

CAROLINE PAULA ALVES

Utilização do seio frontal para avaliar dimorfismo sexual em amostra brasileira

São Paulo

2021

CAROLINE PAULA ALVES

Utilização do seio frontal para avaliar dimorfismo sexual em amostra brasileira

Versão Corrigida

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

Área de concentração: Odontologia Forense e Saúde Coletiva

Orientador: Profa. Dra. Maria Gabriela Haye Biazevic

São Paulo

2021

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

Alves, Caroline Paula.

Utilização do seio frontal para avaliar dimorfismo sexual em amostra brasileira / Caroline Paula Alves; orientador Maria Gabriela Haye Biazevic. -- São Paulo, 2021.

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

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de concentração: Odontologia Forense e Saúde Coletiva. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Versão corrigida.

1. Odontologia forense. 2. Seio frontal. 3. Antropologia forense. I. Biazevic, Maria Gabriela Haye. II. Título.

Alves CP. Utilização do seio frontal para avaliar dimorfismo sexual em amostra brasileira. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em: 16/06/2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Alexandre Raphael Deitos

Instituição: Diretoria Técnico Científica da Polícia Federal

Julgamento: Aprovada

Prof(a). Dr(a). Alana de Cássia Silva Azevedo

Instituição: Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana

Julgamento: Aprovada

*A Deus,
Por ter me iluminado nessa jornada.
Aos meus pais, Fátima e Luiz,
Por todo amor e incentivo.
Ao meu grande amor, Lucas,
Por ter sido minha parte calma nesse processo e por acreditar em mim!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade de São Paulo (USP) por fornecer toda a estrutura necessária para um excelente aprendizado.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo por proporcionar momentos de muito trabalho e aprendizado.

À CAPES, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À minha orientadora, professora Maria Gabriela Haye Biazevic, por, primeiramente ter aceitado ser minha orientadora, me acolhendo com muito carinho e compreensão. Obrigada pela paciência e por todos os ensinamentos.

Aos professores Edgard Michel-Crosato e Claudio Costa, pela paciência e por sempre estarem dispostos a sanar minhas dúvidas. Obrigada pelos ensinamentos e pelo carinho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Odontologia Social, em especial, à Andreia e à Sonia pela paciência com as minhas infinitas dúvidas e prontamente estarem dispostas a me ajudar.

Aos meus colegas de departamento por me acolherem tão bem, mesmo eu sendo tão quietinha e reservada.

Aos meus pais por apoiarem não só meus estudos, mas o meu sonho. Tudo que sou devo a vocês e serei eternamente grata por todo amor e carinho.

Ao meu grande amor, Lucas, meu noivo e meu melhor amigo, por ter me apoiado 100% nesse processo. Obrigada pelos conselhos e principalmente por ter segurado minha mão nas horas mais difíceis. Sou uma pessoa muito melhor ao seu lado.

"Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez".

Thomas Edison

RESUMO

Alves CP. Utilização do seio frontal para avaliar dimorfismo sexual em amostra brasileira [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2021. Versão Corrigida.

Os seios frontais são comumente usados na estimativa sexual por serem únicos para cada indivíduo, devido à variação considerável em tamanho, forma e número. Estudos anteriores apresentaram média acurácia mensurando área, altura e profundidade do seio frontal, porém, autores têm associado tais medidas com o índice do seio frontal, obtendo melhores resultados. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar dimorfismo sexual do seio frontal em adultos brasileiros. A amostra foi composta por 255 telerradiografias laterais, de indivíduos entre 20 e 40 anos, sendo 132 do sexo feminino e 123 do sexo masculino. Pautado na metodologia de Luo et al., 2018, foram mensuradas a área (S), a altura e a profundidade máximas do seio frontal (AB e EF, respectivamente) por meio de programa de desenho assistido por computador; e a razão entre AB e EF foi tida como índice do seio frontal (R). Aplicou-se, então, a função discriminante desenvolvida pelos autores para avaliar o dimorfismo sexual na população brasileira. Foram realizados os testes de Shapiro-Wilk para avaliar a normalidade das variáveis e os testes t de Student e Mann-Whitney para verificar se houve diferença entre os sexos. A confiabilidade do método foi calculada através do coeficiente de correlação intraclasse (ICC) e o coeficiente de variação (CV), além do diagrama de Bland-Altman. Uma nova fórmula discriminante foi calculada com os dados do estudo e técnicas de machine learning foram utilizadas para melhorar a predição do sexo. O ICC foi acima de 0,90 para todas as variáveis e o CV abaixo de 5%. Na análise de Bland-Altman as medidas estavam dentro dos valores de confiança. Adesão à curva de normalidade para o sexo masculino foi observado apenas na variável EF. As variáveis apresentaram diferenças significantes em relação ao sexo e, com exceção de R, onde a média masculina foi 2,00 e a feminina, 2,40, todas as médias foram maiores para os homens. A fórmula original do estudo teve baixa acurácia, com nível de acerto de apenas 8,33% para o sexo feminino. No entanto, a fórmula calculada para brasileiros apresentou uma acurácia de 70,20%; das técnicas de machine learning, apenas a rede neural apresentou valor superior ao já obtido, de

73,30%. Concluindo, a nova fórmula apresentou uma acurácia de 70,20%, podendo ser aplicada como método auxiliar na avaliação do dimorfismo sexual do seio frontal em adultos brasileiros.

Palavras-chave: Odontologia forense. Seio frontal. Antropologia forense.

ABSTRACT

Alves CP. Use of the frontal sinus to evaluate sexual dimorphism in a Brazilian sample [dissertation]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2021. Versão Corrigida.

The frontal sinuses are commonly used in sexual estimation because they are unique for each individual, due to the considerable variation in size, shape and number. Previous studies have shown average accuracy measuring frontal sinus area, height and width; however, authors have associated such measurements with the frontal sinus index, obtaining better results. Therefore, the aim of the present study was to evaluate sexual dimorphism of the frontal sinus in Brazilian adults. The sample consisted of 255 lateral cephalometric radiographs of subjects between 20 and 40 years of age, 132 females and 123 males. Based on the methodology of Luo et al., 2018, the area (S) and the maximum frontal sinus height and width (AB and EF, respectively) were measured using computer-aided design software; and the ratio between AB and EF was taken as the frontal sinus index (R). The discriminant function developed by the authors was then applied to evaluate sexual dimorphism in the Brazilian population. The Shapiro-Wilk test was performed to assess the normality of the variables, and the Student's t-test and the Mann-Whitney test were used to check for gender differences. The reliability of the method was calculated using the intraclass correlation coefficient (ICC) and the coefficient of the variation (CV), and the Bland-Altman diagram. A new discriminant formula was calculated with the study data and machine learning techniques were used to improve the prediction of sex. The ICC was above 0.90 for all variables and the CV below 5%. In the Bland-Altman analysis the measurements were within confidence values. Adherence to the normality curve for males was observed only in the EF variable. The variables showed significant differences in relation to gender, and with the exception of R, where the male mean was 2.00 and the female mean was 2.40, all the means were higher for males. The original formula of the study had low accuracy, with a level of accuracy of only 8.33% for females. However, the formula calculated for Brazilians presented an accuracy of 70.20%; of the machine learning techniques, only the neural network presented a higher values than the one already obtained, of 73.30%. In conclusion, the new formula

showed an accuracy of 70.20% and can be applied as an auxiliary method in the assessment of frontal sinus sexual dimorphism in Brazilian adults.

