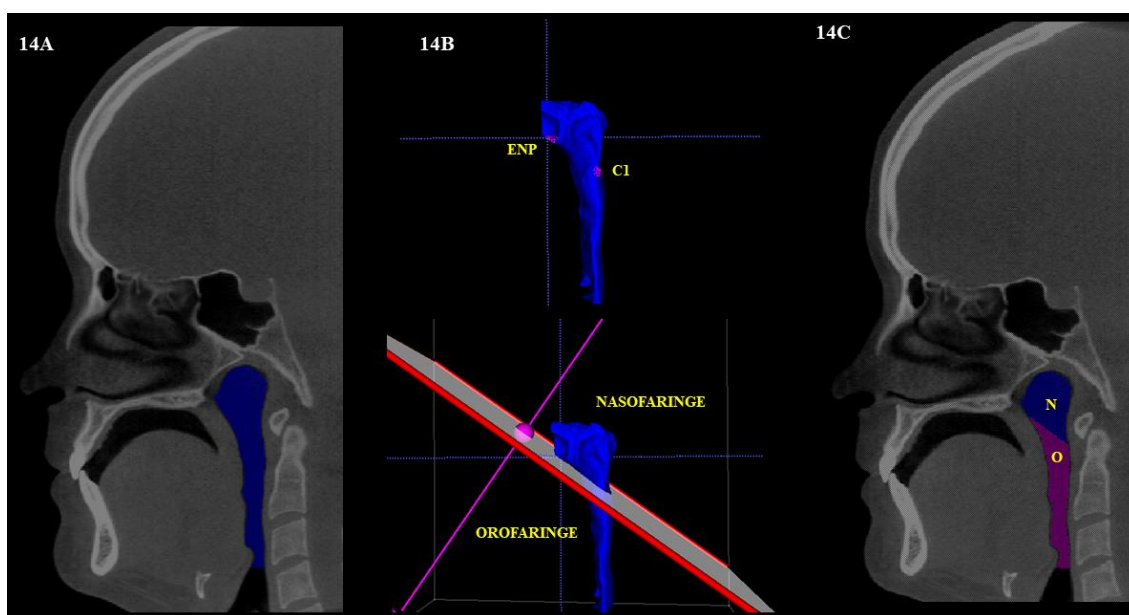
A análise volumétrica das vias aéreas superiores e dos seios maxilares foi realizada por segmentação semiautomática.

Na avaliação das vias aéreas superiores, foram analisados os volumes das regiões da nasofaringe, orofaringe, e o volume total entre essas vias aéreas (nasofaringe + orofaringe). Inicialmente, foi estabelecida a região de interesse (ROI) para a segmentação, de acordo com os seguintes parâmetros: o limite anterior, localizado ao longo da espinha nasal posterior, paralelo ao plano sagital; o limite posterior passando pela vértebras cervicais (C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub>); os limites laterais, correndo ao longo das paredes laterais da faringe; o limite inferior, passando tangencialmente à projeção caudal medial da terceira vértebra cervical (C<sub>3</sub>), perpendicular ao plano sagital; e, o limite superior, até ao ponto mais alto da nasofaringe (Brasil et al., 2016). Após o estabelecimento da ROI, foram realizadas três etapas interativas e guiadas pelo operador: em primeiro lugar, foi estabelecido um limite para determinar o início e o fim do processo de segmentação. O intervalo foi de -1000 para o limiar inferior e variando de -660 a -531 para o limiar superior, o que significa que todos os voxels com valores de cinza, dentro desse intervalo, foram selecionados para construir o modelo tridimensional (3D). Depois disso, foram colocadas "bolhas" na região de interesse para inicializar a segmentação; e finalmente, a evolução da segmentação foi feita selecionando a sua velocidade e fim. Se havia alguma área que não estava bem definida, foi feito um reajuste manual pelo próprio examinador (Figura 13). Para obter os volumes das regiões da nasofaringe e orofaringe, separadamente, foi utilizada a ferramenta de recorte do software utilizado. Para tanto, foi traçada uma linha de corte horizontal sobre as estruturas de referência: a porção inferior da primeira vértebra cervical (C<sub>1</sub>), e a espinha nasal posterior. O volume total da via aérea superior, e os volumes da região naso e orofaringe foram calculados em milímetros cúbicos (mm<sup>3</sup>) pelo software (Figura 14).

**Figura 13.** Segmentação semiautomática do volume das vias aéreas superiores. **13A e B:** reconstruções sagital e axial – respectivamente - parâmetros de escolha da ROI para segmentação das vias aéreas superiores. **13C:** seleção do “Threshold” para preenchimento semiautomático das vias aéreas superiores.



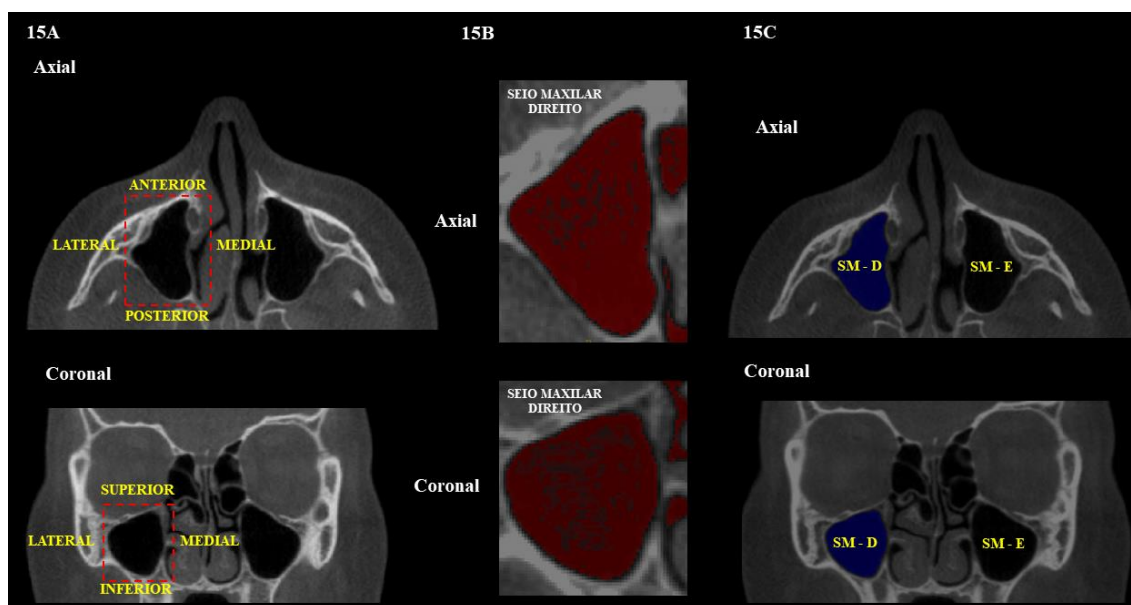
**Figura 14.** Segmentação semiautomática do volume das vias aéreas superiores. **14A:** vias aéreas superiores preenchidas. **14B e C:** segmentação para individualização da nasofaringe (N) - região azul e orofaringe (O) - região rosa. ENP: espinha nasal posterior; C<sub>1</sub>: primeira vértebra cervical.



