ISABELA GOULART GIL CHOI

**Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes
de TCFC para determinar dimorfismo sexual entre indivíduos**

São Paulo

2016

ISABELA GOULART GIL CHOI

**Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes
de TCFC para determinar dimorfismo sexual entre indivíduos**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia área de concentração: Diagnóstico Bucal para obter o título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Israel Chilvarquer

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Choi, Isabela Goulart Gil.

Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes de TCFC para determinar dimorfismo sexual entre indivíduos / Isabela Goulart Gil Choi ; orientador: Israel Chilvarquer -- São Paulo, 2016.

87 p. : fig., tab., 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Diagnóstico Bucal. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Diferenciação sexual. 2. Odontologia Forense. 3. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. I. Chilvarquer, Israel. II. Título.

Choi I. G. G. Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes de TCFC para determinar dimorfismo sexual entre indivíduos. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Diagnóstico Bucal.

Aprovado em: 08 /12 /2016

Banca Examinadora

Profa. Dra.Marlene Fenyo S. Pereira

Instituição: FOUSP

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr.Thiago L. Beaini

Instituição: Fundecto

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Jorge Elie Hayek

Instituição: APCD

Julgamento: Aprovada

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Pil Sun Choi e Dirce Choi, que são meu maior orgulho e inspiração. Aos meus irmãos, Lúcia, Karina, Juliana e Gil, exemplos de amor incondicional, respeito e união.

Ao meu primo, Celso Goulart, meu exemplo de força, paciência e determinação. Obrigada por toda ajuda e carinho nesta etapa da minha vida, sem você nada disso seria possível.

Ao meu namorado, Alexandre Pécora, pela contribuição com a parte estatística de meu trabalho e pela compreensão e amor nesses dois anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Israel Chilvarquer, pelo conhecimento e ensinamentos desde quando era aluna de graduação.

Agradeço à Profa. Dra. Titular Marlene Fenyo Soeiro de Matos Pereira, ao Prof. Dr. Cláudio Froés de Freitas e a todos os professores da Disciplina de Radiologia por todas as oportunidades e ensinamentos fornecidos.

Agradeço ao Prof. Dr. Thiago Leite Beaini por todas as sugestões e ajuda ao trabalho de minha equipe.

Agradeço aos meus colaboradores, Dra Débora Santarelli, Dr. Eduardo Felipe Duailibi Neto e Dr. Renan Berbel pela ajuda e apoio fornecidos durante o estudo.

Agradeço à Sra. Maria Aparecida Pinto pela sua amizade e preocupação durante este percurso, obrigada por sempre estar disposta em nos ajudar.

Agradeço ao Prof. Dr. Jorge Elie Hayek, Dra. Rosana Ribeiro Miranda, Dr. Ricardo Rocha, Profa. Fátima de Angelis e aos demais amigos e funcionários do INDOR por todas as oportunidades e ensinamentos fornecidos.

Agradeço aos funcionários da FOUSP, que contribuíram para a realização desse trabalho.

Agradeço à Capes pelo suporte financeiro dessa pesquisa.

Agradeço ao Indor pelo banco de dados fornecido para a realização dessa pesquisa.

RESUMO

Choi I. G. G. Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes de TCFC para determinar dimorfismo sexual entre indivíduos [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

Foram poucos os estudos realizados para avaliar a capacidade da cavidade dos seios frontais para a diferenciação sexual. No entanto, a predição do sexo dos indivíduos é o passo mais importante para o desenvolvimento de um perfil biológico confiável durante a análise de restos esqueléticos. O advento da tomografia computadorizada por feixe cônico trouxe uma série de vantagens à clínica odontológica, e a quantidade de pacientes que realizam exames tomográficos para fins de diagnóstico tem aumentado cada vez mais permitindo com que estes dados sejam úteis para propósitos de identificação forense. Neste estudo, o objetivo foi propor uma nova metodologia para avaliar a capacidade de imagens em 3D da cavidade sinusal frontal, provenientes de tomografia computadorizada por feixe cônico, em determinar dimorfismo sexual entre os indivíduos. A amostra da pesquisa foi composta por 130 exames (65 do sexo masculino e 65 do sexo feminino) que foram segmentados e reconstruídos tridimensionalmente. O volume 3D foi exportado em formato Tiff nas normas frontal, lateral e basal. E as seguintes variáveis foram mensuradas em um segundo programa: área, perímetro, retângulo delimitador, elipse delimitadora, circularidade, razão de aspecto, arredondamento do objeto, solidez e diâmetro de Feret. O estudo foi capaz de demonstrar a existência de dimorfismo sexual com uma acurácia do modelo final de regressão logística igual a 80,0%. A norma basal foi a que garantiu maior poder de explicação na equação final. A metodologia foi validada e os resultados mostraram alto grau de confiabilidade.

Palavras-chave: Diferenciação sexual. Odontologia Forense. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Cavidade Sinusal Frontal. Radiologia Odontológica. Identificação Humana.

ABSTRACT

Choi I. G. G. Use of three-dimensional images of the frontal sinus cavity from CBCT to determine sexual dimorphism between individuals [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

There were few studies to assess the ability of the cavity of the frontal sinuses for sexual differentiation. However, the prediction of the sex of the individuals is the most important step in the development of a reliable biological profile during analysis of skeletal remains. The advent of cone beam computed tomography brought a number of advantages to the dental clinic, and the number of patients undergoing CT scans for diagnostic purposes has increased increasingly allowing that these data are useful for forensic identification purposes. The study aimed to propose a new methodology to assess the 3D images capacity of the frontal sinus cavity, from computed tomography cone beam, to attribute sexual dimorphism between individuals. The survey sample consisted of 130 exams (65 male and 65 female) who were reconstructed three-dimensionally. The 3D volume was exported in Tiff format in the frontal, side and basal views. In addition, the following variables were measured in a second program: area, perimeter, bounding rectangle, ellipse fit, circularity, aspect ratio, roundness, solidity and Feret's diameter. The study was able to demonstrate the existence of sexual dimorphism with an accuracy of the final logistic regression model equal to 80.0%. The basal view assured greater explanatory power in the final equation. The methodology has been validated and the results showed a high degree of reliability.

Keywords: Sex Differentiation. Forensic Odontology. Cone Beam Computed Tomography. Frontal Sinus Cavity. Oral Radiology. Human Identity..

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Tomógrafo de feixe cônico ICat modelo Classic (Imaging Sciences international, Hatfield, PA)	44
Figura 4.2 - Tela de trabalho do programa computacional InVesalius, técnica de segmentação pela delimitação manual da cavidade sinusal frontal	46
Figura 4.3 - Definição de escala no software ImageJ	47
Figura 4.4 - Exemplo de sequência de tratamento de imagens no software ImageJ para a norma frontal: a) imagem original, b) uso do comando <i>Find Edges</i> (destacar mudanças bruscas de intensidade na imagem para detectar bordas), c) comando <i>Invert</i> (cria uma imagem inversa, semelhante a um negativo fotográfico), d) transformação em imagem binário, e) comando de preenchimento, e f) ferramenta de análise de partícula para seleção do objeto para medidas.....	48
Figura 4.5 - Exemplo de sequência de tratamento de imagens no software ImageJ para a norma lateral: a) imagem original, b) uso do comando <i>Find Edges</i> (destacar mudanças bruscas de intensidade na imagem para detectar bordas), c) comando <i>Invert</i> (cria uma imagem inversa, semelhante a um negativo fotográfico), d) transformação em imagem binário, e) comando de preenchimento, e f) ferramenta de análise de partícula para seleção do objeto para medidas.....	49
Figura 4.6 - Exemplo de sequência de tratamento de imagens no software ImageJ para a norma basal: a) imagem original, b) uso do comando <i>Find Edges</i> (destacar mudanças bruscas de intensidade na imagem para detectar bordas), c) comando <i>Invert</i> (cria uma imagem inversa, semelhante a um negativo fotográfico), d) transformação em imagem binário, e) comando de preenchimento, e f) ferramenta de análise de partícula para seleção do objeto para medidas.....	50
Figura 4.7 - Variável área total ocupada pelo objeto na imagem	51
Figura 4.8 - Variável perímetro	51
Figura 4.9 - Variável retângulo delimitador.....	51

Figura 4.10 - Variável área do retângulo.....	52
Figura 4.11 - Variável área ocupada.....	52
Figura 4.12 - Variável elipse	52
Figura 4.13 - Variável diâmetro de Feret	53
Figura 4.14 - Variável razão de aspecto (AR).....	53
Quadro 5.1 - Coeficientes do modelo logístico para a norma frontal.....	55
Gráfico 5.1 - Curva ROC das variáveis significativas para a norma frontal.....	57
Quadro 5.2 - Razão de possibilidades (Odds Ratio) e Área sob a curva (AUC) para as variáveis significativas da norma frontal	56
Gráfico 5.2 - Curva ROC das variáveis significativas para a norma basal	60
Quadro 5.3 - Acurácia do modelo para a norma frontal.....	57
Gráfico 5.3 - Curva ROC com todas as variáveis significativas	65
Quadro 5.4 - Ocorrências para a norma frontal	58
Quadro 5.5 - Coeficientes do modelo logístico para a norma basal	59
Quadro 5.6 - Razão de possibilidades e Área sob a curva (AUC) para as variáveis significativas da norma basal.....	60
Quadro 5.7 - Acurácia do modelo para a norma basal	61
Quadro 5.8 - Ocorrências para a norma basal.....	61

Quadro 5.9 - Coeficientes do modelo logístico final	63
Quadro 5.10 - Razão de possibilidades e área sob a curva (AUC) das variáveis do modelo final.....	64
Quadro 5.11 - Acurácia do modelo cruzando todas as variáveis significativas.....	65
Quadro 5.12 - Ocorrências para o modelo final.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUC	Area under the curve (área sob a curva)
AR	Razão de aspecto
CEP	Comitê de ética em pesquisa
cm	centímetro
cm ³	centímetro cúbico
Dicom	Digital Imaging and Communications in medicine (Comunicação de imagens digitais em medicina)
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EFA	Análise de Fourier elíptica
kVp	Quilovoltagem pico.
mm	milímetro
mA	miliampère
PA	radiografia craniana Pósterio-Anterior
ROC	Receiver Operating Curve (Característica de Operação do Receptor)
TCFC	Tomografia computadorizada por feixe cônico
TCMD	Tomografia computadorizada por multidetectores
TIFF	Tagged Image File Format

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	27
3	PROPOSIÇÃO	41
4	MATERIAL E MÉTODOS	43
5	RESULTADOS	55
6	DISCUSSÃO	67
7	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICES	79
	ANEXOS	83

1 INTRODUÇÃO

Em nossa realidade nos deparamos com uma série de reveses que acometem o mundo moderno, sejam elas de origem natural ou provocadas pelo homem, tais como ataques terroristas, acidentes de avião ou automobilísticos. Nessa perspectiva, a identificação de indivíduos torna-se um desafio aos profissionais legistas, uma vez que os corpos das vítimas, assim como dos criminosos, podem se encontrar em diversos estados de preservação. Métodos alternativos para a identificação forense têm sido estudados para ao menos auxiliar na redução de possibilidades de acordo com o sexo, idade, estatura e grupos étnicos. Determinar essas características consistem no primeiro passo da investigação forense para traçar o perfil biológico e assim alcançar a identificação individual.

A identidade individual consiste no conjunto de características morfofisiológicas e psíquicas exclusivas à cada um. Por identificação individual entendemos, portanto, que se trata de uma comparação entre características anteriormente conhecidas de um indivíduo desaparecido ou falecido, denominadas dados *ante-mortem*, com as características de um corpo encontrado, conhecidos como dados *post-mortem*. É um direito de todo cidadão ser identificado, sendo o Estado responsável em garantir a confirmação fidedigna de restos mortais.

Desde os primórdios da humanidade, vários foram os métodos desenvolvidos para o estabelecimento da identidade individual, que variam desde o reconhecimento visual da fisionomia e vestimentas ou objetos pessoais, até métodos mais objetivos como a papiloscopia e análise de perfil de ácido desoxirribonucleico (DNA). A capacidade de recuperar e analisar quantidades ínfimas de DNA em material biológico revolucionou a ciência forense. No entanto, para tal procedimento, necessita-se de técnicas sofisticadas e de um maior tempo disponível para análise. E em muitos casos, o estado de decomposição do corpo não permite este tipo de análise, assim como não permite a análise por papiloscopia quando existe uma degradação dos tecidos moles.

Dessa forma, técnicas de identificação antropométricas e de odontologia legal são consideradas. Documentações odontológicas, tais como a imagem radiográfica, são imprescindíveis para o estabelecimento da identidade humana. E é neste

contexto que o potencial de imagens da cavidade sinusal frontal emerge como uma importante referência anatômica.