Keywords: Forensic odontology. Frontal sinus. Forensic anthropology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Área do seio frontal-S	39
Figura 4.2 - Função Polygon selections- ImageJ	39
Figura 4.3 - Altura máxima do seio frontal- AB.....	40
Figura 4.4 - Função Straight- ImageJ.....	41
Figura 4.5 - Profundidade máxima do seio frontal- EF	42
Figura 5.1 - Gráfico Bland-Altman da variável S	46
Figura 5.2 - Gráfico Bland-Altman da variável AB.....	47
Figura 5.3 - Gráfico Bland-Altman da variável EF	48
Figura 5.4 - Gráfico Q-Q da variável S, segundo sexo.....	50
Figura 5.5 - Gráfico Q-Q- da variável AB, segundo sexo	51
Figura 5.6 - Gráfico Q-Q- da variável EF, segundo sexo	51
Figura 5.7 - Gráfico Q-Q da variável R, segundo sexo	52
Figura 5.8 - Histograma com densidade da variável S, segundo sexo	53
Figura 5.9 - Histograma com densidade da variável AB, segundo sexo	54
Figura 5.10 - Histograma com densidade da variável EF, segundo sexo	55

Figura 5.11 - Histograma com densidade da variável R, segundo sexo	56
Figura 5.12 - Box Plot da variável S, segundo sexo	57
Figura 5.13 - Box Plot da variável AB, segundo sexo	58
Figura 5.14 - Box Plot da variável EF, segundo sexo	59
Figura 5.15 - Box Plot da variável R, segundo sexo	60
Figura 5.16 - Descriptives Plot da variável S, segundo sexo	61
Figura 5.17 - Descriptives Plot da variável AB, segundo sexo.....	62
Figura 5.18 - Descriptives Plot da variável EF, segundo sexo.....	63
Figura 5.19 - Descriptives Plot da variável R, segundo sexo.....	64
Figura 5.20 - Apresentação da árvore de decisão	69
Figura 5.21 - Scatter Plot para a árvore de decisão	70
Figura 5.22 - Scatter Plot para a rede neural.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Concordância intra-examinador	45
Tabela 5.2 - Indicadores descritivos e testes de normalidade das variáveis S, AB, EF e R, segundo sexo	49
Tabela 5.3 - Diferença das variáveis S, AB, EF e R, segundo sexo, pelos testes Student's t e Mann-Whitney	65
Tabela 5.4 - Indicadores descritivos das variáveis S, AB, EF e R, segundo sexo.....	66
Tabela 5.5 - Matriz de confusão e resultados da análise discriminante com a fórmula original do estudo	67
Tabela 5.6 - Matriz de confusão e resultados da análise discriminante com a fórmula para brasileiros	68
Tabela 5.7 - Matriz de confusão e resultados da árvore	69
Tabela 5.8 - Matriz de confusão e resultados da Rede Neural (Neural Network).....	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ponto mais alto do seio frontal
AB	Altura máxima do seio frontal
B	Ponto mais baixo do seio frontal
CFO	Conselho Federal de Odontologia
cm	Centímetro
CV	Coeficiente de variação
DNA	Ácido desoxirribonucleico
E	Ponto mais posterior da parede do seio frontal
EF	Largura máxima do seio frontal
F	Ponto mais anterior da parede do seio frontal
FOUSP	Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo
FSS	Sistema de codificação por meio de características do seio frontal, na sigla em inglês. F- Presença ou ausência do seio frontal, S- Septo, S- Apêndice
IC	Intervalo de confiança
ICC	Coeficiente de correlação intraclase
INTERPOL	<i>International Police</i> , sigla em inglês (Organização Internacional de Polícia Criminal)
kV	Kilovoltagem
LAPI	Laboratório de Análise e Processamento de Imagens
M1	Momento 1 da calibração
M2	Momento 2 da calibração
mA	Miliamperagem
mm	Milímetro
R	Índice do seio frontal
S	Segundo
S	Área do seio frontal
SD	Desvio padrão
SE	Desvio padrão
SOR	Área do seio frontal/área da órbita
SOR1	Área do seio frontal esquerdo/área da órbita esquerda

SOR2

Área do seio frontal direito/área da órbita direita

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	REVISÃO DA LITERATURA	27
3	PROPOSIÇÃO	35
4	MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1	ASPECTOS ÉTICOS.....	37
4.2	MATERIAL.....	37
4.2.1	Caracterização amostral	37
4.2.2	Coleta de dados	38
4.3	MÉTODO.....	38
4.3. 1	Técnica	38
4.3.2	Fase de calibração	43
4.3.3	Análise estatística	43
5	RESULTADOS	45
5.1	CARACTERIZAÇÃO AMOSTRAL.....	45
5.2	CORRELAÇÃO INTRA-EXAMINADOR.....	45
5.3	ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS, SEGUNDO A FÓRMULA DE LUO ET AL.....	48
5.4	FÓRMULA DISCRIMINANTE DE ESTIMATIVA SEXUAL PARA BRASILEIROS.....	67
6	DISCUSSÃO	73
7	CONCLUSÃO	77
	REFERÊNCIAS	79
	ANEXO	83

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Legal é a área da ciência forense responsável pela interface entre a Odontologia e o Direito quando há a necessidade da colaboração ou até mesmo da intervenção do cirurgião-dentista, a serviço da Justiça¹.

De acordo com a Resolução CFO-63/2005:

“é a especialidade que tem como objetivo a pesquisa de fenômenos psíquicos, físicos, químicos e biológicos que podem atingir ou ter atingido o homem, vivo, morto ou ossada, e mesmo fragmentos ou vestígios, resultando lesões parciais ou totais reversíveis ou irreversíveis”².

Dentre as áreas de atuação, tem-se a identificação que corresponde à uma série de procedimentos para individualizar tanto uma pessoa quanto um objeto^{3,4}. Identificar um indivíduo é de extrema importância, seja por questões legais ou humanitárias, visto que dessa forma, as pessoas podem ter os seus deveres, cívicos e/ou penais, cobrados, assim como podem resguardar os seus direitos⁴.

O processo de identificação humana pode ser complexo, necessitando de uma abordagem multidisciplinar para uma correta identificação, por meio de técnicas que gerem resultados confiáveis⁵. Assim sendo, os métodos utilizados para identificação, de acordo com a classificação internacional da Organização Internacional de Polícia Criminal (INTERPOL, sigla em inglês de *International Police*)⁶, constituem o DNA, a papiloscopia e a odontologia legal - métodos esses considerados primários por possibilitarem a identificação de forma isolada, ou seja, sem a necessidade de outros meios auxiliares, rotineiramente usados em desastres em massa.

Em situações nas quais o cadáver encontra-se carbonizado ou esqueletizado, o DNA e a papiloscopia se tornam inviáveis, assim, uma análise odontológica ou antropológica poderá ajudar na determinação da identidade do indivíduo⁷. Em outras situações, os custos do exame de DNA tornam a realização da técnica inviável, e assim pode-se utilizar outras técnicas para identificação.