Já em relação à análise volumétrica dos seios maxilares, foram avaliados os volumes dos seios maxilares dos lados esquerdo e direito, tendo sido obtido o seu volume total. O examinador estabeleceu a região de interesse (ROI) nas reconstruções multiplanares, utilizando como limites as paredes anterior, posterior, lateral, medial, superior e inferior dos seios maxilares (Farias Gomes et al., 2019). Depois, foi

estabelecido um limite para determinar o início e o fim do processo de segmentação, sendo -1000 para o limiar inferior, e variando o limiar superior de -678 a -518 para o seio maxilar direito e -710 a -572 para o seio maxilar esquerdo. O preenchimento semiautomático da região selecionada foi efetuado pelas "bolhas" colocadas na região de interesse. Foi feito um reajuste manual caso houvesse alguma área que não estivesse definida. O volume total dos seios maxilares foi estabelecido pela soma dos volumes dos seios maxilares esquerdo e direito, determinados em mm<sup>3</sup> (Fig. 15).

**Figura 15.** Segmentação semiautomática do volume dos seios maxilares. **15A:** parâmetros de escolha da ROI para a segmentação dos seios maxilares. **15B:** seleção do “threshold” para preenchimento semiautomático dos seios maxilares. **15C:** seios maxilares preenchidos para obter valores de volume em mm<sup>3</sup>. SM: seios maxilares; D: direito; E: esquerdo.



### **Análise Estatística:**

A concordância intra e inter-examinador, na análise e classificação morfológica do palato duro foi calculada com base no teste kappa (Kp). Para os valores de Kp maiores ou iguais a 0.81, a concordância foi definida como excelente; valores entre 0.61 e 0.80 como boa; entre 0.41 e 0.60 moderada; entre 0.21 e 0.40 como razoável e igual ou abaixo de 0.20 como baixa (Landis e Koch, 1977).

Já para as análises morfométrica do palato duro, e volumétrica das vias aéreas superiores e seios maxilares foram calculadas de acordo com os valores de coeficiente de correlação intraclasse (ICC), definido como excelente quando o valor era maior ou igual

a 0.75; entre 0.4 e 0.75 como satisfatório e menor que 0.4 como pobre (Fleiss e Cohen, 1973).

Na análise morfológica do palato duro, as relações entre as características avaliadas do palato duro (profundidade, inclinação e projeção em forma de S) e os padrões esqueléticos (má oclusão esquelética e tipo facial) foram analisadas pelo teste do qui-quadrado e pelo teste exato de Fisher. Além disso, a análise do poder de teste foi calculada com base no tamanho da amostra, valores do qui-quadrado e grau de liberdade, mostrando um poder estatístico de 0,95.

A relação entre sexo, má oclusão esquelética, tipo facial e padrão respiratório e os volumes dos seios maxilares (volume total) e vias aéreas superiores (orofaringe, nasofaringe e região total), bem como as medidas lineares do palato duro nas regiões de primeiros molares e primeiros pré-molares (largura e profundidade posterior), foram testadas através da análise de variância multifatores (*ANOVA-multiway*). Ainda, a fim de observar a relação entre as medidas lineares do palato duro e os volumes das vias aéreas superiores e dos seios maxilares, foi aplicado o teste de regressão linear múltipla. Inicialmente, cada fator (largura e altura do palato duro aos níveis dos primeiros pré-molares e primeiros molares) foi submetido a uma regressão linear simples para verificar a possível influência de cada um deles sobre os volumes estudados. Depois, foram aplicados em conjunto, na regressão linear múltipla, os fatores com valores de p menores a 0,20 ( $p < 0,20$ ).

Todas as análises foram realizadas nos programas Bioestat® versão 5.3 (Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, Tefé, AM, Brasil) e SPSS® versão 22.0 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA) com o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

## ANEXOS

## ANEXO 1 - Relatório de verificação de originalidade e prevenção de plágio

| Murilo - dissertação       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                       |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                       |
| 15%                        | 6%                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13%         | %                     |
| ÍNDICE DE SEMELHANÇA       | FONTES DA INTERNET                                                                                                                                                                                                                                                                                  | PUBLICAÇÕES | DOCUMENTOS DOS ALUNOS |
| FONTES PRIMÁRIAS           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |                       |
| 1                          | Murilo Miranda-Viana, Deborah Queiroz Freitas, Amanda Farias Gomes, Felipe Bevilacqua Prado, Yuri Nejaim. "Classification and morphological analysis of the hard palate in CBCT scans: a retrospective study", Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2020<br>Publicação                        | 6%          |                       |
| 2                          | Murilo Miranda-Viana, Deborah Queiroz Freitas, Amanda Farias Gomes, Felipe Bevilacqua Prado, Yuri Nejaim. "Classification and Morphologic Analysis of the Hard Palate in Cone Beam Computed Tomography Scans: A Retrospective Study", Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2020<br>Publicação | 1%          |                       |
| 3                          | Murilo Miranda-Viana, Deborah Queiroz Freitas, Amanda Farias Gomes, Felipe Bevilacqua Prado, Yuri Nejaim. "Classification and Morphological Analysis of the Hard Palate in Cone-Beam Computed Tomography Scans: A                                                                                   | 1%          |                       |

## ANEXO 2 - Documento de aceite para publicação do artigo 1

**Journal of Oral and Maxillofacial Surgery** <em@editorialmanager.com>  
para mim ▾

sex., 20 de nov. 22:24 ☆ ↩ ⋮

 inglês ▾ > português ▾ Traduzir mensagem Desativar para: inglês ✕

Ms. Ref. No.: YJOMS-D-20-01234R3  
Title: Classification and morphological analysis of the hard palate in CBCT scans: a retrospective study  
Journal of Oral and Maxillofacial Surgery

Dear Dr. Viana,

I am writing concerning your paper, "Classification and morphological analysis of the hard palate in CBCT scans: a retrospective study", which you recently submitted to the Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. Your paper has once again been carefully reviewed. I am pleased to inform you that your revised paper has been accepted for publication in the electronic version of the Journal.

On-line only articles in the Journal of Oral and Maxillofacial Surgery are fully indexed for the MEDLINE database maintained by the National Library of Medicine and abstracts are freely accessible via the PubMed online platform. On-line only articles are also indexed by Thomson Scientific for their Web of Science database.

Edited proofs will be e-mailed to you in approximately four weeks.

It is extremely important that you maintain a current email address for correspondence; we need to know of any changes to your email address immediately as we may have to delay or withhold your paper from publication if we do not hear back from you in a timely manner regarding missing materials or necessary corrections.

