

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

Barbara Couto Ramos

**AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA E LINEAR DO SEIO ESFENOIDAL EM EXAMES DE
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO DE UMA POPULAÇÃO
BRASILEIRA**

Belo Horizonte

2019

Barbara Couto Ramos

AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA E LINEAR DO SEIO ESFENOIDAL EM EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO DE UMA POPULAÇÃO BRASILEIRA

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

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

R175a Ramos, Barbara Couto
Avaliação volumétrica e linear do seio esfenoidal em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico de uma população brasileira / Barbara Couto Ramos. Belo Horizonte, 2019.
66 f. : il.

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

1. Seios paranasais. 2. Odontologia legal. 3. Tomografia computadorizada de feixe cônico - Diagnóstico. 4. Antropologia forense. 5. Características sexuais. I. Silva, Amaro Ilídio Vespasiano. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

CDU: 616.216

Ficha catalográfica elaborada por Fernanda Paim Brito - CRB 6/2999

Barbara Couto Ramos

AVALIAÇÃO VOLUMÉTRICA E LINEAR DO SEIO ESFENOIDAL EM EXAMES DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO DE UMA POPULAÇÃO BRASILEIRA

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- Prof. Dr. Roselaine Moreira Coelho Milagres – UFMG
- 2- Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Amaro Ilídio Vespasiano Silva – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 28 de fevereiro de 2019

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 minha família,
pela força, coragem, amor e fé.*

AGRADECIMENTOS

Ao papai, pela hombridade, caráter e força. Obrigada por acreditar, me impulsionar e fazer de tudo para que eu consiga o melhor, tenha o melhor e seja a melhor naquilo que me propuser. Obrigada por me permitir voar, mas sabendo sempre que tenho para onde voltar. Espero ainda te orgulhar mais!

À mamãe, por ser luz e fé. Obrigada por, em silêncio, me fazer mais forte. Estou em ti e você segue em mim. Para sempre!

À Adriana, por ser minha razão e coragem. Obrigada por dividir a vida comigo. Obrigada pelas traduções e revisões. Meu sol em áries precisa da sua racionalidade capricorniana para sobreviver em meio ao caos!

À minha família, por festejarem cada conquista e respeitarem as minhas decisões. Gratidão pelas orações, almoços, amor, abraços, cafés e colo.

Aos meus amigos cariocas, mineiros e gringos pela amizade, companheirismo, parceria e cuidado!

Ao professor, orientador e, agora, amigo, Amaro Ilídio Vespasiano Silva pela generosidade. Obrigada por ter brigado por mim, por ter me dado a mão nessa aventura. Nossas histórias e forma de ver o mundo se parecem tanto que tenho o maior orgulho de dizer que sou sua primeira orientada de mestrado. Gratidão por você e pela sua generosidade em compartilhar o seu melhor!

Ao professor e amigo, Flávio Ricardo Manzi pela confiança e direcionamento. Obrigada por ter sido fundamental na minha vida profissional. Você, com toda certeza, me inspira!

Aos colegas e amigos de Mestrado por tornarem mais leve a caminhada.

À CAPES 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.

Aos funcionários da PUC Minas pelos cafés e sorrisos.

Agradeço, sobretudo, à Deus e Nossa Senhora Aparecida por serem meu guia, amparo e proteção.

“ Live n'entre pas dans les lattes “

RESUMO

A determinação sexual por meio de remanescentes esqueléticos tem sido amplamente utilizada na reconstrução do perfil biológico, uma vez que são uma das últimas estruturas a perecer após a morte. O seio esfenoidal tem uma localização mais profunda no crânio, sendo envolvido por diversas estruturas dentro do corpo do esfenoide, ou seja, tem menos propensão a injúrias e/ou alterações patológicas. O objetivo no presente estudo é avaliar, na população brasileira, a possibilidade de determinação do sexo por meio de mensurações lineares e volumétricas do seio esfenoidal, além de identificar e quantificar a presença de extensões deste seio em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Foram utilizadas 265 exames de TCFC, sendo 123 de pacientes do sexo masculino, e 145 pacientes do sexo feminino, ambos com idades entre 22 e 70 anos. As imagens foram selecionadas por um cirurgião-dentista radiologista a partir de um banco de imagens de TCFC representativo de uma população brasileira. As mensurações volumétricas foram realizadas por meio do software de segmentação ITK-SNAP 3.0[®] e as mensurações lineares ífero-superior, látero-lateral e ântero-posterior, bem como presença de extensões do seio esfenoidal foram realizadas no software CS Imaging Software[®]. Os resultados desse estudo sugerem que comparando homens e mulheres não há diferenças estatísticas significantes referentes às mensurações lineares e extensões do seio esfenoidal, ainda que os valores sejam consideráveis nas extensões para os processos pterigoideos e asa maior do esfenoide, principalmente nas mulheres. No entanto, há diferença estatisticamente significativa quando se compara o volume do seio esfenoidal, sendo maior no sexo masculino ($11,364 \text{ mm}^3 \pm 4,229 \text{ mm}^3$) que no sexo feminino ($10,000 \text{ mm}^3 \pm 3,615 \text{ mm}^3$). Em suma, as mensurações volumétricas no seio esfenoidal em exames de TCFC são úteis para a determinação do sexo de indivíduos desconhecidos.

Palavras-chave: Seio esfenoidal. Caracteres sexuais. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Antropologia forense. Odontologia legal

ABSTRACT

Determination of sex from skeletal remains has been widely used in reconstruction of the biologic profile, because these are some of the last structures that perish after death. The sphenoid sinus has a deeper localization in the skull, and is enveloped by diverse structures within the sphenoid body; that is, it is less predisposed to injuries and/or pathological changes. The aim of the present study was to evaluate the possibility of determining sex - in a Brazilian population - by means of linear and volumetric measurements of the sphenoid sinus, in addition to identifying and quantifying the presence of extensions of this sinus in cone beam computed tomography (CBCT) exams. In total 265 CBCT exams were used, of which 145 were of patients of the female, and 123 of patients of the male sex, both in the age-range between 22 and 70 years. The images, representative of a Brazilian population, were selected by a dental radiologist from a CBCT image bank. The volumetric measurements were made by means of segmentation software ITK-SNAP 3.0[®] and the linear inferior-superior, latero-lateral and anteroposterior measurements, as well as the presence of extensions of the sphenoidal sinus were made using the CS Imaging Software[®]. The results of this study suggested that when comparing men and women, there were no statistical differences in the linear measurements and extensions of the sphenoidal sinus, although the values were considerable in the extensions for the pterygoid processes and greater wings of the sphenoid bone, particularly in women. However, there was statistically significant difference when the sphenoidal sinus volume was compared, as it was larger in the male ($11.364 \text{ mm}^3 \pm 4.229 \text{ mm}^3$) than in the female sex ($10.000 \text{ mm}^3 \pm 3.615 \text{ mm}^3$). To sum up, the volumetric measurements of the sphenoidal sinus in CBCT exams are useful for determining the sex of unknown individuals.

Keywords: Sphenoid sinus. Sex characteristics. Cone-Beam Computed Tomography. Forensic anthropology. Forensic dentistry.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBCT	Cone-Beam Computed Tomography
FOV	<i>Field of view</i>
ICC	Teste de correlação intraclasse
TCFC	Tomografia Computadorizada de feixe cônico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Medidas lineares no seio esfenoideal.....	28
Figura 2 -	Limites para seleção da região a ser segmentada.....	29
Figura 3 -	1º passo para a segmentação do seio esfenoideal, no display combinado do software ITK-SNAP 3.0®	30
Figura 4 -	2º passo para a segmentação do seio esfenoideal no software ITK-SNAP 3.0®	30
Figura 5 -	3º passo para a segmentação do seio esfenoideal no software ITK-SNAP 3.0®	31
Figura 6 -	Imagens volumétricas da reconstrução 3D do seio esfenoideal pelo software.....	32
Figura 7 -	Display combinado do software.....	32
Figura 8 -	Extensões do seio esfenoideal.....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS.....	25
2.1 Objetivo geral	25
2.2 Objetivos específicos.....	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Seleção da amostra.....	27
3.2 Obtenção das imagens	27
3.3 Mensurações lineares e volumétricas do seio esfenoidal.....	28
3.4 Presença de extensões no seio esfenoidal.....	33
3.5 Análise estatística	33
4 ARTIGO	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS.....	61
ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa	65

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios a humanidade buscou identificar objetos, animais e homens, com o objetivo de desvendar situações complexas. A necessidade de identificação dos seres humanos não reflete apenas uma questão de exigência social, são requisitos jurídicos. Reconhecer a plenitude dos direitos e deveres é conceder a identidade a alguém seja em vida ou *post-mortem* (DELWING, 2013).

A identificação humana ainda é um desafio para a ciência, principalmente nos casos em que o indivíduo se encontra sem vida e com impossibilidade de reconhecimento direto (TERADA *et al.*, 2011). Antigamente, este reconhecimento era realizado por meio de confirmações do que já se viu no passado, ou seja, observação de cicatrizes, marcas ou até mesmo vestimentas e joias que o indivíduo estivesse frequentemente portando. No entanto, esta forma de identificação não fornece precisão e segurança, uma vez que podem ocorrer enganos e, até mesmo, transformações que fisiologicamente acontecem com os cadáveres.

Diante disto, se faz necessário a reconstrução biológica do ser humano, de forma a restringir e, conseqüentemente, individualizar àquela identidade. O perfil biológico é determinado por quatro informações essenciais: sexo, idade à morte, estatura e ancestralidade (AZEVEDO, 2008). Segundo Peckmann (2015), a determinação do sexo é a parte mais importante para construção do perfil biológico, pois a estatura e a idade no momento da morte são características sexo dependentes.

Estruturas ósseas que compõe o esqueleto humano podem determinar sexualmente cada indivíduo. Na pesquisa de Azevedo (2008), existem 3 causas principais que conduzem ao desenvolvimento as diferentes características nos esqueletos masculinos e femininos: variação morfológica da bacia fundamentada pela função reprodutora, desenvolvimento e proporções dos ossos pelas influências genéticas e diferenças na quantidade e proporção de massa muscular, evidenciadas pelas diferentes áreas de inserção musculares.