Estudos indicam a análise da anatomia da cavidade dos seios frontais como uma importante ferramenta para auxiliar a identificação humana. Os trabalhos científicos demonstraram por meio de imagens que a idade cronológica de vinte anos é considerada o término de crescimento da referida cavidade, que é ausente no nascimento do ser humano e começa seu desenvolvimento entre 2 e 3 anos de idade. Relataram também, que a variação anatômica é vasta e este reparo anatômico não se repete mesmo em indivíduos da mesma família e em gêmeos monozigóticos. Assim sendo, verificamos que a cavidade sinusal frontal é um reparo anatômico de elevada unicidade. E por ser uma estrutura estável ao longo da vida, pelo menos até a idade avançada quando pode ocorrer gradual pneumatização por alterações tróficas, é considerada uma estrutura confiável para identificação forense.

Devido a este potencial, foram realizados estudos a fim de determinar se a anatomia da cavidade sinusal frontal poderia ser empregada na identificação individual e/ou na diferenciação sexual de indivíduos. Muitos foram os estudos destinados à identificação individual, entretanto ainda não há um consenso de metodologia ideal para tal objetivo, com taxas de erros conhecidas, por toda a comunidade científica. Já a literatura para diferenciação sexual apresenta-se bem menos vasta, apesar da determinação do sexo dos indivíduos consistir no primeiro estágio da investigação forense e ser crucial em reduzir o número de possibilidades para identificação quando na ocorrência de desastres em massa.

Diversos métodos fizeram o uso da comparação direta de imagens radiográficas bidimensionais *post-mortem* e *ante-mortem*, analisando a anatomia da cavidade dos seios frontais, para determinação do dimorfismo sexual. Entretanto, com o surgimento da tecnologia da tomografia computadorizada de feixe cônico, na década de 90, nada foi mais significativo do que a possibilidade de aquisição de imagens tridimensionais à um custo reduzido com uma baixa dose de radiação em relação a tomografia computadorizada por multidetectores (TCMD) (Arai et al., 1999; Scarfe; Farman, 2008; Chilvarquer et al., 2008).

A evolução desta tecnologia possibilitou sua aplicação em diversos campos de estudo da ciência odontológica, dentre eles a odontologia legal. E diversos estudos relataram com sucesso o uso de imagens provenientes da tomografia computadorizada por feixe cônico para a obtenção de reconstruções volumétricas de

dentes para a estimativa etária. No entanto, uma das possibilidades quase que inexploradas dessa tecnologia é justamente a capacidade de sua aplicação para a diferenciação sexual de indivíduos por meio de reconstruções volumétricas.

Neste contexto, queremos avaliar o papel da cavidade sinusal frontal em determinar o dimorfismo sexual com a criação de uma metodologia padronizada capaz de quantificar as diferenças anatômicas, utilizando uma análise precisa e à baixo custo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A identificação de indivíduos sempre foi de extrema importância para a sociedade não apenas devido a uma questão humanitária, mas também por uma necessidade civil e/ou criminal. Além de ser um direito de todo cidadão, a identificação individual evita problemas de ordem legal e psicofísica, uma vez que a impossibilidade do luto gera uma inviabilidade de recuperação psicológica e social aos parentes e amigos (Tatlisumak et al., 2011).

Vários foram os métodos desenvolvidos durante a história da sociedade para o estabelecimento da identidade individual, dos quais incluem desde o reconhecimento visual de vestimentas e objetos pessoais, como aqueles que devem ser analisados cientificamente: as impressões digitais, análise de perfil de DNA e a odontologia forense (Tatlisumak et al., 2011).

A odontologia forense é um componente importante nas investigações para a identificação de pessoas. Como uma ciência, apareceu apenas em 1897, quando Dr. Oscar Amoedo escreveu sua tese de doutorado, descrevendo a utilidade da odontologia na medicina forense com enfoque na identificação individual – “L’ Art Dentaire en Medecine Legale” (Pramod et al., 2012).

Quando ocorrem acidentes em massa, de forma que corpos humanos se encontram em diversos estados de preservação, tais como carbonizados, dilacerados, macerados, em estágios de putrefação ou mesmo esqueletizados, métodos de odontologia legal se tornam uma alternativa exequível em relação às outras técnicas forenses primárias. Os dentes sobrevivem à maioria dos eventos *post-mortem* que podem corromper os tecidos corpóreos, além de ser um método fácil e rápido de identificação. Entretanto, quando fragmentos de crânio persistem sem probabilidade de identificação baseado no arco dentário ou quando os indivíduos envolvidos não possuem dentes, ou ainda, se os registros dentais *ante-mortem* não estiverem disponíveis, a identificação através de métodos tradicionais de odontologia forense é prejudicada. Neste contexto, a análise radiográfica da cavidade sinusal frontal pode ser considerada, uma vez que tem provado ser útil na identificação de pessoas (Quatrehomme et al., 1996; Cameriere et al., 2005; Pramod et al., 2012).

Exames radiológicos de várias estruturas ósseas de restos humanos podem ser usados como um meio de identificação positiva por meio da comparação de radiografias de um indivíduo obtidas em vida com aquelas adquiridas *post-mortem* por legistas. Muitos casos já foram relatados nos quais a identificação positiva através da comparação de radiografias *ante-mortem* e *post-mortem* de várias partes do esqueleto foi alcançada. Partes estas como, além da cavidade sinusal frontal, a margem das articulações, trabéculas ósseas da costela, clavícula ou até mesmo através de alguma calcificação patológica de uma cartilagem ou escoliose (Besana; Rogers, 2010). No entanto, são as estruturas pertencentes à região craniana que consistem nas estruturas mais bem preservadas após a morte (Sai Kiran et al., 2014).

Características do esqueleto ósseo que foram modificadas por doenças ou cirurgias também se tornam traços importantes para identificação, uma vez que são de fácil reconhecimento, mas não se tratam de uma situação de normalidade. A estrutura anatômica que em sua normalidade apresentar grande variabilidade e se manter estável durante a vida, será de grande valia para a identificação de pessoas. Por tais fatos, numerosos estudos sobre os seios frontais foram feitos na esfera da ciência forense (Yoshino et al., 1987; Cameriere et al., 2008; Cox et al., 2009; Uthman et al., 2010; Goyal et al., 2013)

2.1 SEIOS FRONTAIS

Os seios frontais são cavidades anatômicas bilaterais cheias de ar, estendem-se a uma distância variável entre as tabuas ósseas externa e interna do osso frontal, estão localizados atrás dos arcos superciliares, e se comunicam com a fossa nasal pelo infundíbulo (Reichs, 1993). Seu desenvolvimento começa por volta dos 2 ou 3 anos de idade e podem ser vistos radiograficamente a partir dos 5/6 anos de idade, de forma que sua formação completa é considerada aos 20 anos (Yoshino et al., 1987; Tatlisumak et al., 2007; Uthman et al., 2010; Goyal et al., 2013; Verma et al., 2014).

A cavidade sinusal frontal tem sido considerada como uma estrutura ideal para a individualização desde 1920, devido à sua morfologia inerentemente variável, permanência através da idade adulta, sendo que poucas alterações patológicas tem a capacidade de alterar a forma desta cavidade, e resiliência ao dano - como uma

estrutura interna fica frequentemente protegida em casos de traumas e acidentes, e grande disponibilidade de radiografias *ante-mortem* - radiografias da região são normalmente solicitadas para objetivos diagnósticos, principalmente quando o paciente apresenta um quadro de dores de cabeça, sinusite ou suspeita de fraturas faciais (Cox et al., 2009).

A natureza altamente variável da cavidade sinusal frontal entre indivíduos é evidente mesmo quando esta estrutura tridimensional é projetada em um filme radiográfico bidimensional. A variabilidade tem sido atribuída à complexidade da área naso-facial e ao impacto que fatores anatômicos, ambientais, ou até mesmo endócrinos tem durante a vida. É importante salientar que sua anatomia permanece estável até a idade senil, quando gradual pneumatização pode ocorrer devido a mudanças atroficas, podendo prejudicar a identificação de indivíduos através desta estrutura (Yoshino et al., 1987; Besana; Rogers, 2010; Uthman et al., 2010).

2.2 CAVIDADE SINUSAL FRONTAL PARA IDENTIFICAÇÃO INDIVIDUAL

A singularidade da cavidade sinusal frontal foi inicialmente observada por Zuckerkandl (1895), que chamou atenção para a sua morfologia assimétrica. Schuller (1921) pela primeira vez propôs a identificação humana por meio dos seios frontais utilizando-se de imagens radiográficas e de um método padrão para avaliar e descrever a configuração de cada um, devido à proposição de individualidade, afirmando que até em gêmeos monozigóticos os seios frontais não possuem a mesma conformação.

O primeiro caso de identificação usando os seios frontais aceito por um tribunal de justiça, foi realizado por Culbert e Law em 1925 utilizando as recomendações feitas por Schuller, e foi publicado em 1927. Uma série de pontos anatômicos nas radiografias *post-mortem* foi comparada (tamanho de uma estrutura em relação à outra, forma, presença de irregularidades) com as radiografias *ante-mortem* do indivíduo a ser identificado datando de 1918. A identificação criminal na época era baseada quase inteiramente nas impressões digitais, mas estas ainda eram consideradas como um método de confiabilidade relativa. Nesse período, observou-se que a cabeça ou partes da mesma eram normalmente recuperadas com maior facilidade do que as mãos dos indivíduos mortos envolvidos em acidentes (Culbert; Law, 1927).

Após este primeiro caso de identificação, Atkins e Potsaid (1978), Stewart (1979), Murphy et al. (1980), Ubelaker (1984), Jablonski e Shum (1989), Marlin et al. (1991), Haglund e Fligner (1993), Owsley (1993), Quatrehomme et al. (1996), Angyal e Derczy (1998) e Nambiar et al. (1999) publicaram casos nos quais a identificação positiva foi conseguida através de uma comparação morfológica radiográfica, essencialmente de uma sobreposição das radiografias bidimensionais *ante-mortem* e *post-mortem*.

Yoshino et al. (1987) em uma tentativa de realizar uma comparação mais objetiva e quantitativa da cavidade sinusal frontal, propuseram um sistema de classificação da mesma através da avaliação de teleradiografias na norma frontal de 35 crânios de japoneses com base nas variáveis discretas: tamanho da área (área da cavidade do seio frontal direito mais a área da cavidade do esquerdo), assimetria bilateral, superioridade do tamanho de uma cavidade em relação à adjacente, contorno das bordas superiores, presença de septos parciais e de células supraorbitais. O sistema atribuía um número de classe para cada característica morfológica, e os padrões da cavidade sinusal frontal de uma determinada pessoa seriam formulados como um código de números. Com esta combinação, 20.000 possibilidades distintas poderiam ser geradas, e a possibilidade de duas pessoas terem uma mesma combinação seria tão remota que os autores confirmaram a credibilidade do método. Como objetivo secundário, testaram os itens de classificação para a diferenciação sexual e não foram encontrados valores estatisticamente significantes.

Cameriere et al. (2005) em uma tentativa de melhorar a performance do método de Yoshino, substituíram as características tamanho da área da cavidade sinusal frontal e assimetria bilateral por duas variáveis contínuas obtidas como: razão da área da cavidade sinusal frontal esquerda/área da cavidade orbital esquerda e razão da área da cavidade sinusal frontal direita/área da cavidade orbital direita, com o objetivo de diminuir a probabilidade de identificar erroneamente restos de um esqueleto desconhecido. O estudo revelou-se útil para tal objetivo.

Dessa maneira, Cameriere et al. (2008) realizaram outra pesquisa para estabelecer se o método com as razões estabelecidas por ele mais a metodologia de código de números de Yoshino, poderiam identificar exclusivamente indivíduos pertencentes à um mesmo grupo familiar, e se o parentesco entre os indivíduos poderia afetar a proporção de falsas identificações. Os resultados mostraram que o

método permitiu uma identificação individual com baixa taxa de falsos positivos. No entanto, não permite estabelecer o parentesco de um indivíduo. Os autores não encontraram diferenças estatisticamente significantes para as variáveis acima citadas para o dimorfismo sexual.

Os estudos que utilizaram de técnicas com um sistema de classificação, como os artigos citados acima, mostram vários graus de sucesso e frequentemente requereram a comparação visual como uma etapa final, devido à perda de informações que ocorre quando as características são agrupadas e a elas são designados números de classe, ou quando medidas lineares simples, como altura da cavidade sinusal frontal em imagens bidimensionais são utilizadas. Esses métodos são aceitos como um modo rápido para estreitar possibilidades de compatibilidade, mas não como um método que mostra o grau de variação necessário da cavidade sinusal frontal para uma identificação precisa (Cox et al., 2009).