Please also make sure that the domains "[elsevier.com](http://elsevier.com)" and "[aaoms.org](http://aaoms.org)" are added to your SPAM filter as safe senders, to ensure that you receive your proofs and important email messages are not accidentally diverted to your SPAM folder.

Thank you for preparing this informative article for the readership of the Journal. I hope you will also consider us again in the future.

Sincerely,

Thomas B. Dodson, DMD, MPH, FACS  
Associate Editor  
Journal of Oral and Maxillofacial Surgery

---

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/yjoms/login.asp?a=r>). Please contact the publication office if you have any questions.

## ANEXO 3 - Permissão da editora para inclusão do artigo 1 na dissertação




 Home
  Help
  Email Support
  Sign in
  Create Account



**Classification and morphological analysis of the hard palate in CBCT scans: a retrospective study**  
**Author:** Murilo Miranda-Viana, Deborah Queiroz Freitas, Amanda Farias Gomes, Felipe Bevilacqua Prado, Yuri Nejaim  
**Publication:** Journal of Oral and Maxillofacial Surgery  
**Publisher:** Elsevier  
**Date:** Available online 30 November 2020  
© 2020 Published by Elsevier Inc on behalf of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons

Please note that, as the author of this Elsevier article, you retain the right to include it in a thesis or dissertation, provided it is not published commercially. Permission is not required, but please ensure that you reference the journal as the original source. For more information on this and on your other retained rights, please visit: <https://www.elsevier.com/about/our-business/policies/copyright#Author-rights>

BACK

CLOSE WINDOW

## ANEXO 4 - Documento de submissão do artigo 2

### Submission Confirmation for your paper Caixa de entrada x



Journal of Oral and Maxillofacial Surgery <em@editorialmanager.com>

19:19 (há 0 minuto)



 para mim ▾

 inglês ▾ > português ▾ Traduzir mensagem

Desativar para: inglês x

Dear Mr. Viana,

Your submission entitled "Morphometric analysis of the hard palate and its relationship with the volume of the upper airways and maxillary sinuses: a CBCT study" has been received by The Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to the Editorial Manager of the journal as an author.

The URL is: <https://www.editorialmanager.com/yjoms/>.

Your manuscript will be given a reference number once a Reviewer has been assigned. After the peer reviews are complete, the editor in chief will make the final recommendation; we will contact you when that information is given to us.

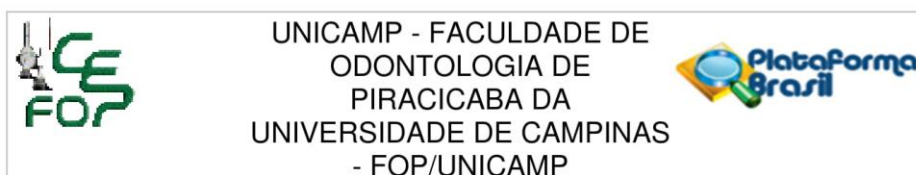
Thank you for your support of the journal.

Kind regards,

Journal of Oral and Maxillofacial Surgery

---

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/yjoms/login.asp?ar>). Please contact the publication office if you have any questions.

**ANEXO 5 - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** CLASSIFICAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PALATO DURO E SUA INFLUÊNCIA NO VOLUME DAS VIAS AÉREAS E SEIO MAXILAR

**Pesquisador:** MURILO MIRANDA VASCONCELOS VIANA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 15561419.6.0000.5418

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

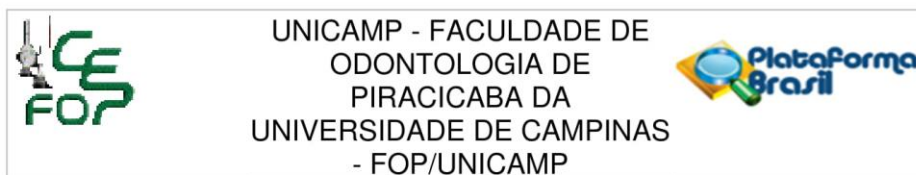
**Número do Parecer:** 3.491.476

**Apresentação do Projeto:**

Transcrição editada do conteúdo do registro do protocolo e dos arquivos anexados à Plataforma Brasil  
Delineamento da pesquisa: Trata-se de um estudo retrospectivo, onde serão selecionados 300 exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de pacientes maiores de 18 anos, ambos os sexos. Todos estes exames pertencem ao biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), Piracicaba, SP. Importante ressaltar, que todas as imagens de TCFC dos pacientes adquiridas tiveram indicação clínica prévia. Ainda, as imagens obtidas da morfologia do palato duro serão correlacionadas com os diferentes sexos, padrões craniofaciais e respiratórios, além de sua influência no volume das vias aéreas e seios maxilares.

Mais especificamente, serão avaliados no Palato Duro: Classificação de sua Morfologia e Medidas Lineares (Largura Anterior; Largura Posterior; Profundidade Anterior e Profundidade Posterior do Palato Duro); nas Vias Aéreas: Volume das regiões faríngeas (Nasofaríngea, Orofaríngea e Hipofaríngea) e no Seio Maxilar: Volume do Seio Maxilar Esquerdo e Direito. Serão realizadas Mensurações em mm<sup>3</sup> (volume) e mm (largura e profundidade do palato duro) e as diversas formas do Palato Duro a serem classificadas. Ainda, as imagens serão avaliadas, de maneira independente, por 2 avaliadores experientes nos softwares que serão utilizados na pesquisa. As

**Endereço:** Av.Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



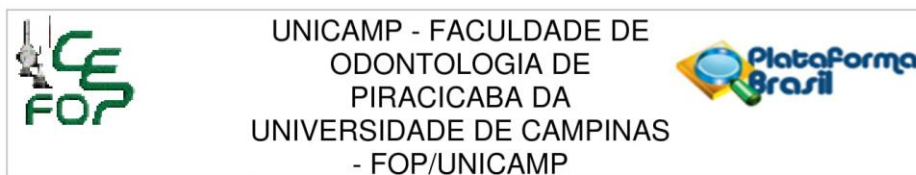
Continuação do Parecer: 3.491.476

imagens serão selecionadas, separadas entre os sexos e classificadas quanto aos padrões craniofaciais e respiratórios. Além disso, será realizada a classificação da morfologia do palato duro e medidas lineares, determinando a profundidade do palato duro, como também, a medição dos volumes das vias aéreas e seios maxilares, como acima mencionado. Serão utilizados os Softwares Carestream Dental 3D Imaging (Atlanta, Geórgia, EUA) para a classificação das imagens quanto aos padrões craniofaciais e respiratórios, medidas lineares e classificação do palato duro, e o ITK-SNAP 3.0 (Cognitica, Filadélfia, PA) para a medição dos volumes das vias aéreas e seios maxilares. Após 15 dias de intervalo, uma segunda avaliação, de 25% da amostra, será realizada novamente, sob os mesmos parâmetros, para avaliar a reprodutibilidade do método. A concordância intra e interobservador será calculada utilizando o teste de kappa. A morfologia do palato duro será associada aos diferentes sexos (homem e mulher); aos padrões craniofaciais (classes esqueléticas e tipos faciais); aos volumes encontrados nas regiões faríngeas (naso, oro e hipofaringe) e seios maxilares (direito e esquerdo), e, ao padrão respiratório dos pacientes, oral e nasal. As associações serão realizadas por meio da análise do teste ANOVA (variância dos critérios), considerando-se um nível de significância de 5%. Para análise de dados, o programa SPSS (Pacote Estatístico para Ciências Sociais) for Windows®, será utilizado. Espera-se, com essa pesquisa, verificar uma possível existência de correlação entre a morfologia do palato duro e os diferentes padrões respiratórios, padrões craniofaciais e sexos, além de avaliar a ocorrência de alteração nos volumes das regiões faríngeas e seios maxilares, quando a morfologia do palato duro se encontra alterada.

