

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Mariana Campos Limongi

**AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA DA SUTURA PALATINA MEDIANA E SUA  
RELAÇÃO COM MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DO PALATO DURO**

Belo Horizonte

2022

Mariana Campos Limongi

**AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA DA SUTURA PALATINA MEDIANA E SUA  
RELAÇÃO COM MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DO PALATO DURO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas, Área Temática: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Linha de pesquisa: Métodos de diagnóstico por imagem, radiobiologia e radioproteção.

Orientador: Prof. Dr. Amaro Ilídio Vespasiano Silva

Belo Horizonte

2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

L734a Limongi, Mariana Campos  
Avaliação tomográfica da sutura palatina mediana e sua relação com morfologia e morfometria do palato duro / Mariana Campos Limongi. Belo Horizonte, 2022.  
71 f.: il.

Orientador: Amaro Ilídio Vespasiano Silva  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Técnicas de expansão palatina - Métodos. 2. Palato Duro - Morfologia. 3. Maxila. 4. Suturas. 5. Tomografia computadorizada de feixe cônico - Avaliação. 6. Imagem tridimensional. 7. Revisão Sistemática. I. Silva, Amaro Ilídio Vespasiano. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.212

Ficha catalográfica elaborada por Elizângela Ribeiro de Azevedo- CRB 6/3393

Mariana Campos Limongi

**AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA DA SUTURA PALATINA MEDIANA E SUA  
RELAÇÃO COM MORFOLOGIA E MORFOMETRIA DO PALATO DURO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Clínicas Odontológicas – Área Temática: Radiologia Odontológica e Imaginologia.

**COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:**

- 1- Profa. Dra. Cláudia Assunção e Alves Cardoso – Faculdade Promove BH
- 2- Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Amaro Ilídio Vespasiano Silva – PUC Minas

**DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 17 de março de 2022**

**A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora**

Prof. Dr. Amaro Ilídio Vespasiano Silva  
**Orientador**

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares  
**Coordenador do Programa de Pós-graduação  
em Odontologia**

À Deus e à minha Família,  
por serem presentes em minha vida e me guiar com bons exemplos.

## AGRADECIMENTOS

À **Deus** por me abençoar pela família maravilhosa, por iluminar sempre o meu caminho e guiar os meus passos.

À minha **avó Isa** que sempre me apoiou e incentivou durante toda essa jornada, me acalutando nos momentos que mais precisei.

**Aos meus pais, José Benedito e Isabela**, por me apoiarem em todas as decisões e sonharem juntos comigo. Obrigada pela educação, exemplo de honestidade, ética e por serem a minha maior inspiração.

Ao meu noivo **Matheus** por todo apoio, compreensão, paciência e amor.

Aos meus **irmãos e cunhados** pelo apoio, companheirismo e incentivo.

Às minhas amigas do curso, Fernanda, Michelle e Tatielly, que durante esses dois anos me deram força para continuar firme nessa jornada.

Agradeço, também, à minha prima Ana Luiza e à Natália por me ampararem e socorrerem no trabalho para a realização desta conquista.

Ao coordenador do curso, Dr. **Rodrigo Villamarim** Soares e à equipe de professores do Mestrado Acadêmico, pela dedicação, compromisso e empenho para manter a excelência do curso mesmo em período pandêmico.

Às Funcionárias da Secretaria da Pós-graduação em Odontologia, **Angélica e Silvania**, por torcerem por mim e sempre estarem disponíveis ajudando a solucionar qualquer intercorrência da nossa caminhada.

Ao aluno da graduação, **Lucas Silva Ferreira**, pelo empenho, disposição e dedicação durante a confecção deste estudo.

Ao professor Dr. **Flávio Ricardo Manzi** pelo incentivo e apoio prestado desde o curso de graduação, pela motivação para seguir como especialista em radiologia e me estimular a alçar novos voos, agora na área acadêmica. Muito obrigada, professor!

Ao Professor **Dr. Amaro Ilídio Vespasiano Silva**, meu orientador, pela disponibilidade, paciência e dedicação. Obrigada por me inspirar a melhorar a cada dia e por acreditar no meu potencial.

À **FAPEMIG** pelo suporte financeiro durante o mestrado e ao Programa de Pós-graduação da PUC Minas pelo empenho em fazer com que este programa ocupe um papel de destaque no cenário acadêmico.

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”. (BEAUVOIR).

## RESUMO

A expansão rápida da maxila é o tratamento comumente utilizado para a correção da discrepância transversa da maxila, é um método ortopédico que consiste em aplicação de forças para disjuntar sutura palatina mediana. A maturação óssea é o principal fator de resistência à expansão maxilar, portanto o estágio de maturação da sutura palatina mediana é imprescindível para a previsibilidade do tratamento. O objetivo neste estudo é relacionar a avaliação morfológica, morfométrica do palato duro e a maturação da sutura palatina mediana, considerando a classificação de Angelieri, baseado em exames de tomografia de feixe cônico. Foram avaliadas tomografias computadorizadas de feixe cônico, coletadas de banco de dados do serviço de radiologia odontológica da PUC Minas, de 110 indivíduos entre 16 a 55 anos de idade. Dois examinadores, previamente treinados, realizaram a classificação sistemática das características morfológicas (profundidade, projeção óssea e grau de inclinação), mensurações da espessura do palato, e relacionaram com idade cronológica e a classificação proposta por Angelieri. Foi avaliada, também, a comparação entre palato regular e profundo quanto aos demais parâmetros de morfometria, morfologia e classificação da SPM. Para a análise estatística, foi usado teste de análise de variância (ANOVA) e o teste t Student, sendo  $p < 0,05$  considerado estatisticamente significativo. Não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes ao se comparar grau de maturação da sutura palatina mediana com morfologia e morfometria do palato. Assim como não foram observadas diferenças consideráveis entre a profundidade do palato com os outros fatores morfológicos considerados no estudo. Entretanto, foi observada diferença significativa entre a profundidade do palato e a espessura óssea na região de molares e pré molares. Com base nos resultados, conclui-se que o palato profundo possui menor espessura óssea quando comparado ao regular e, ainda, que a idade cronológica do paciente não deve ser considerada fator determinante para a disjunção da maxila. O conhecimento anatômico do palato duro, sutura palatina mediana e estruturas circundantes pode fornecer informações viáveis para intervenções ortodônticas e cirúrgicas.

Palavras-chave: Expansão rápida da maxila. Análise de imagem. Tomografia. Anatomia.

## ABSTRACT

Rapid maxillary expansion is the treatment commonly used for the correction of transverse maxillary discrepancy, it is an orthopedic method that consists of applying forces to disjoin the midpalatal suture. Bone maturation is the main factor of resistance to maxillary expansion, so the stage of maturation of the midpalatal suture is essential for the predictability of treatment. The objective of this study is to relate the morphological and morphometric evaluation of the hard palate and the maturation of the midpalatal suture, considering the Angelieri classification, based on cone beam tomography exams. Cone-beam computed tomography, collected from the database of the dental radiology service at PUC Minas, of 110 individuals between 16 and 55 years of age were evaluated. Two previously trained examiners performed the systematic classification of morphological characteristics (depth, bone projection and degree of inclination), measurements of palate thickness, and related them to chronological age and the classification proposed by Angelieri. It was also evaluated the comparison between regular and deep palate regarding the other parameters of morphometry, morphology and classification of the SPM. For statistical analysis, analysis of variance (ANOVA) and Student's t test were used, with  $p < 0.05$  considered statistically significant. No statistically significant differences were identified when comparing the degree of maturation of the midpalatal suture with morphology and morphometry of the palate. In addition, considerable differences were not observed between the depth of the palate and the other morphological factors considered in the study. However, a significant difference was observed between palate depth and bone thickness in the molar and premolar region. Based on the results, it is concluded that the deep palate has less bone thickness when compared to the regular palate, and that the patient's chronological age should not be considered a determining factor for maxillary disjunction. Anatomical knowledge of the hard palate, midpalatal suture and surrounding structures can provide viable information for orthodontic and surgical interventions.

Keywords: Rapid maxillary expansion. Image analysis. Tomography. Anatomy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema dos 5 estágios .....	24
Figura 2: Sistema de classificação das características morfológicas do palato duro	26
Figura 3: Planos de referência sagital, coronal e axial .....	31
Figura 4: Reorientação espacial das reconstruções multiplanares de TCFC .....	32
Figura 5: Medida angular para avaliação da profundidade do palato duro .....	33
Figura 6: Inclinação do palato duro: avaliada como a inclinação de uma linha que passa pelas espinhas nasais anterior e posterior, em relação ao plano horizontal...	34
Figura 7: Avaliação da presença de uma projeção óssea em forma de "S" no palato duro .....	35
Figura 8: Estágios de maturação da sutura palatina mediana .....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERM	Expansão rápida da maxila
SPM	Sutura palatina mediana
TCFC	Tomografia computadorizada por feixe cônico

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Obtenção da amostra .....</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Critério de seleção.....</b>	<b>30</b>
<b>3.3</b>	<b>Critério de exclusão.....</b>	<b>30</b>
<b>3.4</b>	<b>Análise dos exames tomográficos .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5</b>	<b>Morfometria e avaliação da morfologia .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6</b>	<b>Testes estatísticos.....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO.....</b>	<b>37</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
	<b>ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas .....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS) classificou as más oclusões dentárias como o terceiro problema odontológico de saúde pública, sendo ultrapassadas apenas pelas lesões cáries e problemas periodontais (DIAS; GLEISER, 2008). Diversos são os motivos para a procura do tratamento ortodôntico, Samsonyanová e Broukal (2014) realizaram uma revisão sistemática em que se destacou a insatisfação com a aparência como principal fator de motivação para a procura de tratamento ortodôntico

A discrepância transversa da maxila é uma das alterações esqueléticas mais comuns que acometem a região craniofacial e que geram esse desconforto estético, podendo acarretar, também, em desvantagens sociais, como relatou McNamara no final do século XX (CAPELOZZA FILHO; SILVA FILHO, 1997; PROFFIT, 2012).

A discrepância transversa da maxila está presente em uma considerável parcela dos pacientes que procuram tratamento ortodôntico sendo de 8 a 23% adolescentes e 10% pacientes adultos, como observaram Lee, Moon e Hong (2017). De origem multifatorial, sua etiologia inclui efeitos deletérios de hábitos bucais, hereditariedade, traumatismo e iatrogenias. Essa discrepância está associada à atresia da maxila, mordida cruzada uni ou bilateral sendo parcial ou total, apinhamento dental, palato ogival e amplo corredor bucal (SCARTEZINI *et al.*, 2007).

Essa alteração esquelética é usualmente corrigida pela expansão rápida da maxila (ERM) que se baseia na abertura mecânica da sutura palatina mediana (SPM) tanto nos ossos maxilares quanto nos ossos palatinos (ANGELIERI *et al.*, 2016). O conceito da expansão maxilar com abertura da SPM foi introduzido por Angel (1860), porém, devido às limitações da época, essa técnica só foi difundida por Haas (1965) tornando-se, desde então, um método rotineiro na prática ortodôntica (ANGELIERI *et al.*, 2013; SUZUKI *et al.*, 2016).

A ERM tem como objetivo aumentar as dimensões transversais da maxila em pacientes com palato estreito, corrigir mordida cruzada posterior uni ou bilateral e, ainda, melhorar a condição respiratória do indivíduo. Esse procedimento de expansão tem altos índices de sucessos em crianças e adolescentes (até o final do crescimento puberal), porém em pacientes adultos jovens os ortodontistas têm um menor índice de sucesso, devido ao processo de maturação esquelética que resulta em um aumento da resistência da SPM e suturas circum-maxilares (DUARTE; FERES, 2020). O aumento da maturidade esquelética é o principal fator de resistência à expansão

maxilar, sendo importante considerar, também, os pilares de força do esqueleto crânio facial (HASS, 1965). Com a finalidade de corrigir tais alterações, diversos dispositivos ortodônticos foram criados para favorecer a disjunção da maxila como os aparelhos Haas, Hyrax, disjuntor de McNamara e atualmente a ERM ancorada em mini implante, MARPE (Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expander), preconizada em 2010 por Lee et al. (ANGELIERI *et al.*, 2016).