A determinação sexual utilizando ossos humanos, normalmente, é avaliada por meio de análises métricas e morfológicas (não métricas), sendo a primeira quantitativa e objetiva; utilizam-se de mensurações e referências anatômicas para, posterior, utilizar cálculos estatísticos que podem ser repetidos e validados. O último é qualitativo e subjetivo, se usam a observação da morfologia e a acurácia, que

dependem do nível de experiência do observador (AZEVEDO, 2008; İŞCAN, 2005; PECKMANN, 2015).

Segundo Shehri e Soliman (2015), os ossos com maior quantidade de traços dimórficos são crânio, pelve e ossos longos. Em casos em que o esqueleto é recuperado por completo a diferenciação sexual é realizada com 100% de acurácia, no entanto, na maioria dos casos os ossos são encontrados fragmentados, principalmente a pelve e os ossos longos que são os ossos com maior acurácia (CHANDRA *et al.*, 2014; UTHMAN *et al.*, 2011). Diante disso, se intensifica o estudo das características morfológicas e dimensionais do crânio no contexto forense, uma vez que em acidentes em massa, são muito comuns situações onde, apenas o crânio ou parte dele são localizadas e passíveis de identificação do indivíduo, devido à sua resistência ímpar às condições ambientais adversas e à ação do tempo (DELWING, 2013; PEREIRA, 2003).

Nesse contexto, os seios paranasais, constituídos pelos seios frontais, maxilares, esfenoidais e etmoidais, são estruturas que se mantêm intacto em situações extremas na grande maioria das vezes, podendo ser, então, utilizados para determinar o sexo por meio das características dimensionais (AHMED *et al.*, 2015; AMIN; HASSAN, 2012; CHANDRA *et al.*, 2014; GUPTA *et al.*, 2014; KANTHEM *et al.*, 2015; SACCUCCI *et al.*, 2015; TEKE *et al.*, 2007; UTHMAN *et al.*, 2011). Os seios paranasais são cavidades ósseas bilaterais, ou seja, presentes nos dois hemisférios da face, situadas adjacentes das fossas nasais que se comunicam através de canais, orifícios ou óstios (DE SOUZA JÚNIOR, 2016).

Os seios esfenoidais têm menos propensão a injúrias e/ou alterações patológica, devido a sua localização mais profunda, situam-se no interior do corpo do osso esfenoide e se relaciona superiormente com a sela túrcica (OLIVEIRA *et al.*, 2016; SICHER *et al.*, 1965). Segundo Vidic *et al.* (1968) e Pancoast *et al.* (1942), o seio esfenoidal, dentre as estruturas craniofaciais, completa seu desenvolvimento previamente aos demais, já que se inicia por volta do terceiro e quarto mês de vida intrauterina, atingindo dimensões adultas aos doze anos de idade aproximadamente.

Segundo Dias *et al.* (2004), o seio esfenoidal pode ser classificado em: apneumatizado, conchal, pré-selar, pós-selar e selar, com a qual se usa como referência a extensão da pneumatização e o grau de exposição à sela túrcica. O seio apneumatizado possui agenesia sinusal, o conchal é pequeno sem relação com a sela túrcica. A pneumatização do seio pré-selar não se estende posteriormente ao

plano vertical da sela. Já o seio selar atinge o plano vertical da sela túrcica. Conseqüentemente, no seio esfenoideal pós-selar a pneumatização ultrapassa o plano vertical, atingindo a parte basilar do processo occipital. Conhecer a anatomia dos seios paranasais, bem como suas possíveis variações tem grande importância para que se consiga fazer uma avaliação segura e precisa.

Na literatura são descritas inúmeras técnicas para se visualizar as estruturas anatômicas tridimensionalmente e, conseqüentemente utiliza-la para determinação dimórfica. No entanto, em muitos casos, há inconvenientes, seja pela inacessibilidade da técnica, seu custo ou questões físicas que impossibilitam a execução. Portanto, a tomografia computadorizada de feixe cônico tem sido amplamente utilizada, uma vez que permite a representação fiel do crânio do indivíduo, menores custo e tamanho de FOV compatível com a área a ser estudada (SACCUCCI *et al.*, 2015; WEISSHEIMER *et al.*, 2012).

Os dados de Antropologia Forense no Brasil ainda são muito deficientes. E, sabe-se que as características esqueléticas de cada indivíduo variam entre populações, ou seja, cada população tem sua particularidade esquelética que se baseiam nas condições nutricionais e ambientais. Diante disso, se faz necessário estabelecer padrões sexuais população-específicos atualizados, sem que sejam comparados com outras populações, para que não haja dados incorretos e que impossibilitem a identificação médico-legal (GOMES, 2016).

Assim, o objetivo no presente estudo é avaliar a possibilidade de determinação sexual por meio de mensurações lineares e volumétrica nos seios esfenoideais em uma população brasileira por meio de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico, além de identificar e quantificar a presença de extensões do seio esfenoideal.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico a possibilidade de determinar o sexo do indivíduo por meio de análises volumétrica e lineares do seio esfenoidal.

2.2 Objetivos específicos

- a) avaliar e comparar as medidas lineares ínfero-superior, látero-lateral e ântero-posterior dos seios esfenoidais em homens e mulheres;
- b) avaliar e comparar o volume do seio esfenoidal em homens e mulheres;
- c) identificar e quantificar a presença de extensões dos seios esfenoidais (processo pterigoideo, asa maior, asa menor e clivos).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, CAEE: 04221018.3.0000.5137 (ANEXO A).

3.1 Seleção da amostra

Foram utilizados 265 exames de TCFC de pacientes que apresentavam indicação para tratamento ortodôntico ou cirúrgico-ortognático, sendo 123 de indivíduos do sexo masculino e 145 do sexo feminino, com idades entre 22 e 70 anos (média de idades de $33,2 \pm 8,06$) em ambos os sexos. As imagens foram selecionadas por um cirurgião-dentista radiologista, a partir de um arquivo de exames de pacientes de uma população brasileira. Foram excluídas da amostra imagens de pacientes que não apresentavam o seio esfenoidal dentro do FOV adquirido, exames com qualidade insuficiente para avaliação, além de exames que apresentassem sinusopatias inflamatórias ou qualquer outra condição patológica antral deste seio.

3.2 Obtenção das imagens

As imagens de TCFC foram adquiridas utilizando o tomógrafo i-CAT[®] (Imaging Sciences, Hatfield, PA, EUA), com os parâmetros de exposição de 120 kV e 7 mA, tempo de aquisição de 40s e de reconstrução de 62s, com voxel de 0,3 mm e FOV (Field of View) de 23 x 17cm. As imagens foram adquiridas com FOV estendido, sendo selecionadas as que permitiram completa visualização dos seios esfenoidais. Todas as imagens utilizadas nesse estudo foram obtidas com os pacientes posicionados sentados, com a posição da cabeça estabilizada pelos próprios dispositivos do aparelho, de modo que o plano sagital mediano ficasse perpendicular ao plano horizontal e o Plano de Frankfurt paralelo ao plano horizontal.

3.3 Mensurações lineares e volumétricas do seio esfenoidal

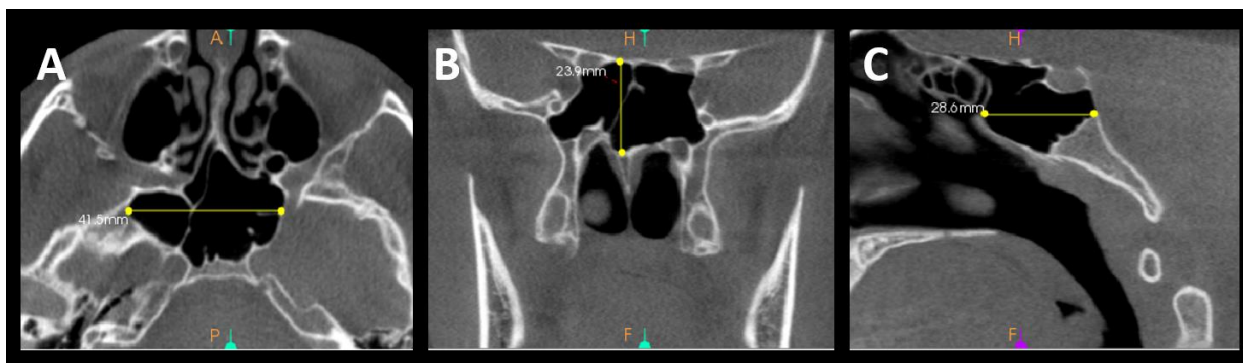
As mensurações lineares e volumétricas foram realizadas nas reconstruções das imagens do seio esfenoidal.

Para a realização das mensurações lineares no seio esfenoidal foram utilizadas as reconstruções multiplanares e as ferramentas próprias do software CS Imaging Software® (Carestream Dental, Atlanta, EUA).

As mensurações realizadas estão ilustradas na figura 1 e assim descritas:

- ífero-superior: Maior distância do ponto mais inferior do assoalho do seio esfenoidal ao ponto mais superior do teto do seio esfenoidal. Mensurada na reconstrução coronal;
- ântero-posterior: Maior distância do ponto mais anterior da parede anterior do seio esfenoidal ao ponto mais posterior da parede posterior do seio esfenoidal. Mensurado na reconstrução sagital;
- látero-lateral: Maior distância do ponto mais lateral da parede lateral do lado direito do seio esfenoidal ao ponto mais lateral da parede lateral do lado esquerdo. Mensurada na reconstrução axial.

Figura 1 – Medidas lineares no seio esfenoidal



Legenda: A: Distância látero-lateral do seio esfenoidal. B: Distância ífero-superior do seio esfenoidal. C: Distância ântero-posterior do seio esfenoidal.