A antropologia forense corresponde à aplicação da antropologia física ou biológica ao processo legal, onde os estudos se concentram principalmente no

esqueleto humano⁸. Os antropólogos forenses aplicam técnicas científicas padrão desenvolvidas para identificar restos humanos e ajudar na detecção de crimes⁹.

Diferentemente da papiloscopia, do DNA e da odontologia legal, a antropologia forense não atinge a identificação isolada, ela direciona para um suspeito; sendo, portanto, considerada um método secundário. Dessa forma, atua como um auxiliar no processo de identificação em conjunto com o método primário ou quando a aplicação dos métodos primários pode ser limitada ou ausente, podendo fornecer, de forma individual ou juntamente com os demais métodos secundários, informações suficientes para realizar a identificação em casos selecionados¹⁰.

A análise antropológica pode ser realizada de forma qualitativa (antroposcopia) ou quantitativa (antropometria). O estudo das características individualizantes, na antropometria, é feito de forma objetiva, através de medições e estatísticas, permitindo, assim, a padronização e reprodutibilidade da técnica por outros pesquisadores¹¹.

Ao realizar uma análise antropológica forense, busca-se, primeiramente, realizar a delimitação do perfil biológico, através da estimativa de sexo, idade, estatura e ancestralidade¹², sendo a estimativa de sexo um dos primeiros passos, além de ser um dos mais importantes¹³.

A pelve é considerada o melhor indicador de sexo, com alto grau de confiabilidade, pois apresenta grande e considerável dimorfismo sexual, principalmente em adultos¹⁴. O diferencial entre os sexos consiste no fato de que, no sexo feminino, há uma concavidade sub-púbica e um aumento do tamanho da abertura pélvica permitindo, durante o parto, o nascimento de outros seres humanos¹⁴.

Entretanto, nem sempre é possível encontrar um esqueleto completo ou no qual a pelve esteja íntegra ou até mesmo presente. Diante de situações assim descritas, o crânio é considerado o segundo melhor indicador de estimativa de sexo^{13,15-18}.

A maioria das estruturas do crânio difere em suas características entre os sexos masculino e feminino¹⁸, pois o sexo masculino apresenta robustez e maiores áreas de inserção muscular; entretanto, os traços sexuais no esqueleto não se manifestam por completo até o desenvolvimento das características sexuais secundárias, que aparecem durante a puberdade¹⁹.

O exame radiográfico de estruturas cranianas é um método potencialmente útil em situações nas quais há fragmentos cranianos sem a possibilidade de uso dos arcos

dentais. É importante ainda que a característica morfológica estudada seja única e que permaneça estável ao longo dos anos, apesar dos processos de vida em curso²⁰.

A utilização de imagens radiológicas nas ciências forenses se deu um ano após a descoberta dos raios X por Roetgen, para demonstrar balas de chumbo alojadas na cabeça de uma vítima^{4,21}.

Vários autores denotam a importância da radiografia na delimitação do perfil biológico através de mensurações do crânio, da mandíbula, dos seios maxilares e dos seios frontais^{4,15,16,18,22,23}.

A análise dos seios frontais é uma técnica bastante utilizada na identificação pessoal em antropologia forense^{7,24-26}. Utilizando-se de imagens radiográficas *ante mortem* e *post mortem*, é possível comparar as variações dos seios frontais, tais como forma, simetria, tamanho, bordas externas e presença/número de células e septos⁴.

Os seios frontais são duas cavidades pneumáticas forradas por mucosas, situados entre as lâminas interna e externa do osso frontal, posteriormente às cavidades superciliares²⁷⁻³⁰. Ausentes ao nascimento, os seios frontais começam a se desenvolver entre dois e três anos de idade^{15,16,26-28,30,31}, entretanto não podem ser detectados radiograficamente até os cinco anos^{15,26-28,30-32}.

O crescimento do seio frontal é mais rápido durante a puberdade, estendendo-se além da parte média da crista superciliar e em direção à porção medial do teto da órbita³³⁻³⁵. Aos vinte anos de idade, aproximadamente, seu desenvolvimento se completa, permanecendo estável ao longo da vida, uma vez que é consideravelmente menos afetado por fatores externos (exceto pela ocorrência rara de fraturas, tumores e infecções graves)^{15,16,21,27-29,32,34}.

Relata-se, na literatura, que os seios frontais são mais largos no sexo masculino; no sexo feminino, os arcos superiores em forma de concha, são mais numerosos^{4,36}. Também foi encontrado que a conformação dos seios frontais é singular para cada indivíduo e que até mesmo gêmeos idênticos apresentam seios frontais com características distintas^{28,29,31,32,34,35,37}.

Schuller^a (apud Kiran et al.¹⁸) foi o primeiro a sugerir a possibilidade de se identificar uma pessoa pela comparação de imagens radiográficas do seio frontal. Desde então vários estudos têm sido conduzidos através da análise das

^aSchuller A. Das roentgenogramm der stirnhole: ein hilfsmittel fur die identitatsbestimmung von Schadlen, Monatsschr Ohernhelkd Laryngorhinol. 1921:55-1617-20.

características anatômicas dos seios frontais e suas variações, em diferentes grupos étnicos, para fins forenses^{15,16,18,20,26-39}.

Luo et al.¹⁵, em 2018, propuseram um método para se obter uma maior acurácia na discriminação sexual através do índice do seio frontal e da área do seio frontal utilizando telerradiografias. A área do seio frontal foi calculada por meio de um software, a partir de referências definidas pelo operador. A altura máxima e a largura máxima foram detectadas e o resultado da razão entre essas duas medidas, foi considerado como índice do seio frontal. Por meio de uma equação de função discriminante, pôde-se observar se o valor obtido indicava sexo feminino ou masculino.

Destarte pode-se considerar que os seios frontais constituem um importante parâmetro para a estimativa do dimorfismo sexual e demais propósitos forenses, pois variam consideravelmente, entre outras características, em tamanho, forma e número, e tornam-se, assim, únicos para cada indivíduo. Ademais no Brasil, não foram observados estudos que tenham analisado esse parâmetro para finalidade de estudar o dimorfismo sexual; dessa forma buscou-se, na presente pesquisa, verificar o dimorfismo sexual utilizando o método de Luo et al.¹⁵ em amostra brasileira.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Os seios frontais são cavidades pneumáticas bilaterais forradas por mucosas, situadas entre as lâminas interna e externa do osso frontal, posterior às cavidades superciliares²⁷⁻³⁰; sendo que cada seio frontal se abre no meato nasal médio correspondente através do infundíbulo^{27,28,30,32}.

Raramente os seios frontais (esquerdo e direito) são simétricos, devido à presença de um septo entre eles, o qual se desvia da linha média^{16,27}.

Ausentes ao nascimento, começam a se desenvolver durante o segundo ano de vida^{15,16,26-28,30,31}, entretanto, não são visíveis radiograficamente até os cinco anos de idade^{15,26-28,30,31}.