**Critérios de inclusão:** serão exames de TCFC, de pacientes maiores de 18 anos, ambos os sexos, totalmente dentados, com tamanho do campo de visão grande (FOV (Field of View) "Extended high"), que seja possível a visualização das estruturas anatômicas da região de cabeça e pescoço, incluindo o osso hioide, com nitidez e contraste suficiente para uma boa análise e medições lineares e volumétricas precisas. **Critérios de exclusão:** serão exames de TCFC de pacientes menores de 18 anos e que apresentem, além de ausência dentárias, histórico de trauma na região craniofacial, fratura, síndromes, cirurgias ortognáticas e/ou do trato respiratório e aplasia dos seios maxilares. Pacientes fissurados (palatina e labial) também serão excluídos da amostra.

**METODOLOGIA:** Inicialmente, os exames de TCFC serão selecionados, levando em consideração os critérios de inclusão e exclusão do estudo. Após a triagem, ocorrerá a separação entre os sexos (HOMEM e MULHER), cadastro dos pacientes na tabela de dados da pesquisa e assim, classificá-los

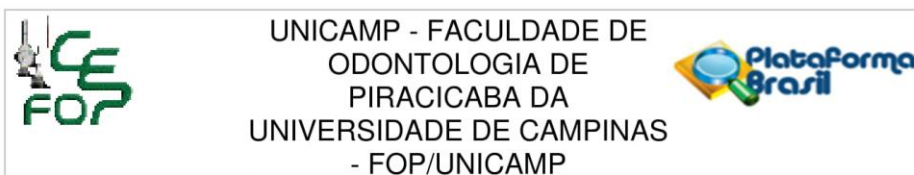
**Endereço:** Av. Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

quanto aos padrões craniofaciais e respiratórios. A classificação dos padrões craniofaciais será dividida em duas etapas: A primeira etapa será classificar quanto às classes esqueléticas, segundo a classificação de Angle: Classe I, II e III(40). Será utilizado o programa Carestream Dental 3D Imaging Software (Atlanta, Geórgia, EUA), versão interna 3.5.18.0, para realizar as medições, segundo o padrão Steiner(41), dos ângulos SNA, SNB e ANB. O valor do ângulo ANB será estabelecido através da subtração dos valores dos ângulos de SNA e SNB. Para o paciente Classe I o valor de ANB será no intervalo entre 0 e 4; Classe II maior que 4 e Classe III menor que 0. A segunda etapa será classificá-los quanto ao tipo facial. Será utilizado o mesmo programa da classificação esquelética, para determinar as mensurações, segundo o índice de Vert(42). Serão realizadas 5 medidas, através de traçados entre os pontos cefalométricos: Ângulo do Eixo Facial (N-Ba/Pt-Ng); Profundidade Facial (Po-Or/N-Pog); Ângulo do Plano Mandibular (Go-Me/ Po-Or); Altura Facial Inferior (Xi-ENA/Xi-Pm) e Arco Mandibular (Dc-Xi/Xi-Pm). Os valores encontrados serão colocados em uma fórmula, para, assim, estabelecer a classificação. Valores maiores que 0,5 serão classificados em Braquifacial; menor que 0,5 serão Dolicofacial e quando o valor for nulo será Mesofacial. O padrão respiratório dos pacientes será classificado também, já que esta informação clinicamente não será possível de se obter. Porém, é possível estimar essa condição pela análise do triângulo hioideo(12,31,32). Será utilizado também o programa Carestream Dental 3D Imaging Software (Atlanta, Geórgia, EUA), versão interna 3.5.18.0, para realizar as medições, que será determinada através de uma linha traçada entre a terceira vértebra cervical (C3) e o ponto cefalométrico retrognático (RGn). Da C3, traça-se até o ponto mais alto, anterior ao osso hioideo. E da região anterior ao osso hioideo, traça-se até o ponto RGn. Desenhado o triângulo hioideo, o padrão respiratório do paciente, é estimado da seguinte forma: se o osso hioide estiver posicionado sobre o plano RGn-C3, temos um triângulo hioideo negativo, pela posição superior do osso hioideo, sendo o paciente, respirador bucal. Entretanto, se o osso hioide estiver posicionado sob o plano RGn-C3, temos um triângulo hioideo positivo, pela posição inferior do osso hioideo, sendo o paciente, respirador nasal(31). Após a classificação quanto aos padrões craniofaciais e respiratórios, as imagens de TCFC serão analisadas, para determinar a classificação da morfologia, a largura e profundidade do palato duro. A avaliação da classificação será subjetiva, avaliando a curvatura da região inferior e a morfologia da região superior. Já a largura e profundidade do palato duro, será de forma objetiva, tanto na região posterior (a nível dos molares superiores), quanto na região mais anterior (a nível de pré-molares). As duas tarefas serão executadas no

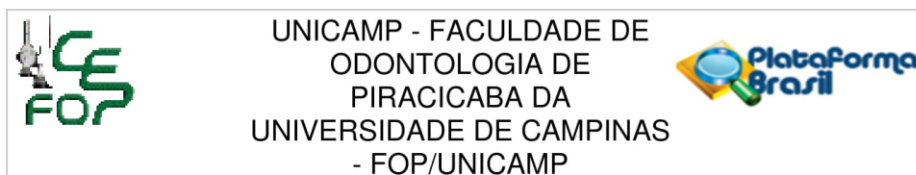
**Endereço:** Av.Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