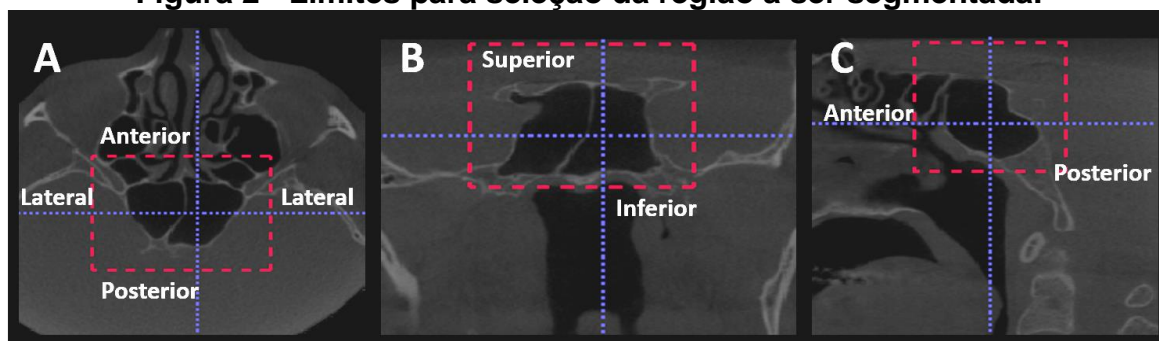
Fonte: Elaborado pelo autor

Para a mensuração de volume, foram obtidas imagens tridimensionais, geradas a partir de reconstruções multiplanares, por meio das ferramentas próprias do software de segmentação ITK-SNAP 3.0® (Cognitica, Philadelphia, PA, EUA).

As análises foram realizadas por um único examinador, cirurgião-dentista radiologista, o qual possuía conhecimento prévio sobre o funcionamento do *software* ITK-SNAP 3.0[®] e sobre a anatomia tomográfica dos seios paranasais.

A reconstrução do modelo 3D foi realizada com o modo de segmentação semiautomática do *software*. Os limites para seleção da área de interesse a ser segmentada foram as paredes anterior, posterior, laterais, superior e inferior do seio esfenoidal. A delimitação da região de interesse foi realizada com a ferramenta *Snake ROI (Region of Interest)* (Fig. 2).

Figura 2 - Limites para seleção da região a ser segmentada.



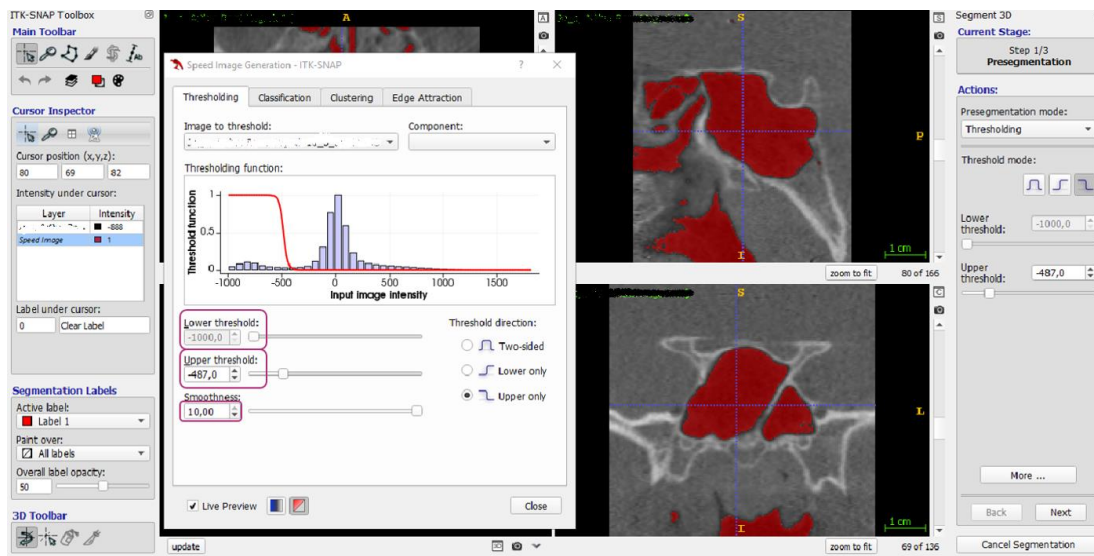
Legenda: Seleção do ROI e limites representados no seio esfenoidal. A: vista axial, B: vista coronal e C: vista sagital.

Fonte: Elaborado pelo autor

A segmentação do seio esfenoidal foi realizada no *software* em 3 passos:

- a) **1º Passo:** Seleção do recurso de imagem *Region competition* para ativação do contorno de evolução, por meio do pré-processamento da imagem. Para o preenchimento do volume a ser segmentado, foram estabelecidos parâmetros de *threshold* de -1000 ao valor mínimo, e variando de -400 a -600 ao valor máximo, com esfumaçamento fixo em 10,00. Esses parâmetros variaram de acordo com os valores de densidade presentes no exame de imagem de cada paciente. Foi utilizada a opção de *display* combinado para a verificação do completo preenchimento do volume do seio esfenoidal (Fig. 3).

Figura 3 - 1º passo para a segmentação do seio esfenoidal, no *display* combinado do software ITK-SNAP 3.0®

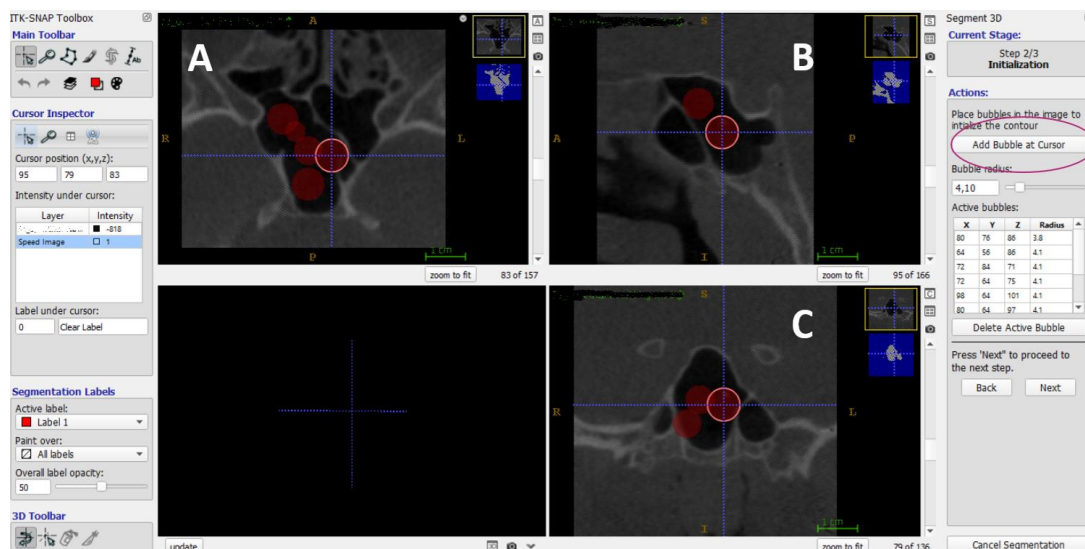


Legenda: Seleção do recurso *Region Competition*. Seleção dos valores máximo e mínimo de *threshold*, e do esfumaçamento.

Fonte: Elaborado pelo autor

b) 2º Passo: Colocação de bolhas de raios ajustáveis ao longo da imagem, para inicialização do contorno de evolução ativo (Fig. 4).

Figura 4 - 2º passo para a segmentação do seio esfenoidal no software ITK-SNAP 3.0®.

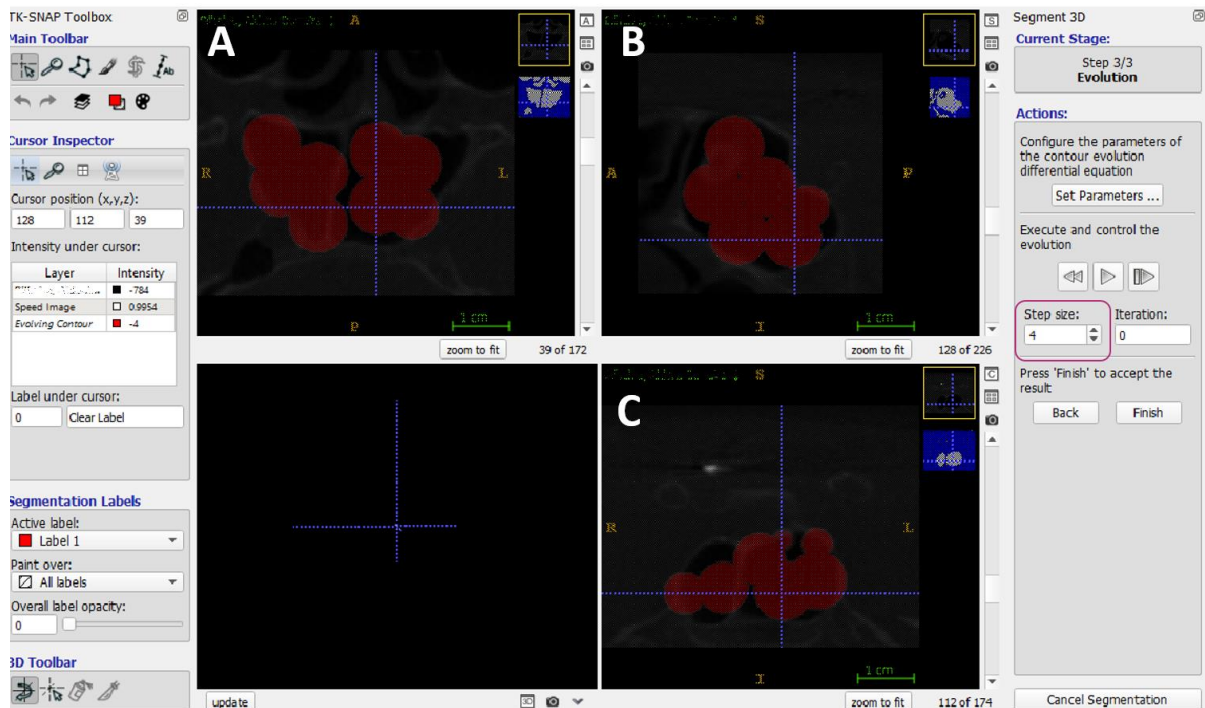


Legenda: Seio esfenoidal visualizado nos planos axial (A), sagital (B) e coronal (C), com a presença das bolhas (em vermelho).