A SPM é uma sutura serreada com formas de linhas denteadas, interdigitações, que tem margens ósseas interpostas por tecido conjuntivo denso e não representa apenas a união dos processos palatinos da maxila, mas também a dos processos alveolares das maxilas e das lâminas horizontais dos ossos palatinos. A sutura pode ser dividida em três segmentos: anterior (antes do forame incisivo ou intermaxilar), médio (do forame incisivo até a sutura transversa com o osso palatino) e posterior (após a sutura transversa com o osso palatino). Logo uma intervenção para a expansão da maxila interfere, também, em áreas anatômicas circunvizinhas (SUZUKI *et al.*, 2016).

O progresso de ossificação da SPM começa com a formação de espículas ao longo das suas margens e a fusão ocorre no sentido pósterior anterior, o que tem grande relevância clínica, uma vez que as discrepâncias transversais estão localizadas principalmente na região posterior (COHEN JÚNIOR, 1993; MELSEN, 1975; SUN; LEE; HERRING, 2004; WEHRBEIN; YILDIZHAN, 2001).

Melsen (1975) concluiu em um estudo que com o desenvolvimento esquelético, a sutura palatina mediana passa a apresentar mais interdigitações, tornando-se mais sinuosas e conferindo maior resistência à expansão maxilar. Em estudos microscópios Persson e Thilander (1977) constataram que a maturação da SPM tem grandes variações entre os indivíduos e entre diferentes segmentos da mesma sutura. Em seus estudos os autores comprovaram que a ossificação da sutura se inicia na região posterior por meio de pontes mineralizadas formadas seguindo para anterior e que ela se progride mais rapidamente no seguimento oral do que na parte nasal da abóbada palatal.

Em uma amostra de 186 indivíduos de idade, raça e sexo conhecidos, Mann *et al.* (1991) observaram, dimorfismo sexual no grau de obliteração da sutura, sendo maior em homens do que em mulheres da mesma faixa etária. A amostra incluiu 186 crânios sendo 46 homens brancos, 32 mulheres brancas, 64 homens negros e 44

mulheres negras de idade, raça e sexo conhecidos. A diferença estatística entre a etnia dos indivíduos não foi significativa.

Os autores também identificaram um padrão sequencial de ossificação de modo que se inicia na sutura incisiva, seguindo pela porção posterior, sutura transversa da maxila e finalmente o seguimento do meio da sutura palatina mediana. Diante de tantas descobertas os estudos indicam que a variabilidade nos estágios de desenvolvimento de fusão da sutura palatina mediana não está relacionada diretamente à idade cronológica, particularmente em adultos jovens (ANGELIERI *et al.*, 2013).

Os pesquisadores Revelo e Fishman (1994) propuseram avaliação da morfologia da sutura palatina mediana com radiografias oclusais antes da terapia ERM. Em uma amostra de 84 pacientes composta por 39 homens e 45 mulheres com idades entre 8 e 18 anos, o estudo comparou a sutura palatina mediana em radiografias oclusais baseado no indicador de maturidade esquelética (FISHMAN, 1982). Os autores concluíram que há relação significativa entre desenvolvimento maturacional e o início da ossificação da sutura palatina mediana; no entanto, uma grande quantidade de variação existe na forma como essa sutura fecha.

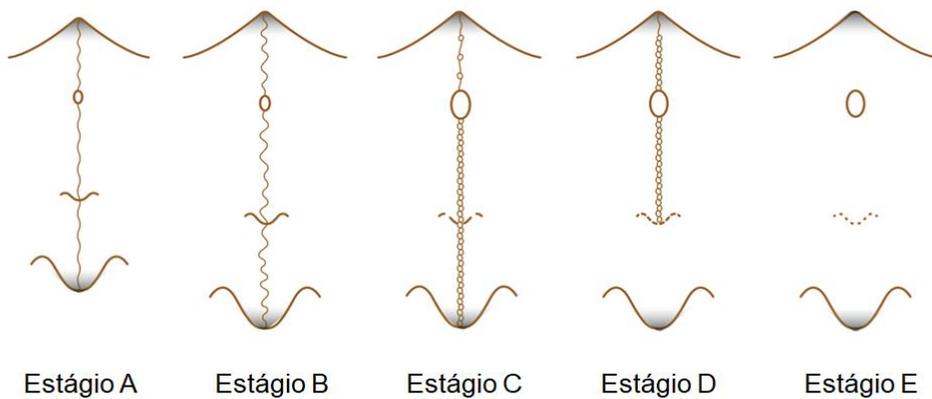
Com a finalidade de compreender melhor a fase de maturação da SPM, os autores Wehrbein e Yildizhan (2001) analisaram quais fatores histológico-histomorfométricos correspondem a um diagnóstico radiológico das radiografias oclusais. Neste estudo, os autores concluíram que uma sutura palatina mediana radiograficamente visível corresponde histologicamente a uma sutura oro nasal reta enquanto uma sutura radiograficamente invisível corresponde histologicamente a uma área relativamente de grande inter digitação, porém não é histologicamente diagnosticada como sutura fechada. Portanto, a radiografias oclusais não são confiáveis para análise morfológica da sutura palatina mediana devido à sobreposição do vômer e estruturas nasais externas que cobrem o palato mediano o que pode levar a falsas interpretações radiográficas da fusão da sutura palatina mediana.

Visto que a idade cronológica não é confiável para determinar o estágio de maturação da SPM é essencial identificar prospectivamente qual paciente adulto jovem pode ter ERM como uma forma menos invasiva de tratamento (SAMRA; HADAD, 2018).

Com a finalidade de apresentar um novo método de classificar e analisar individualmente a morfologia da sutura palatina mediana, Angelieri *et al.* (2013)

propuseram avaliar estrutura de maneira tridimensional. Os autores classificaram a SPM por meio da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). A classificação da SPM proposta por Angelieri *et al.* (2013) é um método qualitativo de análise.

**Figura 1: Esquema dos 5 estágios**



**Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Angelieri *et al.* (2013)**

Estágio A: A sutura palatina mediana é visualizada como uma linha de alta densidade, praticamente retilínea sem ou com pouca interdigitação. A densidade do osso parassutural apresenta-se diminuída.

Estágio B: A sutura palatina mediana é visualizada como uma linha de alta densidade, tortuosa com bastante interdigitação. Ainda neste estágio, podem ser observadas algumas áreas em que duas linhas curvilíneas de alta densidade que se aproximam em certas regiões e em outras, são separadas por espaços de baixa densidade.

Estágio C: A sutura palatina mediana se apresenta como duas linhas de alta densidade, paralelas e curvilíneas, que se aproximam em algumas regiões e em outras são separadas por espaços de baixa densidade. A densidade do osso parassutural permanece diminuída.

Estágio D: Neste estágio, a fusão já ocorreu em pelo menos uma parte da porção posterior da SPM e osso palatino. Apresenta-se como duas linhas de alta densidade, paralelas e curvilíneas, que se aproximam em algumas regiões e em outras são separadas por espaços de baixa densidade. A densidade do osso parassutural está aumentada na porção palatina, em relação à porção maxilar, onde a SPM ainda é visível.

Estágio E: A sutura palatina mediana já não é mais visualizada. Importante ressaltar que o osso parassutural assume densidade aumentada.

Os Estágios A e B foram observados até os 13 anos de idade, enquanto o Estágio C foi observado em indivíduos dos 11 aos 18 anos. Dos 11 aos 14 anos, 25% das meninas apresentaram fusão da sutura palatina mediana e nenhum dos meninos. Já dos 14 aos 18 anos de idade, 57,9% das meninas apresentaram fusão da SPM sendo que somente 23 % dos meninos apresentaram no Estágio D. Nos adultos dos 18 aos 58 anos a grande maioria apresentou a fusão da SPM, porém 12,5% apresentaram sutura no Estágio C e 9,3% no Estágio B.

O método proposto por Angelieri *et al.* (2013) é um auxílio para determinar a viabilidade e prognóstico da ERM, porém é um método qualitativo e depende de algumas variáveis como o nível de treinamento e habilidade para análise e interpretação de imagens (BARBOSA *et al.*, 2019).

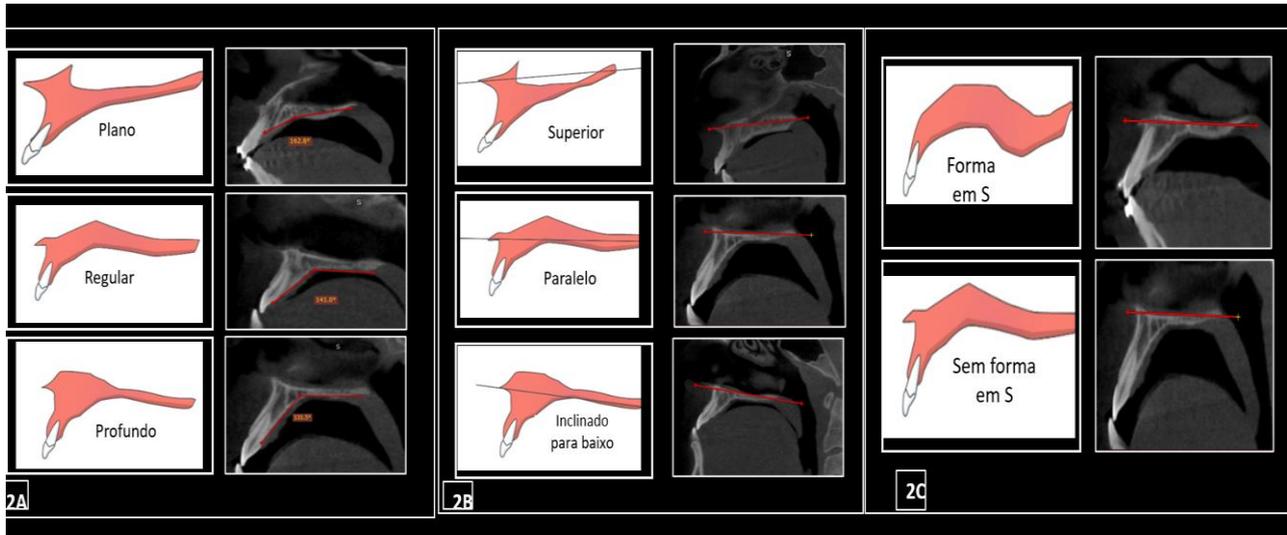
Não só a SPM, alterações morfológicas do palato duro também devem ser levadas em consideração para o sucesso da expansão rápida da maxila. A configuração das arcadas dentárias e a espessura de osso disponível tem uma implicação significativa no tratamento ortodôntico. Esta abordagem individualizada permite uma adaptação da mecânica ortodôntica, procedimentos de contenção e, em alguns casos, até mesmo de procedimentos esqueléticos de ancoragem permitindo maior controle dos resultados (BARBOSA *et al.*, 2015).

A espessura óssea do palato duro nas regiões para inserção de mini implantes é um fator limitante para tratamentos ortodônticos que requerem ancoragem esquelética, especialmente nos casos de mini implantes palatinos como a técnica do MARPE. A técnica requer volume ósseo satisfatório para a instalação e estabilidade, e tais implantes devem ser fixados com distâncias seguras de estruturas vitais. A morfometria do palato duro é a chave para indicar ou contraindicar o procedimento, evitando também possíveis lesões em estruturas adjacentes aos às regiões de inserção, como como perfuração do assoalho nasal (COUSLEY, 2005; FELDMANN; BONDEMARK, 2006).

Viana *et al.* (2021) sugeriram uma classificação morfológica do palato duro baseada em TCFC. Em sua pesquisa o autor avaliou 298 exames tomográficos sendo 144 homens e 154 mulheres, acima de 18 anos. O pesquisador considerou a profundidade do palato duro; a inclinação em relação ao plano horizontal; e a

presença/ausência de projeção óssea em formato de 'S' na porção mais posterior do palato duro.

