

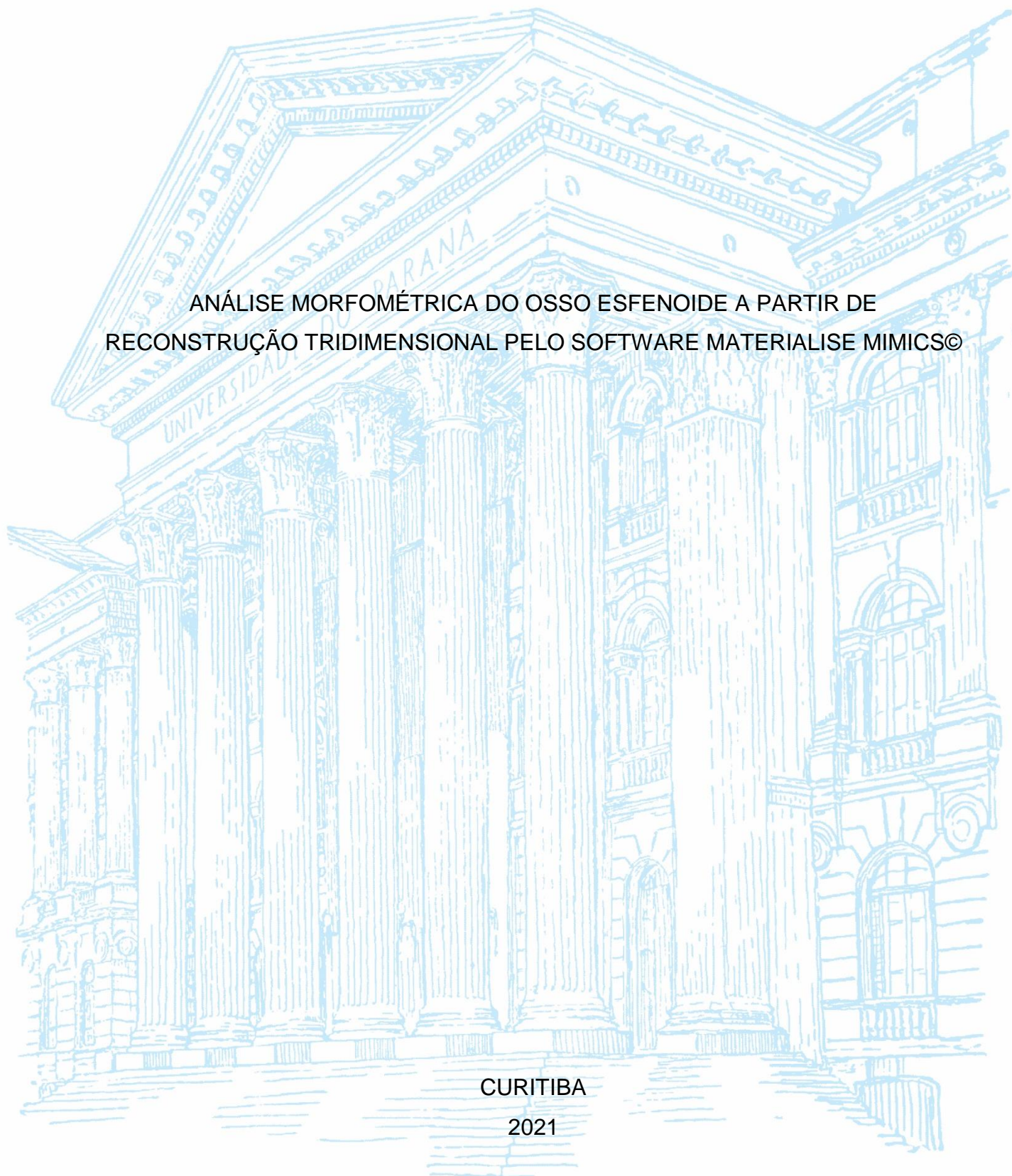
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIZ EDUARDO OLIVEIRA LISBOA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO OSSO ESFENOIDE A PARTIR DE
RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL PELO SOFTWARE MATERIALISE MIMICS®

CURITIBA

2021



LUIZ EDUARDO OLIVEIRA LISBOA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO OSSO ESFENOIDE A PARTIR DE
RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL PELO SOFTWARE MATERIALISE MIMICS®

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Biomedicina Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Maria Fernanda Pioli Torres

CURITIBA

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

LUIZ EDUARDO OLIVEIRA LISBOA

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO OSSO ESFENOIDE A PARTIR DE
RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL PELO SOFTWARE MATERIALISE MIMICS®

O TCC apresentado ao curso de Graduação em Biomedicina, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.



Profa. Dra. Maria Fernanda Pioli Torres

Orientadora - Departamento de Anatomia, Universidade Federal do Paraná
(UFPR)



Prof. Dr. João Armando Brancher

Escola de Ciências da Saúde, Universidade Positivo



Profa. Dra. Michelle Vianna

Departamento de Anatomia, Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Curitiba, 22 de dezembro de 2021.

Dedico este trabalho à Nossa Senhora e a todos aqueles que desejam um futuro claro e brilhante para os jovens cientistas e, em especial, à minha mãe e à minha madrinha Márcia, que me incentivaram a seguir meus sonhos sem limites.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus antes de tudo por me proporcionar cada experiência vivida durante o período de graduação.

Agradeço à professora Maria Fernanda por ter sido apoio e pilar na minha formação como profissional, mas também como ser humano.

Agradeço imensamente à minha família, a minha avó Regina e meu avô Valdir por serem meus pilares; à minha tia Renata por ser a mão que me levantou sempre que precisei e às minhas irmãs Maria, Ana Clara e Alana por me darem vigor para continuar todos os dias.