Fonte: Elaborado pelo autor

- c) **3º Passo:** Seleção da velocidade (fixada em 4) para o preenchimento do volume a ser segmentado, com início e finalização do preenchimento ainda nesse passo (Fig. 5).

Figura 5 - 3º passo para a segmentação do seio esfenoideal no *software* ITK-SNAP 3.0®.

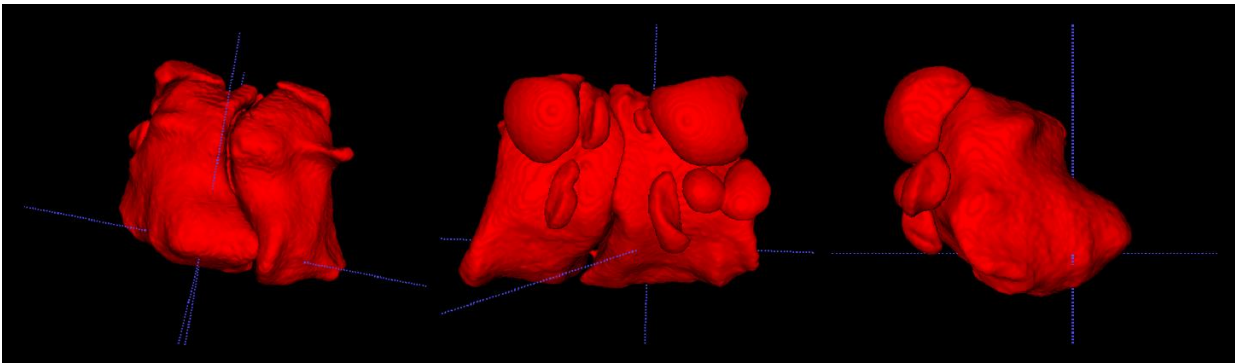


Legenda: Seio esfenoideal visualizado nos planos axial (A), sagital (B) e coronal (C), com a seleção da velocidade de preenchimento do volume.

Fonte: Elaborado pelo autor

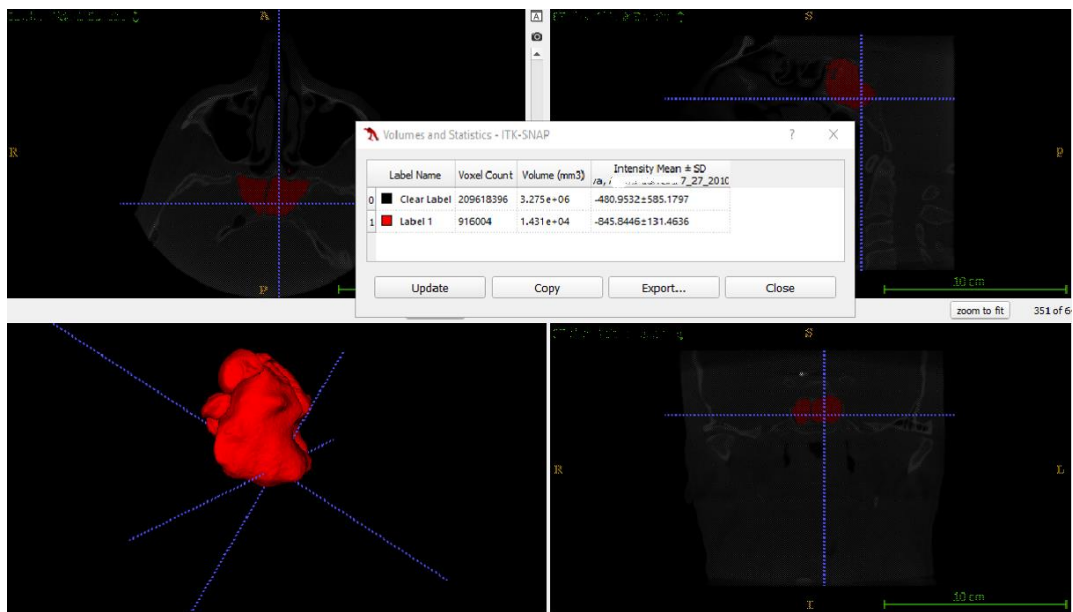
Ao final da segmentação, a imagem do volume do seio esfenoideal foi reconstruída na janela 3D do *software* (Fig. 6). A mensuração do volume foi realizada pelo próprio *software* em milímetros cúbicos (mm³) (Fig. 7).

Figura 6 - Imagens volumétricas da reconstrução 3D do seio esfenoidal pelo software.



Legenda: Reconstrução 3D do seio esfenoidal em diferentes planos.
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 - Display combinado do software.



Legenda: Reconstruções multiplanares e em 3D do seio esfenoidal. Volume do seio esfenoidal calculado pelo software em mm³.
Fonte: Elaborado pelo autor

Para a calibração, o examinador avaliou repetidas vezes um grupo de 25 imagens, diferentes daquelas propostas pelo estudo, obtendo valores semelhantes entre as avaliações realizadas.

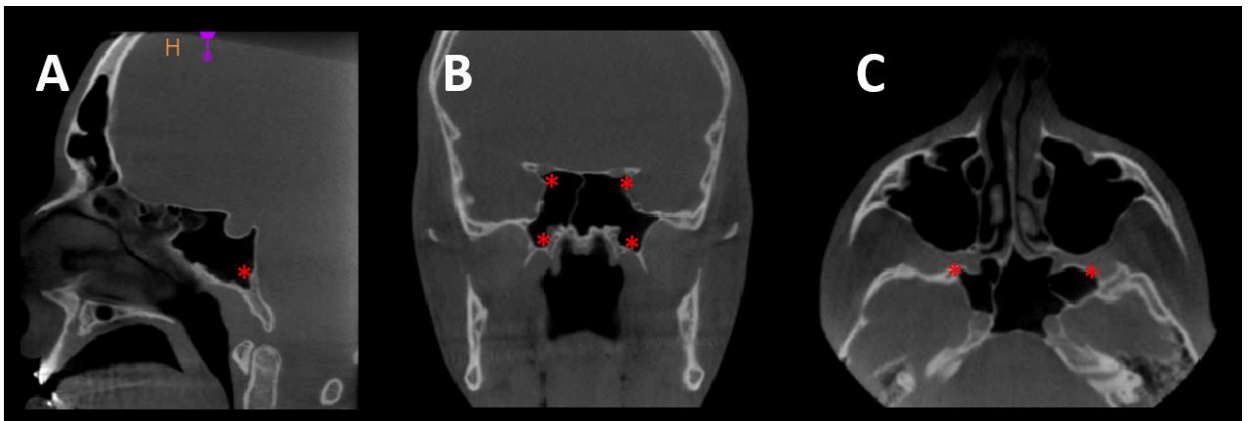
3.4 Presença de extensões no seio esfenoidal

As avaliações de existência de extensões foram realizadas utilizando as reconstruções multiplanares do *software* CS Imaging Software® (Carestream Dental, Atlanta, EUA).

As extensões analisadas estão ilustradas na figura 8 e descritas a seguir:

- a) extensão para o processo pterigoideo: corte coronal;
- b) extensão para a asa maior do esfenóide: corte axial;
- c) extensão para a asa menor do esfenóide: corte coronal;
- d) extensão para a região do Clivos: corte sagital.

Figura 8 - Extensões do seio esfenoidal.



Legenda: A: Clivos – vista sagital. B: Processo Pterigoideo e asa menor do esfenóide bilateralmente – vista coronal. C: Asa maior do esfenóide bilateral – vista axial

Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 Análise estatística

Trinta dias após o fim das análises, todas as mensurações foram repetidas para um grupo de 20% das imagens, e foi aplicado o teste de correlação intraclass (ICC) para avaliação da concordância intraexaminador. Para a comparação entre as médias das mensurações avaliadas no seio esfenoidal de indivíduos dos sexos masculino e feminino, foi utilizada o teste estatístico de análise de variância (ANOVA) e o teste t de Student. Para avaliação da presença de extensões do seio esfenoidal foi realizado estatística descritiva e para comparação da presença de

extensões entre homens e mulheres foi utilizado teste de Mann-Whitney. Toda a análise estatística foi realizada considerando nível de significância de 5% ($\alpha = 0.05$).

4 ARTIGO

Volumetric and linear evaluation of the sphenoidal sinus of a brazilian population, in cone beam computed tomography.

Artigo formatado dentro das normas do periódico **Forensic Science International (Qualis A2)**.

As normas para submissão de artigos podem ser visualizadas no endereço eletrônico:

https://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/505512?generatepdf=true

Volumetric and linear evaluation of the sphenoidal sinus of a Brazilian population, in cone beam computed tomography.

Barbara Couto Ramos¹, Flávio Ricardo Manzi¹, Amaro Ilídio Vespasiano¹

¹ Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

Corresponding author:

Amaro Ilídio Vespasiano, DDS, MSD, PHD

Pontifical Catholic University of Minas Gerais (PUC Minas), Department of Dentistry
- Radiology

500, Dom José Gaspar Ave, Building 45

Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil, 30535-901

Phone: +55 (31) 3319-4414,

E-mail: amarovespasiano@pucminas.br

ABSTRACT

Background: Determination of sex from skeletal remains has been widely used in reconstruction of the biologic profile, because these are some of the last structures that perish after death. The sphenoidal sinus has a deeper localization in the skull, and is enveloped by diverse structures within the sphenoid body; that is, it is less predisposed to injuries and/or pathological changes. The aim of the present study was to evaluate the possibility of determining sex - in a Brazilian population - by means of linear and volumetric measurements of the sphenoidal sinus, in addition to identifying and quantifying the presence of extensions of this sinus in cone beam computed tomography (CBCT) exams.