Moore e Ross³⁴, por sua vez, relatam que tais cavidades só são detectadas na radiografia aproximadamente aos seis anos de idade.

O seu crescimento começa a partir do quarto mês de vida intrauterina¹⁵ e continua lentamente até a puberdade^{16,31}, sendo mais rápido durante esse período, estendendo-se além da parte média da crista superciliar e em direção à porção medial do teto da órbita^{34,35}.

Por volta dos vinte anos de idade o crescimento cessa e o seio frontal permanece estável ao longo da vida, exceto quando há ocorrências raras de fraturas, tumores e infecções graves^{28,30}.

Em idades mais avançadas, pode ocorrer o alargamento das cavidades decorrente da reabsorção óssea^{27,28}. Por outro lado, Tatlisumak et al.²⁸, a fim de demonstrarem a prevalência e as características morfológicas do seio frontal em uma população do oeste da Turquia, observaram que uma tendência à diminuição das cavidades nas idades mais avançadas apenas no sexo feminino.

Desde que Schuller^b (apud Kiran et al.¹⁸) sugeriu a possibilidade de identificação humana através do seio frontal, em 1921, vários autores utilizam tal concavidade não só para identificação humana como para outros objetivos forenses^{15,16,18,20,26-39}.

^b Schuller A. Das roentgenogramm der stirnhole: ein hilfsmittel fur die identitatsbestimmung von Schadlen, Monatsschr Ohernhelkd Laryngorhinol. 1921:55-1617-20.

Buckland-Wright³⁶, em 1970, realizou um estudo radiográfico dos seios frontais nas primeiras populações britânicas- população britânica da idade do bronze, saxônica, romano-britânica e medieval- a fim de expressar, por meio de índices, a forma relativa dos seios frontais dessas populações. Em 177 radiografias pósterio-antérieures, foram mensuradas altura, largura e área de superfície, assim como a relação entre largura/altura, área/largura e área/altura. Os resultados mostraram variações maiores no tamanho e na forma dos seios frontais no sexo masculino, entre as populações estudadas. Estatisticamente as relações entre as medidas apontaram que as quatro populações poderiam ser divididas em dois grandes grupos: 1) romano britânica e medieval e 2) população britânica da idade do bronze e saxônica. Entretanto o autor ressalta que o tamanho da amostra estudada não foi grande o suficiente para permitir que a separação dos grupos seja considerada inequívoca.

Em 1987 Yoshino et al.²⁶ propuseram um sistema de classificação dos seios frontais com base na análise de características morfológicas, em radiografias pósterio-antérieures, seguindo uma determinada ordem: tamanho do seio frontal, assimetria bilateral, superioridade lateral, contorno da borda superior, septo parcial e células supra-orbitais. Esse sistema atribui um número de classe a cada característica morfológica e, assim, os padrões do seio frontal de uma determinada pessoa são formulados como um número de código. Organizando os números de classe em cada item de classificação como números de série, os autores encontraram mais de 20.000 combinações possíveis. Dessa forma, se as variáveis são consideradas independentes e uniformemente distribuídas na população, então a probabilidade de que dois indivíduos diferentes tenham números de código idênticos é muito remota.

Buscando aprimorar tal método Cameriere et al.³¹, em 2005, substituíram os itens morfológicos - tamanho do seio frontal e assimetria bilateral - por duas variáveis contínuas, obtidas como SOR1 (área do seio frontal esquerdo/área da órbita esquerda) e SOR2 (área do seio frontal direito/área da órbita direita), pois, segundo os autores, como as imagens podem diferir significativamente dependendo da posição do crânio no feixe de raios X, as novas variáveis poderiam reduzir essa fonte potencial de erro no tamanho do seio frontal. Embora o padrão de Yoshino et al.²⁶ possua mais de 20.000 combinações possíveis, Cameriere et al.³¹, em sua amostra, encontraram o mesmo código de identificação entre alguns pares de indivíduos, atribuindo esse fato às correlações significativas entre os sete parâmetros. Por outro lado, aplicando o novo método, com as variáveis SOR1 e SOR2, também em radiografias pósterio-

anteriores, cada indivíduo foi codificado por um padrão único de seio frontal, demonstrando ser um método viável para identificação, levando em consideração que essas alterações diminuíram significativamente a probabilidade de identificação incorreta de restos esqueléticos desconhecidos. Os autores salientam ainda que, como muitas características morfológicas, a distribuição do SOR pode variar de acordo com a ancestralidade, mesmo não estando relacionado ao sexo, aparentemente.

Cameriere et al.³⁸, em 2008, aplicaram o mesmo método em indivíduos pertencentes a grupos familiares com o objetivo de avaliar se o parentesco poderia afetar a proporção de identificações errôneas. Foram comparadas a proporção de falso-positivos em uma amostra com 99 indivíduos, na faixa etária de 15 a 74 anos, em 20 famílias da Irlanda do Norte, com uma amostra controle de 98 indivíduos sem parentesco. Os resultados apontaram que esse método permite a identificação individual com pequena probabilidade de falso-positivos, mesmo quando o parentesco é levado em consideração.

Cameriere et al.²⁰ também testaram a viabilidade do método, em 2019, em um estudo constituído por 150 imagens radiográficas de adultos chineses, entre 21 e 48 anos, demonstrando, mais uma vez, que o método desenvolvido reduziu significativamente a probabilidade de ter o mesmo número de código pessoal comparado com o método de Yoshino et al.²⁶.

A fim de avaliar a efetividade do seio frontal para estimativa sexual, Verma et al.¹⁶ e Belaldavar et al.²⁷ realizaram estudos mensurando a área do seio frontal juntamente com altura e largura máximas.

Verma et al.¹⁶, em 2014, estimaram tais características morfológicas, por meio de análise de regressão logística, em 100 radiografias realizadas pela técnica de Caldwell de indivíduos adultos de uma população do sul da Índia. Em um papel quadriculado e com um paquímetro determinaram as medidas supracitadas. Os resultados mostraram que a área direita apresentou maior precisão para estimar o sexo radiograficamente (61%), porém, não estatisticamente. E a análise de regressão logística foi tida como um mecanismo não confiável.

Acurácia média (64,6%) para estimar o dimorfismo sexual foi encontrada também em uma população de indianos, no estudo desenvolvido por Belaldavar et al.²⁷, em 2014. Os autores desenvolveram o estudo com o auxílio de um programa de computador no qual mensuraram a área, a largura e a altura máximas. O resultado

encontrado pode ser explicado, segundo os autores, por dois motivos. Um, pelo tamanho da amostra, que foi constituída por 300 radiografias pósterio-anteriores, de indivíduos entre 18 e 30 anos, sugerindo estudos posteriores com uma amostra maior. E outro, pela variação morfológica do seio frontal na população estudada.

Verma et al.³³, em 2015, combinaram padrões de seio frontal e septo nasal como auxílio na identificação humana. Em 149 cefalogramas digitais de indianos na faixa etária entre 20 e 45 anos de idade foram calculadas a distribuição de lobulações, área e relação altura/largura do seio frontal, assim como padrões do septo nasal de acordo com características de desvio (reto, desvio para a esquerda ou direita, sigmoide e sigmoide reverso) observados na radiografia. Os resultados apontaram que as características mais significativas do seio frontal foram observadas no sexo masculino, e, no que concerne aos padrões de septo nasal, o perfil reto foi o mais encontrado. Como o estudo apresentou uma correlação significativa entre vários padrões de seio frontal e septo nasal os autores concluíram que o uso combinado dos padrões estudados pode subsidiar uma identificação mais precisa.