Christensen (2004) realizou um teste empírico e quantitativo da singularidade do contorno da cavidade sinusal frontal, investigando a variabilidade dos mesmos usando a análise de Fourier elíptica (EFA). Usou uma abordagem de morfometria geométrica em que se encaixa uma curva fechada para um conjunto ordenado de pontos de dados, gerando um conjunto de coeficientes que podem ser usados para reproduzir o contorno. Representações bidimensionais de 808 cavidades sinusais frontais (sendo 305 réplicas) por meio de radiografias cranianas pósterio-anterior (PA), foram digitalizadas, e diferenças nas suas formas foram avaliadas quantitativamente por comparação das distâncias Euclidianas entre os contornos gerados nas EFAs. Os resultados mostraram que a distância euclidiana entre contornos de diferentes indivíduos são significativamente maiores do que aquelas entre radiografias repetidas do mesmo indivíduo. Assim, houve uma diferença significativa e quantificável entre as formas de contornos da cavidade sinusal frontal dos indivíduos. O autor não aplicou o método para o dimorfismo sexual.

Neste último estudo, houve a necessidade de utilizar vários programas computacionais e cálculos complexos para a técnica utilizada, o que limita a praticidade e acessibilidade para aplicação real. Os coeficientes de EFA derivados matematicamente também são bastante abstratos, e explicar este conceito para um júri apresenta dificuldades (Cameriere et al, 2008; Cox et al., 2009).

Em uma tentativa de simplificar o processo de EFA proposto por Christensen, Cox et al. (2009) propuseram uma aproximação morfométrica que quantifica a diferença da morfologia da porção superior da cavidade sinusal frontal em 2D. Ou seja, através de uma série de medidas obtidas a partir de um ponto de origem pré-estabelecido, no traçado escaneado de radiografias PA dos seios frontais, até o ponto mais externo da borda do contorno em intervalos específicos (a cada 3°), pares de radiografias tiveram a diferença calculada para cada medida entre 3-117°. O valor absoluto de cada diferença encontrada foi somado para achar a diferença total. O método demonstrou confiabilidade e como um objetivo secundário, foi avaliado se os resultados obtidos tinham alguma relação ao sexo dos indivíduos. Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as diferentes combinações para a diferenciação sexual.

Os exames de raios X certamente são um método significativo para realizar comparações e identificações. A verificação da identidade usando a cavidade sinusal frontal tem sido muitas vezes realizada por simples tentativa de igualar características da radiografia *ante-mortem* com a *post-mortem*, seja por uma comparação visual subjetiva lado a lado ou por sobreposição, ou por análises métricas. Estes últimos estudos fizeram tentativas de uma avaliação mais empírica e quantitativa da singularidade, no entanto, as abordagens utilizadas não excluíram as dificuldades relacionadas à técnica utilizada para se obter radiografias bidimensionais como a distância, orientação e ângulo do equipamento de raios X em relação ao objeto estudado (Christensen, 2004; Cameriere et al., 2005).

2.3 UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tomografia computadorizada é uma técnica de imagem diagnóstica que provém uma série de imagens em corte transversal de uma determinada região do corpo. Uma das principais vantagens sobre as radiografias bidimensionais se encontra na ausência de sobreposição de estruturas, o que permite uma visualização detalhada e nítida a cada plano de corte. Antropologicamente, a tomografia computadorizada era utilizada apenas para estudo de fósseis de crânios (Reichs, 1993), mas seu uso tem ganhado cada vez mais força como um método alternativo e mais eficaz para identificação forense. Devido às limitações encontradas com o alinhamento mais próximo possível das radiografias

bidimensionais *post-mortem* com as *ante-mortem* existentes. Cox et al. (2009) sugeriram que o uso de tomografia e de software especializado poderiam simular radiografias bidimensionais *ante-mortem* em qualquer ângulo desejado.

Reichs (1993) com base nos estudos elaborados por Yoshino et al. (1987), realizou um estudo para a individualização dos crânios desconhecidos através da codificação de padrões da cavidade sinusal frontal, mas realizado desta vez a partir de cortes tomográficos. A tomografia já estava sendo utilizada cada vez mais para propósitos médicos e odontológicos e o autor do estudo já acreditava na potencial contribuição que a tomografia da cavidade sinusal frontal traria para a identificação forense.

Tatlisumak et al. (2007) realizaram um estudo retrospectivo com 100 casos de tomografia para tentar definir um sistema simples para identificação de corpos desconhecidos utilizando imagens de Tomografia Computadorizada por Multidetecores (TCMD) da cavidade dos seios frontais. O sistema incluía características simples como a presença ou ausência da cavidade sinusal frontal (*frontal sinus-F*), de septos intersinusal e intrasinusal (*septum-S*) e número de reentrâncias (*scalloping-S*), nomeando como sistema FSS. As medidas selecionadas para o estudo foram largura, altura e comprimento anteroposterior de cada lado da cavidade dos seios frontais, largura total, a distância entre os pontos mais altos das duas cavidades e a distância de cada cavidade para o seu limite lateral máximo, e estas foram mensuradas nos diferentes planos da reconstrução multiplanar. Apenas em alguns casos nos quais os pontos mais altos das cavidades dos seios frontais não estavam nos mesmos cortes que o volume tridimensional era utilizado. Todas as características e medidas foram codificadas de acordo com um sistema definido pelos autores para cada caso, e fórmulas codificadas foram comparadas. Pelo menos 93% das fórmulas podiam ser eliminadas para um determinado caso utilizando-se apenas do sistema FSS. A taxa de sucesso aumentava para 98% quando as medidas analisadas eram levadas em consideração. Os autores concluíram que o sistema pode ser utilizado para discriminar a maioria dos corpos desconhecidos, e a correspondência de padrões de radiografias pode ser utilizado para discriminar os corpos que restaram. Os comprimentos anteroposteriores entre os dois lados da cavidade dos seios frontais foram significativamente diferentes para o sexo feminino, entretanto, não houve aprofundamento para o dimorfismo sexual nesse estudo.

Uthman et al. (2010) realizaram uma pesquisa a partir de filmes montados de TCMD da cavidade dos seios frontais para avaliar critérios como a presença ou ausência de algumas características, e para realizar medidas como largura, altura, comprimento anteroposterior, distância entre os pontos mais altos entre as duas cavidades, e distância entre os pontos mais altos de cada cavidade em relação ao seu limite máximo lateral. Todas estas características foram traduzidas em valores numéricos usados para criar um código de barras com dezenove números para a identificação individual. Todas essas medidas mostraram diferenças estatisticamente significantes para o dimorfismo sexual, exceto a distância entre os pontos mais altos entre as cavidades dos seios frontais. A altura da cavidade do seio frontal esquerdo foi a melhor variável discriminante para a diferenciação entre sexos, e a acurácia do modelo resultante para o dimorfismo sexual foi igual a 76,9%.

Kim et al. (2013) realizaram um trabalho para definir a utilidade das imagens tridimensionais da cavidade dos seios frontais para identificação com tomografias computadorizadas de 119 cadáveres coreanos. Estudos prévios com tomografia computadorizada da cavidade sinusal frontal tinham alguns problemas para utilizar as imagens, uma vez que eram muitos cortes para serem escolhidos para realizar as medidas. Kim et al. geraram um volume 3D das imagens tomográficas da cavidade sinusal frontal, segmentaram a região de interesse e realizaram todas as medidas em um mesmo programa de computador (Mimics Version 13.1; Materialise, Leuven, Belgium).

As análises não métricas que realizaram deram origem à uma tabela com diversas formas visuais de classificação nas normas frontal e lateral, formas na secção transversal da cavidade dos seios frontais e do contorno superior da cavidade. As análises métricas incluíam volume total da cavidade dos seios frontais, volume apenas da cavidade do seio frontal direito, volume da cavidade do seio frontal esquerdo, da máxima distância lateral entre a cavidade de um seio e outro quando fusionados, largura apenas da cavidade sinusal direita, largura apenas da esquerda, distância entre o ponto mais alto de ambas as cavidades, máxima altura da linha de base até o ponto mais alto de cada cavidade, profundidade anteroposterior na vista lateral esquerda e direita, e ângulo formado entre as bordas mediais e entre as bordas superiores para ambas as cavidades. Após todas estas medidas, o índice de assimetria bilateral foi calculado, o qual consiste em dividir o tamanho da menor cavidade do seio frontal pela cavidade mais larga e multiplicar o

resultado por 100. Nesse estudo um código simples de dígitos foi gerado usando as imagens em 3D e suas características métricas e não-métricas, e com isso mostraram a utilidade da cavidade sinusal frontal para a identificação individual e mostraram uma diferença estatisticamente significativa para diferenciação entre sexos (Kim et al., 2013).

2.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA POR FEIXE CÔNICO

Para a odontologia nada foi mais significativo do que o surgimento da tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC), a qual surgiu como uma grande ferramenta diagnóstica na segunda metade da década de 1990 desenvolvida por Yoshinori Arai. Através de uma única rotação, a técnica adquire uma série de imagens que se assemelham a uma série de radiografias extraorais adquiridas em diferentes ângulos do paciente. A TCFC ou Tomografia Volumétrica (TCV) forneceu uma série de benefícios à clínica odontológica. Em relação a TCMD, a TCFC possui inúmeras vantagens, entre elas: menor radiação, menor tempo de exposição, simplificação da técnica e rapidez do exame. Estas características fizeram com que seu uso na odontologia fosse amplamente disseminado e seu uso na aplicação forense é encorajado, apesar de ainda não ser completamente aceito pela comunidade forense (Arai et al., 1999; Scarfe; Farman, 2008; Chilvarquer et al., 2008; Cossellu et al., 2015).

Cossellu et al. (2015), utilizaram imagens de TCFC da cavidade sinusal frontal de 150 pacientes para desenvolver uma técnica reprodutível de medidas em reconstruções volumétricas 3D para o propósito de identificação individual. Com base nas reconstruções tridimensionais, as dimensões máximas ao longo de três direções (x, y e z) foram medidas, assim como o volume total e a superfície de área foram calculados. Não foram feitas análises para o dimorfismo sexual.

Beaini et al. (2015) em um estudo piloto descreveram uma metodologia na qual reconstruções tridimensionais da cavidade sinusal frontal foram sobrepostas com objetivo de identificação individual. Imagens de TCFC foram empregadas e foi feita a quantificação da superfície da cavidade sinusal gerando um processo padronizado, suficiente para quantificar as diferenças entre os modelos tridimensionais *ante-mortem* e *post-mortem* por meio dos programas computacionais Meshlab (Istituto di Scienza e Tecnologie Dell'Informazione "A. Faedo" Piza, Itália)

para sobreposição dos modelos e Cloudcompare (TSI Laboratory, École Nationale Supérieure des Télécommunications, Paris, França) para a comparação volumétrica. Desta forma, atribuiu-se a identidade baseando-se na quantificação matemática da distribuição das diferenças entre as superfícies. Não foram feitas análises para a possibilidade de determinação sexual entre indivíduos.

Com o objetivo de validar a metodologia proposta por Beaini et al. (2015), Duailibi Neto (2016) utilizou um banco de imagens tomográficas de 200 pacientes randomizados e analisados por três observadores. As imagens foram exportadas em formato DICOM e submetidas a dois processos de segmentação distintos e sobreposição tridimensional com o objetivo de estabelecer a identificação entre os pacientes randomizados. Os resultados mostraram que há uma diferença significativa entre os processos de segmentação, sendo mais indicada a técnica de segmentação manual. Um total de 166 pacientes foram identificados e o volume tridimensional destes exames foi avaliado para o dimorfismo sexual. Os dados obtidos por apenas um observador forneceram um modelo capaz de prever o sexo masculino com especificidade de 85% nos casos dos exames avaliados. Entretanto, a sensibilidade de predição para o sexo feminino foi igual a 28% apenas, sendo que a pesquisa não forneceu a acurácia total do modelo para o dimorfismo sexual.

2.5 A CAVIDADE SINUSAL FRONTAL E O DIMORFISMO SEXUAL

Determinar o sexo dos indivíduos não é uma dificuldade para os legistas quando o esqueleto completo está disponível. Entretanto, nem sempre essa é a condição que os restos humanos são encontrados. Os ossos podem se quebrar em muitos pedaços e apenas um segmento pode estar disponível para análise (İşcan, 2001).

A determinação do sexo no contexto forense é extremamente importante, uma vez que restringe e limita o número de possibilidades para a identificação de forma a facilitar o processo de investigação individual e consiste, inclusive no primeiro estágio de uma análise forense. O crânio, a pélvis e o fêmur são os ossos mais comumente utilizados para a determinação do sexo. Desde as primeiras décadas de 1900, radiografias destas estruturas eram estudadas e já ajudavam a comprovar ou categorizar restos humanos (Verma et al., 2014).