Material and Methods: The sample was composed of 265 CBCT images, of which 123 were of patients of the male, and 145 of patients of the female sex, both in the age-range between 22 and 70 years. The images, representative of a Brazilian population, were selected by a dental radiologist from a CBCT image bank. The volumetric measurements were made by means of segmentation software ITK-SNAP 3.0[®] and the linear inferior-superior, latero-lateral and anteroposterior measurements, as well as the presence of extensions of the sphenoidal sinus were made using the CS Imaging Software[®]. For comparison between the mean values of the measurements evaluated in the sphenoidal sinuses of individuals of the male and female sexes, the ANOVA and Student's-*t* statistical tests were used. For evaluation of the presence of extensions of the sphenoidal sinus descriptive statistics were used, and for comparison of the presence of extension between men and women, the Mann-Whitney test was used. All statistical analysis was performed considering the level of significance of 5 % ($\alpha = 0.05$).

Results: When comparing men and women, there were no statistical differences in the linear measurements and extensions of the sphenoidal sinus, although the values were considerable in the extensions for the pterygoid processes and greater wings of the sphenoid bone, particularly in women. However, there was statistically significant difference when the sphenoidal sinus volume was compared, as it was larger in the male ($11.364 \text{ mm}^3 \pm 4.229 \text{ mm}^3$) than in the female sex ($10.000 \text{ mm}^3 \pm 3.615 \text{ mm}^3$).

Conclusion: The volumetric measurements of the sphenoidal sinus in CBCT exams are useful for determining the sex of unknown individuals.

Keywords: Sphenoid Sinus. Sex characteristics. Cone-Beam Computed Tomography. Forensic anthropology. Forensic dentistry.

INTRODUCTION

Since primordial times, humanity has sought to identify objects, animals and men, with the aim of unraveling obscure situations. The need for identification of human beings does not reflect a question of social demands only, but are legal requirements. Full recognition of rights and duties is to grant someone their identity, whether in life or post-mortem. [1]

In view of this, the biological reconstruction of the human being is necessary, as a way to restrict and consequently individualize that identity. The biological profile is determined by 4 essential items of information: sex, age at the time of death, stature and ancestry [2]. The determination of sex is the most important part for construction of the biological profile, because the stature and age at the time of death are sex-dependent characteristics [3].

Determining sex by using human bones is normally evaluated by metric and morphological (non-metric) analyses, the former is quantitative and objective; anatomic references and measurements are used, to enable later use of statistical calculations that can be repeated and validated. The latter is qualitative and subjective; observation of the morphology and accuracy are used, which depend on the level of experience of the observer [2-4].

The bones with the largest number of dimorphic traces are the cranium, pelvises and long bones [5]. In case in which the skeleton is completely recovered, sexual differentiation is made with 100% accuracy, however, in the majority of cases, the bones are found in a fragmented state, particularly the pelvis and long bones, which are the bones providing the most accurate information [6,7]. In view of the foregoing, studies of the morphological and dimensional characteristics of the cranium within the context of forensics are intensified, since in mass accidents, there

are commonly situations in which only the cranium or parts of it are localized and capable of allowing identification of the individual, due to their unique resistance to adverse environmental conditions and the action of time [1,8].

In this context, the paranasal sinuses comprised of the frontal, maxillary, sphenoid, and ethmoid sinuses are structures that remain intact in extreme situations in the majority of cases, and are thus capable of being used for determining sex by means of dimensional characteristics [6, 7, 9, 10-14]. The paranasal sinuses are bilateral bony cavities; that is they are present in the two hemispheres of the face, situated next to the nasal fossae that communicate through channels, orifices or ostia [15].

The sphenoidal sinuses are situated within the body of the sphenoid bone and relates superiorly to the sella turcica. Due to its deeper localization in the skull, it is enveloped by diverse structures within the sphenoid body, it is less predisposed to injuries and/or pathological changes [16]. The sphenoidal sinus, within the craniofacial structure, completes its development before the other structures, since it begins around the third and fourth month of intrauterine life, and attains adult dimensions at approximately twelve years of age [17, 18].

The sphenoidal sinus could be classified into different types: apneumatized, conchal, pre-sellar, sellar and post-sellar, with which the extension of pneumatization, and degree of exposure to the sella turcica, are used as reference. The apneumatized sinus has sinus agenesis, the conchal is small without relation to the sella turcica. Pneumatization of the pre-sellar sinus does not extend posteriorly to the vertical plane of the sella. Whereas the sellar sinus attains the vertical plane of the sella turcica. Consequently, in the post-sellar sphenoidal sinus, pneumatization overtakes the vertical plane, attaining the basilar part of the occipital process.

Knowing the anatomy of the paranasal sinuses and their possible variations is of great importance to being able to make a safe and precise evaluation.

In the literature, innumerable techniques are described for visualizing the anatomic structures tridimensionally, and consequently use it for dimorphic determination. However, in many cases, there are inconvenient aspects, either due to the inaccessibility of the technique, its cost or physical questions that make it impossible to perform it. Therefore, cone beam computed tomography has been widely used, because it allows faithful representation of the individual's cranium, lower cost and FOV compatible with the area to be studied [12, 20].

The skeletal characteristics of each individual are known to vary among populations; that is, each population has its skeletal particularity that is based on nutritional and environmental conditions. In view of the foregoing, it is necessary to establish population-specific sexual patterns, without comparing them with those of other populations, so that there are no incorrect data that will make medical-legal identification impossible [21].

Thus, the aim of the present study was to evaluate the possibility of determining sex by means of linear and volumetric measurements of the sphenoidal sinuses in a Brazilian population, by means of cone beam computed tomography exams, in addition to identifying and quantifying the presence of extensions of the sphenoid sinus.

MATERIAL AND METHODS

The present study was approved by the local Research Ethics Committee, CAEE: 04221018.3.0000.5137.

Sample Selection

In the study, 265 CBCT exams were used, which presented indication for orthodontic treatment or orthognathic surgery; of these 123 were of individuals of the male, and 145 of the female sex, in the age-range between 22 and 70 years (mean age of 33.2 ± 8.06) in both sexes. The images were selected by a dental radiologist from a file of exams of patients representative of a Brazilian population. Excluded from the sample were images of patients who did not present the sphenoidal sinus with the FOV acquired, exams with insufficient quality for evaluation, and exams that presented inflammatory sinus pathologies or any other antral pathological condition.

The CBCT images were acquired using the i-CAT[®] tomography (Imaging Sciences, Hatfield, PA, USA), with exposure parameters of 120 kV and 7 mA, acquisition time of 40 s and reconstruction of 62s, with voxel size of 0.3 mm and FOV (Field of View) of 23 x 17 cm. The images were acquired with an extended FOV, and those that allowed complete visualization of the sphenoidal sinuses were selected.

Linear and volumetric measurements

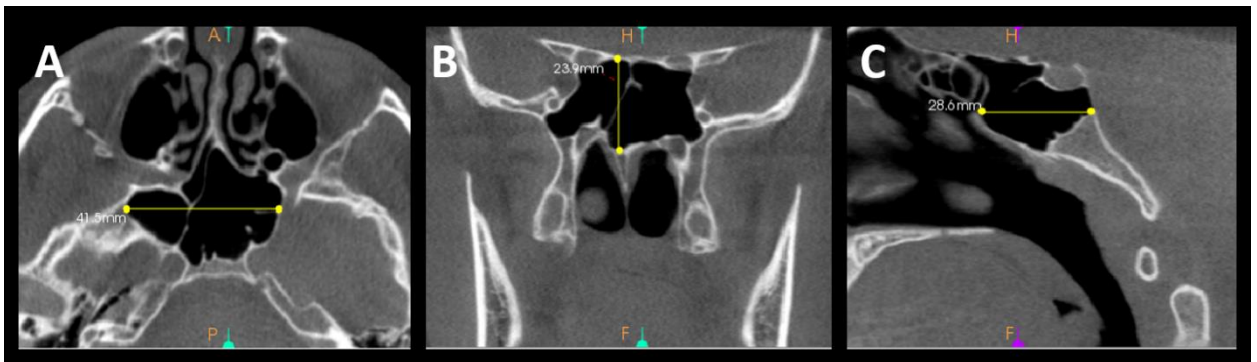
The linear and volumetric measurements were made on the reconstructions of the sphenoidal sinus images.

To make the linear measurements on the sphenoidal sinus, the multiplanar reconstructions and tools of the CS Imaging Software[®] itself (Carestream Dental, Atlanta, USA) were used.

The measurements made are illustrated in figure 2 and described as follows:

- a) inferio-superior: Longest distance from the most inferior point of the sphenoidal sinus floor to the most superior point of the sphenoidal sinus roof. Measured in the coronal reconstruction;
- b) antero-posterior: Longest distance from the most anterior point of the sphenoidal sinus to the most posterior point of the posterior wall of the sphenoidal sinus. Measured in the sagittal reconstruction;
- c) latero-lateral: Longest distance from the most lateral point of the lateral wall on the right side of the sphenoidal sinus to the most lateral point of the lateral wall on the left side. Measured in the axial reconstruction.

Figure 1 - Linear measurement of the sphenoidal sinus



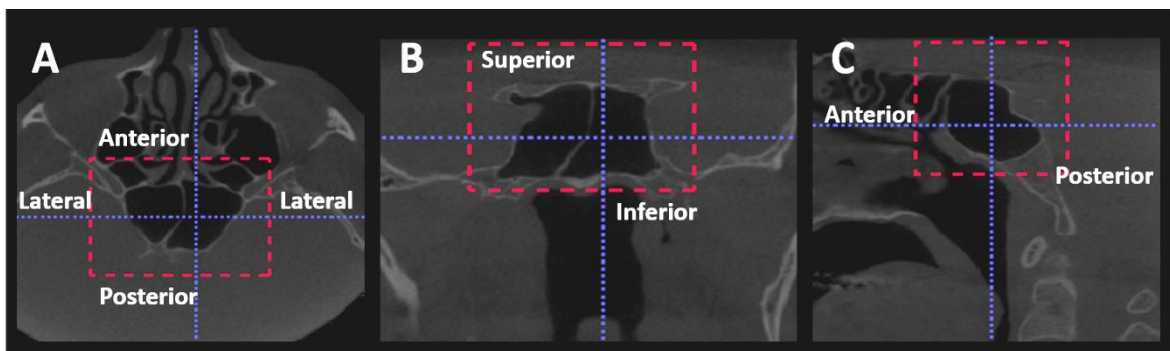
A: Longest latero-lateral distance of the sphenoidal sinus. B: Longest inferior-superior distance of the sphenoidal sinus. C: Longest antero-posterior distance of the sphenoidal sinus.