mesmo programa utilizado para a classificação dos padrões craniofaciais e respiratórios. Para a mensuração da largura e profundidade do palato duro na região posterior (Fig. 1), será selecionada uma reconstrução axial e uma coronal, mas as linhas de referências, para as mensurações, serão realizadas apenas no corte coronal. Primeiramente, é selecionado no corte axial, a região de molares superiores, onde será traçada uma linha horizontal, passando no centro do canal das raízes palatinas dos primeiros molares superiores, em ambos os lados. Em seguida, no corte coronal, será traçada uma linha na região de primeiros molares superiores, na altura da cortical palatina óssea, ligando de um molar superior a outro, determinando a largura posterior do palato duro. Enfim, é traçada uma linha perpendicular à linha anterior, na região mais central dessa linha, e será determinada a altura (a maior profundidade do palato com essa referência). Para a região anterior (Fig. 2), é selecionado novamente no corte axial, a região de pré-molares superiores, onde será traçada uma linha horizontal, passando no centro do canal palatino das raízes dos primeiros pré-molares superiores, em ambos os lados. Em seguida, no corte coronal, será traçada uma linha na região de primeiros pré-molares superiores, na altura da cortical palatina óssea, ligando de um pré-molar superior a outro, determinando a largura anterior do palato duro. Enfim, é traçada uma linha perpendicular à linha anterior, na região mais central dessa linha, e será determinada a altura (a maior profundidade do palato com essa referência)(43,44). Definida as diferentes morfologias e medidas lineares da profundidade do palato duro, será feita a medição dos volumes (mm<sup>3</sup>) das regiões faríngeas e seios maxilares. Será executada no programa ITK-SNAP software 3.0 (Cognitica, Filadélfia, PA). As regiões faríngeas: Nasofaringe, Orofaringe e Hipofaringe serão analisadas da seguinte forma, segundo Brasil et al.(26): Primeiramente, será delimitada as regiões de interesse, mediante os seguintes parâmetros (Fig. 3): plano vertical anterior, percorrendo o limite da espinha nasal posterior, paralelo ao plano sagital; plano vertical posterior, percorrendo a parede faríngea posterior; plano lateral, percorrendo as paredes laterais da faringe, incluindo todas as projeções laterais faríngeas; plano inferior, percorrendo tangencialmente à projeção caudal medial da terceira vértebra cervical, perpendicular ao plano sagital; e por fim, o plano superior, ao ponto mais alto da nasofaringe. Após, será selecionado o "Threshold" e realizado o preenchimento semiautomático da região indicada. Caso haja alguma área não delimitada, um ajuste manual será feito pelo próprio avaliador. Para os seios maxilares, será utilizado o mesmo programa das vias aéreas e serão selecionadas as regiões de parede nasal lateral, extremidade superior no processo zigomático da maxila e inferiormente, próximo à região alveolar do osso

**Endereço:** Av.Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

maxilar, bilateralmente, para medição do volume (mm<sup>3</sup>). Análise estatística dos dados: Após a coleta de todos os dados do estudo, a morfologia do palato duro será associada aos diferentes sexos (Homem e mulher); aos padrões craniofaciais encontrados (classes esqueléticas e tipos faciais); aos volumes encontrados nas regiões faríngeas (Naso, oro e hipofaringe) e seios maxilares (direito e esquerdo), e, ao padrão respiratório dos pacientes, oral e nasal. Realizada por meio da análise do teste ANOVA (variância dos critérios), considerando-se um nível de significância de 5%. Para análise de dados, o programa SPSS (Pacote Estatístico para Ciências Sociais) for Windows®, será utilizado.

Local de realização da pesquisa: Este estudo será desenvolvido no Departamento de Diagnóstico Oral, Área de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), Piracicaba, SP.

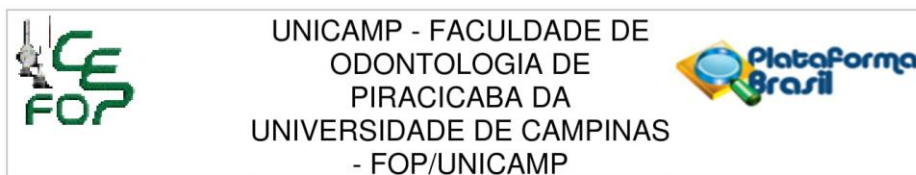
O cronograma proposto para a pesquisa no projeto informa o início partir da aprovação do protocolo no Sistema CEP/CONEP pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e prevê 24 meses para conclusão do estudo.

O cronograma descrito na PB indica que a pesquisa será iniciada em 10/06/2019 e será concluída em 28/02/2020, em cerca de 8 meses. (PENDÊNCIA 1)

A lista de pesquisadores citada na capa do projeto de pesquisa inclui Pesquisador Responsável: Murilo Miranda Vasconcelos Viana; Pesquisador Participante: Prof.<sup>a</sup> Dra. Deborah Queiroz de Freitas França e Pesquisador Participante: Prof.<sup>a</sup> Dr. Yuri Nejaim, o que é confirmado na declaração dos pesquisadores e na PB.

PENDÊNCIA 1 (atendida em 06/07/2019): Os pesquisadores informaram que "O cronograma proposto pela pesquisa no projeto foi reajustado e atualizado. Todas as áreas modificadas na tabela do Cronograma de Trabalho do Projeto foram marcadas em amarelo, como solicitado no parecer. O cronograma também foi reajustado na Plataforma Brasil, para assim, não haver mais divergências entre as datas apresentadas".

**Endereço:** Av. Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

#### **Objetivo da Pesquisa:**

**HIPÓTESE:** Apesar de cada estrutura ter seu próprio padrão de maturação e taxa de crescimento, quando há uma deficiência de desenvolvimento em alguma delas, há um prejuízo em cascata nas estruturas circunjacentes, seja a curto ou à longo prazo. O palato duro é uma dessas estruturas que, quando há um desequilíbrio ou alteração no desenvolvimento craniofacial, pode estar sujeito a sofrer modificações. E, por estar atrelado às atividades funcionais orofaciais, é possível prever o prejuízo das funções orais e/ou respiração. A relação entre o padrão craniofacial e a função respiratória é estudada há muito tempo. Na literatura, há vários relatos associando padrão esquelético, tamanho e ventilação das vias aéreas, mas não relacionam com a profundidade do palato duro. Além disso, muitos estudos ainda são focados em pacientes infantins. Portanto, se faz necessária a análise morfológica do palato duro (classificação e mensurações), assim como, relacioná-la ao padrão respiratório, oral ou nasal, estabelecido pela análise do triângulo hioideio; padrões craniofaciais, como classes esqueléticas e tipos faciais; e a influência das diferentes alterações desta estrutura nos volumes das vias aéreas e seios maxilares, em pacientes adultos, através de imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. A importância desse estudo, não é somente pelo seu diferencial em relação à literatura, que ainda há muitos questionamentos não esclarecidos abordados à esses assuntos, e que precisam ser mais aprofundados, mas a sua relevância para a realidade clínica da Odontologia, por estabelecer estratégias de melhor diagnóstico, tratamento e encaminhamentos, quando a morfologia do palato duro se encontra alterada.

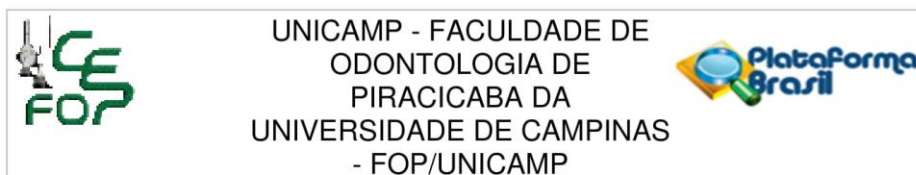
**OBJETIVO PRIMÁRIO:** Classificar a morfologia do Palato Duro.