Alguns cientistas afirmam que as estruturas frontais e occipitais do crânio são mais frágeis e menores nos indivíduos do sexo feminino quando comparados aos do sexo masculino. A determinação do sexo, assim como a etnia e estimação da estatura de um indivíduo ajudam a traçar um perfil biológico, e assim, chegar mais perto de uma identidade compatível (Sai Kiran et al., 2014).

Schuller (1943) verificou, em estudos radiográficos, que a cavidade dos seios frontais eram maiores nos homens em relação as cavidades das mulheres. Afirmou ainda que as reentrâncias presentes na borda superior das cavidades dos seios frontais eram menores e mais numerosos nas cavidades do sexo feminino do que nas do sexo masculino. Buckland-Wright (1970) foi um dos primeiros a relatar diferenças entre sexos, afirmando que a cavidade dos seios frontais nos homens são aproximadamente duas vezes o tamanho da cavidade dos seios frontais nas mulheres (Goyal et al., 2013). No entanto, Yoshino et al. (1987) mostraram que apesar do valor médio de área da cavidade dos seios frontais ter sido maior nos homens do que nas mulheres, não houve diferença estatisticamente significativa para o dimorfismo sexual com seu estudo em radiografias anteroposteriores e análise estatística univariada. Similarmente, Cox et al., (2009) com suas avaliações computadorizadas dos traçados radiográficos das cavidades dos seios frontais não obtiveram diferença estatisticamente significativa para diferenciação entre sexos.

Camargo et al. (2007) realizaram um estudo com o objetivo de desenvolver um método matemático baseado na análise de regressão logística capaz de determinar o sexo dos indivíduos. Radiografias de 100 pacientes, sendo 50 do sexo feminino e 50 do sexo masculino, obtidas pela técnica de Caldwell foram avaliadas em relação às seguintes variáveis: áreas direita e esquerda, área total, comprimento e altura máximos das cavidades dos seios frontais direito e esquerdo. As variáveis foram medidas com a ajuda do programa SIARCS 3.0 para Windows. As áreas das cavidades e a técnica de regressão logística mostraram ser úteis para determinação do sexo dos indivíduos, com um índice de concordância para o dimorfismo sexual igual a 79,7%.

Goyal et al. (2013), avaliaram 100 radiografias do tipo anteroposterior (50 pertencentes ao sexo feminino, e 50 ao sexo masculino) de uma população de origem indiana para avaliar possíveis diferenças existentes entre sexos. Avaliou as radiografias de acordo com os seguintes critérios: número de reentrâncias presentes na borda superior da cavidade dos seios frontais (direito, esquerdo e total), presença

ou ausência unilateral/bilateral de septos parciais e presença ou ausência unilateral/bilateral de células supraorbitárias. As duas últimas características foram classificadas como “0” para ausência bilateral, “1” para presença unilateral e “2” para presença bilateral. As características classificadas seguiram uma versão ligeiramente modificada do método de Yoshino et al. (1987), citado anteriormente. A equação de regressão logística multivariada permitiu uma correta identificação para o sexo em 60% dos casos apenas. Os autores concluíram no estudo que a cavidade dos seios frontais possui uma limitada aplicação como preditor do sexo dos indivíduos.

Michel et al. (2015), realizaram um estudo no qual avaliaram reconstruções em 3D de tomografias computadorizadas de 69 pacientes (35 do sexo feminino e 34 do sexo masculino). As reconstruções tridimensionais foram obtidas pelo programa Mimics 10.01 software (Materialise N. V. Leuven, Belgium). O volume de cada cavidade do seio frontal (direito e esquerdo) foi calculado pelo programa em milímetros cúbicos. O dimorfismo sexual foi estatisticamente significativo, no entanto o melhor dado discriminante foi o volume total da cavidade dos seios frontais (soma dos volumes das cavidades dos seios direito e esquerdo). A amostra foi corretamente classificada para o sexo em 72,5%.

Belaldavar et al. (2016) publicaram um estudo no qual avaliaram o dimorfismo sexual para uma população de origem indiana através da análise de 300 radiografias obtidas em norma pósterio-anterior. As imagens foram exportadas na forma JPEG e importadas no programa Adobe® Photoshop® CS3 para avaliação das seguintes medidas: altura das cavidades dos seios frontais direito e esquerdo, comprimento e área de cada uma delas também. Os resultados mostraram que as variáveis medidas são, de forma geral, maiores para o sexo masculino em relação ao feminino. A cavidade do seio frontal direito se mostrou maior do que o esquerdo para ambos os sexos e o modelo matemático obtido, com base na análise estatística de regressão logística, forneceu um índice de concordância para o dimorfismo sexual igual a 64,6%.

Akhlaghi et al. (2016) publicaram um estudo no qual avaliou 200 exames de tomografia computadorizada (100 do sexo feminino e 100 do sexo masculino), de indivíduos com origem Iraniana. A população do estudo foi dividida em três grupos de acordo com a faixa etária: 20-34 anos, 35-49 anos, e indivíduos acima de 50 anos. Os parâmetros avaliados foram a presença ou ausência da cavidade dos seios

frontais, número de septos completos e parciais, número de reentrâncias na borda superior, altura máxima, largura máxima, e máximo diâmetro anteroposterior. As medidas foram feitas nos diferentes planos de cortes da reconstrução multiplanar. As maiores medidas obtidas de cada indivíduo, para cada variável, foram inseridas na estatística. A altura máxima da cavidade do seio frontal esquerdo foi a variável que obteve maior precisão para determinação do sexo dos indivíduos avaliando a amostra total (61,3%). Avaliando os grupos pela faixa etária, o grupo de 20-34 anos tiveram a altura da cavidade do seio frontal esquerdo com a melhor precisão para o dimorfismo sexual (60,8%). O grupo de 35-49 anos, tiveram o diâmetro anteroposterior da cavidade do seio frontal direito com a melhor precisão (52,3%). E nenhum parâmetro foi estatisticamente significativo para o dimorfismo sexual no grupo de faixa etária acima de 50 anos.

Os resultados, de forma geral, não fornecem informações forenses eficientes no que diz respeito à diferenciação sexual dos remanescentes de um indivíduo. Apesar da dificuldade em se estabelecer um padrão objetivo e aceito por toda a comunidade científica, diversos estudos já relataram com sucesso o uso de imagens da cavidade sinusal frontal para a identificação individual por meio de diferentes análises. No entanto, apesar da correlação existente da morfologia da cavidade dos seios frontais com o dimorfismo sexual, sua utilização para ajudar na determinação do sexo foi pouco explorada na literatura existente (Goyal et al., 2013; Akhlaghi et al., 2016; Belaldavar et al., 2016; Duailibi Neto, 2016)

O dimorfismo sexual obtido pelo uso da análise das cavidades dos seios frontais torna-se uma importante ferramenta ao afastar um certo número de possibilidades instantaneamente e assim ajudar na criação de um perfil biológico de restos humanos (Sweet, 2010; Verma et al., 2014), e uma metodologia cientificamente testada e comprovada para determinação do dimorfismo sexual por meio de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal seria de grande valia para a investigação forense.

3 PROPOSIÇÃO

Avaliar se a cavidade sinusal frontal, registrada em exames de TCFC, possui características antropométricas que possibilitam a determinação do sexo de um indivíduo, utilizando programas computacionais de domínio livre.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AMOSTRAGEM

A presente pesquisa foi previamente autorizada pelo Comitê de ética em pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo sob parecer (CAAE:50275215.6.0000.0075). O parecer consubstanciado do CEP está em anexo (Anexo A). Este estudo é retrospectivo, analítico e realizado em centro único.

A amostra da pesquisa foi composta por imagens provenientes do banco de dados do Instituto de Documentação Ortodôntica e Radiodiagnóstico localizado na Av. Brigadeiro Luiz Antonio, número 4778, São Paulo, Brasil. O documento do diretor técnico do instituto autorizando o uso das imagens para o projeto de pesquisa está em anexo (Anexo B). Os dados de identificação dos pacientes selecionados foram excluídos dos exames atribuindo um número à cada exame tomográfico decodificando o nome, e uma letra identificando o gênero do paciente a ser avaliado. Assim sendo, não houve possibilidade de se obter qualquer informação capaz de associar a imagem tomográfica a identidade do paciente. Garantindo desta forma sigilo e privacidade sem a exposição de nenhum paciente aos pesquisadores.

Foram considerados adequados, segundo alguns critérios pré-determinados a amostra, exames de imagens tomográficas provenientes de 130 pacientes (65 pacientes do sexo masculino e 65 pacientes do sexo feminino), de uma amostra total anterior igual a 200 exames.

Os critérios de inclusão dos pacientes no estudo foram pacientes com idade superior a 20 anos e inferior as 78 anos. Os critérios de exclusão dos pacientes consistiram na presença de traumas visíveis no exame na região frontal do crânio incluindo cirurgias, acidentes, a presença de alterações patológicas na região analisada. Foram excluídos também exames com artefatos de técnica, tais como: artefatos de movimento ou presença de artefatos oriundos de metais. Estes fatores dificultariam o processo de segmentação.

As imagens selecionadas, do banco de dados, tiveram como origem o tomógrafo de feixe cônico ICat modelo Classic (Imaging Sciences international, Hatfield, PA) (Figura 4.1).

Figura 4.1 - Tomógrafo de feixe cônico ICat modelo Classic (Imaging Sciences international, Hatfield, PA)

Nas imagens selecionadas, o paciente foi posicionado no equipamento com o plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal e com o plano de Frankfurt paralelo ao plano horizontal. O protocolo de aquisição consiste em 2 capturas com um campo de visão de 20 cm de altura, 16 cm de comprimento e 16 cm largura com um voxel de reconstrução de 0,4 mm. Virtualmente, após a aquisição das imagens tomográficas, o programa computacional Icat Workstation (Imaging Sciences International, Hatfield, PA) combina as duas capturas em um procedimento denominado de *stitching*. Este procedimento sobrepõe as imagens tomográficas permitindo a visualização da região sub mandibular até o vértex do crânio. Os fatores de exposição das imagens realizadas foram: 120 kVp; 36,9mAs e um tempo de exposição de 20 segundos totalizando um tempo total de exame de 40 segundos. A anonimização dos exames foi realizada com o programa computacional Icat Workstation. A cada exame selecionado, foi atribuído um código alfanumérico

composto por: uma numeração crescente, uma letra correspondente ao gênero do indivíduo, e uma outra numeração correspondente à idade do indivíduo da amostra.

Estes dados foram tabelados em uma planilha digitalizada no programa computacional Excel (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, Estados Unidos da América) gerando uma lista de dados. Após a tabulação dos dados e processo de anonimização, os exames foram convertidos em formato DICOM sem compressão de resolução. Estes arquivos DICOM devidamente nomeados foram armazenados em pastas virtuais.

4.2 RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL

A reconstrução tridimensional de todas as cavidades sinusais frontais da amostra foi realizada seguindo a metodologia de segmentação do programa InVesalius (Divisão de Tecnologia 3D-Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Campinas, São Paulo, Brasil). Os DICOMS de cada exame foram importados no programa, gerando uma reconstrução da série de imagens em três cortes diferentes (coronal, axial e sagital = reconstrução multiplanar). O brilho e contraste foram selecionados na opção de visualização para cavidades (“seio”) do programa, e o intervalo de tons de cinza foi selecionado correspondente aos tons de cinza do interior da cavidade sinusal frontal, definida por acuidade visual individual. Foi aplicada uma técnica de segmentação na qual o contorno da cavidade foi determinado manualmente corte após corte, a partir da sutura frontonasal até o limite final visualizado da estrutura, conforme indicado na Figura 4.2. Após finalizada esta etapa, foi selecionada a região de interesse para ser reconstruída tridimensionalmente e concomitantemente com o término da reconstrução, o volume de cada exame foi fornecido pelo próprio programa em cm^3 . Em um trabalho realizado anteriormente (Duailibi Neto, 2016), foi demonstrado que não há diferença estatisticamente significativa na reconstrução tridimensional obtida para os três observadores que participaram da pesquisa.

Figura 4.2 - Tela de trabalho do programa computacional InVesalius, técnica de segmentação pela delimitação manual da cavidade sinusal frontal

4.3 AVALIAÇÃO DAS RECONSTRUÇÕES TRIDIMENSIONAIS

Com o objetivo de minimizar a complexidade e os custos que são necessários para análise de exames voxelizados (imagens em 3D), mas para ao mesmo tempo aproveitar a quantidade de informações que a reconstrução tridimensional oferece, o volume 3D foi utilizado para gerar diversas imagens 2D, seguindo as normas frontal, lateral e basal. Essas imagens foram exportadas no formato Tiff (Tagged Image File Format), através de uma ferramenta do próprio programa InVesalius. Essa ferramenta possibilita girar o volume para qualquer uma das normas ortogonais, e o faz de forma padronizada para todos os exames. Em cada imagem, entretanto, antes de serem exportadas, foi desenhada uma escala numérica, em milímetros, com a ferramenta de régua, a fim de criar uma escala para as análises dimensionais de forma a manter o tamanho real das cavidades dos seios frontais analisados (Figura 4.3).