Agradeço aos meus amigos de jornada, que estiveram presentes nos momentos de maior dificuldade e de alegrias, em especial ao Juan, meu melhor amigo e irmão de coração, e à Gabriele, Paula, Bruno, Lucas, Davi, Leonor, Luiz, Carolina, Elen, Helen, Everson, e muitos outros.

A vida é um mistério, que somente nos é revelado pelos processos do Amor; quanto mais a gente ama, no quilate do Amor que nada pede, mais ficamos sabendo das coisas escondidas dos que desconhecem essa virtude por excelência.

(São Francisco de Assis)

RESUMO

O osso esfenoide é uma das estruturas mais importantes do crânio seja pela sua localização anatômica como também por ser o local onde a glândula hipófise se aloja. Para realizar estudos morfológicos tradicionalmente se utiliza a craniometria convencional por meio de imagens de Raio-X. O objetivo deste estudo foi realizar a análise craniométrica de 10 pontos de referência nas direções latero-laterais e antero-posteriores, em um modelo tridimensional obtido a partir de imagens feitas por Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico (TCFC) e modeladas no *software* Materialise Mimics®, de 26 adolescentes entre 10 e 14 anos que seriam submetidos a tratamento ortodôntico para a correção de oclusopatias. Os resultados não demonstraram diferenças estatísticas significantes entre os sexos. Para tanto, a análise craniométrica realizada em superfície tridimensional aumenta a acurácia e precisão no momento da tomada das medidas.

Palavras-chave: Craniometria. Osso esfenoide. Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico. Processamento de Imagens Médicas.

ABSTRACT

The sphenoid bone is one of the most important structures of the skull. To perform morphological studies, conventional craniometry by means of X-ray images is traditionally used. The aim of this study was to perform craniometric analysis of 10 landmarks in the latero-lateral and anteroposterior directions, in a three-dimensional model obtained from Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) images and modeled in the Materialise Mimics©, of 26 adolescents between 10 and 14 years old who would be submitted to orthodontic treatment for malocclusion correction. The results showed no statistically significant differences between the genders. Therefore, craniometric analysis performed on a three-dimensional surface increases the accuracy and precision when taking measurements.

Keywords: Craniometry. Sphenoid bone. Cone-Beam Computed Tomography. Medical Images Processing.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	17
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo geral	17
1.2.2 Objetivos específicos.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 O OSSO ESFENOIDE.....	17
2.2 CRANIOMETRIA CONVENCIONAL	19
2.3 MEDIDAS CRANIOMÉTRICA EM 3D-TC	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 COMITÊ DE ÉTICA.....	22
3.2 DADOS AMOSTRAIS.....	22
3.3 ANÁLISE TOMOGRÁFICA.....	22
3.4 RENDERIZAÇÃO 3D E TOMADA DE MEDIDAS	24
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	26
5 DISCUSSÃO	27
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

O estudo dos ossos do crânio e sua morfologia compreende parte essencial na construção do conhecimento anátomo-fisiológico especialmente para profissionais que atuam diretamente sobre essa região anatômica. Sob essa ótica, o osso esfenoide é reconhecidamente um dos ossos mais relevantes do ponto de vista clínico e cirúrgico, seja no tratamento de maloclusões na ortodontia, onde o osso esfenoide pode ter papel fundamental para o diagnóstico e tratamento de oclusopatias e má-formações ósseas (STEPANKO; LAGRAVÈRE, 2016a).

Além disso, por ser um osso que compreende a extensão lateral do crânio, sua relação com o crescimento craniofacial em crianças e adolescentes é um fator importante a ser considerado visto que fatores tais como idade, gênero, etnia e estado nutricional alteram morfologicamente o osso esfenoide (SATO; ENDO, 2020). Curiosamente, mesmo tendo grande importância no desenvolvimento de toda a estrutura do crânio, bem como nas áreas clínica e cirúrgica, o estudo morfológico do osso esfenoide é escasso (CARVALHO; MELLO; ALVIM, [s.d.]).

Embora a relação entre a idade e as características anatômicas do osso esfenoide ainda não esteja clara, a compreensão morfométrica das suas dimensões e características é indispensável para o ensino de anatomia e a realização de procedimentos cirúrgicos com eficácia e segurança (SINGH et al., 2021a). Recentemente, o estudo tridimensional das estruturas anatômicas, em especial a análise craniométrica, tem utilizado técnicas de renderização tridimensional (3D) para a reconstrução de modelos a partir de imagens obtidas por Tomografia Computadorizada (TC) e/ou Ressonância Magnética (RM) (LOU et al., 2007; NAJI; ALSUFYANI; LAGRAVÈRE, 2014).

A reconstrução 3D aumenta a confiabilidade da morfologia e das dimensões obtidas quando comparada à análise convencional baseada em imagem bidimensional (2D) pois não depende de cálculos com fórmulas específicas para estimar o volume das estruturas ósseas internas, no caso do osso esfenoide, o seio esfenoidal e a sela turca (FAN; TNG, 1998).

1.1 JUSTIFICATIVA

Uma vez que técnicas de reconstrução tridimensionais reproduzem perfeitamente a morfologia e as dimensões de estruturas anatômicas, evitando sobreposição de imagens e erros de orientação espacial, a ideia deste trabalho é utilizar um *software* de reconstrução e modelagem 3D chamado Materialise Mimics© para reconstruir e analisar as dimensões do osso esfenóide.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Realizar a morfometria do osso esfenóide de adolescentes a partir de reconstrução 3D pelo *software* Materialise Mimics©.

1.2.2 Objetivos específicos

Reconstruir tridimensionalmente o crânio de 26 indivíduos antes de tratamento ortodôntico pelo *software* Materialise Mimics©.

Avaliar as medidas morfométricas com as ferramentas de medição do próprio *software* Materialise Mimics©.