For measuring the volume, tridimensional images were obtained, generated from the multiplanar reconstructions by means of the tools of the segmentation software ITK-SNAP 3.0[®] itself (Cognitica, Philadelphia, PA, USA).

The analyses were performed by a single examiner, dental radiologist, who had previous knowledge about the functioning of the ITK-SNAP 3.0[®] software and about the tomographic anatomy of the paranasal sinuses.

Reconstruction of the 3D model was performed with the semi-automatic segmentation mode of the software. The limits for selecting the area of interest to be segmented were the anterior, posterior, lateral, superior and inferior walls of the sphenoidal sinus. The region of interest was delimited with the *Snake ROI tool (Region of Interest)* (Figure 2).

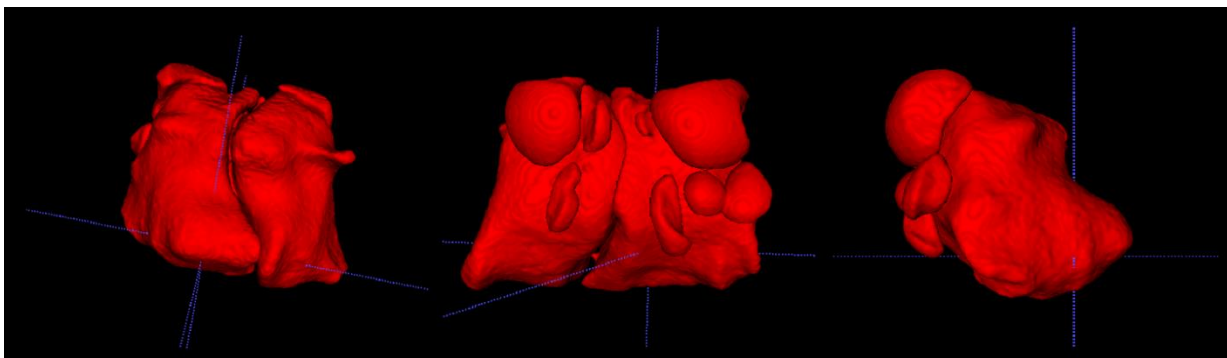
Figure 2 - Limits for selecting the region to be segmented



Selection of ROI and limits represented in the sphenoidal sinus. A: axial view, B: coronal view and C: sagittal view.

On conclusion of segmentation, the sphenoidal sinus image was reconstructed in the 3D window of the software. The volume was measured in cubic millimeters (mm^3) by the software itself (Figure 3).

Figure 3 - Volumetric images of the 3D reconstruction of the sphenoidal sinus by software.



3D reconstruction of the sphenoidal sinus in different planes.

For calibration, the examiner repeatedly evaluated a group of 25 images, different from those proposed by the study, obtaining similar values between the evaluations made.

Statistical analysis

Thirty days after conclusion of the analyses, the measurements were repeated in a group of 20% of the images, and the intraclass correlation test (ICC) was applied to evaluate the intra-examiner agreement. For comparison between the mean values of the measurements evaluated in the sphenoidal sinuses of individuals of the male and female sexes, the ANOVA and Student's-*t* statistical tests were used. For evaluation of the presence of extensions of the sphenoidal sinus descriptive statistics were used, and for comparison of the presence of extension between men and women, the Mann-Whitney test was used. All statistical analysis was performed considering the level of significance of 5 % ($\alpha = 0.05$).

RESULTS

The intraclass correlation coefficient revealed excellent intra-examiner reproducibility ($ICC > 0.990$, $p < 0.0001$) for the linear, volumetric measurements and the presence of extensions of the sphenoidal sinuses.

Analysis of the linear measurements

On conclusion of the inferio-superior, latero-lateral and antero-posterior linear measurements, no statistically significant differences were verified between the group of men and women, as show in Table 1.

Table 1 - Mean (standard deviation) of linear measurements made in the sphenoidal sinus of individuals of the male and female sexes

	Linear Measurements		
	Inferio-superior (mm)	Latero-lateral (mm)	Antero-posterior (mm)
Men	32.44 ± 2.50	37.93 ± 9.11	29.88 ± 5.93
Women	28.55 ± 5.85	36.35 ± 8.78	28.79 (5 - 41)
p-Value	p = 0.0619	p = 0.1472	p = 0,115

ANOVA and Student's-*t* Statistical Tests Inferio-superior (mm) (p) = 0.0619; Latero-lateral: (p) = 0.1472; Antero-posterior: (p) = 0.115

According to Table 1, the mean values of the antero-posterior measurements for the male sex were verified to be 29.88 mm ± 5.93 mm, and those of the female sex, a mean of 28.79 mm ± 5.41 mm. The inferio-superior measurement showed means corresponding to 32.44 mm ± 2.50 mm for the male, and 28.55 mm ± 5.85 mm for the female sex. For the latero-lateral measurements the results were 36.35 mm ± 8.78 mm for the women and 37.93 mm ± 9.11 mm for the men.

Volumetric Analysis

After volumetric analysis, statistically significant difference was found in the volume of the sphenoidal sinus between the individuals of the male and female sex, with the men having a larger sphenoidal sinus volume with a mean of $11.364 \text{ mm}^3 \pm 4.229 \text{ mm}^3$ in comparison with the women who obtained a mean of $10.000 \text{ mm}^3 \pm 3.615 \text{ mm}^3$, according to Table 2.

Table 2 - Mean (standard deviation) of volumetric measurements made in the sphenoidal sinus of individuals of the male and female sexes

	Volumetric Measurements (mm^3)
Men	11.364 ± 4.229
Women	10.000 ± 3.615
p-Value	(p) ≤ 0.01

ANOVA and Student's-*t* Statistical Tests Value of $P \leq 0.01$

Presence of extensions

Table 3 - Quantification of sphenoidal sinus extensions in men and women

Extensions	Men	Women	p-Value
Pterygoid Process	71 (57.7%)	81 (57.04%)	0.9691
Unilateral Pterygoid Process	34 (27.64%)	30 (21.13%)	
Bilateral Pterygoid Process	37 (30.08%)	51 (35.92%)	
Greater Wing	65 (52.85%)	85 (59.86%)	0.2973
Unilateral Greater Wing	7 (5.69%)	10 (7.04%)	
Bilateral Greater Wing	58 (47.15%)	75 (52.82%)	
Lesser Wing	46 (37.40%)	44 (30.99%)	0.3855
Unilateral Lesser Wing	16 (13.01%)	17 (11.97%)	
Bilateral Lesser Wing	30 (24.39%)	27 (19.01%)	
Clivus	35 (28.46%)	44 (30.99%)	0.7

Mann-Whitney statistical test and descriptive statistics Pterygoid Process (p) = 0.9691; Greater wing of the sphenoid (bone): (p) = 0.2973; Lesser wing of the sphenoid (bone): (p) = 0.3855; Clivus: p = 0.7

According to Table 3, it was verified that 57.7% of a total of 71 individuals of the male sex presented extensions of the pterygoid process, with 34 (27.64%) being unilateral and 37 (30.08%) bilateral. Almost similar to the total of 81 women (57.04%), which showed 30 (21.13%) women with unilateral extensions of the pterygoid process and 51 (35.92%) with bilateral extensions.

For the greater sphenoid wing, the men attained a percentage of 52.85%, with a total of 65 individuals, and the women, a percentage of 59.86% with a total of 85 individuals. This extension was unilateral in 7 (5.69%) men and 10 (7.04%) women, and bilateral in 58 (47.15%) of the male, and 75 (52.82%) of the female sex.

For the lesser sphenoid wing, the results of this extension showed a total of 44 women with a percentage of 30.99%, and 46 men with a percentage of 37.40%, being unilateral in 16 (13.01%) of the individuals of the male, and in 17 (11.97%) individuals of the female sex and bilateral in 30 (24.39%) of the men and 27 (19.01%) of the women.

With regard to the clivus, these presented extensions in 28.46% a total of 35 men and in 30.99% of a total of 44 women. In view of these results, the authors concluded that there were no statistically significant differences between individuals of the female and male sexes with regard to the presence of any type of extensions.

DISCUSSION

The determination of sex and stature are some of the most important aspect of forensic anthropology. However, different studies about sexual dimorphism in human bones have reported the need for establishing specific anthropometric patterns /standards for the different populations of the world [4, 5, 22, 23]. This research was developed in a Brazilian population, due to the scarcity of reports in the literature

about the applicability of the sphenoidal sinus dimensions in the sexual dimorphism of unknown individuals in the country.

In the forensic context, cone beam computed tomography has frequently been used because it offers some advantages for acquiring images of the cadaver, which include relatively low operational cost when compared with multislice computed tomography, mobility and simplicity of using the appliance, and mainly, good spatial resolution of skeletal imaging [24]. The use of cone beam computed tomography images has been recorded in the literature in the majority of studies directed towards the evaluation of images of the maxillary sinuses for determining the sex of individuals [6, 7, 9-13, 21]. However, when sexual dimorphism and human identification are considered, using characteristics of the sphenoidal sinus, cone beam computed tomography images are less frequently used, characterizing an important environment of study and evaluation.

In human populations, in a general and generic manner, morphological differences between the sexes are known to be defined at the end of puberty, due to the influence of hormones that act on the structures [2]. Moreover, the sphenoidal sinus is the first to be formed and attain adult dimensions at approximately 12 years of age, compared with the other paranasal sinuses. In the present research, only individuals over the age of 20 years were included to ensure complete development of the sphenoidal sinus.

Some authors have found a relationship between the dental condition and changes in the frontal and sphenoidal sinuses, which reinforced the biomechanical theory that relates the dissipation of masticatory force from the teeth during mastication being distributed by the mandible to the cranium [25-27]. As the sella turcica is at the base of the sphenoid bone, the change in shape and size of this

bone with growth of the cranium is clear [28]. Thus, with the purpose of avoiding possible changes in the results of the measurements taken in this study, images of patients with complete dentition were used.