Figura 4.3 - Definição de escala no software ImageJ

Como as imagens bidimensionais para cada norma foram feitas a partir de imagens tridimensionais traduzidas para um plano, pode-se existir um erro de medida ao criar uma escala numérica para cada imagem. No entanto, os desvios são pequenos e não causam viés na metodologia, como apresentado no Apêndice B.

Os 130 exames de imagens em suas 3 normas distintas com escala foram importados no programa de plataforma aberta ImageJ, desenvolvido por Wayne Rasband no National Institute of Mental Health, EUA, em linguagem Java, para o processamento de imagens. Nesse software, as imagens passaram por uma série de tratamentos a fim de ser possível quantificar suas dimensões. Esse tratamento consistiu na transformação das imagens em objetos binários, e identificação e medição desses objetos, como apresentado nas Figuras 4.4, 4.5 e 4.6.

Figura 4.4 - Exemplo de sequência de tratamento de imagens no software ImageJ para a norma frontal: a) imagem original, b) uso do comando *Find Edges* (destacar mudanças bruscas de intensidade na imagem para detectar bordas), c) comando *Invert* (cria uma imagem inversa, semelhante a um negativo fotográfico), d) transformação em imagem binário, e) comando de preenchimento, e f) ferramenta de análise de partícula para seleção do objeto para medidas

Figura 4.5 - Exemplo de sequência de tratamento de imagens no software ImageJ para a norma lateral: a) imagem original, b) uso do comando *Find Edges* (destacar mudanças bruscas de intensidade na imagem para detectar bordas), c) comando *Invert* (cria uma imagem inversa, semelhante a um negativo fotográfico), d) transformação em imagem binário, e) comando de preenchimento, e f) ferramenta de análise de partícula para seleção do objeto para medidas

Figura 4.6 - Exemplo de sequência de tratamento de imagens no software ImageJ para a norma basal: a) imagem original, b) uso do comando *Find Edges* (destacar mudanças bruscas de intensidade na imagem para detectar bordas), c) comando *Invert* (cria uma imagem inversa, semelhante a um negativo fotográfico), d) transformação em imagem binário, e) comando de preenchimento, e f) ferramenta de análise de partícula para seleção do objeto para medidas

Os parâmetros utilizados para descrever os objetos e obter diferentes informações dentro de uma mesma imagem foram os seguintes:

1. Área (area, mm²): área total ocupada pelo objeto na imagem (Figura 4.7).

Figura 4.7 – Variável área total ocupada pelo objeto na imagem

2. Perímetro (perim, mm): comprimento do limite externo da área calculada do objeto (Figura 4.8).

Figura 4.8 – Variável perímetro – demonstrada pelo contorno vermelho em torno do objeto

3. Retângulo delimitador (width, height, mm): utiliza as referências de largura e altura do objeto para desenhar o menor retângulo possível de ser desenhado em torno do objeto (Figura 4.9).

Figura 4.9 – Variável retângulo delimitador

4. Área do retângulo (area_r, mm²): área total do retângulo delimitador obtida pelo produto da altura e largura do próprio retângulo (Figura 4.10).

Figura 4.10 – Variável área do retângulo

5. Área ocupada (area_perc, mm²): percentual da área ocupada pelo objeto em relação à área total do retângulo delimitador (Figura 4.11).

Figura 4.11 – Variável área ocupada

6. Elipse (major, minor, mm): utiliza as referências de altura e largura do objeto para desenhar a menor elipse possível que circunscreve o objeto, a qual é descrita por seus eixos principais (Figura 4.12).

Figura 4.12 – Variável elipse

7. Diâmetro de Feret: a maior distância entre quaisquer dois pontos ao longo do limite do objeto (Figura 4.13).

Figura 4.13 – Variável diâmetro de Feret

8. Razão de aspecto (AR): razão entre o maior e o menor eixo da elipse calculada em 4, indicando quão alongado é o objeto (Figura 4.14).

Figura 4.14 – Variável razão de aspecto (AR)

9. Circularidade (circ): parâmetro que descreve quanto a forma do objeto se aproxima de um círculo. É calculado através da fórmula $4\pi \times [\text{área}] / [\text{Perímetro}]^2$, sendo que valores próximos de 1 indicam um círculo perfeito e valores mais distantes indicam formas mais alongadas.
10. Arredondamento do objeto: parâmetro calculado através da fórmula $4 \times [\text{Área}] / (\pi \times [\text{Eixo maior}]^2)$ que indica o inverso da relação de aspecto.
11. Solidez: razão entre a área do objeto e a área das regiões convexas do objeto, que indica quão irregular é o objeto.

As mesmas características foram analisadas, todas de forma automática pelo programa, para as normas lateral e basal dos 130 exames. Todos os dados a partir desses critérios estabelecidos foram contabilizados no programa Excel (Microsoft Redmond, Washignton, EUA), assim como o volume oferecido pelo programa Invesalius, e foram avaliados quanto à sua relação com o dimorfismo sexual por meio de análises de regressão logística multivariada pelo software R.

Para avaliar se as variáveis medidas para cada norma da cavidade dos seios frontais são determinantes na diferenciação sexual pode-se realizar uma regressão logística onde a variável dependente a ser explicada é uma variável binária que assume valor 1 para a ocorrência de sexo masculino e 0 para o sexo feminino. Com o objetivo de avaliar separadamente a importância de cada norma da cavidade dos seios frontais foram realizadas inicialmente três regressões logísticas, uma para cada norma considerada. Para definir a equação final referente a cada norma foram seguidas etapas de estimação onde as variáveis que não se mostraram significativas no teste de Wald, em um nível de 95% de confiança, foram desconsideradas da equação final. O teste de Wald é computado através do cálculo do valor Z: divisão do coeficiente estimado pelo seu erro padrão. Assume-se que esse valor segue uma distribuição normal, portanto se o valor Z do teste for maior do que 1,96 considera-se que a variável é significativa, em um nível de confiança de 95% ($p\text{-valor} < 5\%$), na explicação da variável resposta.

5 RESULTADOS

Abaixo apresentamos os resultados das regressões logísticas escolhidas para cada norma.

5.1 NORMA FRONTAL

Para a norma frontal, os resultados do modelo logístico, considerando apenas as variáveis que foram significativas, foram utilizados para definir a Equação 5.1 e estão apresentadas no Quadro 5.1.

Equação 5.1 - Equação para a norma frontal

$$\ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = -15,677 + 0,0181 * \text{perim.} + 0,1363 * \text{Circular.} + 2,9231 * \text{AR}$$

Quadro 5.1 - Coeficientes do modelo logístico para a norma frontal

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Estatística z</i>	<i>p valor</i>
Constante	-15,677	3,532	-4,438	0,000***
Perímetro	0,0181	0,0069	2,6160	0,0089**
Circularidade	0,1363	0,0363	3,7510	0,0002***
Razão de aspecto (AR)	2,9231	0,7408	3,9460	0,0001 ***

Signif. Codes: 0'***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Na Equação 5.1, P é a probabilidade de o indivíduo da amostra ser homem. Para interpretar os coeficientes estimados apenas em termos de incremento na chance $\left(\frac{P}{1-P}\right)$ de ser homem, deve-se calcular o exponencial dos coeficientes. O resultado desse exponencial mostra o poder de impacto de cada variável sobre a chance (odds ratio) de um indivíduo da amostra ser homem. Como complemento a essa estatística, também calculamos a área sob a curva (AUC) referente à curva ROC (*Receiver Operating Curve*) para cada variável separadamente. Essas medidas

indicam o quanto cada variável isoladamente é capaz de diferenciar o sexo (para fins de referência um modelo cuja AUC é igual a 100% separa perfeitamente uma variável binária de interesse. Já um modelo com AUC 50% é um modelo que atribui uma regra aleatória para explicar a variável binária de interesse). Os coeficientes em termos de Odds Ratio (razão de possibilidades) e a AUC de cada variável estão resumidos no Quadro 5.2.

Quadro 5.2 - Razão de possibilidades (Odds Ratio) e Área sob a curva (AUC) para as variáveis significativas da norma frontal

	<i>Odds Ratio</i>	<i>Intervalo 2,5%</i>	<i>Intervalo 97,5%</i>	<i>AUC</i>
<i>Razão de aspecto (AR)</i>	1,030	1,016	1,046	0,563
<i>Circularidade</i>	1,146	1,071	1,236	0,535
<i>Perímetro</i>	1,018	1,005	1,033	0,515

As variáveis apresentadas foram organizadas em ordem de importância em função do resultado encontrado para AUC. A primeira coluna indica que para um aumento de uma unidade na medida de perímetro a chance de ser homem aumenta em 1,8%. Analogamente para Circularidade, a chance se eleva em 14,6%. Já para a variável Razão de aspecto (AR) um aumento de uma unidade aumenta a chance de ser homem em aproximadamente 3%.

Curvas do tipo ROC (*Receiver Operating Curve*), as quais medem a sensibilidade e a especificidade em função da probabilidade estimada pelo modelo, foram utilizadas para medir a capacidade do modelo na diferenciação sexual utilizando as três variáveis mais significantes (Razão de aspecto, Circularidade e Perímetro). O Gráfico 5.1 apresenta a curva ROC dessas variáveis. A área sob a curva (AUC) foi de 63,6%, o que significa que se repetidamente escolhermos de forma aleatória um indivíduo da amostra o modelo estima uma probabilidade de ser homem maior do que a probabilidade de ser mulher ($P(\text{homem}) > P(\text{mulher})$) em 63,6% dos casos.

Gráfico 5.1 - Curva ROC das variáveis significativas para a norma frontal

A partir das probabilidades estimadas pelo modelo logístico, foi possível definir um ponto de corte ótimo onde a acurácia do modelo é maximizada. Este ponto de corte para o modelo definido na norma frontal foi de 0,537, ou seja, se a probabilidade estimada for maior do que este valor consideraremos o indivíduo como homem. Para este ponto de corte, a especificidade, a sensibilidade e a acurácia otimizadas são apresentadas no Quadro 5.3.

Quadro 5.3 - Acurácia do modelo para a norma frontal

Especificidade	Sensibilidade	Cut-off (ponto de corte)	Acurácia do modelo
75,385	64,615	0.5374179	0,70

Para o ponto de corte definido, a especificidade mede a proporção de homens corretamente previstos pelo modelo e a sensibilidade mede a proporção de mulheres corretamente previstas. A acurácia mede qual o percentual de todos os indivíduos que foram corretamente estimados pelo modelo. Esses resultados expressam uma razoável capacidade das variáveis da norma Frontal da cavidade dos seios frontais para a diferenciação sexual.

Essas estatísticas podem ser resumidas e melhor visualizadas na tabela de contingência abaixo. O Quadro 5.4 resume todas as ocorrências verificadas na amostra de indivíduos – considerando o ponto de corte em questão – em termos de

número de falsos homens, homens estimados corretamente, falsas mulheres e número de mulheres estimadas corretamente.

Quadro 5.4 – Ocorrências do modelo para a norma frontal

	<i>Homem (Real)</i>	<i>Mulher (Real)</i>
<i>Homem (Estimado)</i>	48	23
<i>Mulher (Estimado)</i>	17	42

Falsos homens: 23 Falsas mulheres: 17

5.2 NORMA BASAL

O mesmo protocolo estatístico foi feito para as variáveis na norma basal. Os resultados do modelo logístico, considerando apenas as variáveis que foram significativas, são apresentados no Quadro 5.5. Os coeficientes em termos de impacto na chance (*odds ratio*) de um indivíduo ser homem, e também a AUC isolada de cada variável estatisticamente significativa para a norma basal (variáveis ordenadas por AUC) são apresentados no Quadro 5.6.