Correlacionar as medidas realizadas no presente trabalho com dados encontrados na literatura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

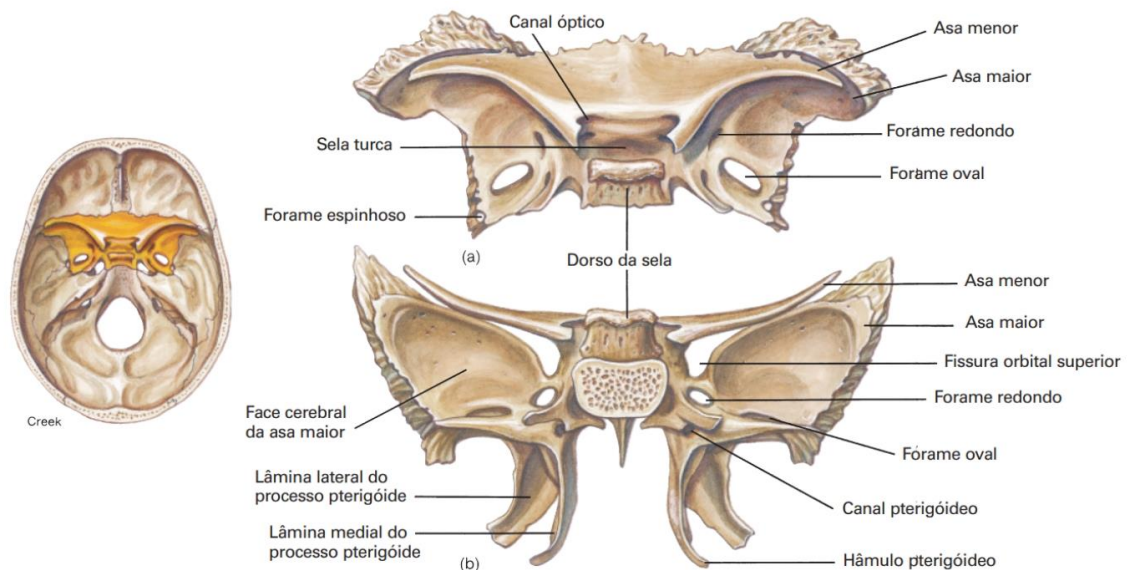
2.1 O OSSO ESFENOIDE

O osso esfenóide constitui a parte da base anterior do crânio e é composto por um corpo central a partir do qual se projetam lateralmente as asas maior e menor. O corpo em forma de cunha contém o seio esfenoidal e uma proeminente depressão

em forma de sela, a sela turca, que aloja a glândula hipófise (ER et al., 2020). Um par de processos pterigoides projeta-se inferiormente a partir do osso esfenoide e contribui para a formação das paredes laterais da cavidade nasal.

Segundo FAN; TNG (1998), o osso esfenoide é constituído de quatro partes: o corpo, a asa maior, a asa menor e os processos pterigoides. O corpo é uma parte cuboide que contém o seio esfenoidal (Figura 1). O limbo esfenoidal demarca o limite do plano até o tubérculo da sela turca que forma a margem anterior da fossa hipofisária. Nessa região se encontra a sela turca, uma depressão no corpo do osso esfenoide que aloja a glândula hipófise. A região da sela é delimitada pelo tubérculo e pelo dorso da sela turca que ainda se divide em processo clinóide posterior, médio e anterior bilateralmente (ROOMANEY; CHETTY, 2021).

FIGURA 1 – VISTA SUPERIOR E POSTERIOR DO OSSO ESFENOIDE.



FONTE: VAN DE GRAAFF (2003, p. 153).

O osso esfenoide possui diversos acidentes anatômicos como canais, fissuras e forames. O canal óptico é uma abertura grande através da asa menor posterior da órbita que propicia a passagem do nervo óptico e da artéria oftálmica. A fissura orbital superior é uma abertura triangular entre as asas do osso esfenoide que proporciona a passagem para o nervo oftálmico, um ramo do nervo trigêmeo, e para os nervos cranianos: oculomotor, troclear e abducente. O forame oval é uma abertura na base da lâmina lateral do processo pterigoide, através do qual passa o nervo mandibular. O forame espinhoso é uma abertura pequena no ângulo posterior do osso esfenoide

que dá passagem para os vasos meníngeos médios. O forame lacerado é uma abertura entre o esfenóide e a parte petrosa do osso temporal, através da qual passam a artéria carótida interna e o ramo meníngeo da artéria faríngea ascendente. O forame redondo é uma abertura imediatamente posterior à fissura orbital superior, na junção das porções anterior e média do osso esfenóide (VAN DE GRAAFF, 2003; TORTORA, 2012).

A parte mais inferior do osso esfenóide é constituída por dois processos pterigóides, direito e esquerdo que se estendem da junção do corpo e da asa maior do osso. Cada um dos processos pterigóides consiste em duas partes: medial e lateral, com uma concavidade voltada para a região posterior da cabeça (RAMOS; MANZI; VESPASIANO, 2021; ROOMANEY; CHETTY, 2021).

2.2 CRANIOMETRIA

Tradicionalmente, a craniometria divide o crânio em neurocrânio e esplancnocrânio onde a linha Basion-Nasion delimita a parte superior e inferior (CARVALHO; MELLO; ALVIM., 2014). O objetivo da técnica é determinar a medição do crânio de maneira sistematizada para que seja possível caracterizar aspectos morfológicos de estruturas que não são possíveis de se observar no exame visual do crânio ou cranioscopia, como ossos internos, por exemplo (ANDREDAKI et al., 2007).

Na prática, existem 51 pontos craniométricos para a medida de diferentes estruturas e suas correlações com a anatomia geral do crânio. Para realizar a técnica é feita a captura de uma imagem por radiografia simples (Raio-X) seguindo o posicionamento do plano de Frankfurt na horizontal (CARVALHO; MELLO; ALVIM., 2014).