The absence of pathological changes was an important factor taken into consideration in the present study. The sphenoid sinus has a deeper localization (in the skull), and is enveloped by diverse structures within the sphenoid body; that is, it is less predisposed to injuries and/or pathological changes [29].

In forensic anthropology, the reliability and reproducibility of measurements are important, so that the experts will be capable of understanding them and reproducing them, they need to be well defined [3]. The intraclass correlation index in this study was 0,99, showing evidence of excellent reproducibility for both linear and volumetric measurements taken on the sphenoidal sinus.

Authors have suggested that knowledge of the paranasal sinuses and their basic linear dimensions could diminish the risk of possible accidental injuries [30,31]. Nevertheless, according to Möhlhenrich et al. [32], due to the anatomic complexity of the paranasal sinuses, the linear analysis is imprecise and subject to errors, which was shown in our study, because there were no statistical differences in these measurements. The volume of the sphenoidal sinus was obtained with the semi-automatic segmentation technique of the ITK-SNAP 3.0[®] software, which allows segmentation of complex anatomic structures such as the airways and paranasal sinuses, thereby diminishing the possibility of errors [33].

Oliveira et al.[34], conducted a study with Helical computed tomography images, which measured the sphenoid sinus volume of 27 women and 20 men in the age-range between 18 and 86 years, by means of the semi-automatic segmentation technique of the same software used in this research, ITK-SNAP 3.0[®]. No significant

correlation was reported between age, sex and sphenoidal sinus volume. In disagreement with the results of the present research, in which the sphenoidal sinus volume values in the male sex were statistically higher than those of the female sex. The authors of this study attributed the difference in the results to the small sample and extensive age-range (18 to 86 years) analyzed by Oliveira et al. [34].

In the literature there are articles written by different authors who have studied sexual dimorphism by means of linear measurements (height, length and width) particularly of the maxillary sinuses, and they have found significant differences, with values being higher in individuals of the male sex [6, 7-13, 21]. However, in dealing with the sphenoidal sinus in this research there was not statistically significant difference.

The study of anatomic variations and pneumatization of the paranasal sinuses is of great importance in the diagnosis and propedeutics of sinus pathologies [30, 31]. In the study of Hiremath et al. [35], in an Indian population, using multislice computed tomography exams, they studied the prevalence of variations and pneumatization of the sphenoidal sinus, in which no statistically significant differences were presented between men and women. However, in this same study they confirmed that there were differences in the prevalence in different ethnicities. Considering the Brazilian population studied in this research, similarly to the study of Hiremath et al. [35], there were no statistically significant differences when comparing the male and female sexes with any extensions of the sphenoidal sinus.

CONCLUSION

In extreme cases of impossibility of identifying the individual by other methods, it is possible to differentiate men from women by means of volumetric analysis of the sphenoidal sinus.

ACKNOWLEDGMENTS

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

REFERENCES

- [1] J. Hinchliffe, Forensic odontology, part 2. Major disasters. *Br Dent J.* 210(6) (2011) 269-74. doi: 10.1038/sj.bdj.2011.199
- [2] C. Cattaneo, Forensic Anthropology: developments of a classic discipline in the new millennium. *Forensic Sci. Int.* 165(2-3) (2007) 185-193. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.05.018
- [3] T.R. Peckmann, K. Orr, S. Meek, S.K. Manolis, Sex determination from the talus in a contemporary Greek population using discriminant function analysis, *J. Forensic Leg. Med.* 33 (2015) 14–19. doi:10.1016/j.jflm.2015.03.011.
- [4] M.Y. Iscan, Forensic anthropology of sex and body size. *Forensic Sci. Int.* 147 (2005) 107-112. doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.09.069
- [5] F. Al Shehri, K.E.A. Soliman, Determination of sex from radiographic measurements of the humerus by discriminant function analysis in Saudi population, Qassim region, KSA, *Forensic Sci. Int.* 253 (2015) 138.e1–138.e6. doi:10.1016/j.forsciint.2015.05.022.

- [6] A.T. Uthman, N.H. Al-Rawi, A.S. Al-Naaimi, J.F. Al-Timimi, Evaluation of maxillary sinus dimensions in gender determination using helical CT scanning., *J. Forensic Sci.* 56 (2011) 403–8. doi:10.1111/j.1556-4029.2010.01642.x.
- [7] S. Chandra, P. Devi, N. Taneja, K. Sah, N. Kaur, Forensic importance of maxillary sinus in gender determination: A morphometric analysis from Western Uttar Pradesh, India, *Eur. J. Gen. Dent.* 3 (2014) 53. doi:10.4103/2278-9626.126213.
- [8] C.S. Kiran, P. Ramaswamy, E. Swathi, B. Smitha, S. Sudhakar, Discriminant canine index – a novel approach in sex determination. *Ann Stomatol.* 28;6(2) (2015) 43-46. doi: 10.11138/ads/2015.6.2.043
- [9] H.Y. Teke, S. Duran, N. Canturk, G. Canturk, Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans, *Surg. Radiol. Anat.* 29 (2007) 9–13. doi:10.1007/s00276-006-0157-1.
- [10] M.F. Amin, E.I. Hassan, Sex identification in Egyptian population using Multidetector Computed Tomography of the maxillary sinus., *J. Forensic Leg. Med.* 19 (2012) 65–69. doi:10.1016/j.jflm.2011.10.005.
- [11] C. Gupta, S. Kumar, A. D'Souza, L. Kiruba, A study of morphometric evaluation of the maxillary sinuses in normal subjects using computer tomography images, *Arch. Med. Heal. Sci.* 2 (2014) 12. doi:10.4103/2321-4848.133782.
- [12] M. Saccucci, S. Carderi, G.D.I. Carlo, A. Polimeni, D. Rodolfo, Gender assessment through three-dimensional analysis of maxillary sinuses by means of Cone Beam Computed Tomography, *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 19 (2015) 185–93.
- [13] R. Kanthem, V. Guttikonda, S. Yeluri, G. Kumari, Sex determination using maxillary sinus, *J. Forensic Dent. Sci.* 7 (2015) 163. doi:10.4103/0975-1475.154595.

- [14] A.G. Ahmed, I.S. Gataa, S.M. Fateh, G.N. Mohammed, CT scan images analysis of maxillary sinus dimensions as a forensic tool for sexual and racial detection in a sample of Kurdish population, *Eur. Sci. J.* 11 (2015) 272–281.
- [15] L.A.S. Júnior, Identificação biométrica de pessoas via características dos seios paranasais obtidas de tomografias computadorizadas. (Dissertação de Mestrado). Bauru: Universidade Estadual Paulista. (2016).
- [16] H. Sicher, *Oral anatomy*. Saint Louis: C.V. Mosby. 82 (1965).
- [17] B. Vidic, The postnatal development of the sphenoid sinus and its spread into the dorsum sellae and posterior clinoid processes, *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 104(1) (1968) 177-83. doi:10.2214/ajr.104.1.177
- [18] H.K. Pancoast, E.P. Pendergrass, J.P. Schaeffer. *The head and neck in roentgen diagnosis*. Charles C. Thomas Publisher. (1942) 434-449.
- [19] P.C.J. Dias, P.L.M. Albernaz, H.K. Yamashita, Anatomic relationship of the optic nerve channel with sphenoidal sinus: a computed tomography study, *Rev Bras Otorrinolaringol* 70 (2004) 651–657. doi.org/10.1590/S0034-72992004000500012
- [20] A. Weissheimer, L.M. De Menezes, G.T. Sameshima, R. Enciso, J. Pham, D. Grauer, Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway, *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 142 (2012) 801–813. doi:10.1016/j.ajodo.2012.07.015.
- [21] A.F. Gomes, T.F. Gamba, M.C. Yamasaki, F.C. Groppo, F.H. Neto, R.F. Possobon, Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study, *Int J Legal Med.* 133 (2018) 1-9. doi:10.1007/s00414-018-1869-6

- [22] H. Dong, M. Deng, W. Wang, J. Zhang, J. Mu, G. Zhu, Sexual dimorphism of the mandible in a contemporary Chinese Han population, *Forensic Sci. Int.* 255 (2015) 9–15. doi:10.1016/j.forsciint.2015.06.010.
- [23] G. Mall, M. Hubig, a Büttner, J. Kuznik, R. Penning, M. Graw, Sex determination and estimation of stature from the long bones of the arm., *Forensic Sci. Int.* 117 (2001) 23–30. doi:10.1016/S0379-0738(00)00445-X.
- [24] D.P. Sarment, A.M. Christensen, The use of cone beam computed tomography in forensic radiology, *J. Forensic Radiol. Imaging.* 2 (2014) 173–181. doi:10.1016/j.jofri.2014.09.002.
- [25] M. Shahbazian, D. Xue, Y. Hu, J. van Cleynenbreugel, R. Jacobs, Spiral computed tomography based maxillary sinus imaging in relation to tooth loss, implant placement and potential grafting procedure., *J. oral Maxillofac. Res.* 1 (2010) e7.
- [26] J.P.A. van den Bergh, C.M. ten Bruggenkate, G. Krekeler, D.B. Tuinzing, Sinus floor elevation and grafting with autogenous iliac crest bone, *Clin. Oral Implants Res.* 9 (1998) 429–435. doi:10.1034/j.1600-0501.1996.090608.x.
- [27] P. Galindo-Moreno, G. Ávila, J.E. Fernández-Barbero, M. Aguilar, E. Sánchez-Fernández, A. Cutando, et al., Evaluation of sinus floor elevation using a composite bone graft mixture, *Clin. Oral Implants Res.* 18 (2007) 376–382. doi:10.1111/j.1600-0501.2007.01337.x.
- [28] H. Sicher, E.L. Du Brul, *Anatomia Bucal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan (1991).
- [29] J.M.M. Oliveira, M.B.C.C. Alonso, M.J.A.P. de Sousa e Tucunduva, A.C. Scocate, A.L. Costa. Volumetric study of sphenoid sinuses: anatomical analysis

in helical computed tomography. *Surg Radiol Anat.* 39 (2016) 367.
doi.org/10.1007/s00276-016-1743-5

[30] M.M. Kinsui, A. Guilherme, H.K. Yamashita, Anatomical variations and sinusitis: a computed tomographic study. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 68 (2002) 5 645-652.
doi.org/10.1590/S0034-72992002000500008

[31] C.M.N.R. Miranda, C.P.M. Maranhão, F.M.N.R. Arraes, I.G. Padilha, L.P.G. Farias, M.S.A. Jatobá, A.C.M. Andrade, B.G. Padilha. Variações anatômicas das cavidades paranasais à tomografia computadorizada multislice: o que procurar? *Radiol Bras.* 44(4) (2011) 256–262. doi.org/10.1590/S0100-39842011000400012

[32] S.C. Möhlhenrich, N. Heussen, F. Peters, T. Steiner, F. Hölzle, A. Modabber, Is the Maxillary Sinus Really Suitable in Sex Determination? A Three-Dimensional Analysis of Maxillary Sinus Volume and Surface Depending on Sex and Dentition, *J. Craniofac. Surg.* 26 (2015) e723–e726.
doi:10.1097/SCS.0000000000002226.