Quadro 5.5 - Coeficientes do modelo logístico para a norma basal

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Estatística z</i>	<i>p valor</i>
Constante	-0,095	1,992	-0,048	0,962
Percentual da área ocupada (area_perc)	-0,137	0,065	-2,108	0,035*
Eixo maior da elipse (major)	0,448	0,175	2,559	0,011*
Diametro de feret (feret)	-0,518	0,147	-3,517	0,000***
Arredondamento (round)	0,130	0,039	3,294	0,001***
Largura do retângulo delimitador (width)	0,178	0,054	3,299	0,001***

Coeficiente significativo a '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Quadro 5.6 - Razão de possibilidades e Área sob a curva (AUC) para as variáveis significativas da norma basal

	<i>Odds Ratio</i>	<i>Intervalo 2,5%</i>	<i>Intervalo 97,5%</i>	<i>AUC</i>
<i>Largura: Width</i>	1,195	1,082	1,338	0,597
<i>Área ocupada: Area_perc</i>	0,872	0,759	0,981	0,540
<i>Arredondamento: Round</i>	1,138	1,059	1,237	0,522
<i>Diâmetro de Feret</i>	0,596	0,435	0,778	0,508
<i>Eixo maior da elipse: Major</i>	1,565	1,133	2,263	0,505

As variáveis área ocupada (área_perc) e largura do retângulo delimitador (Width) recebem destaque, apresentando um poder razoável de separação entre sexos (AUC igual ou acima a 54%). As variáveis que tiveram um impacto estimado negativo sobre a chance de ser homem são: área ocupada (Area Perc) (-12,8% na chance), e diâmetro de Feret (-40,4%). A curva ROC para o modelo conjunto de todas as variáveis do modelo basal é apresentada no Gráfico 5.2, sendo que a área sob a curva foi de 63,8%.

Gráfico 5.2 - Curva ROC das variáveis significativas para a norma basal

O ponto de corte definido para o modelo na norma basal foi de 0,468. Para este ponto de corte a especificidade, sensibilidade e a acurácia do modelo são apresentadas no Quadro 5.7.

Quadro 5.7 - Acurácia do modelo para a norma basal

<i>Especificidade</i>	<i>Sensibilidade</i>	<i>Cut-off (ponto de corte)</i>	<i>Acurácia do modelo</i>
80,00	72,31	0,5310	0,769

O Quadro 5.8 resume todas as ocorrências verificadas na amostra para a norma basal com este ponto de corte, em termos de número de falsos homens, homens estimados corretamente, falsas mulheres e número de mulheres estimadas corretamente.

Quadro 5.8 - Ocorrências para a norma basal

	<i>Homem (Real)</i>	<i>Mulher (Real)</i>
<i>Homem (Estimado)</i>	48	13
<i>Mulher (Estimado)</i>	17	52

Falsos homens: 13 Falsas mulheres: 17

5.3 NORMA LATERAL

Nenhuma das variáveis calculadas para o dimorfismo sexual na norma lateral foi estatisticamente significativa para entrarem no modelo final de regressão logística.

5.4 MODELO FINAL CRUZANDO AS VARIÁVEIS SIGNIFICATIVAS

Todas as variáveis escolhidas que tiveram o teste z significativo (p valor abaixo de 5%) nas regressões logísticas de cada normal foram consideradas em

uma nova estimação do modelo logístico. No caso das medidas realizadas na norma frontal, apenas as variáveis razão de aspecto (AR), circularidade e perímetro entraram no modelo. Do modelo originado para a norma basal, entraram as variáveis percentual da área ocupada (area_perc), eixo maior da elipse (major), diâmetro de feret, arredondamento do objeto (round) e largura do retângulo delimitador (width). Da norma lateral, nenhuma das variáveis calculadas apresentaram p menor do que 0,05. Além dessas variáveis, também foi adicionada uma variável de volume (fornecida concomitante com a finalização do processo de segmentação e reconstrução do volume 3D de cada exame pelo programa computacional Invesalius) a fim de verificar a importância desta variável na diferenciação entre sexos. Os coeficientes estimados são apresentados no Quadro 5.9. A variável volume entrou com um nível de significância maior do que 95%. A ordem de importância de cada variável em termos de AUC individual é apresentada no Quadro 5.10.

Quadro 5.9 - Coeficientes do modelo logístico final

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Estatística z</i>	<i>p valor</i>
<i>Constante</i>	-0,43822	4,84179	-0,091	0,92788
<i>Basal: área ocupada (Area_perc)</i>	-0,180	0,087	-2,072	0,038*
<i>Basal: eixo maior da elipse (major)</i>	0,525	0,222	2,369	0,018*
<i>Basal: diâmetro de Feret</i>	-0,553	0,188	-2,947	0,003**
<i>Basal: arredondamento do objeto (round)</i>	0,044	0,054	0,816	0,415
<i>Basal: largura (width)</i>	0,109	0,075	1,447	0,148
<i>Frontal: perímetro (perim)</i>	-0,015	0,020	-0,752	0,452
<i>Frontal: circularidade (Circ)</i>	0,032	0,050	0,635	0,525
<i>Frontal: razão de aspecto (AR)</i>	0,027	0,011	2,445	0,014*
<i>Volume</i>	0,042	0,015	2,782	0,005**

Quadro 5.10 - Razão de Odds e área sob a curva (AUC) das variáveis do modelo final

	Odds Ratio	Intervalo 2,5%	Intervalo 97,5%	AUC
Basal: largura (Width)	1,115	0,965	1,302	0,597
Frontal: razão de aspecto (AR)	1,027	1,006	1,051	0,563
Volume	1,043	1,015	1,077	0,547
Basal: área ocupada (área_perc)	0,836	0,696	0,978	0,540
Frontal: Circ	1,032	0,937	1,141	0,535
Basal: arredondamento (Round)	1,045	0,943	1,167	0,522
Frontal: perímetro (Perim)	0,985	0,945	1,024	0,515
Basal: diâmetro de Feret	0,575	0,385	0,807	0,508
Basal: maior eixo da elipse (Major)	1,690	1,128	2,703	0,505

A maior parte das variáveis mantiveram o impacto estimado no modelo individual de cada norma, com o alerta de que algumas variáveis perderam a sua significância ao serem avaliadas conjuntamente (foram elas arredondamento do objeto- roundness e largura do retângulo delimitador - width da norma basal e perímetro e circularidade da norma frontal).

O volume mostrou-se estatisticamente significativo para explicar o sexo e foi importante na definição da acurácia do modelo, como veremos mais adiante.

O gráfico da curva ROC do modelo final é apresentado no Gráfico 5.3. A área sob a curva foi igual a 73,3%, um número que indica bom poder do modelo para identificar o sexo. O ponto de corte definido para o modelo final foi de 0,42. Para este ponto de corte a especificidade, sensibilidade e a acurácia do modelo são apresentados no **Error! Reference source not found.** O Quadro 5.12 apresenta a contingência para o ponto de corte em questão.

Gráfico 5.3 - Curva ROC com todas as variáveis significativas

Quadro 5.11 - Acurácia do modelo cruzando todas as variáveis significativas

<i>Especificidade</i>	<i>Sensibilidade</i>	<i>Cut-off (ponto de corte)</i>	<i>Acurácia do modelo</i>
72,31	87,69	0,426	0,80

Quadro 5.12 - Ocorrências para o modelo final

	<i>Homem (Real)</i>	<i>Mulher (Real)</i>
<i>Homem (Estimado)</i>	57	18
<i>Mulher (Estimado)</i>	8	47

Falsos homens: 18 Falsas mulheres: 8

Os resultados indicam que o modelo escolhido apresentou uma acurácia elevada na definição do sexo, com um grau de acerto de 80%. Esse nível de acerto é válido tanto para homens e mulheres. Poderia ser definido um ponto de corte de modo a maximizar o acerto de homens (ou seja, maximizar a especificidade) ou maximizar o acerto de mulheres (sensibilidade). No entanto, foi definido um ponto de corte de modo a maximizar a acurácia total, em linha com o objetivo deste trabalho que é avaliar a capacidade da cavidade sinusal frontal em diferenciar o sexo entre indivíduos.

Destacamos que o volume, por si só, responde por um aumento de 5% na acurácia do modelo final (foi estimado o mesmo modelo sem o volume e a acurácia

foi igual a 75%). E dentre as normas da cavidade do seio frontal, a basal se mostrou a mais importante na diferenciação sexual. Apenas as variáveis desta norma apresentaram uma acurácia de 77%.

Os resultados acima apresentados foram obtidos utilizando toda a amostra disponível. Entretanto, a fim de validar o uso desta metodologia para futuras aplicações, os mesmos critérios de qualidade do modelo foram avaliados em uma amostra que não foi utilizada no desenvolvimento do modelo logístico final. Os resultados do teste fora da amostra estão apresentados no Apêndice A.

6 DISCUSSÃO

Foram muitos os estudos feitos com base na variabilidade da cavidade dos seios frontais para a identificação individual. Uma vez que a unicidade desta cavidade anatômica, que não se repete até mesmo em gêmeos monozigóticos, é um dado aceito por toda a comunidade científica. (Quatrehomme et al., 1996; Christensen, 2004; Tatlisumak et al., 2007; Kim et al., 2013). Poucos foram os estudos realizados para avaliar a capacidade da cavidade do seio frontal para a diferenciação sexual. E muitos destes, avaliaram o dimorfismo sexual como objetivo secundário do estudo, sendo o primário a capacidade de identificar indivíduos. (Yoshino et al., 1987; Cameriere et al., 2005; Cox et al., 2009; Uthman et al., 2010; Kim et al., 2013). No entanto, a predição do sexo dos indivíduos é o passo mais importante para o desenvolvimento de um perfil biológico confiável durante a análise de restos esqueléticos. E o processo de identificação na antropologia forense começa com a avaliação das características de grupos, como idade, sexo, estatura, que são importantes pistas para os legistas seguirem com a busca das características individuais em uma fase posterior. Neste estudo, tivemos como objetivo avaliar a cavidade do seio frontal para o dimorfismo sexual com uma amostra de exames da população brasileira.

A tomografia computadorizada por feixe cônico trouxe uma série de vantagens à clínica odontológica, e seu uso tem sido cada vez mais disseminado nas diferentes áreas da odontologia. A quantidade de pacientes que realizam exames tomográficos para fins de diagnóstico tem aumentado cada vez mais, permitindo fazer com que estes dados sejam úteis para propósitos de identificação forense. Além de possuir menor dose de radiação em relação à tomografia computadorizada por multidetectores, o equipamento de TCFC é facilmente operado. E supera as limitações encontradas com as técnicas radiográficas bidimensionais, como sobreposição de estruturas, o correto posicionamento da fonte de raios-x em relação ao objeto (para mimetizar uma radiografia ante-mortem de forma mais fidedigna possível), e fornece maior precisão e quantidade de informações (Beaini et al., 2015; Michel et al., 2015). Essencial relatar que esta técnica tridimensional de imagem possui um custo

relativamente baixo, um dado muito importante que viabiliza a reprodutibilidade de nossa pesquisa à um baixo custo, pois os dois programas utilizados para segmentação (Invesalius), e cálculo das variáveis (ImageJ) também são plataformas de livre acesso. Neste estudo, utilizamos 130 exames de pacientes de tomografia computadorizada por feixe cônico, sendo 65 do sexo masculino e 65 do sexo feminino.

Em estudos anteriores com técnicas tridimensionais, os autores escolheram vários cortes de imagens da reconstrução multiplanar para realizar as medições de interesse, quando não realizavam as medidas em todos os cortes possíveis, devido a alta variabilidade de tamanho, forma e assimetria das cavidades dos seios frontais (Tatlisumak et al., 2007; Raoof et al., 2012; Hamed et al., 2014; Akhlaghi et al., 2016). Para isto, alguns estudos precisaram de vários programas de computação e cálculos complexos, o que dificulta a viabilidade da pesquisa. Neste estudo, as imagens das cavidades dos seios frontais foram segmentadas e reconstruídas em 3D e cálculos foram feitos a partir do volume reconstruído, após exportar suas imagens nas diferentes normas (frontal, lateral, basal) de forma a não perder nenhuma informação do volume obtido. A imagem em 3D se mostrou útil, uma vez que sua assimetria e variabilidade conseguiu ser avaliada como um todo e de forma precisa com esta metodologia, assim como asseguram os resultados. Tatlisumak et al. (2007), realizaram um estudo com 100 casos de tomografia e as variáveis de interesse foram mensuradas nos diferentes planos da reconstrução multiplanar (cortes axial, sagital e coronal). No entanto, nos casos em que os pontos mais altos da cavidade dos seios frontais não estavam nos mesmos cortes, como exemplo para mensurar a distância entre os pontos mais altos entre a cavidade dos seios frontais direito e esquerdo, o volume tridimensional era requerido para obter estas informações.

As pesquisas que utilizaram o volume 3D da cavidade dos seios frontais, seja para identificação individual, ou para o dimorfismo sexual, são pesquisas mais recentes e escassas em quantidade. Kim et al. (2013), realizaram a segmentação e a reconstrução em 3D de 119 tomografias da cavidade sinusal frontal. Dentre as medições registradas (citadas no capítulo “revisão de literatura”), o “volume total” foi a variável que se mostrou estatisticamente significativa entre os sexos ($p > 0,05$). O que é compatível com os resultados dessa

pesquisa, no entanto, o volume não foi a variável que mais contribuiu para a alta acurácia da equação final para a diferenciação sexual. Cossellu et al. (2015), calcularam as maiores dimensões ao longo dos três eixos (x,y,z) da imagem reconstruída em 3D da cavidade dos seios frontais e avaliaram o volume total do mesmo. Apesar da concordância e substancial homogeneidade intra e inter-observadores, o método não aproveita a variabilidade da forma e assimetria apresentada pelas cavidades dos seios frontais.