Embora o método seja simples e prático, podendo ser utilizado em consultórios e clínicas com facilidade, a dificuldade para a localização dos pontos craniométricos e a falta de treinamento podem tornar as medidas infiéis à realidade da anatomia do paciente. O método de captura da imagem não distingue todas as estruturas do crânio e, portanto, a possibilidade de ruídos na imagem e sobreposição de estruturas podem dificultar o processo (AFZAL; FIDA, 2019).

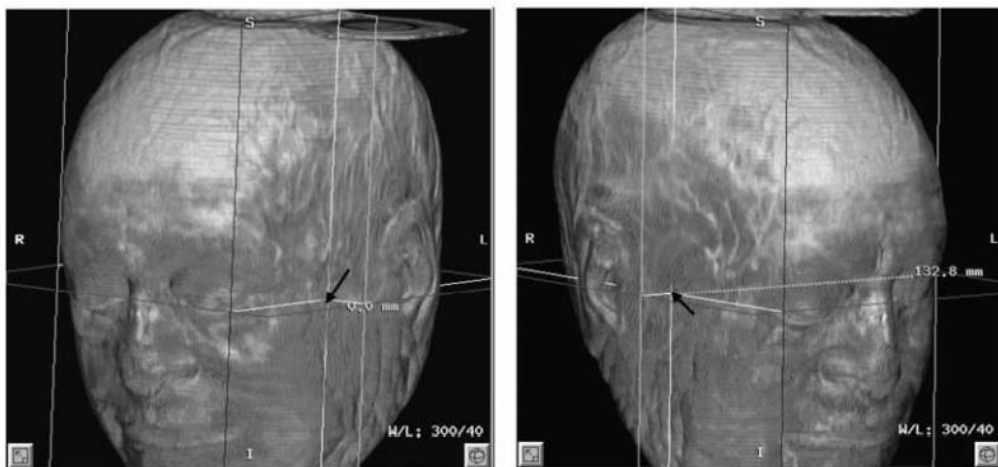
Ainda assim, este método de análise é consagrado mundialmente como método padrão que permite análises rápidas na prática clínica, principalmente de estruturas como o osso esfenóide, maxila e mandíbula (SOBUTI et al., 2018).

2.3 ANÁLISE CRANIOMÉTRICA EM 3D

A tomografia computadorizada (TC) é um dos métodos de aquisição de imagem mais utilizados atualmente para o diagnóstico com precisão de estruturas complexas como o crânio (RENGIER et al., 2010). Para além do diagnóstico, a TC também pode ser utilizada para a localização de pontos craniométricos e a realização de medidas cefalométricas por meio da renderização tridimensional da imagem obtida (SCHLICHER et al., 2012). Essa evolução tecnológica permite a observação das estruturas anatômicas em uma malha tridimensional que pode ser movimentada em todos os eixos aumentando, assim, a precisão da medida sem a necessidade de utilizar fórmulas para o cálculo de volume e área a partir de medidas 2D (PAULO, 2009).

Dessa forma, segundo Cavalcanti et al. (2004), a precisão das medidas craniofaciais ósseas utilizando imagens 3D obtidas por TCs permite melhor visualização e avaliação mais fidedigna do desenvolvimento e crescimento ósseos representando uma anatomia mais realista (Figura 2).

FIGURA 2 – TOMOGRAFIA RECONSTRUÍDA EM 3D PARA CRANIOMETRIA.



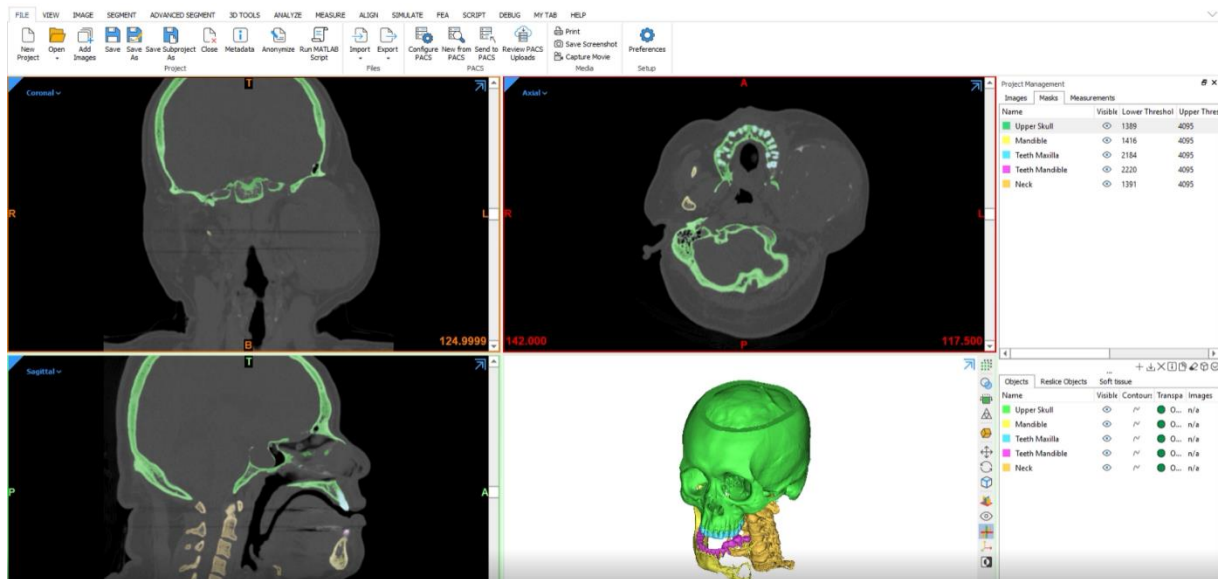
FONTE: Cavalcanti et al. (2004)

A tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) é uma técnica que ganhou espaço principalmente no diagnóstico odontológico por oferecer boa acurácia e doses mais baixas de radiação no momento da aquisição da imagem (SINGH et al.,

2021b). Por utilizar a mesma técnica que uma tomografia computadorizada espiral, é possível reconstruir a imagem em um modelo tridimensional para observação sem sobreposição de estruturas. Embora sua aplicação clínica seja ampla, há poucos estudos relacionando a aplicação desta metodologia com medidas craniométricas (LOU et al., 2007; NAJI; ALSUFYANI; LAGRAVÈRE, 2014).