Buscando aprimorar os resultados encontrados na literatura com relação ao uso do seio frontal como indicador de discriminação sexual alguns autores associaram o índice do seio frontal para obter melhores resultados^{15,18}, já que estudos anteriores apresentaram taxa de discriminação sexual menor quando comparados a métodos morfológicos tradicionais¹⁵.

Assim sendo, Kiran et al.¹⁸, em 2014, realizaram um estudo em 216 radiografias laterais de adultos entre 20 e 45 anos de idade, com o objetivo de desenvolver um novo método, através do índice do seio frontal, para auxiliar na estimativa sexual. Os autores estabeleceram a altura e a profundidade máximas e a razão entre elas foi tida como índice do seio frontal, o qual, por meio de função discriminante, foi usado para estimar o sexo. Os resultados mostraram diferenças significantes entre os sexos, sustentando as características dimórficas do seio frontal. A equação da função discriminante, por sua vez, apresentou uma taxa de acerto de 67,59%, demonstrando que a análise do índice do seio frontal apresenta-se como um método confiável para estimativa de sexo.

Luo et al.¹⁵, em 2018, a fim de aperfeiçoarem os resultados na estimativa sexual por meio do seio frontal desenvolveram um novo método associando a área ao índice do seio frontal. Por meio de um software, em 475 radiografias cefalométricas laterais de chineses adultos entre 20 e 40 anos, foram mensuradas a altura máxima, a

profundidade e a área do seio frontal, obtendo, por meio da razão entre a altura máxima e a profundidade máxima, o índice do seio frontal. Comparando separadamente os resultados obtidos do índice e da área do seio a análise estatística mostrou diferenças estatisticamente significantes entre os sexos. Os autores, então, elaboraram uma função discriminante a fim de demonstrar que melhor acurácia poderia ser alcançada unindo essas duas medidas; e, assim, uma acurácia de 76,6% foi obtida, corroborando a hipótese do estudo.

O seio frontal também foi estudado com propósito de avaliar sua eficácia na estimativa da idade. Como pôde ser observado no estudo realizado por Moore e Ross³⁴, em 2017, no qual objetivaram averiguar se o seio frontal poderia ser um parâmetro para a estimativa da idade juvenil. A amostra foi composta por 392 radiografias póstero-anteriores de crianças e adolescentes entre 0 e 18 anos, e foram examinadas e agrupadas em quatro categorias de idade com base na presença ou ausência do seio frontal. A análise estatística mostrou que a fase de desenvolvimento do seio frontal está significativamente relacionada à idade, entretanto, os autores ressaltam que como o estudo abordou faixas etárias muito amplas, salientam o uso em conjunto com outros métodos para estimativa da idade em subadultos.

Apesar do método radiográfico ser um processo cientificamente seguro e útil na área forense, ele pode apresentar algumas desvantagens, como a variação na incidência dos feixes de raios X, causando alterações importantes nas imagens obtidas^{35,39}.

Frente a essa questão a tomografia computadorizada representa uma técnica auxiliar com maior precisão e vantagens em relação ao método radiográfico convencional³⁵.

A fim de analisarem o uso da tomografia computadorizada de feixe cônico do seio frontal em investigação forense, Marques et al.³⁵, em 2014, mostraram que a singularidade do contorno do seio frontal demanda uma análise precisa e meticulosa e, assim, o uso da tomografia computadorizada torna-se uma alternativa de se obter imagens do seio, promovendo maior confiabilidade. Os autores ainda ressaltam que o corte axial deve ter seu plano tangente ao limite superior das cavidades orbitárias e que o corte sagital deve ser feito sob a linha média para que todos os limites do seio frontal sejam observados e a margem de erro diminuída.

Em 2017, Tatlisumak et al.²⁸ realizaram um estudo com o propósito de definir as dimensões do seio frontal em grupos padronizados tanto por sexo quanto por idade.

Com uma amostra composta por 360 tomografias paranasais de adultos turcos acima de 20 anos de idade, divididos em grupos, por meio de programas de computador, foram mensurados largura, altura, comprimento ântero-posterior e volume de cada seio frontal, sendo que a largura e a altura foram medidas no plano coronal e o comprimento ântero-posterior foi medido no plano axial. Os resultados mostraram que as medidas, em sua maioria, obtiveram valores máximos no sexo feminino para o grupo de idade de 60 a 69 anos, e no sexo masculino, na faixa etária de 30 a 39 anos. Foi observado, também, que de uma maneira geral o tamanho dos seios frontais aumentou com a idade nas mulheres e diminuiu entre os homens com mais de 50 anos. Os autores, então, concluíram que os seios frontais apresentaram diferenças nas dimensões em grupos de idade distintos.

Souza Jr. et al.²⁹, em 2018, obtiveram uma boa precisão de identificação pessoal por meio de um novo método automático para segmentação e reconhecimento do seio frontal utilizando imagens de tomografia computadorizada. A amostra foi composta por 310 imagens de indivíduos acima de 20 anos e a segmentação manual também foi realizada nessas imagens a fim de avaliar a performance e a eficácia do modelo proposto. Os resultados apresentaram uma precisão de identificação de 77,25% da segmentação automática e um coeficiente de Kappa médio considerado quase perfeito quando em comparação com a segmentação manual. Sendo assim, os autores concluíram que o reconhecimento automático do seio frontal com base em características extraídas de imagens de tomografia computadorizada apresentou-se como uma alternativa eficaz e viável, inclusive em situações nas quais métodos tradicionais não podem ser utilizados.

Tatlisumak et al.³², em 2007, por meio de imagens de tomografia computadorizada, estabeleceram um sistema de codificação para identificar corpos desconhecidos empregando características e medidas determinadas do seio frontal. Conhecido como sistema FSS, na sigla em inglês, as características analisadas correspondiam à F- presença ou ausência do seio frontal; S- septo e S- apêndice. Mensurando também a largura, a altura, o comprimento ântero-posterior do seio frontal e as distâncias entre os pontos mais altos dos seios da face e entre os pontos mais altos de cada seio até seu limite lateral máximo, os autores aplicaram o modelo proposto em cem tomografias paranasais de adultos turcos entre 20 e 69 anos idade. Pela análise estatística o estudo obteve uma taxa de sucesso de 93% na discriminação de casos pelo sistema FSS, demonstrando ser um método adequado

na identificação de corpos desconhecidos. Com a adição das medições ao sistema, essa taxa aumentou para 98%; entretanto, como ressaltam os autores, elas estariam sujeitas a viés, o que, na prática, diminuiria esse valor.