**Figura 2: Sistema de classificação das características morfológicas do palato duro**



**Legenda:** 2A) Classificação quanto à profundidade, 2B) classificação quanto à inclinação, 2C) Classificação quanto à presença da projeção em S

**Fonte:** Elaborado pela autora

Tendo em vista variações morfológicas do palato duro em profundidade e inclinação, o objetivo no estudo é relacionar a avaliação morfológica do palato duro (espessura e curvatura) baseada na classificação de Viana *et al.* (2021) com o grau de maturação da sutura palatina mediana, proposto por Angelieri *et al.* (2013) utilizando dados da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo neste estudo é relacionar a morfologia e morfometria do palato duro, com a classificação da SPM proposta por Angelieri *et al.* (2013).

### **2.2 Objetivos específicos**

- a) comparar os estágios de maturação da sutura palatina mediana proposto por Angelieri *et al.* (2013) com os resultados morfométricos de análise do palato duro;
- b) comparar os estágios de maturação da sutura palatina mediana proposto por Angelieri *et al.* (2013) com a classificação morfológica proposta por Viana *et al.* (2021).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi enviado para análise prévia pelo Comitê de Ética em Pesquisa por meio do site governamental “Plataforma Brasil”, e após avaliação, foi emitido o parecer número 45062721.9.0000.5137, de 01 de junho de 2021, favorável à sua execução (ANEXO A).

#### 3.1 Obtenção da amostra

Após cálculo amostral, o n encontrado foram de 110 exames de tomografia computadorizada feixe cônico (TCFC), realizadas em 2013, coletadas de banco de dados do serviço de radiologia odontológica da PUC Minas de indivíduos entre 16-55 anos de idade. Os exames foram adquiridos no i-CAT® Next Generation unit (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa), com os seguintes parâmetros de aquisição: 120 kV, 5 mA, 7,3s de escaneamento, 23x17 cm campo de visão e voxel de 0.3 mm<sup>3</sup>.

Os exames foram realizados, com o paciente no posicionamento correto, ou seja, com pescoço alongado, ombros para baixo, costas retas e pés juntos. O plano sagital mediano perpendicular ao solo e o plano de Frankfurt, deve ser paralelo ao solo. O posicionamento anteroposterior é determinado pelos bordos incisais dos dentes incisivos superiores e inferiores dentro dos sulcos do posicionador (bloco de mordida), com o apoio do queixo e a língua apoiada contra o palato, para que as estruturas fiquem dentro da zona de corte do equipamento.

O critério de inclusão dos exames no estudo foi tomografias computadorizada de boa qualidade e com todos os dentes presentes.

Os exames de TCFC foram realizados previamente e independente da pesquisa, com indicação clínica, seguindo rigoroso protocolo de radioproteção e de biossegurança para a preservação do indivíduo. Os exames de TCFC foram avaliados no software Radiant Dicom Viewer software (Medixant, Poland), version 5.5. Viewer sob condições de visualização previamente padronizadas. Sendo previamente formatados para correção dos planos de orientação dos dados DICOM com alinhamento do palato.

Em um total de 110 exames tomográficos, 24 foram excluídas de acordo com os critérios de exclusão, restando 86 pacientes.

### 3.2 Critério de seleção

Como critérios para seleção da amostra foram considerados: Idade dos participantes da pesquisa que fizeram os exames de TCFC, sendo 48 adultos jovens de 16 aos 26 anos, 17 pacientes entre 27-26 anos, 14 adultos na faixa etária 37 e 46 e 7 pacientes com 47 a 55 anos de idade. Também foram considerados o sexo do paciente, qualidade técnica do exame (imagens sem artefatos que prejudiquem sua avaliação), e consentimento em participar do estudo assinado em TCLE.

### 3.3 Critério de exclusão

Como critérios de exclusão foram considerados: Expansão maxilar prévia e/ou tratamento interceptativo precoce, presença de aparelhos ortodônticos e/ou expansores, edentulismo, presença de alguma síndrome ou condição patológica que cause alterações na maturação óssea ou na morfologia óssea, além de qualquer outra condição que afete os maxilares.

Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, obtiveram-se 86 exames para serem analisados.

### 3.4 Análise dos exames tomográficos

A identificação dos pacientes foi mantida em sigilo. As imagens digitais foram avaliadas quanto aos critérios de inclusão e exclusão e as aprovadas analisadas pelos especialistas.

Dois examinadores, previamente treinados, analisaram as imagens e classificaram de acordo com os cinco estágios diferentes de maturação propostos por Angeliari *et al.* (2013) e classificaram o palato duro conforme a classificação morfológica proposta por Viana *et al.* (2021).

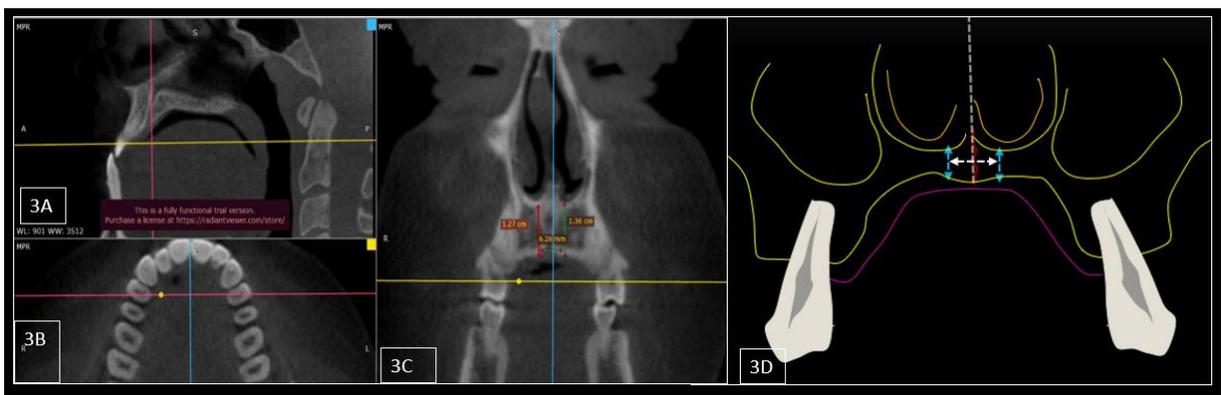
Um terceiro examinador, considerado examinador principal, que foi bem treinado neste método, classificou todas as imagens. Esta avaliação foi considerada 'verdade fundamental' em vez de 'padrão ouro'.

### 3.5 Morfometria e avaliação da morfologia

Para avaliar a espessura óssea do palato, foram realizadas mensurações ao nível dos pré-molares e molares superiores do lado direito da maxila. As regiões de interesse foram determinadas em reconstruções multiplanares (MPR), usando as linhas de orientação como referência. Primeiro, na vista axial, uma linha de referência foi traçada à 3 mm da sutura palatina mediana. No plano sagital mediano do paciente foi considerada a região do primeiro pré-molar superior sobrepondo as linhas sagitais e coronais, respectivamente. O plano sagital mediano foi criado por uma linha imaginária perpendicular ao plano de Frankfurt que divide o corpo em metades direita e esquerda orientadas pela espinha nasal anterior. A região dos pré-molares foi definida pelo plano que se sobrepõe aos canais radiculares dos elementos em ambos os lados, assim como os molares (tendo como referência a raiz méso vestibular). Foram usados como referência no sentido súpero inferior a junção amelocementária (Fig. 3).

Para avaliação da altura óssea, as medidas lineares foram realizadas no plano coronal, usando a ferramenta de régua do software, criando medidas sobrepostas a linha de orientação dos planos, pré-determinada na linha axial vista conforme descrito posteriormente.

**Figura 3: Planos de referência sagital, coronal e axial**

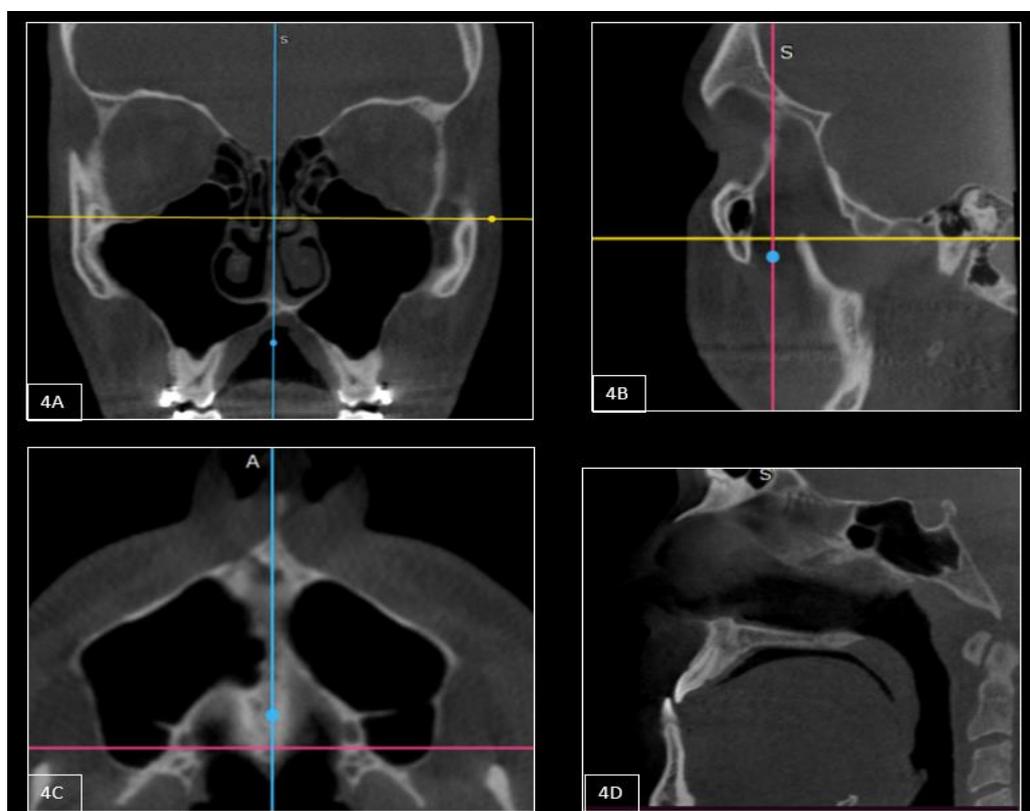


**Legenda: 3A) Vista sagital; 3B) Vista axial; 3C) Vista coronal; 3D) Desenho esquemático vista coronal**

**Fonte: Elaborado pela autora**

Para avaliar a morfologia do palato baseamos no método proposto por Viana *et al.* (2021). Previamente à avaliação, para fins de padronização, cada varredura de TCFC foi reorientada manualmente da seguinte forma: na vista coronal, a linha de referência vertical do software foi posicionada no plano sagital mediano, que é um plano que divide a cabeça em duas partes (direita e esquerda), passando sobre o septo nasal; na vista sagital, a linha de referência horizontal foi posicionada passando do ponto mais baixo da margem inferior da órbita (Orbitale) até o ponto médio da margem superior do meato acústico externo (Porion); em seguida, na vista axial, a linha de referência vertical foi posicionada passando sobre as espinhas nasais anterior e posterior. Assim, o palato duro é visualizado na vista sagital, e três características serão avaliadas pelos examinadores nesta reconstrução: a profundidade do palato duro; a inclinação do palato duro em relação para o plano horizontal; e a presença/ausência de projeção óssea em formato de 'S' na porção mais posterior do palato duro (Fig. 4).