**OBJETIVOS SECUNDÁRIOS:** Analisar a influência das diferentes morfologias do Palato Duro: I. No Volume das Vias Aéreas; II. No Volume dos Seios Maxilares; III. Nas diferentes Classes Esqueléticas; IV. Nos diferentes Tipos Faciais; V. Nos diferentes sexos; VI. Nos diferentes Padrões Respiratórios (Nasal e Oral).

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Quanto aos riscos e desconfortos previstos para os participantes, os pesquisadores informaram que "Na presente pesquisa serão utilizadas imagens de TCFC do arquivo digital do biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica, do Departamento de Diagnóstico Oral (DDO) da FOP/UNICAMP.

**Endereço:** Av. Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

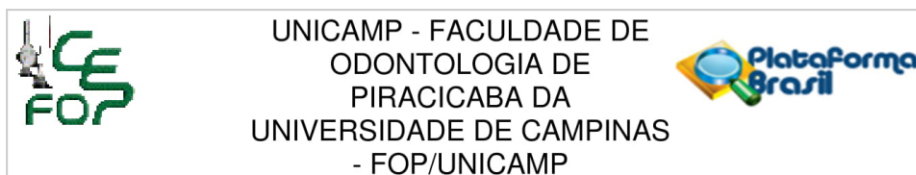
Como serão utilizadas somente as imagens arquivadas, presume-se que não haverá desconfortos nem riscos para os pacientes, porque o exame de tomografia computadorizada de feixe cônico foi realizado previamente como instrumento de diagnóstico para outros fins e independentemente da presente pesquisa. Além disso, a participação na pesquisa, de avaliadores voluntários, não implica em risco ou desconforto previsível, pois não haverá intervenção direta ou indireta sobre o indivíduo, e sim a avaliação de material já obtido anteriormente, além de sua identidade que será preservada."

Quanto aos benefícios diretos previstos para os participantes, os pesquisadores informaram que "Não haverá benefício e nem prejuízo direto ao participante, pois, como já explicado anteriormente, na presente pesquisa, apenas serão utilizadas imagens de TCFC do arquivo digital do biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica, do Departamento de Diagnóstico Oral (DDO) da FOP-UNICAMP. Além disso, os pacientes já levaram as imagens previamente feitas e analisadas, logo depois que estas foram obtidas, independentemente da pesquisa. Também não haverá benefícios ou vantagens diretas previstas na pesquisa para os avaliadores voluntários que dela participarem."

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Quanto ao modo de abordagem dos participantes da pesquisa para a obtenção do TCLE os pesquisadores informaram que "No presente estudo serão utilizadas imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), pertencentes aos arquivos digitais do biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica, do Departamento de Diagnóstico Oral (DDO) da FOP-UNICAMP. O processo de obtenção das amostras está previsto para ocorrer entre abril e julho de 2019. Não serão incluídos, na amostra, exames de TCFC de pacientes menores de 18 anos e que apresentem, ausências dentárias, histórico de trauma na região craniofacial, fratura, síndromes, cirurgias ortognáticas e/ou do trato respiratório e aplasia dos seios maxilares. Pacientes fissurados (palatina e labial) também serão excluídos da amostra. Serão utilizados exames de TCFC, de pacientes maiores de 18 anos, ambos os sexos, totalmente dentados, com tamanho do campo de visão grande (FOV (Field of View) "Extended high"), que seja possível a visualização das estruturas anatômicas da região de cabeça e pescoço, incluindo o osso hioide, com nitidez e contraste suficiente para uma boa análise e medições lineares e volumétricas precisas. Com

**Endereço:** Av.Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

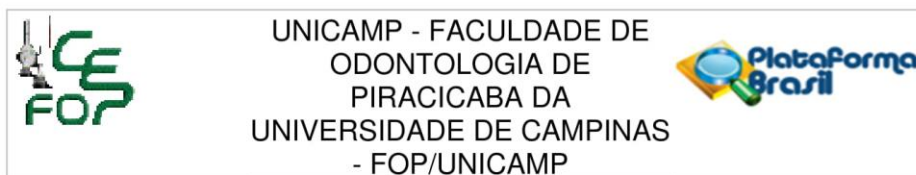
relação aos dados de cadastro do banco de imagens, encontram-se somente o nome e a idade dos pacientes. Outros dados como telefone e endereço não foram encontrados nas imagens do arquivo, pois estes dados muitas vezes são excluídos do arquivo no final de cada mês. Assim, não será possível entrar em contato com os pacientes para o respectivo recrutamento, não sendo possível a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Porém, será solicitada a autorização ao professor responsável pela Clínica Radiológica, para utilização das imagens de TCFC do arquivo do biobanco de imagens da clínica. A avaliação das imagens será realizada, de maneira independente, por dois avaliadores, com experiência nos softwares que serão utilizados na pesquisa, além da habilidade em avaliar imagens de TCFC."

Quanto à justificativa para participação de grupos vulneráveis os pesquisadores informaram que "Nesta pesquisa serão utilizadas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) de pacientes maiores de 18 anos, ambos os sexos, sendo possível a visualização das estruturas anatômicas da região de cabeça e pescoço, incluindo o osso hioide, com nitidez e contraste suficiente. Nenhum paciente participante da pesquisa será menor de idade, portanto não existe grupo vulnerável."

Quanto às medidas para proteção ou minimização dos desconfortos e riscos previsíveis os pesquisadores informaram que "Não é previsível nenhum tipo de risco ou desconforto para os sujeitos da pesquisa e, portanto, não haverá medidas de proteção ou minimização de riscos previsíveis, pois serão utilizadas imagens de TCFC que já foram realizadas e que se apresentam no arquivo digital Clínica de Radiologia Odontológica (FOP/UNICAMP). Também não há risco previsível para os avaliadores voluntários pela participação na pesquisa. Portanto, não há previsão de medidas de proteção dos mesmos."

Quanto às medidas de proteção à confidencialidade os pesquisadores informaram que "As identidades dos participantes serão mantidas em sigilo e as informações obtidas durante a pesquisa só serão acessadas pelos pesquisadores. Para todas as imagens utilizadas e analisadas serão adotadas as medidas de confidencialidade dos dados dos pacientes, sendo apenas mantido a idade e o sexo. A identidade do paciente será resguardada por meio de uma codificação numérica de cada um dos pacientes com a sua respectiva imagem. Na divulgação dos resultados desse estudo, informações que possam identificá-lo não serão mostradas ou publicadas. Os dados dos resultados dos avaliadores também serão mantidos em sigilo absoluto e a confidencialidade será preservada, sendo os resultados de suas avaliações codificados como avaliador 1 e avaliador

**Endereço:** Av. Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

2. Além disso, eles não serão identificados em qualquer apresentação ou publicação baseada nos resultados dessa pesquisa."