Aplicando o mesmo método Soares et al.³⁹, em 2016, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a aplicabilidade do sistema FSS por meio de tomografia computadorizada *cone beam* e radiografias cefalométricas. Em 26 crânios secos pertencentes à Gerência de Medicina Legal da Paraíba, foram realizadas radiografias pósterio-anteriores e laterais dos crânios, assim como reconstruções *cone beam* em corte coronal e, em caso de dúvidas, avaliação em cortes axial e sagital. Os resultados mostraram que os parâmetros analisados foram consonantes em sua maioria, porém a tomografia computadorizada *cone beam* apresentou resultados de concordância relativamente maiores quando em comparação com a técnica radiográfica. Concluindo, os autores alegaram que a despeito de o método apresentar maior confiabilidade em imagens por tomografia computadorizada, a adaptação proposta para radiografias extrabucais, mais acessíveis para diagnóstico e estudo, também apresentou bons resultados.

Uthman et al.³⁷, em 2010, aplicaram o sistema FSS em associação com mensurações do crânio para auxiliar na identificação de pessoas desconhecidas. Para as mensurações do crânio foram incluídos o comprimento máximo e a largura máxima do crânio, assim como a distância bregma-próstio; sendo que o comprimento máximo e a distância bregma-próstio foram realizados em vista lateral e a largura máxima em plano coronal. Empregando o modelo proposto em uma população iraquiana consistindo em 90 indivíduos, distribuídos igualmente em ambos os sexos, entre 20 e 49 anos de idade, a análise discriminante expressou uma eficácia do seio frontal em identificar o gênero de 76,9%. No entanto, somando as medidas do seio frontal com as medidas do crânio a acurácia aumentou para 85,9%. Dessa forma os autores concluíram que a associação de medidas do seio frontal com demais características da face melhoraram a precisão da estimativa sexual por meio de análise discriminante.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo é avaliar dimorfismo sexual do seio frontal em adultos brasileiros.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP), a fim de cumprir todas as exigências da Resolução 466/12⁴⁰. A pesquisa só teve início após a aprovação- Parecer 10521419.0.0000.0075 (ANEXO A).

4.2 MATERIAL

4.2.1 Caracterização amostral

Para realizar o dimorfismo sexual do seio frontal em adultos brasileiros foi calculada uma amostra composta por 300 telerradiografias laterais, de indivíduos entre 20 e 40 anos de idade, sendo 150 do sexo masculino e 150 do sexo feminino.

Como critério de inclusão foram consideradas imagens de indivíduos entre a faixa etária supracitada e com uma boa visualização do seio frontal. Dessa forma as imagens que apresentassem baixa qualidade que poderia dificultar e/ou impossibilitar a visualização clara do seio frontal foram excluídas.

Não foram considerados fatores de exclusão, como alargamento anormal do seio frontal ou demais anormalidades patológicas devido ao fato de que a amostra foi obtida por acervo de laboratório- Laboratório de Análise e Processamento de Imagens- LAPI, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP), imagens estas realizadas anteriormente para fins terapêuticos, sem informações a respeito de possíveis patologias dos seios frontais dos indivíduos.

4.2.2 Coleta de dados

As imagens radiográficas digitais (telerradiografias) foram fornecidas pelo Laboratório de Análise e Processamento de Imagens- LAPI, da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP).

As telerradiografias foram obtidas com o aparelho Cranex D (Soredex, Tuusula, Finlândia), com regime de trabalho de 85kV (quilovoltagem), 10mA (miliamperagem) e 8s (segundos) de exposição e com distância focal de 1721mm (milímetros). As imagens foram captadas por meio de sensor CCD com área de 221,2 mm x 6,1 mm, com o paciente posicionado no Plano de Frankfurt paralelo ao solo.

4.3 MÉTODO

4.3.1 Técnica

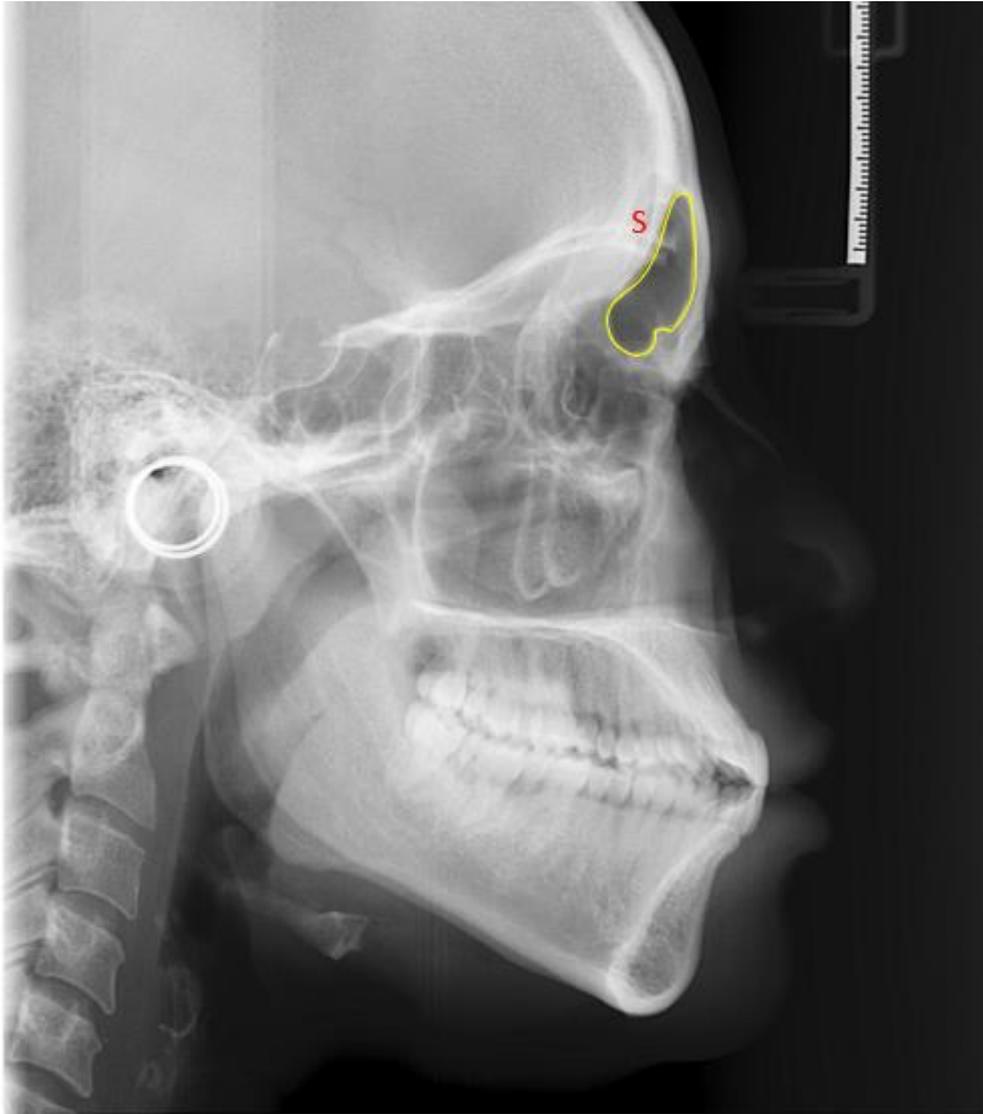
As imagens de raio-X foram processadas usando um programa de desenho assistido por computador, o ImageJ.