Existem diversos *softwares* capazes de criar uma superfície 3D a partir de uma imagem DICOM (*Digital Communication in Medicine*), formato universal para armazenamento de imagens médicas, tais como o Invesalius®, OsirisX© e Materialise Mimics©. O *software* Materialise Mimics© (*Materialise's Interactive Medical Image Control System*), conhecido como ferramenta padrão ouro para análise de imagens médicas e renderização e exportação em 3D, é um programa interativo que permite a visualização das imagens em diferentes níveis de contraste e brilho, além de possibilitar a modelagem 3D diretamente pelas imagens da TC (Figura 3) (SHIN et al., 2015). Ainda que seu uso não seja tão popularizado em função da necessidade de treinamento para a realização das medidas craniométricas convencionais, é a possibilidade de se fazer medidas com maior acurácia que torna alguns *softwares* como o Materialise Mimics© essenciais para a obtenção de resultados mais precisos e próximos à realidade (MAGNUSSON et al., 2012).

FIGURA 3 – INTERFACE DO SOFTWARE MATERIALISE MIMICS©



FONTE: Materialise (2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 COMITÊ DE ÉTICA

Este estudo obteve a aprovação de número 303610 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Positivo. Trata-se de um estudo transversal, retrospectivo que utilizou imagens de adolescentes que estão sendo atendidos na clínica de ortodontia da Universidade Positivo. Todos os adolescentes e responsáveis legais assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

3.2 DADOS AMOSTRAIS

A amostra foi selecionada na clínica de Odontologia da Universidade Positivo e em escolas estaduais por dois pesquisadores treinados (N.D.M. e A.M.). Foram incluídos 26 indivíduos de ambos os sexos na faixa etária de 10 a 14 anos no momento da realização do exame de Tomografia Computadorizada (TC), e que apresentaram relação molar de Classe II e perfil facial convexo, caracterizando retrognatismo mandibular, sem tratamento ortodôntico prévio. Para realização do estudo, foram obtidos os arquivos DICOM dos indivíduos que possuíam exames tomográficos antes do início do tratamento.

3.3 ANÁLISE DAS IMAGENS TOMOGRÁFICAS

As imagens analisadas foram adquiridas a partir da reconstrução 3D de arquivos DICOM das TCs. O desenvolvimento da análise ocorreu em duas etapas: i. na primeira etapa foram selecionadas as regiões desejadas nas TCs nos três planos anatômicos (sagital, coronal e axial) no *software* Materialise Mimics® para posterior renderização tridimensional; ii. na segunda etapa foram realizadas as medidas das estruturas anatômicas selecionadas para o estudo, descritas na tabela 1.

TABELA 1 – ABREVIÇÕES E DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE REFERÊNCIA OU LANDMARKS.

Abreviação	Descrição
Vista posterior	
LMPp-LMPp	Distância posterior entre as lâminas mediais do pterigoide
LLPp-LLPp	Distância posterior entre as lâminas laterais do pterigoide
Vista superior	
FO-FO	Forame oval-Forame oval
PCad-PCpd	Processo clinoide anterior direito - posterior direito
PCae-PCpe	Processo clinoide anterior esquerdo - posterior esquerdo
PCad-PCae	Processo clinoide anterior direito - esquerdo
PCpd-PCpe	Processo clinoide posterior direito - esquerdo
PCmd-Pcme	Processo clinoide medio direito - esquerdo
PCmd-PCpd	Processo clinoide medio direito - posterior direito
Pcme-Pcpe	Processo clinoide medio esquerdo - posterior esquerdo

FONTE: O autor (2021)

Após a importação dos arquivos DICOM pelo *software*, a região foi selecionada pelo limiar de densidade da escala de unidade Hounsfield (HU) entre 226 HU e 3071 HU para que fosse evidenciado somente o tecido ósseo. Após a seleção de apenas tecido ósseo nas três vistas foi utilizada a ferramenta de edição de múltiplas fatias (*Multiple Slice Edit*) para remover as partes indesejadas da imagem. Seguindo o padrão do *software*, a imagem foi tratada primeiramente no plano sagital e depois, para correção de erros, nos planos axial e coronal (Figura 4).

FIGURA 4 – INTERFACE DO SOFTWARE MATERIALISE MIMICS® COM AS REGIÕES DO OSSO ESFENOIDE EM EVIDÊNCIA.

FONTE: O autor (2021).



3.4 RENDERIZAÇÃO 3D E MORFOMETRIA

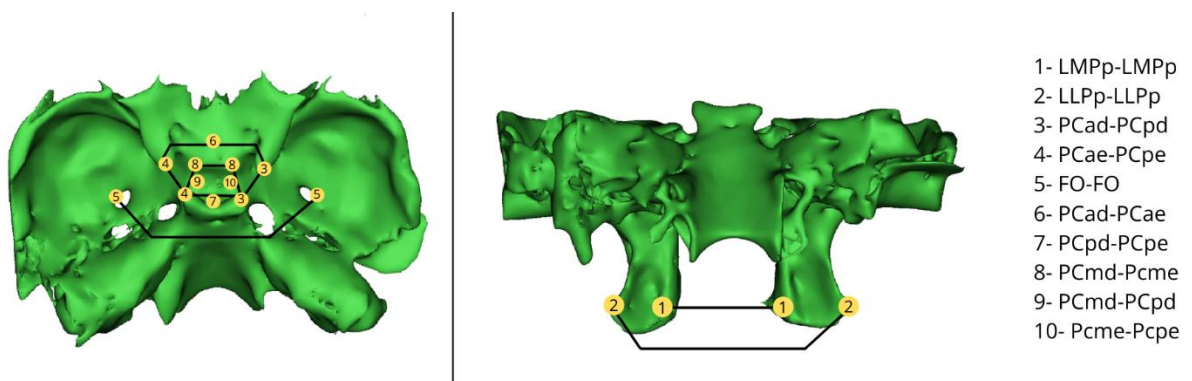
Após a seleção da região de interesse, foi utilizada a ferramenta ‘*part*’ do *software* para criar uma superfície 3D a partir do que foi previamente selecionado na TC. Neste caso, para a renderização foram utilizados parâmetros customizados para gerar uma superfície rica em detalhes e, ao mesmo tempo, suavizada para permitir a análise morfométrica do osso esfenoide (Tabela 2 e Figura 5).