Quanto à previsão de ressarcimento de gastos os pesquisadores informaram que "Como as imagens utilizadas, na presente pesquisa, pertencem aos arquivos digital do biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica, do Departamento de Diagnóstico Oral (DDO) da FOP-UNICAMP, os pacientes não tiveram nenhum tipo de gasto adicional, além daqueles relativos aos custos da realização do exame de tomografia, os quais independem da presente pesquisa. Assim, não se tem previsão do ressarcimento dos gastos para os sujeitos da pesquisa. Da mesma maneira, a participação na pesquisa também não causará despesas ao avaliador voluntário em qualquer fase do estudo, não havendo também a previsão de ressarcimento de gastos para esse grupo. Caso haja a necessidade de qualquer cobrança, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores."

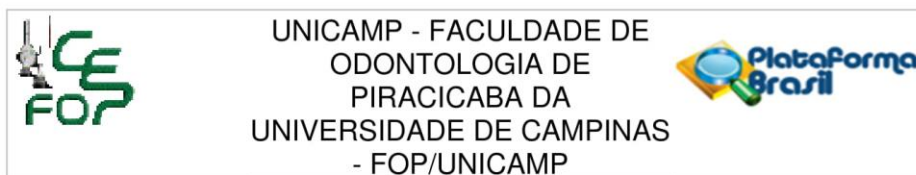
Quanto à previsão de indenização e/ou reparação de danos os pesquisadores informaram que "Não há risco previsível de nenhum tipo de dano ao paciente na pesquisa e, portanto, não há previsão de indenização e/ou reparação de dano, já que a pesquisa se realizará com imagens de TCFC pertencentes aos arquivos digital do biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica, do Departamento de Diagnóstico Oral (DDO) da FOP-UNICAMP. Também não há risco previsível pela participação na pesquisa dos avaliadores, e, portanto, não há previsão de indenização ou reparação dos mesmos. Porém, fica garantida a indenização, em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial."

Quanto aos critérios para suspender ou encerrar a pesquisa os pesquisadores informaram que "Não há previsão de suspensão da pesquisa. Em caso de suspensão, os motivos possíveis serão devido a doença dos pesquisadores e/ou avaliadores que os impossibilite de realizá-la. A mesma será encerrada quando as informações desejadas forem obtidas."

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

A FR foi apresentada preenchida (300 participantes, sem patrocinador principal) e assinada pelo pesquisador responsável (Dr Murilo Miranda Vasconcelos Viana) e pelo Diretor da FOP-UNICAMP (Dr. Francisco Haiter Neto).

|                                                 |                              |                                   |
|-------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Endereço:</b> Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 |                              | <b>CEP:</b> 13.414-903            |
| <b>Bairro:</b> Areião                           |                              |                                   |
| <b>UF:</b> SP                                   | <b>Município:</b> PIRACICABA |                                   |
| <b>Telefone:</b> (19)2106-5349                  | <b>Fax:</b> (19)2106-5349    | <b>E-mail:</b> cep@fop.unicamp.br |



Continuação do Parecer: 3.491.476

A capa do projeto cita os dados solicitados pelo CEP-FOP.

A declaração dos pesquisadores foi apresentada, porém requer ajustes (vide pendência 5).

A declaração da instituição foi apresentada, adequadamente preenchida e assinada.

A declaração para autorização para uso do material do biobanco da área de Radiologia Odontológica foi apresentada, adequadamente preenchida e assinada.

Os pesquisadores solicitaram dispensa do TCLE, justificando que "Este estudo tem como material a ser analisado imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico do arquivo pertencente ao biobanco da Clínica de Radiologia Odontológica da FOP/UNICAMP. Serão utilizadas apenas as imagens dos pacientes que optaram pela não solicitação de seu consentimento. Assim, não será necessária a aplicação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para esse estudo."

Necessidade de registro de Biorrepositório: A descrição da metodologia indica que não serão coletadas amostras biológicas para a realização da pesquisa e, portanto, não há necessidade de registro de biorrepositório.

O orçamento descrito na PB informa que a pesquisa terá custo de R\$20,00, bancado pelos pesquisadores. Contudo, não descrevem que tipo de aquisição de material ou bem será realizado com este orçamento (PENDÊNCIA 2).

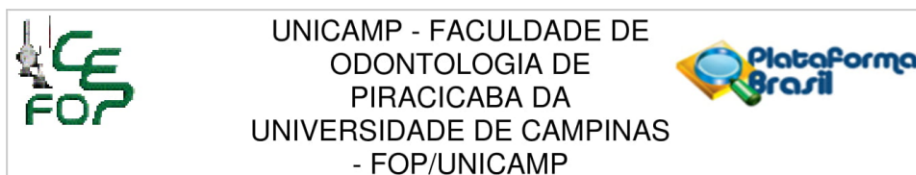
A pesquisa foi classificada na Grande Área 4 (Ciências da Saúde) e tem como título público "CLASSIFICAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PALATO DURO E SUA INFLUÊNCIA NO VOLUME DAS VIAS AÉREAS E SEIO MAXILAR ". A pesquisa não foi classificada nas áreas temáticas especiais. A Instituição proponente da pesquisa é a Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp e não foi listada Instituição Coparticipante.

PENDÊNCIA 2 (atendida em 06/07/2019): Os pesquisadores informaram que o material que será adquirido, com o valor também apresentado, foi descrito no orçamento financeiro. Informaram que será adquirido um Pen Drive de 32Gb, no valor de R\$ 30,00 reais, para o armazenamento e transporte das imagens entre os computadores da Clínica de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP), e assim, serem realizadas as avaliações das imagens da pesquisa.

PENDÊNCIA 3 (atendida em 06/07/2019): Os pesquisadores informaram que conforme requisitado, revisaram a lista de todos os documentos necessários para o novo envio ao CEP, e esse, não consta mais.

PENDÊNCIA 4 (atendida em 06/07/2019): Os pesquisadores informaram que conforme

**Endereço:** Av.Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

requisitado, revisaram a lista de todos os documentos necessários para o novo envio ao CEP, e esse, não consta mais.

PENDÊNCIA 5 (atendida em 06/07/2019): Os pesquisadores informaram que conforme requisitado o item 5 da declaração dos pesquisadores, quanto à coleta de material biológico e o registro do biobanco junto ao CEP, foi revisado e ajustado e que nova declaração foi apresentada e submetida na Plataforma Brasil.

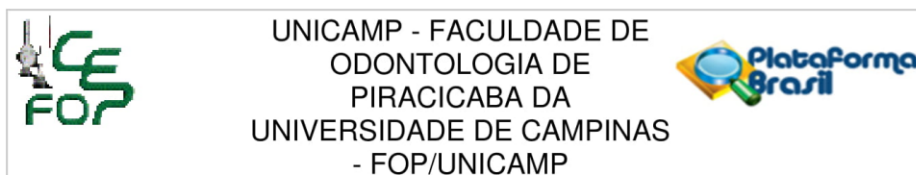
Observação: Recomendamos checar no Google quanto à defesa de teses e publicações com título muito similares ao do protocolo pelo pesquisador responsável.