Seguindo a classificação de Luo et al.¹⁵, as variáveis estudadas foram: a área do seio frontal e o índice do seio frontal.

Primeiramente foi realizada a calibração do programa ImageJ em centímetros (cm), considerando 136 pixels= 1 cm, com a finalidade de padronizar todas as medidas.

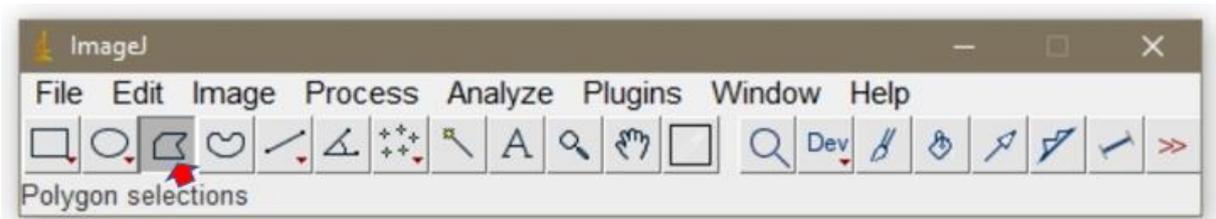
Para se obter a área do seio frontal, definida por Luo et al.¹⁵ como “S” (Figura 4.1), a borda periférica do seio frontal foi traçada, através da função “Polygon selections” (Figura 4.2), sendo que a medida foi fornecida pelo próprio programa.

Figura 4.1 - Área do seio frontal- S



Fonte: O autor.

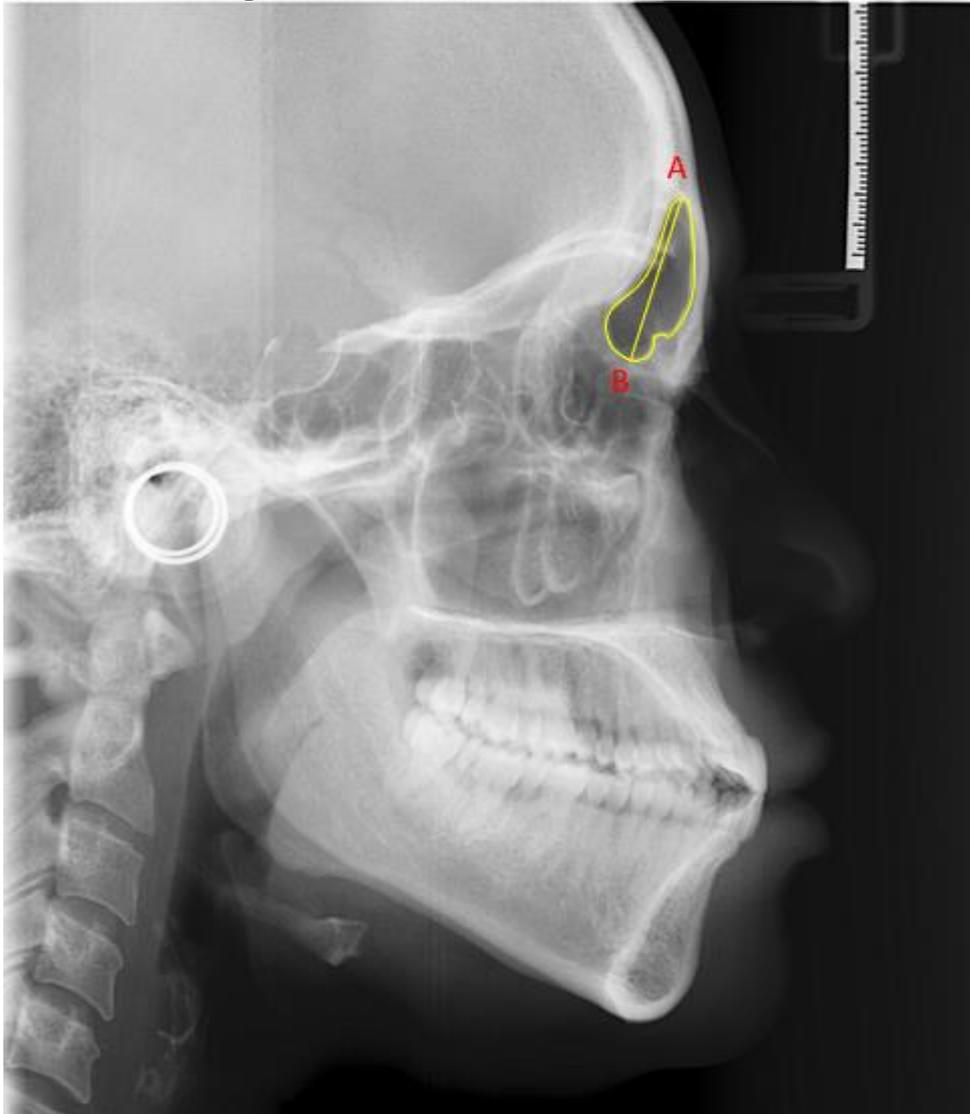
Figura 4.2 - Função Polygon selections- ImageJ



Fonte: O autor.

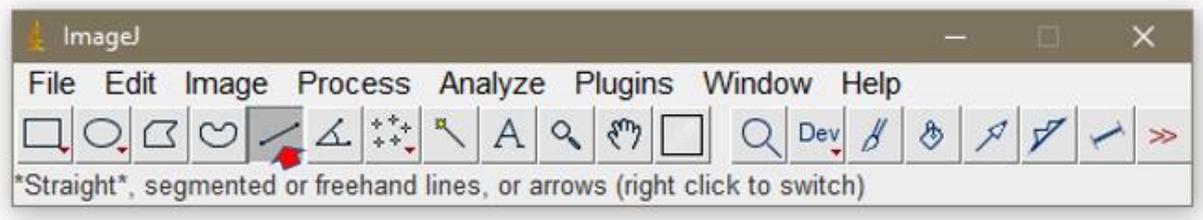
Para a determinação do índice frontal inicialmente foram detectados o ponto mais alto (A) e o ponto mais baixo (B) do seio frontal, formando a linha AB, correspondente à altura máxima do seio frontal (Figura 4.3). A linha AB foi traçada usando a ferramenta “Straight” (Figura 4.4).

Figura 4.3 - Altura máxima do seio frontal- AB



Fonte: O autor.