TABELA 1 – PARÂMETROS DE RENDERIZAÇÃO 3D PARA O SOFTWARE MATERIALISE MIMICS®.

Categoria	Parâmetro	Valor
Quality	Custom	Qualitativo
Threshold	Mask	Qualitativo
Interpolation	Contour	Qualitativo
Prefer	Continuity	Qualitativo
Shell reduction	Largest shells	1
Smoothing	Iterations	15
	Smooth factor	0,5
Reducing mode	Reducing mode	Advanced edge
	Tolerance	0,05 mm
	Edge angle	15°
	Iterations	10

FONTE: O autor (2021).

FIGURA 5 – PONTOS DE REFERÊNCIA NA SUPERFÍCIE 3D DO OSSO ESFENOIDE



FONTE: O autor (2021).

Foram definidos 10 pontos ou *landmarks* considerando as vistas superior e posterior (Tabela 1). Para se fazer as medições utilizou-se a ferramenta *distance* do próprio software.

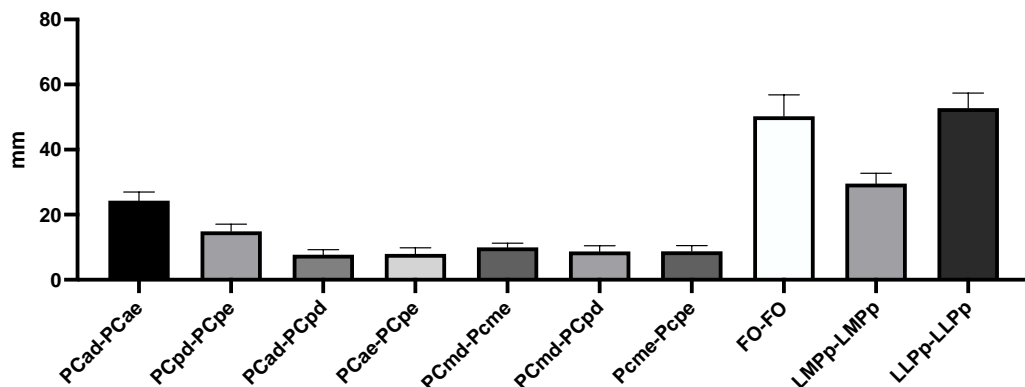
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As medidas obtidas foram submetidas a análise estatística descritiva, com media, valor máximo, valor mínimo e desvio padrão. As medidas foram comparadas entre gênero sendo consideradas estatisticamente significantes quando $p \leq 0.05$.

4 RESULTADOS

Fizeram parte deste estudo 26 indivíduos e os resultados obtidos são descritos a seguir. O gráfico 1 apresenta as medidas entre os pontos de referência selecionados para o estudo e o desvio padrão. A construção do modelo 3D permitiu mensurar as distâncias com maior facilidade. Distâncias pequenas como, por exemplo, a distância entre os processos clinoides anterior e posterior tanto direito quanto esquerdo (PCad-PCpd e PCae-PCpe) puderam ser observadas. Da mesma forma, distâncias anatomicamente maiores como, por exemplo, a distância entre os forames ovais direito e esquerdo (FO-FO) foi facilmente mensurada. O desvio padrão para cada medida foi pequeno.

GRÁFICO 1 – RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS DE MEDIDA E SEU ERRO PADRÃO DA AMOSTRA



FONTE: O autor (2021).

Na tabela 3 encontra-se média, valores máximo e mínimo para cada ponto de referência de acordo com o gênero. Todas as medidas do osso esfenóide foram maiores nos meninos, excetuando-se as medidas entre os forames ovais e entre os processos clinoides anterior e posterior direitos que foram maiores nas meninas, entretanto, não houve diferença significativa entre os gêneros para os 10 parâmetros de medidas analisadas ($p > 0.05$).

TABELA 3 – DISTRIBUIÇÃO DAS MEDIDAS DE ACORDO COM O GÊNERO

		Female (n=16)			Male (n=10)		
Anatomical sphenoid landmarks		Mean (SD)	Min - Max	Range	Mean (SD)	Min - Max	Range
Latero laterais measurements	PCad-PCae	23.68 (1.61)	20,66 - 27,38	6.72	25.29 (3.66)	19.57 – 31.90	12.33
	PCpd-PCpe	14.22 (2.01)	11,29 -17,77	6.48	15.99 (2.04)	13.68 – 19.73	6.05
	PCmd-Pcme	9.51 (1.22)	7.16 – 11.38	4.22	10.76 (0.79)	9.70 – 12.47	2.77
	FO-FO	50.52 (6.39)	33.3 – 60.11	26.81	49.70 (7.38)	34.90 – 60.81	25.91
	LMPp-LMPp	29.05 (2.98)	23.65 – 34.15	10.5	30.33 (3.46)	24.84 – 37,31	12.47
	LLPp-LLPp	52.76 (3.33)	48.1 – 57.8	9.7	52.86 (6.22)	45.55 – 67.12	21.68
Antero posterior measurements	PCad-PCpd	7.52 (1.40)	4.25 – 9.06	4.81	7.04 (1.76)	6.03 – 12.08	6.05
	PCae-PCpe	7.93 (1.98)	3.67 – 11.98	8.31	8.08 (1.77)	5.72 - 10.43	4.71
	PCmd-PCpd	8.25 (1.61)	5.71 – 11.21	5.5	9.38 (1.80)	6.78 – 12.59	5.81
	Pcme-Pcpe	8.60 (1.83)	6.63 – 12.16	5.53	9.10 (1.57)	6.63 - 11.55	4.92

P value= >0.05

Note: SD= standard deviation; Min= minimum; Max= maximum.