Pela dificuldade em se estabelecer um método com alto poder de explicação por meio da análise de imagens em 3D, uma nova metodologia foi proposta para avaliar a cavidade dos seios frontais em relação ao dimorfismo sexual. Variáveis estudadas como o perímetro, retângulo delimitador, a menor elipse que se encaixa na imagem, circularidade, razão de aspecto, arredondamento, solidez e diâmetro de Feret não foram analisados em nenhum outro trabalho, que utilizasse a cavidade dos seios frontais para a diferenciação sexual. Apenas a variável área e volume total foram avaliados em outros trabalhos, mas de formas diversas (Yoshino et al., 1987; Cameriere et al., 2008; Kim et al., 2013; Verma et al., 2014; Cossellu et al., 2015; Beaini et al., 2015; Duailibi Neto, 2016)

As variáveis utilizadas conseguiram registrar de forma objetiva e quantificável a variabilidade anatômica da cavidade sinusal frontal, uma vez que ofereceram dados como a maior e a menor diagonal da elipse formada na seleção de imagem ou razão de aspecto, e dados como a variável solidez que é um indicador de quão “festionada” é a borda superior da cavidade dos seios frontais ou quantas concavidades possui, característica anatômica que em muitos estudos foi relatada como “quantidade de cornos” os quais eram contados de forma subjetiva pelos autores (Goyal et al., 2013; Akhlaghi et al., 2016).

Na análise estatística, para avaliar se as variáveis medidas para cada norma da cavidade dos seios frontais eram determinantes para o dimorfismo sexual, foi realizada uma regressão logística. E com o objetivo de avaliar separadamente a importância de cada norma das cavidades sinusais frontais reconstruídas em 3D, foram realizadas inicialmente três regressões logísticas, uma para cada norma considerada. Os resultados mostraram que a dimensão frontal forneceu uma explicação razoável para o dimorfismo sexual, fornecendo

um modelo com acurácia igual a 70%. Sendo um resultado tão bom ou até melhor do que muitas outras pesquisas para a diferenciação sexual, com apenas três variáveis significativas na equação (perímetro, circularidade e razão de aspecto [ar]). O que indica a correta escolha das variáveis para a metodologia.

Belaldavar et al. (2016), conduziram um estudo no qual o modelo matemático obtido, com base também na análise de regressão logística, forneceu um índice de concordância para o dimorfismo sexual igual a 64,6%. Goyal et al. (2013), realizaram uma equação de regressão logística que permitiu uma correta identificação para o sexo dos indivíduos em 60% dos casos apenas. Assim como Akhlaghi et al (2016) obtiveram resultados semelhantes com máxima acurácia do modelo igual a 61,3%.

A norma basal apresentou a melhor explicação para o dimorfismo sexual, com uma acurácia do modelo igual a 76,9%, o que significa que o percentual de todos os indivíduos que foram corretamente estimados pelo modelo foi igual a 76,9% da amostra. Foram cinco as variáveis estatisticamente significantes que entraram na equação.

Enquanto a norma lateral do modelo tridimensional, foi a que menos contribuiu para o modelo final, sem nenhuma variável estatisticamente significativa para a diferenciação sexual.

Todas as variáveis que tiveram o teste z significativo ($p > 0,05$), foram selecionadas na equação final do modelo logístico. O modelo final foi feito por meio do cruzamento das variáveis que foram significativas nas diferentes normas. Esta metodologia estatística se mostrou muito eficiente, na medida que a acurácia do modelo final da regressão logística foi igual a 75,4% (sem o volume ser considerado), o que confirma que sem a necessidade de softwares e computadores complexos para mensuração de um volume tridimensional voxelizado, foi possível transformar o que é complexo (volume tridimensional) em uma metodologia mais simples de mensuração através da escolha de variáveis que foram comprovadamente precisas para o objetivo da pesquisa.

Muitas pesquisas tiveram o volume total estatisticamente significativo para o dimorfismo sexual (Pondé et al., 2008; Besana; Rogers, 2010; Michel et al., 2015) e essa pesquisa obteve o mesmo resultado, uma vez que o volume total

entrou na equação final da regressão logística. A acurácia do modelo final adicionando o volume foi de 75,4% para 80,0%. Mostrando que a variável volume possui um poder de explicação significativo para o dimorfismo sexual.

A acurácia final do modelo, igual a 80,0% para o dimorfismo sexual, foi melhor do que qualquer outra pesquisa na literatura revisada. (Camargo et al., 2007; Uthman et al., 2010; Goyal et al., 2013; Hamed et al., 2014; Michel et al., 2015; Belaldavar et al., 2016; Duailibi Neto, 2016; Akhlaghi et al., 2016).

Uthman et al. (2010) foram os que melhor haviam alcançado acurácia do modelo para a diferenciação sexual, relatando um modelo igual a 76,95%, e que aumentava para 85,9% quando medidas cranianas eram acrescentadas. No entanto, estas últimas não foram analisadas nessa pesquisa, e caso fossem a acurácia do modelo final poderia ter sido ainda melhor.

No capítulo “Resultados” a lista das variáveis que tiveram maior impacto na determinação do dimorfismo sexual foi mostrada pelo modelo final. E foi possível confirmar que duas das três variáveis da norma frontal perderam sua significância ($p\text{-valor} < 5\%$), ao serem estimadas em conjunto com as demais variáveis, assim como duas (roundness e width) das cinco variáveis da norma lateral. Isto ocorre devido à correlação existente entre elas.

As variáveis que apresentaram maior poder de explicação foram: Largura do retângulo delimitador (width)- norma basal (AUC: 59,7%), Razão de aspecto-norma frontal (AUC: 56,3%); Volume – (AUC: 54,7%) e percentual da área ocupada (área_perc) – norma basal (AUC: 54,0%).

A ausência da cavidade dos seios frontais não foi observada nessa pesquisa em nenhum dos exames aleatoriamente escolhidos. Talvez isto seja devido à um “n” pequeno de exames da amostra, ou uma característica da população brasileira. As pesquisas mostram que a agenesia dos seios frontais é variável entre as diferentes populações, mas não é algo comum (Cossellu et al., 2015; Akhlaghi et al., 2016). Tatlisumak et al. (2007) não encontraram agenesia da cavidade sinusal frontal em sua amostra da população de origem turca. Uthman et al. (2010) encontraram agenesia apenas de um exame dentre 90 em sua amostra de origem iraquiana. Kim et al. (2013) encontraram ausência em 9 exames de 119 em sua amostra de origem japonesa.

A limitação dessa pesquisa foi em relação à idade, uma vez que a amostragem foi constituída com exames de indivíduos com ao menos 20 anos de idade. Esta idade é considerada o término de crescimento da cavidade dos seios frontais, portanto não é confiável fazer mensurações e comparações em pessoas mais jovens do que esta faixa etária. Consequentemente, a metodologia da cavidade dos seios frontais não aborda toda população que possa estar envolvida em acidentes em massa (Beaini et al., 2015).

Estudos com amostras maiores para serem mais representativos da população brasileira para uma análise de confiabilidade e homogeneidade da reprodução da metodologia apresentada são sugeridos como trabalhos futuros.

7 CONCLUSÃO

Uma nova metodologia foi proposta para avaliar o dimorfismo sexual a partir de volumes reconstruídos em 3D da cavidade dos seios frontais. Além da viabilidade da técnica ter sido validada, os resultados mostraram alto grau de confiabilidade. O modelo final proposto foi capaz de predizer o sexo dos indivíduos com uma acurácia igual a 80,0%, valor maior do que outras pesquisas publicadas na literatura. Dessa forma, além da determinação do sexo de indivíduos, este estudo abre também novos caminhos de investigação para a identificação individual, uma vez que as variáveis utilizadas mostraram alto poder de explicação para as imagens reconstruídas em 3D provenientes de TCFC.

REFERÊNCIAS

- Akhlagui M, Bakhtavar K, Moarefdoost J, Kamali A, Rafeifar S. Frontal sinus parameters in computed tomography and sex determination. *Leg Med (Tokyo)*. 2016 Mar; 19:22-7.
- Angyal M, Derczy K. Personal identification on the basis of antemortem and postmortem radiographs. *J Forensic Sci* 1998 Sep;43:1089–93.
- Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol*. 1999 Jul;28(4):245–8.
- Atkins, L., Potsaid, M.S. Roentgenographic identification of human remains. *J. Am. Med. Assoc.* 1978;240:2307–2308.
- Beaini TL, Duailibi-Neto EF, Chilvarquer I, Melani RFH. Human identification through frontal sinus 3D superimposition: Pilot study with Cone Beam Computer Tomography. *Journal of Forensic and Legal Medicine*. 2015 Nov;36:63–9.
- Belaldavar C, Kotrashetti VS, Hallikerimath SR, Kale AD. Assessment of frontal sinus dimensions to determine sexual dimorphism among Indian adults. *J Forensic Dent Sci*. 2016 Jan;6(1):25–30.
- Besana JL, Rogers TL. Personal Identification Using the Frontal Sinus. *J Forensic Sci*. 2010 May;55(3):584–9.
- Buckland-Wright JC. A radiographic examination of frontal sinuses in early British populations. *Man New Series* 1970;5:512-7.
- Camargo JR, Daruge E, Prado FB, Caria PH, Alves MC, Silva RF, et al. The frontal sinus morphology in radiographs of Brazilian subjects: Its forensic importance. *Braz J Morphol Sci* 2007;24:239-43.
- Cameriere et al., 2005: Cameriere R, Ferrante L, Mirtella D, Rollo FU, Cingolani M. Frontal sinuses for identification: quality of classifications, possible error and potential corrections. *J Forensic Sci*. 2005 Jul;50(4):770–3.
- Cameriere R, Ferrante L, Molleson T, Brown B. Frontal Sinus Accuracy in Identification as Measured by False Positives in Kin Groups. *J Forensic Sci*. 2008 Aug.
- Chilvarquer, I.; Hayek, J.E.; Azevedo, B. Tomografia: seus avanços e aplicações na odontologia. *Revista da ABRO*, v. 09, n.1, jan/jul, 2008.

Christensen AM. Assessing the variation in individual frontal sinus outlines. *Am J Phys Anthropol.* 2004;127(3):291–5.

Cossellu G, De Luca S, Biagi R, Farronato G, Cingolani M, Ferrante L, et al. Reliability of frontal sinus by cone beam-computed tomography (CBCT) for individual identification. *Radiol Med*; 2015 Dec;120(12):1130–6.

Cox M, Malcolm M, Fairgrieve SI. A New Digital Method for the Objective Comparison of Frontal Sinuses for Identification. *J Forensic Sci.* 2009 Jul;54(4):761–72.

Culbert, W.L., Law, F.M. Identification by comparison with roentgenograms of nasal accessory sinuses and mastoid processes. *J. Am. Med. Assoc.* 1927;88:1634–1636.

Duailibi Neto EF. Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes de tomografia computadorizada de feixe cônico para a identificação forense [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016.

Goyal M, Acharya AB, Sattur Ap, Naikmsur VG. Are Frontal Sinus a useful indicator of sex?. *Journal of Forensic and Legal Medicine.* *Journal of Forensic and Legal Medicine.* 2013 Feb 1;20(2):91–4.

Haglund WD, Fligner CL. Confirmation of human identification using computerized tomography (CT). *J Forensic Sci* 1993;38:708–12.

Hamed SS, Badrawy AM, Fattah SA. Gender identification from frontal sinus using multi-detector computed tomography. *J Forensic Radiol Img.* 2014; 2(3): 117-120.

Iscan MY. Global Forensic Anthropology in the 21st century. *Forensic Sci Int.* 2001 Mar 1;117(1-2):1-6.

Jablonski NG, Shum BS. Identification of unknown human remains by comparison of antemortem and postmortem radiographs. *Forensic Sci Int* 1989;42 (3):221–30.

Kim D-I, Lee U-Y, Park S-O, Kwak D-S, Han S-H. Identification Using Frontal Sinus by Three-Dimensional Reconstruction from Computed Tomography. *J Forensic Sci.* 2013 Jan 4;58(1):5–12.

Marlin, D.C, Clark, M.A., Standish, S.M., Identification of human remains by comparison of frontal sinus radiographs: a series of four cases. *J. Forensic Sci.* 1991; 36(6) 1765-1772.