[33] P.A. Yushkevich, J. Piven, H.C. Hazlett, R.G. Smith, S. Ho, J.C. Gee, et al., User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability, *Neuroimage.* 31 (2006) 1116–1128. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.015.

[34] J.X. Oliveira, A. Perrella, K.C.P. Santos, M.A.O. Sales, M.G.P. Cavalcanti. Accuracy assessment of human sphenoidal sinus volume and area measure and its relationship with sexual dimorphism using the 3D-CT. *Rev Inst Ciênc Saúde.* 27(4) (2009) 390-3.

[35] S.B. Hiremath, A.A. Gautam, K. Sheeja G. Benjamin, Assessment of variations in sphenoid sinus pneumatization in Indian population: A multidetector computed

tomography study. Indian J Radiol Imaging. 28 (2018) 273-279. doi:
10.4103/ijri.IJRI_70_18.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocorrência de óbitos que dificultam a identificação dos indivíduos tem aumentado significativamente nos últimos anos devido, principalmente, ao crescimento da criminalidade e a acidentes relacionados ao mundo moderno. Diante das evidências científicas que demonstraram a possibilidade de se diferenciar o sexo dos indivíduos através de medidas lineares, volumétricas e existência de extensões dos seios paranasais nas mais diversas populações, procuramos consolidar essas evidências por meio do seio esfenoidal em tomografia computadorizada de feixe cônico na população brasileira.

Os resultados encontrados nesse estudo mostraram que é possível estabelecer a diferenciação sexual de indivíduos por meio da análise volumétrica do seio esfenoidal em tomografia computadorizada de feixe cônico.

REFERÊNCIAS

AHMED, A.G. *et al.* CT scan images analysis of maxillary sinus dimensions as a forensic tool for sexual and racial detection in a sample of Kurdish population. **European Scientific Journal**, v.11, p. 272-281, 2015.

AL SHEHRI, F.; SOLIMAN, K.E.A. Determination of sex from radiographic measurements of the humerus by discriminant function analysis in Saudi population, Qassim region, KSA. **Forensic Science International**, v.253, p.138.e1-138.e6, 2015.

AMIN, M.F.; HASSAN, E.I. Sex identification in Egyptian population using Multidetector Computed Tomography of the maxillary sinus. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v.19, p. 65-69, 2012.

AZEVEDO, J.M.C.A. **A eficácia dos métodos de diagnose sexual em antropologia forense**. 2008. Dissertação (Mestrado em Medicina Legal e Ciências Forenses) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2008.

CHANDRA, S. *et al.* Forensic importance of maxillary sinus in gender determination: A morphometric analysis from Western Uttar Pradesh, India **European Journal of General Dentistry**, v.3, p. 53, 2014.

DELWING, F. **Análise do dimorfismo sexual em adultos através de medidas cranianas**. 2013. Dissertação (Mestrado em Biologia Buco-Dental) - Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2013.

DIAS, P.C.J.; ALBERNAZ, P.L.M.; YAMASHIDA, H.K. Anatomic relationship of the optic nerve channel with sphenoidal sinus: a computed tomography study. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.70, n.5, p. 651-657, set/out. 2004.

DONG, H. *et al.* Sexual dimorphism of the mandible in a contemporary Chinese Han population. **Forensic Science International**, v.255, p. 9-15, 2015.

GOMES, A.F. *et al.* Development and validation of a formula based on maxillary sinus measurements as a tool for sex estimation: a cone beam computed tomography study. **International Journal of Legal Medicine**, v. 133, p.1-9, 2018.

GUPTA, C. *et al.* A study of morphometric evaluation of the maxillary sinuses in normal subjects using computer tomography images. **Archives of Medicine and Health Sciences**, v.2, p.12, 2014.

HIREMATH, S.B. *et al.* Assessment of variations in sphenoid sinus pneumatization in Indian population: A multidetector computed tomography study. **Indian Journal of Radiology and Imaging**, v.28, p. 273-279, 2018.

ISCAN, M.Y. Forensic anthropology of sex and body size. **Forensic Science International**, v.147, p.107-112, 2005.

DE SOUZA JÚNIOR, L.A. **Identificação biométrica de pessoas via características dos seios paranasais obtidas de tomografias computadorizadas**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

KANTHEM, R. *et al.* Sex determination using maxillary sinus. **Journal of Forensic Dental Sciences**, v.7, p.163, 2015.

KINSUI, M.M.; GUILHERME, A.; YAMASHITA, H.K. Anatomical variations and sinusitis: a computed tomographic study. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.68, n.5, p. 645-652, set./out. 2002.

MALL, G. *et al.* Sex determination and estimation of stature from the long bones of the arm. **Forensic Science International**, v.117, p. 23-30, 2001.

MIRANDA, C.M.N.R. *et al.* Variações anatômicas das cavidades paranasais à tomografia computadorizada multislice: o que procurar? **Radiologia Brasileira**, v.44, n.4, p. 256-262, jul./ago. 2011.

OLIVEIRA, J.M.M. *et al.* Volumetric study of sphenoid sinuses: anatomical analysis in helical computed tomography. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v.39, p. 367, 2016.

OLIVEIRA, J.X. *et al.* Accuracy assessment of human sphenoidal sinus volume and area measure and its relationship with sexual dimorphism using the 3D-CT. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v.27, n.4, p. 390-393, 2009.

PANCOAST, H.K., PENDERGRASS, E.P., SCHAEFFER, J.P. The head and neck in roentgen diagnosis. **Charles C. Thomas Publisher**, p. 434-449, 1942.

PECKMANN, T.R. *et al.* Sex determination from the talus in a contemporary Greek population using discriminant function analysis. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v.33, p.14-19, July 2015.

PEREIRA, R.M. **A contribuição da Odontologia Legal na identificação humana**. 2003. Dissertação (Mestrado em Deontologia e Odontologia Legal) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SACCUCCI, M. *et al.* Gender assessment through three-dimensional analysis of maxillary sinuses by means of Cone Beam Computed Tomography. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v.19, p.185-193, 2015.

SARMENT, D.P.; CHRISTENSEN, A.M. The use of cone beam computed tomography in forensic radiology, **Journal of Forensic Radiology and Imaging**, v.2, p.173-181, 2014.

SICHER, H. **Oral anatomy**. Saint Louis: C.V. Mosby, 1965.

SICHER, H.; DU BRUL, E.L. Anatomia bucal. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**; 1991.

TEKE, H.Y. *et al.* Determination of gender by measuring the size of the maxillary sinuses in computerized tomography scans. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v.29, p. 9-13, 2007.

TERADA, A.S.S.D. *et al.* Human identification in forensic dentistry from a photographic record of smile: a case report. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 40, n.4, p.199-202, 2011.

UTHMAN, A.T. *et al.* Evaluation of maxillary sinus dimensions in gender determination using helical CT scanning. **Journal of Forensic Sciences**, v.56, p. 403-408, 2011.

VIDIC, B. The postnatal development of the sphenoid sinus and its spread into the dorsum sellae and posterior clinoid processes. **American Journal of Roentgenology**, v.104, p.177-183,1968.

WEISSHEIMER, A. *et al.* Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v.142, p. 801-813, 2012.

YUSHKEVICH, P. A. *et al.* User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: Significantly improved efficiency and reliability. **NeuroImage**, v.31, p.1116-1128, 2006.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -
PUCMG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação volumétrica e linear do seio esfenoidal em exames de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

Pesquisador: BARBARA COUTO RAMOS

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 04221018.3.0000.5137

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.153.504

Apresentação do Projeto:

A determinação sexual constitui um importante passo na reconstrução do perfil biológico de vítimas fatais de crimes, acidentes e desastres em massa. Os remanescentes esqueléticos têm sido utilizados para essa função, por serem as últimas estruturas a perecer após a morte.

A presente pesquisa se propôs a avaliar a possibilidade de determinação do sexo por meio de mensurações lineares e volumétricas nos seios esfenoidais, em exames de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), na população brasileira. Para tanto, serão utilizadas, aproximadamente, 300 imagens de TCFC. As imagens serão selecionadas por um cirurgião-dentista, radiologista, a partir do banco de imagens dos pacientes do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar em exames de tomografia computadorizada de feixe cônico a possibilidade de determinar o sexo do indivíduo por meio de análises volumétricas e lineares do seio esfenoidal.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Sem riscos, uma vez que trata-se de estudo secundário e os dados dos pacientes serão apresentados de forma consolidada.

Endereço: Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228
Bairro: Condição Eucarístico CEP: 30.535-901
UF: MG Município: BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3319-4817 Fax: (31)3319-4817 E-mail: cep.propp@pucminas.br

Continuação do Parecer: 3.103.804

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e viável.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

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	FB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1214453.pdf	06/12/2018 16:56:19		Aceito
TGLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	uso_de_imagem.pdf	06/12/2018 16:55:28	BARBARA COUTO RAMOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	06/12/2018 16:54:12	BARBARA COUTO RAMOS	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_seio_esfenoidal.pdf	06/12/2018 16:48:11	BARBARA COUTO RAMOS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Neocessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 22 de Fevereiro de 2019

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

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