**Figura 4: Reorientação espacial das reconstruções multiplanares de TCFC**

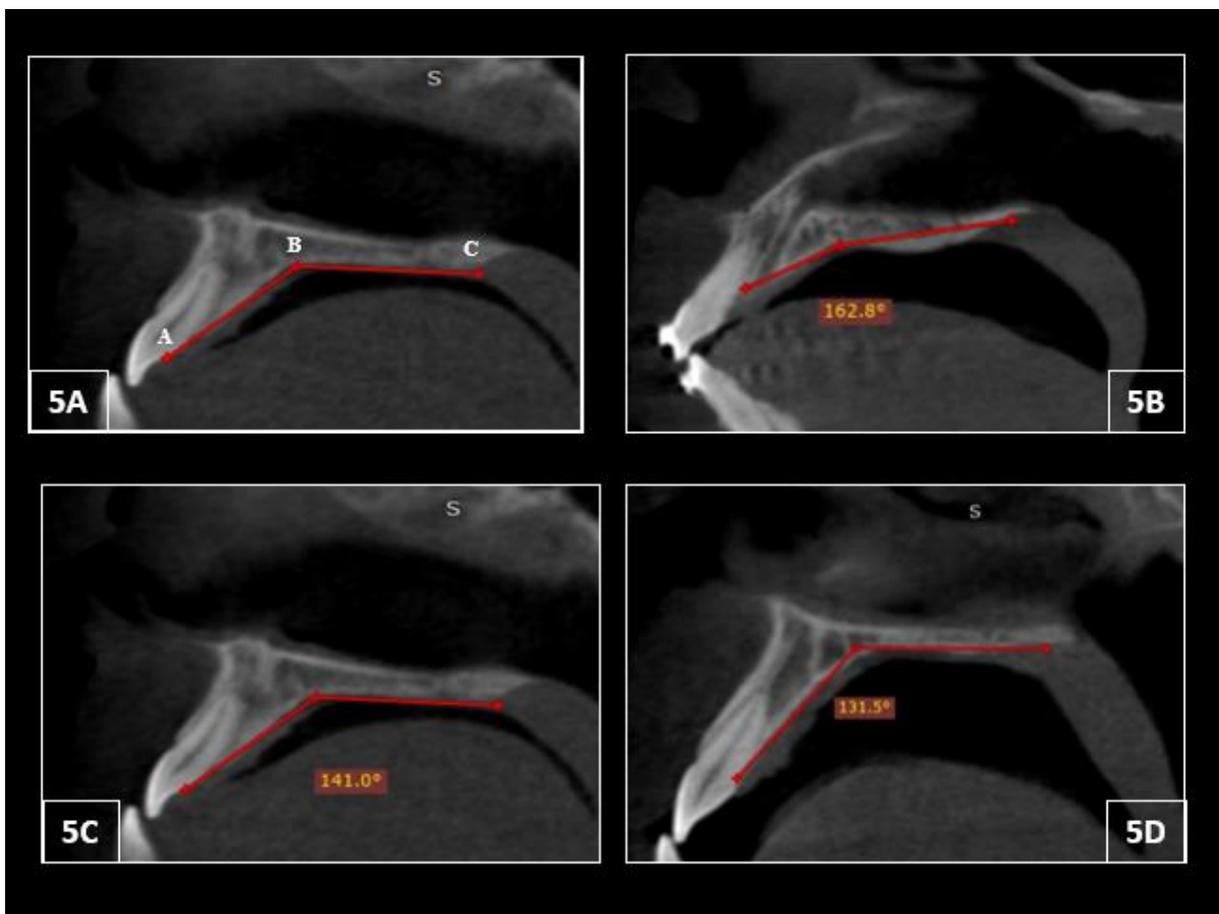


**Legenda:** **4A)** Vista coronal - Linha de referência vertical posicionada paralela ao plano sagital mediano; **4B)** Vista sagital - Plano horizontal de Frankfurt como referência; **4C)** Vista axial - linha de referência vertical passando pelas espinhas nasais anterior e posterior; **4D)** Reconstrução sagital padronizada para avaliação morfológica do palato duro.

**Fonte: Elaborado pela autora**

Para classificar o palato duro em termos de profundidade, foi realizada uma medida angular para defini-lo como plano, regular ou profundo. Três regiões serão demarcadas para obtenção do ângulo: (1) aspecto palatino da crista alveolar superior, na região entre os incisivos centrais; (2) ponto mais profundo do palato duro; e, (3) a espinha nasal posterior. Conforme a pesquisa de Viana *et al.* (2020). O palato foi definido como o plano quando o ângulo era  $\geq 160^\circ$ ; regular, quando o ângulo variou de  $141^\circ$  a  $159^\circ$ ; e profundo, quando o ângulo era  $\leq 140^\circ$  (VIANA *et al.*, 2021) (Fig. 5).

**Figura 5: Medida angular para avaliação da profundidade do palato duro**



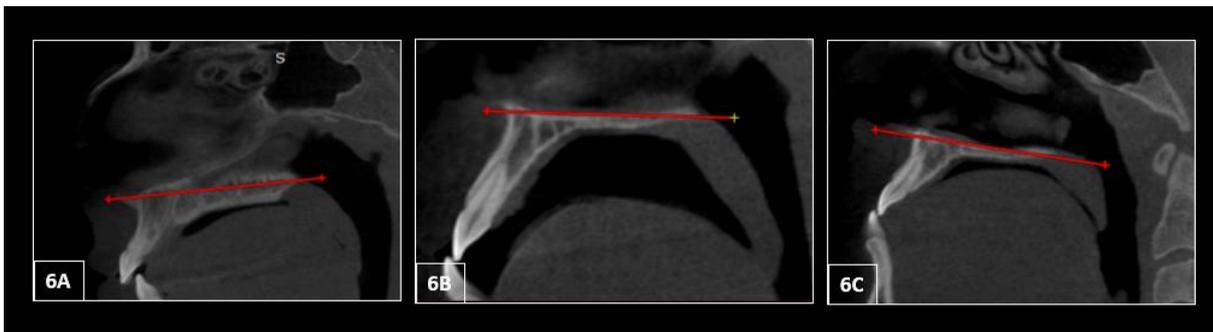
**Legenda: 5A)** Pontos de referência para determinação do ângulo (A: aspecto palatino da crista alveolar superior, na região entre os incisivos centrais; B: ponto mais profundo do palato duro, e C: espinha nasal posterior); **5B)** palato plano ( $\geq 160^\circ$ ); **5C)** paladar regular ( $141^\circ - 159^\circ$ ); **5D)** palato profundo ( $\leq 140^\circ$ ).

**Fonte: Elaborado pela autora**

Para avaliar o palato duro conforme à sua posição na maxila, foi traçada uma linha horizontal passando pelas espinhas nasais anterior e posterior para classificar a inclinação do palato em relação ao plano horizontal. De acordo com a inclinação desta

linha em relação ao plano horizontal, a estrutura foi classificada em: superior - linha horizontal inclinada superiormente na região posterior do palato; paralela - linha horizontal paralela ao plano horizontal, ou inferior - linha horizontal inclinada inferiormente na região posterior do palato (Fig. 6).

**Figura 6: Inclinação do palato duro: avaliada como a inclinação de uma linha que passa pelas espinhas nasais anterior e posterior, em relação ao plano horizontal**

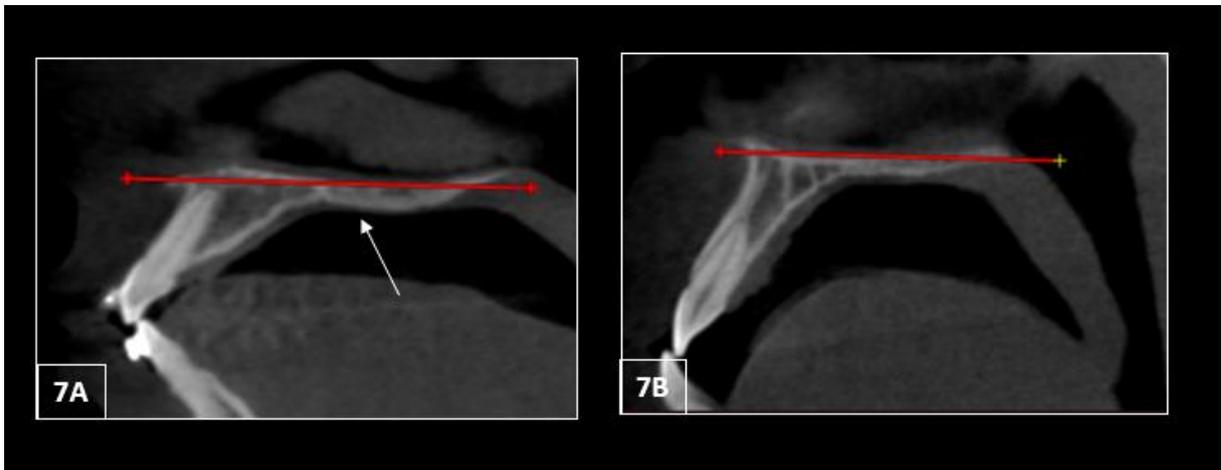


**Legenda: 6A)** palato inclinado superiormente; **6B)** palato paralelo; **6C)** palato inclinado para baixo.

**Fonte: Elaborado pela autora**

A mesma linha horizontal utilizada para avaliar a inclinação do palato foi utilizada como referência para avaliar a projeção em forma de S. Assim, a projeção em S foi registrada como presente quando visualizada a projeção óssea na região posterior do palato duro, cruzando a linha de referência. Quando essa projeção óssea não for observada, foi considerada ausente (Fig. 7).

**Figura 7: Avaliação da presença de uma projeção óssea em forma de “S” no palato duro**



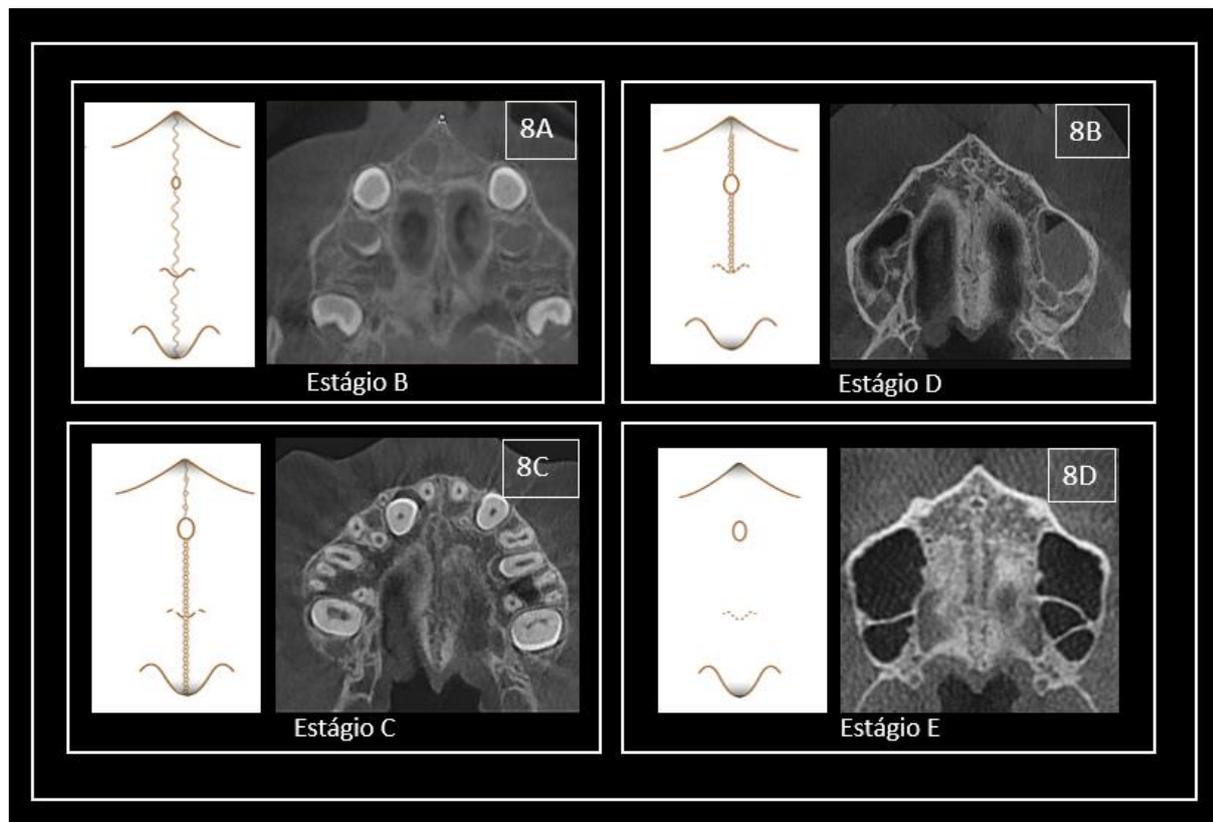
**Legenda: 7A)** Projeção em S, projeção óssea na região posterior do palato; **7B)** Projeção ausente

**Fonte: Elaborado pela autora**

Considerando o sistema de classificação morfológica do palato duro proposto por Viana *et al.* (2020), o palato duro foi classificado de acordo com sua profundidade (plano, regular ou profundo), posição em relação ao plano horizontal (superior, paralelo ou inferior) e, uma projeção óssea em sua região posterior (em forma de S ou não).