Michel J, Paganelli A, Varoquaux A, Piercecchi-Marti M-D, Adalian P, Leonetti G, et al. Determination of sex: interest of frontal sinus 3D reconstructions. *J Forensic Sci.* 2015 Mar;60(2):269–73.

Murphy, W.A., Spruill, F.G., Gantner, G.E. Radiologic identification of unknown human remains. *J. Forensic Sci.* 1980;25:727–735.

Nambiar P, Naidu MD, Subramaniam K., Anatomical variability of the frontal sinuses and their application in forensic identification. Clin Anat 1999;12:16–9.

Owsley DW. Identification of the fragmentary, burned remains of two U.S. journalists seven years after their disappearance in Guatemala. J Forensic Sci 1993Nov;38(6):1372–82.

Pondé JM, Nonato Andrade R, Maldonado Via J, Metzger P, Teles AC. Anatomical variations of the frontal sinus. Int J Morphol. 2008 26(4):803-808.

Pramod JB, Maya A, Sharma V. Role of forensic odontologist in post mortem person identification. Dent Res J (Isfahan). 2012 Sep;9(5):522-30.

Quatrehomme G, Fronty P, Sapanet M, Grévin G, Bailet P, Ollier A. Identification by frontal sinus pattern in forensic anthropology. Forensic Sci Int. 1996 Dec 2;83(2):147–53.

Raoof TM, Saeed KA, Mahmood KA. Anatomical variation of frontal sinuses evaluated by CT scan in relation to age and sex in sulaimani city. Journal of Sulaimani Medical College. 2012 Nov (Vol 3) No.1

Reichs KJ. Quantified comparison of frontal sinus patterns by means of computed tomography. Forensic Sci Int. 1993 Oct;61(2-3):141-68.

Sai Kiran Ch., Ramaswamy P., Khaitan T. Frontal sinus index - a new tool for sex determination. Journal of Forensic Radiology and Imaging. 2014 Mar.(2): 77-79

Scarfe WC, Farman AG. What is Cone Beam CT and How Does it Work?. The Dental Clinics of North America 2008(52): 707-730.

Schüller, A. Das Röntgenogramm der Stirnhöhle: Ein Hilfsmittel für die Identitätsbestimmung von Schädeln. Monatschr. f. Ohrenh. 1921;55:1617–1620.

Schüller, A. Note on the identification of skulls by X-ray pictures of the frontal sinuses. Med. J. Aust. 1943;1:554–556.

Stewart, T.D. Essentials of Forensic Anthropology. Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1979.

Sweet D. Forensic dental identification. Forensic Sci Int 2010 Sep 10;201(1e3):

Tatlisumak E, Asirdizer M, Sunay M. Usability of CT Images of Frontal Sinus in Forensic Personal Identification. In: Theory and Applications of CT Imaging and Analysis. InTech; 2011.

Tatlisumak E, Yilmaz Ovali G, Aslan A, Asirdizer M, Zeyfeoglu Y, Tarhan S. Identification of unknown bodies by using CT images of frontal sinus. Forensic Sci Int. 2007 Feb 14;166(1):42-8.

Ubelaker DH. Positive identification from the radiographic comparison of frontal sinus patterns. In: Rathbun TA, Buikstra J, editor. Human identification: case studies in forensic anthropology. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1984;399–411.

Uthman AT, AL-Rawi NH, Al-Naaimi AS, Tawfeeq AS, Suhail EH. Evaluation of frontal sinus and skull measurements using spiral CT scanning: An aid in unknown person identification. *Forensic Science International*. 2010 Apr 15;197(1-3):124–4.

Verma S, Mahima VG, Patil K. Radiomorphometric analysis of frontal sinus for sex determination. *J Forensic Dent Sci*. 2014 Sep;6(3):177–82.

Yoshino M, Miyasaka S, Sato H, Seta S. Classification system of frontal sinus patterns by radiography. Its application to identification of unknown skeletal remains. *Forensic Sci Int*. 1987 Aug;34(4):289–99.

Zuckerkindl E. Anatomie des sinus frontaux. In: Zuckerkindl E. Anatomie normale et pathologique des fosses nasales et de leurs annexes pneumatiques. Paris: G. Masson; 1895. p. 349-61.

APÊNDICE A – Teste fora da amostra para o modelo logístico

Para avaliar se a equação final – estimada utilizando o volume e as variáveis escolhidas das normas frontal e lateral – possui um poder de explicação confiável, foi realizado um teste fora da amostra. Esse teste é um bom indicativo da aplicabilidade da equação em qualquer amostra que contenha as medidas das cavidades sinusais frontais descritas neste trabalho.

A amostra de treino foi definida com 100 observações escolhidas aleatoriamente (50 homens e 50 mulheres). As observações restantes (15 homens e 15 mulheres) compõem a amostra de validação.

Após essa definição, uma nova estimativa foi realizada do modelo logístico final utilizando apenas a amostra de treino e na sequência os indicadores de qualidade do modelo foram avaliados na amostra de teste. Ou seja, o critério de classificação para o sexo definido na amostra de treino (incluindo o ponto de corte) foi aplicado na amostra de validação. Os resultados da curva ROC e acuracidade obtidos para a amostra de validação são apresentados abaixo.

Gráfico da curva ROC para a amostra de validação (30 indivíduos)

Tabela de acuracidade do modelo para a amostra de validação

Especificidade	Sensibilidade	Cut-off (o ponto de corte foi definido na amostra de validação)	Acuracidade do modelo
73.33	80,00	0,58	76,67%

Tabela de ocorrências para a amostra de validação

	Homem (real)	Mulher (real)
Homem (Estimado)	12	4
Mulher (Estimado)	3	11

Os resultados indicam a preservação do poder das variáveis escolhidas em diferenciar o sexo dos indivíduos. A acuracidade do modelo teve uma pequena redução, de 80% em uma amostra de treino para 77% em uma amostra de validação. Portanto, foi concluído que o modelo estimado tem aplicação universal.

APÊNDICE B – Aleatoriedade dos erros de medida

Como as medidas bidimensionais para cada norma foram feitas a partir de imagens tridimensionais traduzidas para um plano, pode-se existir um erro de medida para o tamanho das variáveis construídas em cada norma. Este apêndice descreve o padrão dos erros de medida.

Para avaliar o comportamento dos erros de medida, foram construídas 40 escalas numéricas aleatórias, utilizando a ferramenta de régua do programa Invesalius, em uma imagem também escolhida de forma aleatória. Quando essas 40 escalas numéricas são exportadas para o programa ImageJ, este calcula uma medida em pixels por milímetro para a imagem em questão. A figura a seguir ilustra a quantidade de pixels por milímetro calculada pelo ImageJ para as 40 escalas numéricas criadas.

Gráfico da escala calculada pelo programa ImageJ para as 40 medições aleatórias.

Conforme pode-se verificar no gráfico, as escalas calculadas pelo programa ImageJ variam em torno de uma média de 6 pixels/mm. Além disso, esses desvios são pequenos se comparados com a média – nenhum desvio teve valor maior do que 2,6% da média. Se os desvios em torno da média são aleatórios, conclui-se que os erros de medida não viesam os resultados obtidos na metodologia estatística utilizada neste trabalho.

Para testar a aleatoriedade e independência das medidas foi utilizado o teste Ljung-Box para as 40 observações de desvio calculadas, utilizando o programa e-views. O resultado do teste de Ljung Box é apresentado abaixo. Ele indica que não

há evidência estatística para se rejeitar a hipótese de aleatoriedade e independência das observações, uma vez que as estatísticas Q deste teste são bastante elevadas.

Figura da escala calculada pelo programa ImageJ para as 40 medições aleatórias.

Com isso, pode-se concluir que os erros de medição nas variáveis deste trabalho são pequenos e aleatórios e, desta forma, não comprometem os resultados estatísticos previamente encontrados.

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes de TCFC para determinar dimorfismo sexual entre indivíduos

Pesquisador: Israel Chilvarquer

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 50275215.6.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.293.892

Apresentação do Projeto:

É um estudo observacional, pois será utilizado um banco de imagens já capturadas anteriormente e não haverá exposição de nenhum paciente a radiação-X. Consiste em um estudo do tipo populacional transversal. As informações obtidas pela reconstrução volumétrica como o volume e os critérios de Kim et. al. (2013) serão avaliados e contabilizados em um único momento por 3 diferentes observadores.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente estudo será avaliar a capacidade de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal, oriundas de tomógrafos de feixe cônico, em atribuir dimorfismo sexual entre os indivíduos pela análise volumétrica com uso de programas computacionais de domínio livre. Verificar e validar a distribuição dos critérios de Kim et al (2013) na população brasileira para este objetivo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos são considerados reduzidos, pois como será utilizado um banco de imagens já

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SÃO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

Continuação do Parecer: 1.293.892

capturadas anteriormente, não haverá exposição de nenhum paciente a radiação-X. Também não haverá a exposição de nenhum fator de identificação que seja capaz de associar o exame à identidade do paciente mantendo a identidade do exame em sigilo aos avaliadores.

Benefícios:

Os benefícios gerais deste trabalho será o conhecimento acadêmico para futuros estudos e desenvolvimento de novas técnicas de determinação do dimorfismo sexual utilizando a cavidade sinusal frontal.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa interessante que busca avaliar se as imagens tridimensionais oriundas de tomógrafos de feixe cônico são capazes de determinar dimorfismo sexual entre os indivíduos pela análise volumétrica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentou folha de rosto, Informações básicas, projeto completo, cronograma adequado em informações básicas.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final, utilizando-se da opção "Enviar Notificação" (descrita no Manual "Submeter Notificação", disponível na Central de Suporte - canto superior direito do site www.saude.gov.br/plataformabrasil).

Qualquer alteração no projeto original deve ser apresentada "emenda" a este CEP, de forma objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Protocolo Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	20/10/2015		Aceito

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 1.293.892

Básicas do Projeto	ETO_608272.pdf	16:07:03		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoparacep.docx	20/10/2015 16:05:02	Isabela Goulart Gil Choi	Aceito
Folha de Rosto	fderostom.pdf	20/10/2015 12:35:12	Isabela Goulart Gil Choi	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	anexo1m.pdf	20/10/2015 12:34:17	Isabela Goulart Gil Choi	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoindor.pdf	20/10/2015 12:33:07	Isabela Goulart Gil Choi	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 23 de Outubro de 2015

Assinado por:

Maria Gabriela Haye Biazevic
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

ANEXO B – Autorização para utilização do banco de imagens

INSTITUTO DE DOCUMENTAÇÃO ORTODÔNTICA E RADIODIAGNÓSTICO LTDA
 Fones: (11) 3863-7494 | (11) 3862-3222 | (11) 3863-7490 | (11) 3864-7508
 Homepage: <http://www.indor.com.br> | E-mail: indor@indor.com.br

UNIDADE PACAEMBU - CROSP-CLM: 2976 R.T.: Israel Chilvarquer CROSP 18744 Rua Cardoso de Almeida, 2121 CEP 01251-001 Pacaembu São Paulo SP	UNIDADE JARDINS - CROSP-CLF: 8703 R.T.: Jorge Elie Hayek CROSP 44017 Av. Brigadeiro Luís Antônio, 4778 CEP 01402-002 Jd Paulistano São Paulo SP

Diretores Clínicos: Prof. Israel Chilvarquer - CROSP 18744 | Prof. Jorge Elie Hayek - CROSP 44017
 Profa. Lilian Waitman Chilvarquer - CROSP 27371 | Prof. Michel Lipiec - CROSP 61126

DECLARAÇÃO

Eu, Jorge Elie Hayek, portador do RG 16.647.483 E CRO-SP 44017, diretor da clínica de radiologia INDOR – Instituto de Documentação Ortodôntica e Radiodiagnóstico, CNPJ 61.405.197-0003/03, situada a Av. Brigadeiro Luiz Antonio nº 4778, Jardim Paulistano, São Paulo- SP, declaro que, a partir da presente data, fica disponibilizada e autorizada a utilização de nosso banco de imagens de Tomografia Computadorizada Volumétrica conforme indicado na metodologia do trabalho, para a realização da pesquisa intitulada “Utilização de imagens tridimensionais da cavidade sinusal frontal provenientes de TCFC para determinar dimorfismo sexual entre indivíduos”, realizada pela aluna Isabela Goulart Gil Choi, portadora do RG 48.461.851-9, matriculada sob o nº 7168894 no Curso de Pós-graduação em Odontologia, Área de Concentração Diagnóstico Bucal, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

São Paulo, 9 de outubro de 2015

Dr. Jorge Elie Hayek

Diretor do Indor – Instituto de Documentação Ortodôntica e Radiodiagnóstico

Prof. Jorge Elie Hayek
 Radiologista
 CROSP: 44017