FONTE: O autor (2021).

5 DISCUSSÃO

Este estudo transversal objetivou reconstruir tridimensionalmente por meio do software Materialise Mimics® o osso esfenoide de 26 adolescentes que iriam iniciar o tratamento ortodôntico. Os resultados obtidos, tanto no processo de reconstrução quanto na análise morfométrica dos pontos craniométricos, fornecem informações relevantes a respeito da anatomia do osso esfenoide.

É notória a escassez de estudos que realizem a análise craniométrica do osso esfenoide por meio de superfícies tridimensionais, por isso, não existem muitos parâmetros de comparação com os resultados aqui obtidos. De fato, estudos que utilizam radiografias bidimensionais apresentam muitos problemas tais como erros de orientação e sobreposição de estruturas adjacentes (SHRESTHA et al. (2018). Nesse sentido, a análise de TC em 3D é mais precisa e evita a sobreposição de imagens, além do que minimiza erros sistemáticos causados pelo observador (SCHLICHER et al., 2012). Adicionalmente, o uso da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

permite a medição de pequenas distancias nos planos sagital, coronal e axial entre estruturas anatômicas sutis tais como forames e processos. Em especial, ao analisar o osso esfenoide as TCs são de grande valia devido à presença de inúmeros detalhes anatômicos.

A ideia de utilizar renderização no estudo anatômico não é nova. LOU et al. (2018) avaliaram a acurácia de medidas craniométricas a partir de uma mandíbula sintética com 10 marcadores de titânio fixados. A mandíbula foi submetida a uma tomografia computadorizada de feixe cônico e as imagens foram renderizadas em 3D. Já o estudo de STEPANKO e LAGRAVÈRE (2016b) comparou análises craniométricas bidimensionais e tridimensionais e revelou que não houve diferença estatística significativa entre as duas metodologias mas, a observação e medida das estruturas internas foi melhor porque obteve-se uma superfície tridimensional que permitiu a movimentação livre do modelo.

Ao se trabalhar com imagens em três dimensões é possível ter maior noção espacial do que se está analisando. De acordo com SHIN et al. (2015), a combinação entre a visualização de modelos para estruturas internas, como é o caso do osso esfenoide, aumenta a acurácia e a chance de identificação e compreensão da estrutura como um todo. Os modelos não possuem nenhuma outra superfície sobreposta e, portanto, evitam que medidas desnecessárias ou incorretas sejam feitas (SATHYANARAYANA; KAILASAM; CHITHARANJAN, 2013).

Ao longo dos últimos anos, vários *softwares* para reconstrução de imagens vem sendo desenvolvidos, entre eles, o *software* Materialise Mimics©. Esse programa oferece ferramentas de renderização e modelagem 3D de última geração. Foi desenvolvido como um programa voltado para a análise pré-cirúrgica, modelagem e impressão 3D de modelos diversos e passou a ser empregado em pesquisas da área médica e estudos em anatomia (LI et al., 2015). Outro ponto importante é que este *software* permite a personalização das densidades e da superfície renderizada em 3D, o que aumenta a chance de observação de pequenas falhas na malha e evita o erro do observador (CHOU et al., 2021). De forma geral, quando comparado com outros *softwares* utilizados em pesquisas brasileiras com modelos anatômicos em superfícies tridimensionais, como o Invesalius®, o Materialise Mimics© tem ampla vantagem por oferecer melhores recursos de visualização das imagens, edição e modelagem 3D tais como interpolação de imagem 2D para 3D, personalização da malha e alta qualidade da superfície 3D.

Neste caso, um dos maiores diferenciais do Materialise Mimics© é que os seus recursos de edição são intuitivos e existe a possibilidade de editar diretamente do *software* sem a necessidade de conhecimentos de modelagem tridimensional avançados e nem a utilização de outros *softwares* para a suavização da superfície e medida do modelo. Para estruturas complexas, como o coração, por exemplo, é possível criar diversas malhas com densidades específicas para cada tipo de tecido e existe a ferramenta de interpolação que por meio de *Machine Learning* entende a região de interesse selecionada e a isola sem sobreposição.

No nosso estudo, o osso utilizado para modelagem foi o osso esfenoide, um osso repleto de detalhes anatômicos e de difícil delimitação. Como foi possível observar no Gráfico 1, detalhes sutis e distâncias pequenas, puderam ser evidenciados e mensurados independente da comparação entre os gêneros. Nesse sentido, é importante mencionar que os acidentes anatômicos foram evidenciados na superfície do osso e que anatomicamente, o osso esfenoide é maior nos meninos do que nas meninas, excetuando-se duas medidas. A discussão acerca dessa diferença foge do objetivo deste trabalho porque pode envolver fatores hormonais, nutricionais e outros que não foram objeto de avaliação neste estudo.