Para classificar o grau de maturação da sutura palatina mediana conforme a classificação de Angelieri, os cortes foram orientados de forma que o cursor do software ficasse coincidente com o plano sagital mediano nas vistas axial e coronal. No plano sagital, o cursor horizontal foi posicionado no longo eixo do palato e paralelamente ao solo, sendo na região mais central no sentido buco-nasal, de forma a determinar o corte axial mais central. Para indivíduos com palato curvo, foram obtidos dois cortes axiais mais centrais no sentido buco-nasal, sendo um da região posterior e outro da região anterior. Após o posicionamento das imagens e completa visualização da SPM, a estrutura foi classificada nos estágios B, C, D e E, conforme a figura 8.

**Figura 8: Estágios de maturação da sutura palatina mediana**



**Legenda:** Imagens esquemáticas e cortes axiais correspondentes, demonstrando quatro estágios maturacionais da sutura palatina mediana. **8A)** Estágio B; **8B)** Estágio C; **8C)** Estágio D; **8D)** Estágio E

**Fonte:** Elaborado pelo autor adaptado de Angelieri *et al.* (2013)

Todos os dados coletados foram registrados em uma planilha de acordo com os seguintes parâmetros: Sexo, Idade, medidas com referência do primeiro pré molar direito, medidas com referência do segundo pré molar direito, medidas com referência do primeiro molar direito, medidas com referência do segundo molar direito, ângulo profundidade do palato, posição em relação ao plano horizontal, projeção óssea e classificação de Angelieri *et al.* (2013).

### 3.6 Testes estatísticos

Foi avaliada a comparação entre palato regular e profundo quanto aos demais parâmetros de morfometria, morfologia e classificação da SPM usado teste estatístico de análise de variância (ANOVA) e o teste t de Student, sendo  $p < 0,05$  considerado estatisticamente significativo. Para avaliar a distribuição normal dos dados foi aplicado o teste de normalidade D'Agostino com  $n \geq 10$  em todas as amostras

#### 4 ARTIGO CIENTÍFICO

**Morphological and morphometric evaluation of the hard palate and its relation with the maturation of the midpalatal suture**

Artigo a ser submetidos ao periódico **Dentomaxillofacial Radiology (Qualis A2)**.

As normas para submissão encontram-se no link abaixo:  
<https://www.birpublications.org/page/preparing/dmfr>.

**Evaluation of the hard palate and its relation with the Angelieri classification**

**Mariana Campos Limongi<sup>1</sup>, Michelle Abrantes Figueira Mancía<sup>1</sup>, Fernanda Evangelista Silva<sup>1</sup>, Tatielly Karine Costa Alves<sup>1</sup>, Lucas Silva Ferreira<sup>1</sup>, Flávio Ricardo Manzi PhD<sup>2</sup>, Amaro Ilídio Vespasiano Silva PhD<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

<sup>2</sup> Adjunct Professor, Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

**Corresponding author:**

Amaro Ilídio Vespasiano Silva, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Department of Dentistry – Radiology, Av. Dom José Gaspar, 500/Prédio 45 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, CEP: 30535-901, Telephone: +55 (31) 3319-4414, E-mail: [amarovespasiano@pucminas.br](mailto:amarovespasiano@pucminas.br)

### Author's Contribution Statement

For all submitted articles, the DMFR requires that:

- All authors who have made substantive contributions to the article and assume full responsibility for its content and all those who have made significant contributions to the article have been named as authors.

The International Committee of Medical Journal Editors recommends the following definition for an author of an article, which we ask our authors to follow:

Authorship must be based on the following 4 criteria [1]:

- Substantial contributions to the conception or design of the work; or acquisition, analysis, or data interpretation for the study;
- Write the study or critically review it for important intellectual content;
- Final approval of the version to be published;
- Agree to be responsible for all aspects of the work, ensuring that issues related to the accuracy or completeness of any part of the work are properly investigated and resolved.

List below all the authors of this work and a brief description of how each one of them contributed to its submission:

<b>Author's name</b>	<b>Contribution</b>
Mariana Campos Limongi	Acquisition, analysis, and interpretation of research data; wrote the main content of the work
Lucas Silva Ferreira	Image evaluation
Michelle Abrantes Figueira Mancía	Analysis and interpretation of the research data
Fernanda Evangelista Silva	Analysis and interpretation of the research data
Tatielly Karine Costa Alves	Analysis and interpretation of the research data
Flávio Ricardo Manzi	Interpretation of the research data; statistical analysis
Amaro Ilídio Vespasiano Silva	Conception and design of the investigation; final approval of work

## Cover sheet

Study title: Morphological and morphometric evaluation of the hard palate and its relation with the maturation of the midpalatal suture

Short title: Assessment of the hard palate and its relation with the midpalatal suture

Manuscript Type: Research Article

Author's names:

Mariana Campos Limongi - Masters – Department of Dentistry - Radiology - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brazil.

Lucas Silva Ferreira - Graduation student - Department of Dentistry - Radiology - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brazil.

Fernanda Evangelista Silva - Specialist in dental radiology and dental imaging, IES/Faipe, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Michelle Abrantes Figueira Mancía - Endodontics specialist IPSEMG - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brazil.

Tatielly Karine Costa Alves - Specialist in dental radiology and dental imaging, IES/Faipe – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brazil.

Flávio, Ricardo Manzi - Ph.D. - Department of Dentistry - Radiology/imaginology - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brazil.

Amaro, Ilídio Vespasiano Silva - PhD - Department of Dentistry - Radiology/imaginology - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brazil.

The present study was conducted with financial support from the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) and the authors state that there is no conflict of interest in this research project.

**Abstract**

**Introduction:** For the treatment of transverse maxillary discrepancy, rapid maxillary expansion (RME) is the most commonly used resource as a treatment for this alteration. The increase in skeletal maturity is the main factor of resistance to maxillary expansion, therefore the stage of the MPS maturation is essential for the predictability of treatment.

**Objective:** The present study aims to relate the morphometry and morphology of the hard palate with the degree of maturation of the midpalatal suture.

**Methods:** One hundred and ten cone-beam computed tomography scans of individuals between 16 and 55 years of age were observed. Two examiners performed the systematic classification of the morphological characteristics (depth and degree of inclination), measurements of palate thickness, and related them to chronological age and the classification proposed by Angelieri. The relation between stage of maturation and palate morphology was estimated using statistical analysis of variance (ANOVA) and Student's t-test, with  $p < 0.05$  considered statistically significant.

**Results:** No statistically significant differences were identified when comparing the degree of maturation of the midpalatal suture with the morphology and morphometry of the palate. Likewise, no statistically significant differences were observed between the depth of the palate and the other morphological factors considered in the study. However, a considerable difference was observed between palate depth and bone thickness in the molar and premolar regions. Thus, the regular palates presented, for the most part, greater bone thickness when compared to the deep palates.

**Conclusion:** Anatomical knowledge of the hard palate, midpalatal suture, and surrounding structures may provide viable information for orthodontic and surgical interventions. This research has led to the important consideration of the relation between palate depth and bone thickness. The study shows that the regular palates presented, for the most part, greater bone thickness when compared to the deep palates. As well, it also concludes that chronological age should not be considered a determining factor for maxillary expansion.

**Keywords:** Rapid maxillary expansion. Image analysis. Tomography. Anatomy

## Introduction

The transverse maxillary discrepancy is one of the most common occurrences in the craniofacial region, which can lead to occlusal discrepancies, esthetic problems, and functional disorders such as narrowing of the pharyngeal airway, increased nasal resistance to airflow, and changes in the position of the tongue.<sup>1</sup> In addition to generating aesthetic discomfort, such alterations can result in social disadvantages.<sup>2</sup>

The transverse maxillary discrepancy is present in a considerable number of patients seeking orthodontic treatment, with 8 to 23% being adolescents and 10% adult patients, like Lee, Moon, and Hong<sup>3</sup> found in their studies. Of multifactorial origin, this discrepancy is associated with maxillary atresia, unilateral or bilateral crossbite being partial or total, dental crowding, high palate, and wide buccal corridor.<sup>4</sup>

For the correction of the transverse maxillary discrepancy, rapid maxillary expansion (RME) is recommended, which consists of an orthopedic method that applies intense forces in the maxilla to separate the midpalatal suture (MPS) idealized by Angell in 1860.<sup>5,6</sup> Such technique laid dormant for 100 years, and only in 1960 it was spread by Andrew. J. Hass, which has since become a recurrent method in orthodontic practice. However, for rapid maxillary expansion to be successful, the midpalatal suture must not be fully matured.<sup>7</sup>

Determining the proper timing for maxillary expansion is one of the most challenging issues in orthodontic treatment. This treatment is possible before the closure and maturation of the suture.<sup>8</sup>

Although several studies suggest that RME should be recommended before puberty<sup>9</sup> recent studies have shown that chronological age is not a reliable parameter to assess the developmental status of MPS during growth.<sup>10,11</sup>

With so many uncertainties for a good prognosis of RME, Angelieri et al.<sup>12</sup> proposed a classification of the degree of palatal suture maturation measured based on cone-beam

computed tomography (CBCT) exams. The MPS classification proposed by Angelieri et al.<sup>12</sup> is a qualitative method of analysis that categorized 5 stages of MPS maturation and corroborated the hypothesis that chronological age is not reliable to determine the stage of MPS maturation.

The morphological changes of the hard palate must also be taken into account for the success of rapid maxillary expansion. The configuration of the dental arches and the thickness of the bone available are significant factors in orthodontic treatment with mini-implant anchorage, such as the MARPE technique. The bone thickness of the hard palate in the regions for mini-implant insertion is a limiting factor for treatments with MARPE. The procedure requires satisfactory bone volume for installation and stability, and such implants must be fixed at safe distances from vital structures. The morphometry of the hard palate is the key to indicating or contraindicating the procedure, also avoiding possible lesions in structures adjacent to the insertion regions, such as perforation of the nasal floor. This individualized approach allows an adaptation of orthodontic mechanics, retention procedures, and, in some cases, even skeletal anchorage procedures, allowing greater control of the results.<sup>13-15</sup>

To complement the diagnosis of maxillary atresia, Viana et al.<sup>16</sup> suggested a CBCT-based morphological classification of the hard palate. The depth of the hard palate; the inclination in relation to the horizontal plane; and the presence/absence of an 'S'-shaped bone projection in the most posterior portion of the hard palate were considered.<sup>16</sup>

Given morphological variations of the hard palate in depth and inclination, the objective of this study is to relate the morphometric and morphology of the hard palate with the classification proposed by Angelieri et al.<sup>12</sup>, since RME techniques anchored with mini implants are being more used as a treatment for maxillary atresia.

## **Material and methods**

The present study was declared in full compliance with the World Medical Association of Helsinki. Ethical approval for this work was done under the number 4502.721.9.0000.5137.