#### **Recomendações:**

Não há mais pendências por resolver.

As recomendações a seguir não são pendências e podem ou não ser aplicáveis ao protocolo em tela. Não há necessidade de resposta às mesmas. RECOMENDAÇÃO 1- É obrigação do pesquisador desenvolver o projeto de pesquisa em completa conformidade com a proposta apresentada ao CEP. Mudanças que venham a ser necessárias após a aprovação pelo CEP devem ser comunicadas na forma de emendas ao protocolo por meio da PB. RECOMENDAÇÃO 2- Após a aprovação do protocolo de pesquisa os pesquisadores devem atentar para a necessidade de envio de relatórios parciais de atividade (no mínimo um a cada 12 meses) e do relatório final de atividade (ao término da pesquisa). Os pesquisadores devem informar e justificar ao CEP a eventual necessidade de interrupção ou interrupção total ou parcial da pesquisa. RECOMENDAÇÃO 3- Reforça-se a necessidade do registro de Biorrepositórios para as amostras biológicas coletadas e que não sejam de uso imediato. A intenção deve ser registrada no projeto, no Regulamento do Biorrepositório e no TCLE que será assinado pelo participante. RECOMENDAÇÃO 4- Os pesquisadores devem atentar para a necessidade de aplicação de TCLE para coleta de amostras a serem estocadas em Biobancos e Biorrepositórios e para a necessidade de aplicação de novo TCLE quando da realização de novas pesquisas com o material estocado. RECOMENDAÇÃO 5- Pesquisas com dentes doados por profissionais de saúde ainda são toleradas em hipótese pelo CEP-FOP, mas os pesquisadores

**Endereço:** Av. Limeira 901 Caixa Postal 52  
**Bairro:** Areião **CEP:** 13.414-903  
**UF:** SP **Município:** PIRACICABA  
**Telefone:** (19)2106-5349 **Fax:** (19)2106-5349 **E-mail:** cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 3.491.476

devem estar cientes de que esta solução dista do ideal ético de consulta direta ao participante por meio de TCLE específico da pesquisa ou da obtenção dos dentes a partir de um Biobanco de dentes e que estas últimas situações deveriam ser escolhidas em substituição à primeira. RECOMENDAÇÃO 6- Os pesquisadores devem manter os arquivos de fichas, termos, dados e amostras sob sua guarda por pelo menos 5 anos após o término da pesquisa. RECOMENDAÇÃO 7- Destaca-se que o parecer consubstanciado é o documento oficial de aprovação do sistema CEP/CONEP e os certificados emitidos pela secretaria do CEP-FOP, a pedido, após a aprovação final do protocolo, só têm valor simbólico e devem ser evitados. RECOMENDAÇÃO 8- Intercorrências e eventos adversos devem ser relatados ao CEP-FOP por meio da PB. RECOMENDAÇÃO 9- Os pesquisadores devem encaminhar os resultados da pesquisa para publicação e divulgação, com devido crédito a todos que tenham colaborado com a realização da pesquisa. RECOMENDAÇÃO 10- O parecer do CEP-FOP é fortemente baseado nos textos do protocolo encaminhado pelos pesquisadores e pode conter inclusive trechos transcritos literalmente do projeto ou de outras partes do protocolo. Trata-se, ainda assim, de uma interpretação do protocolo. Caso algum trecho do parecer não corresponda ao que efetivamente foi proposto no protocolo, os pesquisadores devem se manifestar sobre esta discrepância. A não manifestação dos pesquisadores será interpretada como concordância com a fidedignidade do texto do parecer no tocante à proposta do protocolo.

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências por resolver.

#### Considerações Finais a critério do CEP:

Parecer de aprovação de protocolo emitido "ad referendum" conforme autorização do Colegiado na reunião de 08/05/2019. Será submetido para homologação na reunião de 14/08/2019.

#### Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento                 | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                                  | Situação |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1375875.pdf | 06/07/2019<br>11:21:59 |                                        | Aceito   |
| Outros                         | cartarespostaparecer.pdf                      | 06/07/2019<br>11:20:42 | MURILO MIRANDA<br>VASCONCELOS<br>VIANA | Aceito   |

Endereço: Av. Limeira 901 Caixa Postal 52  
 Bairro: Areião CEP: 13.414-903  
 UF: SP Município: PIRACICABA  
 Telefone: (19)2106-5349 Fax: (19)2106-5349 E-mail: cep@fop.unicamp.br

|  |                                                                                                                   |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <b>UNICAMP - FACULDADE DE<br/>ODONTOLOGIA DE<br/>PIRACICABA DA<br/>UNIVERSIDADE DE CAMPINAS<br/>- FOP/UNICAMP</b> |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

Continuação do Parecer: 3.491.476

|                                                                       |                           |                        |                                        |        |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------------|--------|
| Declaração de Pesquisadores                                           | 51DeclarPesquisadores.pdf | 06/07/2019<br>11:19:43 | MURILO MIRANDA<br>VASCONCELOS<br>VIANA | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                             | 2Projeto.pdf              | 06/07/2019<br>11:19:23 | MURILO MIRANDA<br>VASCONCELOS<br>VIANA | Aceito |
| Outros                                                                | CEPcompleto.pdf           | 12/06/2019<br>17:15:49 | Leny Cecilia Faro<br>Pereira           | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência             | 4TCLE.pdf                 | 10/06/2019<br>18:53:55 | MURILO MIRANDA<br>VASCONCELOS<br>VIANA | Aceito |
| Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco | 55Autarq.pdf              | 10/06/2019<br>18:53:12 | MURILO MIRANDA<br>VASCONCELOS<br>VIANA | Aceito |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                            | 52DeclarInstituicao.pdf   | 10/06/2019<br>18:52:29 | MURILO MIRANDA<br>VASCONCELOS<br>VIANA | Aceito |
| Folha de Rosto                                                        | 1Folhaderosto.pdf         | 10/06/2019<br>18:49:59 | MURILO MIRANDA<br>VASCONCELOS<br>VIANA | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PIRACICABA, 07 de Agosto de 2019

---

**Assinado por:**  
**Fernanda Miori Pascon**  
**(Coordenador(a))**

|                                                 |                              |                                   |
|-------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Endereço:</b> Av.Limeira 901 Caixa Postal 52 |                              | <b>CEP:</b> 13.414-903            |
| <b>Bairro:</b> Areião                           |                              |                                   |
| <b>UF:</b> SP                                   | <b>Município:</b> PIRACICABA |                                   |
| <b>Telefone:</b> (19)2106-5349                  | <b>Fax:</b> (19)2106-5349    | <b>E-mail:</b> cep@fop.unicamp.br |