Um detalhe interessante observado é que somente a distância entre as medidas do forame oval (FO-FO) e dos processos clinóides anterior e posterior direito (PCad-PCpd) foi maior nas meninas do que nos meninos. Em tese, de acordo com a literatura, as medidas craniométricas do osso esfenoide são ligeiramente maiores no sexo feminino do que no masculino (RAI et al., 2016). No nosso estudo isso não foi observado, mas, uma vez que o modelo foi obtido por reconstrução 3D e que o pesquisador foi treinado para fazer as medidas, sugere-se que não há um erro de interpretação na análise das imagens.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Obviamente, esse estudo tem limitações, entre elas, o número amostral pequeno, porém, as análises craniométricas unindo o método diagnóstico de Tomografia Computadorizada e a criação de superfícies tridimensionais aumenta a acurácia e precisão no momento da morfometria e é uma evolução da técnica. Assim, a utilização do *software* Materialise Mimics© melhorou significativamente a segmentação e reconstrução das superfícies anatômicas das imagens seccionadas e processadas do osso esfenóide e servirá como base para pesquisas futuras em que seja necessária a avaliação craniométrica.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para pesquisas futuras, o ideal seria correlacionar possíveis variações entre a medida de ambos os sexos com a análise da área da sela turca e análises séricas hormonais de crescimento ósseo e de metabólitos envolvidos nesse processo como o paratormônio (PTH), o hormônio do crescimento (GH) e a Vitamina D.

REFERÊNCIAS

AFZAL, E.; FIDA, M. Variations in Sella Turcica Dimensions and Morphology and Skeletal Malocclusions J Ayub Med Coll Abbottabad. 2019.

ANDREDAKI, M. et al. A cephalometric morphometric study of the sella turcica. European Journal of Orthodontics, v. 29, n. 5, p. 449–456, out. 2007.

CARVALHO, M.; MELLO, D. E.; ALVIM, E. Manual Para estudos craniométricos e cranioscópicos. 2014.

CHOU, S. T. et al. Morphology of sella turcica and bridging prevalence correlated with sex and craniofacial skeletal pattern in Eastern Asia population: CBCT study. BioMed Research International, v. 2021, 2021.

ER, K. et al. Brainatomy: A Novel Way of Teaching Sphenoid Bone Anatomy With a Simplified 3-Dimensional Model. World Neurosurgery, v. 135, p. e50–e70, 1 mar. 2020.

FAN, F. H.; TNG, Y. F. Pictorial Review: Radiology of the Sphenoid Bone Clinical Radiology. v. 1998.

LI, J. et al. A new measurement technique of the characteristics of nutrient artery canals in tibias using Materialise's interactive medical image control system software. BioMed Research International, v. 2015, 2015.

LOU, L. et al. Accuracy of measurements and reliability of landmark identification with computed tomography (CT) techniques in the maxillofacial area: a systematic review. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology, v. 104, n. 3, p. 402–411, set. 2007.

MAGNUSSON, A. et al. Three-dimensional assessment of transverse skeletal changes after surgically assisted rapid maxillary expansion and orthodontic treatment: A prospective computerized tomography study. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 142, n. 6, p. 825–833, dez. 2012.

NAJI, P.; ALSUFYANI, N. A.; LAGRAVÈRE, M. O. Reliability of anatomic structures as landmarks in three-dimensional cephalometric analysis using CBCT. Angle Orthodontist, v. 84, n. 5, p. 762–772, 1 set. 2014.

RAI, A. R. et al. A cephalometric analysis on magnitudes and shape of sella turcica. Journal of Craniofacial Surgery, v. 27, n. 5, p. 1317–1320, 1 jul. 2016.

RAMOS, B. C.; MANZI, F. R.; VESPASIANO, A. I. Volumetric and linear evaluation of the sphenoidal sinus of a Brazilian population, in cone beam computed tomography. Journal of Forensic and Legal Medicine, v. 77, 1 jan. 2021.

RENGIER, F. et al. 3D printing based on imaging data: Review of medical applications. International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery, v. 5, n. 4, p. 335–341, 2010.

ROOMANEY, I. A.; CHETTY, M. Sella turcica morphology in patients with genetic syndromes: A systematic review *Orthodontics and Craniofacial Research* Blackwell Publishing Ltd, 1 maio 2021.

SATO, D.; ENDO, T. Size and bridging of the sella turcica in Japanese orthodontic patients with tooth agenesis. *Odontology*, v. 108, n. 4, p. 730–737, 1 out. 2020.

SCHLICHER, W. et al. Consistency and precision of landmark identification in three-dimensional cone beam computed tomography scans. *European Journal of Orthodontics*, v. 34, n. 3, p. 263–275, jun. 2012.

SHIN, D. S. et al. Segmentation and surface reconstruction of a cadaver heart on Mimics software. *Folia Morphologica (Poland)*, v. 74, n. 3, p. 372–377, 2015.

SHRESTHA, G. K. et al. The morphology and bridging of the sella turcica in adult orthodontic patients. *BMC Oral Health*, v. 18, n. 1, 16 mar. 2018.

SINGH, P. et al. Morphometric characteristics of the sphenoid sinus and potential influencing factors: a retrospective assessment using cone beam computed tomography (CBCT). *Anatomical Science International*, v. 96, n. 4, p. 544–555, 1 set. 2021a.

SINGH, P. et al. Morphometric characteristics of the sphenoid sinus and potential influencing factors: a retrospective assessment using cone beam computed tomography (CBCT). *Anatomical Science International*, v. 96, n. 4, p. 544–555, 1 set. 2021b.

SOBUTI, F. et al. Relationship between bridging and dimensions of sella turcica with classification of craniofacial skeleton. *Polish Journal of Radiology*, v. 83, p. e120–e126, 3 abr. 2018.

STEPANKO, L. S.; LAGRAVÈRE, M. O. Sphenoid bone changes in rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Korean Journal of Orthodontics*, v. 46, n. 5, p. 269–279, 1 set. 2016a.

TORTORA, G.J.; DERRICKSON, Bryan. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. Porto Alegre: Artmed, 2012

VAN DE GRAAFF, K. M. *Anatomia humana*. 6.ed. Barueri: Manole, 2003.