### ***Sample collection***

Cone-beam computed tomography scans of 110 subjects between 16 and 55 years of age that were acquired at the i-CAT® Next Generation unit (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) with the following acquisition parameters were evaluated: 120 kV, 5 mA, 7.3s scanning, 23x17 cm field of vision and 0.3 mm<sup>3</sup> voxel. Two previously trained examiners performed the systematic classification of the morphological characteristics (palate depth, bone projection, and degree of inclination), the morphometric characteristics with measurements of the palate thickness, and the classification proposed by Angelieri et al.<sup>12</sup>. As criteria for sample selection, the following were considered: age of the participants of the research who underwent CBCT exams, 48 young adults between 16 and 26 years of age, 17 patients between 27-26 years of age, 14 adults between 37 and 46 years of age, and 7 patients between 47 and 55 years of age. The patient's gender, technical quality of the exam (images without artifacts that could impair their assessment), and consent to participate in the study signed in the informed consent form were also considered. Exclusion criteria were: previous maxillary expansion and/or early interceptive treatment, presence of orthodontic appliances and/or expanders, edentulism, presence of any syndrome or pathological condition that causes changes in bone maturation or changes in bone morphology, in addition to any other condition affecting the jaws.

After applying the inclusion and exclusion criteria, 86 exams were obtained to be analyzed.

### ***Image evaluation***

The CBCT scans were performed previously and independently of the research, with clinical indication, following a strict radioprotection and biosafety protocol for the preservation of the individuals. The CBCT scans were evaluated using the RadiAnt Dicom Viewer software (Medixant, Poland), version 5.5. under previously standardized viewing conditions, being previously formatted to correct the orientation planes of DICOM data with palate alignment.

Two examiners analyzed the images, classified them according to the five different stages of maturation proposed by Angelieri, and classified the hard palate according to the morphological classification proposed by Viana et al.<sup>16</sup>

A third examiner, who was well-trained in this method, was requested in cases of any disagreements in classification.

### ***Morphometry***

To assess the bone thickness of the palate, measurements were performed at the level of the upper premolars and molars. The regions of interest were determined in multiplanar reconstructions (MPR), using the guidance lines as a reference. First, in the axial view, a reference line was traced 3 mm from the midpalatal suture. In the patient's midsagittal plane, the region of the maxillary first premolar overlapping the sagittal and coronal lines, respectively, was considered. The premolar region was defined by the plane that overlaps the root canals of the elements on both sides, as well as the molars (with the mesiobuccal root as a reference). They were used as a reference in the superior-inferior direction in relation to the cemento-enamel junction (Fig. 1).

To assess bone height, linear measurements were performed in the coronal plane, using the software's ruler tool, measuring from the lower cortex of the palate to the upper cortex, using the 3 mm of the SPM as a reference.

To assess the morphology of the palate, we based on the method proposed by Viana et al.<sup>16</sup>. In the sagittal view, three characteristics of the hard palate were evaluated by the examiners: the depth of the hard palate; the inclination of the hard palate in relation to the horizontal plane; and the presence/absence of an 'S'-shaped bone projection in the most posterior portion of the hard palate.

To classify the hard palate in terms of depth, an angular measurement was taken to define it as flat, regular, or deep. Three regions were demarcated to obtain the angle: (1) the palatal 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. According to the research by Viana et al.<sup>16</sup>, the palate was classified as flat when the angle is  $\geq 160^\circ$ ; regular, with an angle of  $141^\circ$  to  $159^\circ$ ; and deep, with an angle of  $\leq 140^\circ$  (Fig. 2).<sup>16</sup>

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

The same horizontal line used to assess palate inclination was used as a reference to assess the S-shaped projection. Thus, the S-shaped projection was recorded as present or absent (Fig. 4).

Considering the morphological classification system of the hard palate, the structure was classified according to its depth (flat, regular, or deep), position in relation to the horizontal plane (superior, parallel, or inferior), and presence of bone projection in its posterior region (S-shaped or not).

### ***Statistical tests***

The comparison between regular and deep palate was evaluated for the other parameters of morphometry, morphology, and classification of MPS using the statistical test of analysis of variance (ANOVA) and Student's t-test, with  $p < 0.05$  considered statistically significant for all statistical analyses. To assess the normal distribution of the data, the D'Agostino normality test was applied with  $n \geq 10$  in all samples.

### **Results**

CT scans of 86 subjects were analyzed, 52 males and 34 females, between 16-and 55 years of age. Of these patients, 23.2% had stage C of Angellieri, 45% with deep palate, and 55% with regular palate. Forty-one point eight percent (41.8%) of the patients were in stage D, of which 27.7% had a deep palate and 72.2% had a regular palate. While 34.8% of MPS were classified in stage E, with 1% flat palate, 53.3% deep, and 46.6 regular, as shown in Table 1. Of the 86 patients, 48 were between 16 and 26 years of age, 17 were between 37 and 46 years of age, and 7 individuals are between 47 and 55 years of age (Table 2).

As for the presence of bone projection, variation was found in 24.4% of the patients, being present in 20% in Stage C, 19.44% in Stage D, and 33.33% in Stage E. Considering the palate depth, the projection in "S" was present in 31.4% of the deep palates and in 20% of the regular palates (Table 3).

### ***Analysis of linear measures***

At the end of the linear analysis of the thickness of the palate in the premolars and molars regions on the right side, it was found that there were no statistically significant differences when comparing the degree of MPS maturation according to the classification by Angellieri et al.<sup>12</sup>, as shown in Table 4.

While evaluating linear analyses of the thickness of the palate in the region of the premolars and molars on the right side, there were statistically significant differences when comparing the depth of the palate according to the classification by Viana et al.<sup>16</sup> (Table 5).

At the end of the morphological analysis when comparing the degree of MPS maturation according to the classification by Angellieri et al.<sup>12</sup> and palate depth, with the position in relation to the horizontal plane (Table 6) and presence of bone projection (Table 7) there were no statistically significant differences.

## **Discussion**

The transverse maxillary discrepancy is one of the most common skeletal alterations that affect the craniofacial region.<sup>7,17</sup> This deficiency is usually corrected by rapid maxillary expansion (RME), which is based on the mechanical opening of the midpalatal suture (MPS) both in the maxillary and palatine bones.<sup>18</sup> Taking into account that the treatment with RME without surgical intervention is possible before the closure and complete maturation of the suture, therefore, determining the adequate time for maxillary expansion is crucial for a good prognosis.<sup>8</sup> In 2013 Angellieri et al. conducted a study with 140 patients, of which 86 were female and 54 were male between 5 and 58 years of age. In our study, out of a sample of 86 patients, 34 are women and 52 are men between 16 and 55 years of age. As in the study by Angellieri et al.<sup>12</sup>, in the present study there was variability in the distribution of maturation stages of the midpalatal suture related to chronological age; mainly from 16 to 26 years of age, in which all maturational states were present. This fact also corroborates the histological studies with human cadavers, especially in young adults.<sup>19,20</sup>

These results prove that chronological age should not be considered as a reference for RME in young adults. Therefore, the evaluation of the midpalatal suture by CBCT is extremely important to assess the possibility of RME as a treatment, since chronological age does not

always correspond to MPS maturation, so chronological age should not be considered a determining factor for maxillary expansion.

However, considering the classification by Angelieri et al.<sup>12</sup> as a reference parameter, no statistical difference was observed between stages C, D, and E in any of the factors studied in parametric tests compared with palate morphology (depth, bone projection in “S” and inclination) and morphometry (bone thickness in the premolars and molars regions).

The bone thickness of the hard palate in the regions for insertion of mini-implants is a limiting factor for orthodontic treatments such as the MARPE technique. Such procedure requires satisfactory bone volume for installation and stability, and such implants must be fixed at safe distances from vital structures. The morphometry of the hard palate is the key to indicating or contraindicating the procedure, also avoiding possible injuries to structures adjacent to the insertion regions, such as perforation of the nasal floor.<sup>3,14,15,21</sup>

In the present study, when comparing the depth of the hard palate (deep and regular) with the bone thickness in the region of mini-implant insertion, significant differences were evaluated in all parameters studied.

When evaluating the results, greater bone thickness was observed in the regular palate, in all regions, when compared to the deep palate. Regarding the bone volume in the palatal region, our research corroborates the studies by Kang et al.<sup>22</sup> in which the authors emphasize that the more anterior, the greater the chances of obtaining greater palatal bone volume. Bearing in mind that bone thickness is very important for the stability and parallel disjunction of the MPS.<sup>22</sup> In our study, greater palatal bone thickness was found in the anterior region, regardless of the degree of MPS maturation. Considering the importance of the thickness of the bone volume for stability, parallel suture expansion, and bicorticality<sup>3</sup>, the deep palate offers greater difficulty for RME when compared to the regular one. A theory proposed for the relation between the deep palate and the lesser bone thickness is that the pressure of the tongue against

the palate may influence its morphology, as in cases of class II individuals in which it is positioned more superiorly, exerting pressure on the bone during its development.<sup>16</sup>

Although the present study did not show a significant difference between the palate depth and the “S” bone projection, other studies have identified that, as the lingual position can influence the morphology of the palate, consequently, it may also be possible that the hard palate adapts to this condition, developing a posterior projection.<sup>16</sup> However, variation was noted in 31.4% of the deep palates and in 20% of the regular ones, corroborating the aforementioned study. Considering the low publication of studies comparing the anatomical variation of the hard palate, with morphometry and also the relation with the facial pattern, future studies evaluating such variations are important to corroborate or confirm this hypothesis.

The present study also did not identify a statistically significant difference between the depth of the palate and inclination related to the horizontal plane. This fact does not corroborate the studies by Viana et al.<sup>16</sup> since, in their research, the authors reported a higher frequency of regular hard palates in a position parallel to the horizontal plane. Likewise, there were no statistically significant differences when relating the palate depth with the Angelieri classification, position in relation to the horizontal plane, and bone projection.

Given the above, it is understood that in relation to the morphology, morphometry, and maturation of the midpalatal suture, assessing the prognosis of the patient who will undergo RME is extremely important. It is worth mentioning that the association of classifications associated with morphometric analysis can favor further research and the expansion of scientific knowledge, favoring scientific communication between health professionals. Therefore, the understanding of the results, associated with the clinical data of the individuals, contributes to the diagnosis, prognosis, and planning of orthosurgical treatments. It is important to emphasize that many studies of the hard palate were based on two-dimensional radiographic images, which

present superimposed images of anatomical structures, as well as distortions. With low-precision results, studies with more accurate and high-resolution analyses such as CBCT are important and fundamental.

### **Conclusion**

Anatomical knowledge of the hard palate, midpalatal suture, and surrounding structures can provide viable information for orthodontic and surgical interventions. The results of this study prove that chronological age should not be considered a determining factor for rapid maxillary expansion in young adults. Although no statistically significant differences were observed between the degree of MPS maturation, morphology, and morphometry, other morphological factors were considered in the study, and further research should be conducted. The research led to an important consideration of the relation of palate depth to bone thickness. This study showed us that the regular palates presented, for the most part, greater bone thickness when compared to the deep palates.

### **Acknowledgment:**

The present work was carried out with the support of the Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

**References**

1. Vidya V, Sumathi F. Rapid maxillary expansion as a standard treatment for obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *IOSR J Dent Med Sci.* 2015;**14**:51-5. doi: 10.9790/0853-14225155
2. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;**117**:567-70. doi: 10.1016/s0889-5406(00)70202-2.
3. Lee RJ, Moon W, Hong C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;**151**:887-97. doi: 10.1016/j.ajodo.2016.10.025
4. Scartezini GR, Saska S, Dantas JFOC, Hochuli Vieira E, Gabrielli MAC. Maxillary surgical expansion in adult patients: surgically assisted rapid maxillary expansion or segmental Le Fort I osteotomy? A review of the literature. *Rev Odontol UNESP.* 2007;**36**:267-73.
5. McNamara JA Jr, Brudon WL. *Orthodontics and dentofacial orthopedics.* Ann Arbor: Needham Press; 1995. p. 211e2.
6. Angel EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent Cosmos.* 1860;**1**:540-4/599-600.
7. Capelozza Filho L, Silva Filho OG. Expansão rápida da maxila: considerações gerais e aplicação clínica. Parte I. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Maxilar.* 1997;**2**:88-102.
8. Dhiman S, Maheshwari S, Verma SK. Assessment of maturity in orthodontics: A review. *J Adv Clin Res Insights.* 2015;**2**:101-10. doi: 10.15713/ins.jcri.54
9. Thadani M, Shenoy U, Patle B, Kalra A, Goel S, Toshinawal N. Midpalatal suture ossification and skeletal maturation: a comparative computerized tomographic scan and roentgenographic study. *J Indian Acad Oral Med Radiol.* 2010;**22**:81-7. doi: 10.5005/jp-journals-10011-1020

10. Korbmacher H, Schilling A, Puschel K, Amling M, Kahl-Nieke B. Age-dependent three-dimensional micro-computed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J Orofac Orthop*. 2007;**68**:364-76. doi: 10.1007/s00056-007-0729-7.
11. Gueutier A, Paré A, Joly A, Laure B, de Pinieux G, Goga D. Rapid maxillary expansion in adults: can multislice computed tomography help choose between orthopedic or surgical treatment? *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale*. 2016;**117**:327-34. doi: 10.1016/j.revsto.2016.06.002.
12. Angelieri F, Cevidanes LHS, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;**144**:759-69. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.022.
13. Barbosa GLR, Ramirez-Sotelo LR, Alencar PNB, de Almeida SM. Comparison of palatal bone height in different facial morphological patterns by cone beam computed tomography. *Braz J Oral Sci*. 2015;**14**:182-5. doi: 10.1590/1677-3225v14n3a01.
14. Cousley R. Critical aspects in the use of orthodontic palatal implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;**127**:723-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.01.027.
15. Feldmann I, Bondemark L. Orthodontic anchorage: a systematic review. *Angle Orthod*. 2006;**76**:493-501. doi: 10.1043/0003-3219(2006)076[0493:OA]2.0.CO;2.
16. Viana MM, 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*. 2021;**79**:695.e1-695.e13. doi: 10.1016/j.joms.2020.11.024.
17. Proffit WR. *Ortodontia contemporânea*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

18. Angelieri F, Franchi L, Cevidanes LHS, Bueno-Silva B, McNamara JA Jr. Prediction of rapid maxillary expansion by assessing the maturation of the midpalatal suture on cone beam CT. *Dental Press J Orthod.* 2016;**21**:115-25. doi: 10.1590/2177-6709.21.6.115-125.
19. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. *Eur J Orthod.* 2001;**23**:105-114.
20. Person M, Tholander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977;**72**:42-52.
21. Lee KJ, Park YC, Park JY, Hwang WS. Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;**137**:830-9. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.10.065.
22. Kang S, Lee SJ, Ahn SJ, Heo MS, Kim TW. Bone thickness of the palate for orthodontic mini-implant anchorage in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;**131**:S74-S81. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.09.029.

## Tables

Table 1 Sample characterization

Angelier classification	Palate depth	Sex		Total %	
		Female	Male		
<b>C</b>	Deep	3	6	9	45%
	Regular	3	8	11	55%
<b>C Total</b>		6	14	<b>20</b>	<b>23,2%</b>
<b>D</b>	Deep	4	6	10	27,7%
	Regular	11	15	26	72,2%
<b>D Total</b>		15	21	<b>36</b>	<b>41,8%</b>
<b>E</b>	Plane		1	1	1%
	Deep	10	6	16	53,3%
	Regular	3	10	13	46,6%
<b>E Total</b>		13	17	<b>30</b>	<b>34,8%</b>
<b>Total</b>		<b>34</b>	<b>52</b>	<b>86</b>	

Table 2 Sample characterization

Angelier classification	Sex	Age				Total
		16-26	27-36	37-46	47-55	
<b>C</b>	<b>Female</b>	5	1	0	0	6
	<b>Male</b>	12	1	0	1	14
<b>C Total</b>		17	2	0	1	20
<b>D</b>	<b>Female</b>	5	4	5	1	15
	<b>Male</b>	15	5	1	0	21
<b>D Total</b>		20	9	6	1	36
<b>E</b>	<b>Female</b>	2	4	4	3	13
	<b>Male</b>	9	2	4	2	17
<b>E Total</b>		11	6	8	5	30
<b>Total</b>		<b>48</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>86</b>

**Table 3** Presence of bone projection

<b>Angelieri classification</b>	<b>Bone projection</b>	<b>Plane</b>	<b>Deep</b>	<b>Regular</b>	<b>Total %</b>
<b>C</b>	Absent		6	10	16 (80%)
	Present		3	1	4 (20%)
<b>C Total</b>			9	11	20
<b>D</b>	Absent		9	20	29 (80,55%)
	Present		1	6	7 (19,44%)
<b>D Total</b>			10	26	36
<b>E</b>	Absent	1	9	10	20 (66,66%)
	Present		7	3	10 (33,33%)
<b>E Total</b>		1	16	13	30
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>86</b>

**Table 4** Mean (standard deviation) of measurements of palate thickness and relation with the degree of MPS maturation

<b>Palate thickness</b>		<b>Angelieri classification</b>			<b>p value</b>
		<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	
Thickness of the 1st premolar region	Mean	6,81	7,94	8,17	p=0,28
	Standard deviation	3,00	2,878	3,31	
Thickness of the 2nd premolar region	Mean	3,46	3,81	4,20	p=0,35
	Standard deviation	2,00	1,18	2,20	
Thickness of the 1st molar region	Mean	2,59	2,90	3,00	p=0,53
	Standard deviation	1,54	1,00	1,34	
Thickness of the 2nd molar region	Mean	2,28	2,57	2,70	p=0,59
	Standard deviation	1,17	0,92	1,20	

ANOVA statistical test.  $P > 0.05$

**Table 5** Mean (standard deviation) of measurements of palate thickness and its relation to palate depth

Palate thickness (mm)		Palate depth		p value
		Deep	Regular	
Thickness of the 1st premolar region	Mean	6,49	8,62	p< 0,05
	Standard deviation	2,84	2,95	
Thickness of the 2nd premolar region	Mean	2,95	4,49	p< 0,05
	Standard deviation	1,33	1,82	
Thickness of the 1st molar region	Mean	2,36	3,21	p< 0,05
	Standard deviation	1,01	1,30	
Thickness of the 2nd molar region	Mean	2,32	2,70	p<0,05
	Standard deviation	0,99	1,13	

ANOVA and Student's t statistical tests. p-value  $\leq 0.05$

**Table 6** Relationship of the degree of suture maturation (Angieri classification), position in relation to the horizontal plane, and palate depth

Angieri classification	Relation to the horizontal plane	Palate depth		p value
		Deep	Regular	
<b>Estage C</b>	Parallel	6	8	p>0,05
	Non-parallel	3	3	
Estage C Total		9	11	
<b>Estage D</b>	Parallel	4	15	p>0,05
	Non-parallel	6	11	
Estage D Total		10	26	
<b>Estage E</b>	Parallel	7	10	p>0,05
	Non-parallel	9	4	
Estage E Total		16	14	

ANOVA statistical test. p value>0.05

**Table 7** Relation of suture maturation degree (Angieri classification), presence of bone projection, and palate depth

Angieri classification	Bone projection	Palate depth		p value
		Deep	Regular	
<b>Estage C</b>	Absent	6	9	p>0,05
	Present	3	2	
Estage C Total		9	11	
<b>Estage D</b>	Absent	9	19	p>0,05
	Present	1	7	
Estage D Total		10	26	
<b>Estage E</b>	Absent	9	11	p>0,05
	Present	7	3	
Estage E Total		16	14	

ANOVA statistical test. p value>0.05

**List of Figures**

**Figure 1** Sagittal, coronal and axial reference planes

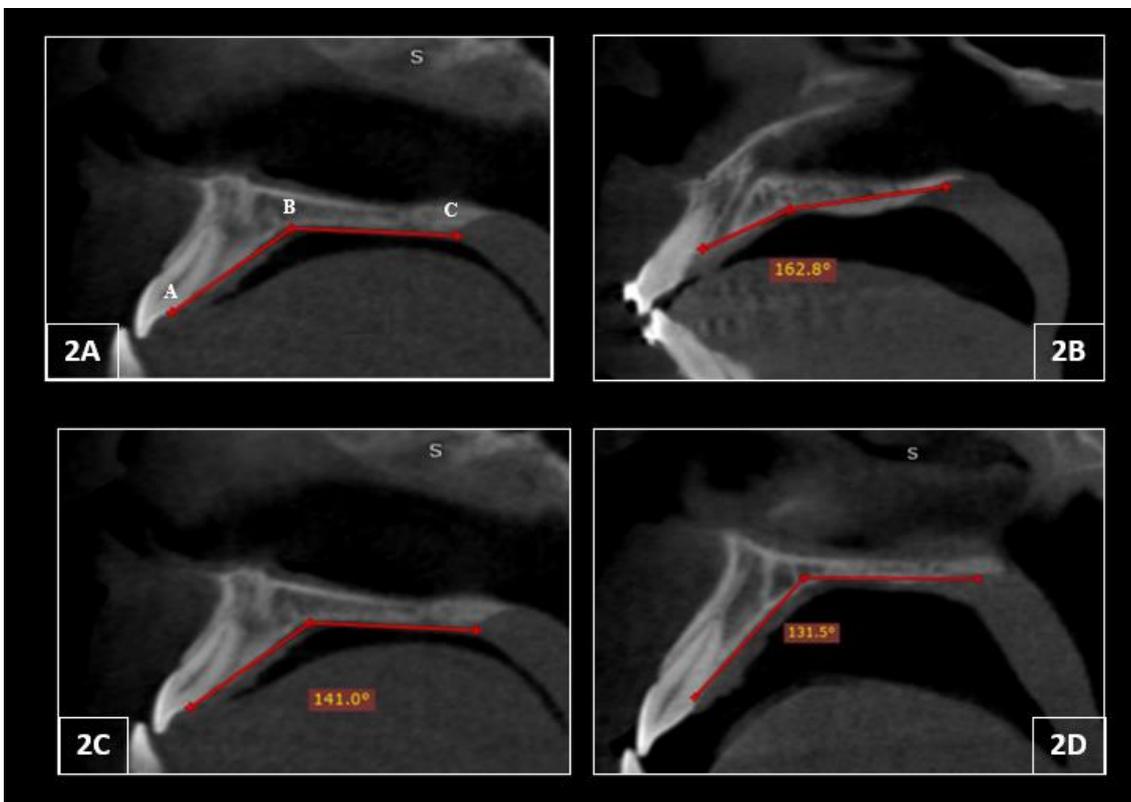
**Figure 2** Angular measurement to assess the depth of the hard palate

**Figure 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

**Figure 4** Assessment of the presence of an ‘S’-shaped bone projection on the hard palate

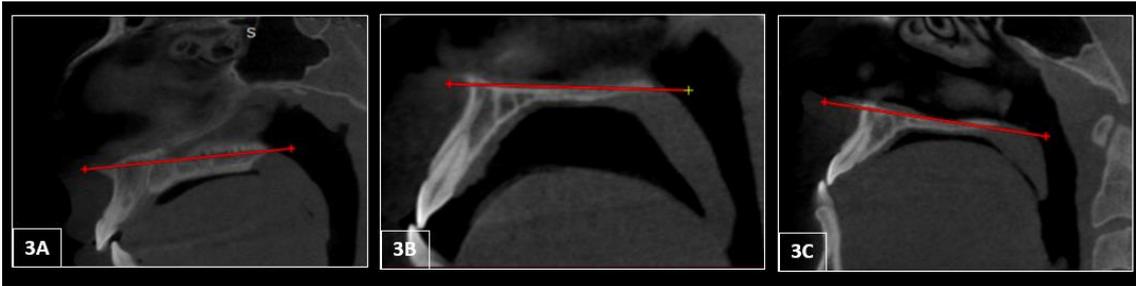


**Legend:** 1A) Sagittal view; 1B) Axial view; 1C) Coronal view; 1D) Schematic drawing of coronal view  
**Figure 1**



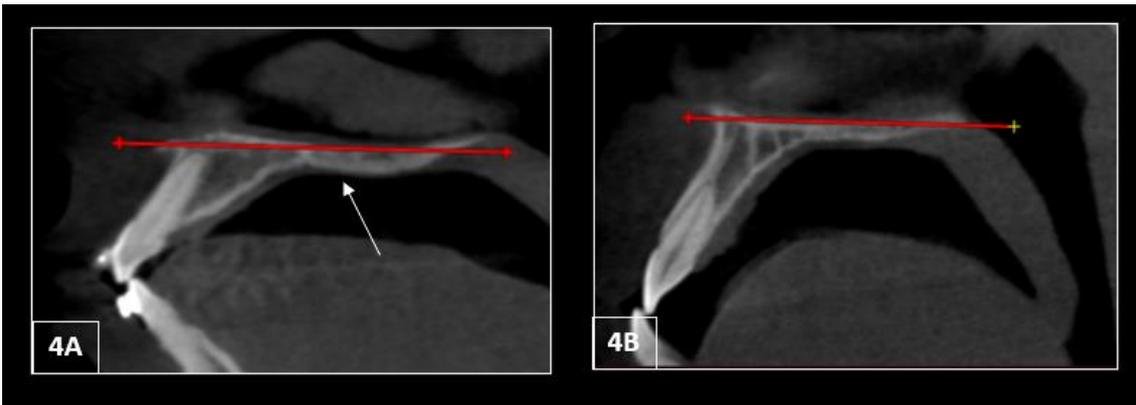
**Legend:** 2A) Reference points for determining the angle (A: palatal aspect of the superior alveolar crest, in the region between the central incisors; B: deepest point of the hard palate, and C: posterior nasal spine); 2B) flat palate ( $\geq 160^\circ$ ); 2C) regular palate ( $141^\circ - 159^\circ$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

**Figure 2**



**Legend:** 3A) superiorly inclined palate; 3B) parallel palate; 3C) palate inclined downwards.

**Figure 3**



**Legend:** 4A) S-shaped projection, bone projection in the posterior region of the palate; 4B) Projection missing

**Figure 4**

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não serem observadas diferenças estatisticamente significantes entre ao grau de maturação da SPM, morfologia e morfometria, assim como profundidade do palato e outros fatores morfológicos considerados no estudo novas pesquisas devem ser realizadas. A amostra foi bem distribuída, homogênea e associada a uma análise tridimensional do palato duro, baseadas em imagens de TCFC, levou à uma importante consideração como a relação da profundidade do palato com a espessura óssea. As pesquisas nos demonstraram que os palatos regulares apresentaram, em sua maioria, maior espessura óssea quando comparados com os palatos profundos.

O conhecimento sobre anatômico do palato duro, sutura palatina mediana e estruturas circundantes pode fornecer informações viáveis para intervenções ortodônticas e cirúrgicas. Portanto, são encorajados estudos futuros que investiguem e correlacionem avaliação da sutura palatina medida, morfologia e morfometria do palato com manifestações clínicas.

## REFERÊNCIAS

ANGEL, E.H. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. **Dental Cosmos**, v.1, n.9, p. 540-544/599-600, June 1860.

ANGELIERI, F. *et al.* Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.144, n.5, p. 759-769, Nov. 2013.

ANGELIERI, F. *et al.* Prediction of rapid maxillary expansion by assessing the maturation of the midpalatal suture on cone beam CT. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v.21, n.6, p. 115-125, Nov./Dec. 2016.

BARBOSA, G.R. *et al.* Comparison of palatal bone height in different facial morphological patterns by cone beam computed tomography. **Brazilian Journal of Oral Sciences**, v.14, n.3, p. 182-185, Sept. 2015.

BARBOSA, N.M.V. *et al.* Reliability and reproducibility of the method of assessment of midpalatal suture maturation: A tomographic study. **The Angle Orthodontics**, v.89, n.1, p. 71-77, Jan. 2019.

CAPELOZZA FILHO, L.; SILVA FILHO, O.G. Expansão rápida da maxila: considerações gerais e aplicação clínica. Parte I. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Maxilar**, v.2, n.3, p. 88-102, maio/jun. 1997.

COHEN JÚNIOR, M.M. Sutural biology and the correlates of craniosynostosis. **American Journal of Medical Genetics**, v.47, n.5, p. 581-616, Oct. 1993.

COUSLEY, R. Critical aspects in the use of orthodontic palatal implants. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.127, n.6, p. 723-729, June 2005.

DIAS, P.F.; GLEISER, R. O índice de necessidade de tratamento ortodôntico como um método de avaliação em saúde pública. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v.13, n.1, p. 74-81, 2008.

DUARTE, D.; FERES, M. **Expansão rápida da maxila**. São Paulo: Napoleão, 2020.

FELDMANN, I.; BONDEMARK, L. Orthodontic anchorage: a systematic review. **The Angle Orthodontics**, v.76, n.3, p. 493-501, May 2006.

FISHMAN, L.S. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. **The Angle Orthodontics**, v.52, n.2, p. 88-112, Apr. 1982.

HAAS, A.J. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. **The Angle Orthodontics**, Appleton, v.35, n.3, p. 200-217, 1965.

LEE, K.J. *et al.* Miniscrew-assisted nonsurgical palatal expansion before orthognathic surgery for a patient with severe mandibular prognathism. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.137, n.6, p. 830-839, June 2010.

LEE, R.J.; MOON, W.; HONG, C. Effects of monocortical and bicortical mini-implant anchorage on bone-borne palatal expansion using finite element analysis. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.151, n.5, p. 887-897, 2017.

MANN, R.W. *et al.* Maxillary suture obliteration: a visual method for estimating skeletal age. **Journal of Forencis Sciences**, v.36, n.3, p. 781-791, May 1991.

MELSEN, B. Palatal growth studied on human autopsy material. **American Journal of Orthodontics**, v.68, n.1, p. 42-54, July 1975.

PERSSON, M.; THILANDER, B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. **American Journal of Orthodontics**, v.72, n.1, p. 42-52, July 1977.

PROFFIT, W.R. **Ortodontia contemporânea**. 5. ed. Rio de janeiro: Elsevier, 2012.

REVELO, B.; FISHMAN, L.S. Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.105, n.3, p. 288-292, Mar. 1994.

SAMRA, D.B.; HADAD, R. Midpalatal suture: evaluation of the morphological maturation stages via bone density. **Progress in Orthodontics**, v.19, n.1, p. 29, Aug. 2018.

SAMSONYANOVÁ, L., BROUKAL, Z. A systematic review of individual motivational factors in orthodontic treatment: facial attractiveness as the main motivational factor in orthodontic treatment. **International Journal of Dentistry**, v.2014, n.1, p. 938274, 2014.

SCARTEZINI, G.R. *et al.* Maxillary surgical expansion in adults patients: surgically assisted rapid maxillary expansion or segmental Le Fort I osteotomy? A review of the literature. **Revista de Odontologia da UNESP**, v.36, n.3, p. 267-273, 2007.

SUN, Z.; LEE, E.; HERRING, S.W. Cranial sutures and bones: growth and fusion in relation to masticatory strain. **The Anatomical Record Part A Discoveries in Molecular Cellular and Evolutionay Biology**, v.276, n.2, p. 1-22, Feb. 2004.

SUZUKI, H. *et al.* Miniscrew-assisted rapid palatal expander (MARPE): the quest for pure orthopedic movement. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v.21, n.4, p. 17-23, July/Aug. 2016.

VIANA, M.M.V. *et al.* Classification and morphological analysis of the hard palate in cone-beam computed tomography scans: a retrospective study. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.79, n.3, p. 695.e1-695.e13, Mar. 2021.

WEHRBEIN, H.; YILDIZHAN, F. The mid-palatal suture in young adults. A radiological-histological investigation. **European Journal of Orthodontics**, v.23, n.2, p. 105-114, Apr. 2001.

## ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP PUC Minas

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -  
PUCMG



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE FRACTAL DA SUTURA PALATINA MEDIANA E SUA CORRELAÇÃO COM A CLASSIFICAÇÃO DE ANGELIERI

**Pesquisador:** Mariana Limongi

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 45062721.9.0000.5137

**Instituição Proponente:** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC-MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.747.970

#### Apresentação do Projeto:

A expansão rápida da maxila (ERM) é o tratamento comumente utilizado para a correção da discrepância transversal da maxila; trata-se de um método ortopédico que consiste em aplicação de forças para disjuntar sutura palatina mediana (SPM). O aumento da maturidade esquelética é o principal fator de resistência à expansão maxilar, portanto o estágio de maturação da SPM é imprescindível para a previsibilidade do tratamento. O objetivo deste estudo será correlacionar a dimensão fractal (DF) e a maturação da sutura palatina mediana utilizando dados da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Serão avaliadas TCFC, coletadas de banco de imagens do Departamento de Odontologia da PUC Minas, de 100 indivíduos entre 15 - 50 anos de idade. Dois examinadores, previamente treinados, analisarão as imagens e as classificarão de acordo com os cinco estágios diferentes de maturação propostos por Angelieri. Serão coletadas, também, imagens esquelizadas da sutura palatina mediana e usadas para calcular as dimensões fractais processadas pelo software Imagem Software J versão 1.48.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Avaliação da análise fractal da maturação da sutura palatina mediana

Objetivo Secundário:

- Comparar a análise fractal da sutura palatina mediana com a classificação de Angellieiri.

**Endereço:** Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228  
**Bairro:** Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3319-4517 **Fax:** (31)3319-4517 **E-mail:** cep.proppg@pucminas.br

Continuação do Parecer: 4.747.970

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Os exames de TCFC foram realizados previamente e independente da pesquisa, com indicação clínica, seguindo rigoroso protocolo de radioproteção e de biossegurança para a preservação do indivíduo. Riscos são mínimos, mais caso aconteçam, serão minimizados pela equipe de suporte.

**Benefícios:** Ao comparar a análise fractal (análise quantitativa) da região estudada com a classificação de Angellieri (análise qualitativa) podemos auxiliar o cirurgião dentista a determinar o grau de maturação da sutura palatina mediana e assim, ser mais preciso na intervenção clínica.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante com boa justificativa para sua realização.

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

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes. A pesquisadora afirma que as tomografias são provenientes exclusivamente do Banco de Imagens do Departamento de Odontologia da PUC Minas e apresentou o respectivo Termo de Compromisso.

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

Sem pendências. O CEP PUC Minas autoriza o estudo com base no uso de Tomografias provenientes exclusivamente do Banco de Imagens do Departamento de Odontologia da PUC Minas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1721476.pdf	19/05/2021 09:46:44		Aceito
Outros	TERMOCOMPROMISSOPESQUISA DOR.pdf	19/05/2021 09:46:28	Mariana Limongi	Aceito
Outros	TERMOCOMPROMISSOUSODETOMO GRAFIAS.pdf	19/05/2021 09:45:56	Mariana Limongi	Aceito
Outros	TCUD.pdf	19/05/2021 09:44:45	Mariana Limongi	Aceito

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228  
 Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: cep.proppg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -  
PUCMG



Continuação do Parecer: 4.747.970

Outros	CARTARESPOSTA.pdf	19/05/2021 09:43:44	Mariana Limongi	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	25/03/2021 22:27:45	Mariana Limongi	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	TERMOBANCODEDADOSPESQUISAD OR.pdf	25/03/2021 22:23:07	Mariana Limongi	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMOAUTORIZACAObANDODEDAD OSCOORDENAORManzi.pdf	25/03/2021 22:22:15	Mariana Limongi	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO.pdf	25/03/2021 22:20:58	Mariana Limongi	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 01 de Junho de 2021

---

Assinado por:  
**CRISTIANA LEITE CARVALHO**  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228  
 Bairro: Coração Eucarístico CEP: 30.535-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3319-4517 Fax: (31)3319-4517 E-mail: cep.proppg@pucminas.br