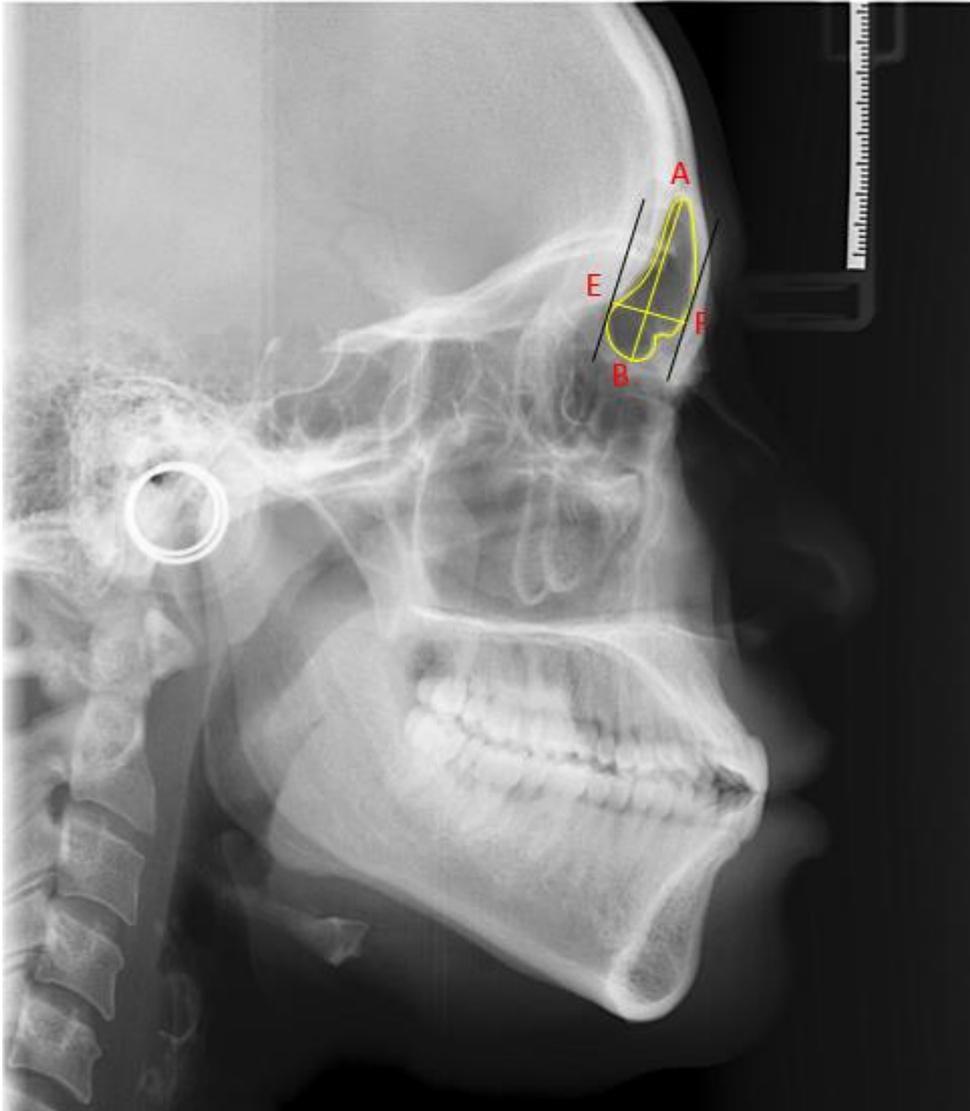
Figura 4.4 - Função Straight- ImageJ



Fonte: O autor.

Paralelamente à linha AB, duas linhas externas, com a ferramenta “Straight”, foram traçadas para se obter o ponto mais posterior (E) e o ponto mais anterior (F) da parede do seio frontal (representadas em preto na Figura 4.5). Unindo as linhas externas, através de uma linha perpendicular à linha AB, tem-se a linha EF, correspondendo à profundidade máxima do seio frontal (Figura 4.5).

Figura 4.5 - Profundidade máxima do seio frontal- EF



Fonte: O autor.

O índice do seio frontal (R), então, foi definido como a razão entre AB e EF.

A discriminação sexual, enfim, é dada por meio de uma função discriminante: $D = 1,035R - 0,607S - 1,911$, sendo que $D > 0$ indica sexo feminino e $D < 0$ indica sexo masculino.

A partir dos resultados encontrados foi elaborada uma fórmula específica para discriminação sexual, através do seio frontal, em adultos brasileiros e assim, comparou-se a eficácia da fórmula original com a da fórmula desenvolvida para este trabalho.

4.3.2 Fase de calibração

Anteriormente à análise das telerradiografias constituídas na amostra foi realizada a calibração intra-examinador.

Dez imagens radiográficas, previamente cegadas pela orientadora do estudo, assim como todas as imagens, foram analisadas, para aprimoramento da técnica.

Duas semanas depois foi realizada uma nova análise dessas imagens para posterior verificação de concordância intra-examinador.

4.3.3 Análise estatística

A população de estudo foi baseada na comparação de duas amostras independentes, com os seguintes parâmetros estatísticos: Alpha=95%, Beta=80%, Diferença da média 0,2, desvio padrão nos dois grupos de 0,7 e mais 20% de perda totalizando, 120 por grupo.

Para verificar a concordância intra-examinador foram utilizadas as medidas: Coeficiente de variação e Coeficiente de correlação intra-classe. Também foi realizado o diagrama de Bland-Altman.

Foi realizada estatística descritiva das variáveis S, AB, EF e R; foram apresentados os indicadores, média, erro padrão da média, mediana, desvio padrão, valores mínimos e máximos, moralidade e quartis.

Para verificar a normalidade das variáveis foi realizado o teste de Shapiro-Wilk e apresentados os gráficos Q-Q.

Para visualizar as diferenças entre as variáveis S, AB, EF e R por sexo, os dados foram apresentados em Histograma com densidade, Box Plot e Descriptives Plot.

Foram realizados os testes t de Student e Mann-Whitney para verificar se houve diferença entre as variáveis, segundo o sexo.

Para tentar estimar o sexo segundo as variáveis de estudo, foi utilizada a fórmula derivada da análise discriminante linear do estudo de Luo et al.¹⁵:

$$D = 1,035R - 0,607S - 1,911.$$

São apresentadas a matriz de confusão e a probabilidade de acerto.

Foi calculada uma nova fórmula discriminante com os dados do estudo e também foram apresentadas a matriz de confusão e a probabilidade de acerto.

Para melhorar a predição do sexo, foram utilizadas técnicas de Machine Learning (aprendizado de máquinas). Os dados foram trabalhados na linguagem R. Foram realizadas duas técnicas de classificação: as árvores de decisão e as redes neurais; foram apresentadas também matriz de confusão e a probabilidade de acerto, além da visualização da árvore de decisão. Para a visualização da classificação pelas variáveis R e S, foram elaborados os Scatter Plot.

Foram utilizados os programas estatísticos Jamovi, Medcalc e R. O nível de significância foi de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO AMOSTRAL

Foram analisadas 300 telerradiografias laterais, sendo 150 do sexo feminino e 150 do sexo masculino.

Durante as análises algumas imagens apresentaram valores discrepantes da média encontrada e pela análise estatística tais imagens foram excluídas.

Dessa forma a amostra final foi composta por 255 imagens radiográficas laterais; 132 do sexo feminino e 123 do sexo masculino.

5.2 CORRELAÇÃO INTRA-EXAMINADOR

Antes do início das análises, foi verificada a precisão dos métodos, como mostra a Tabela 5.1, indicando o Coeficiente de Variação (CV) e o Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) para as variáveis S, AB e EF. Os indicadores demonstraram uma precisão alta em todas as variáveis. O mais baixo foi o EF (CV= 4,04, ICC= 0,92), mas ainda com bons resultados.

Tabela 5.1 - Concordância Intra-examinador

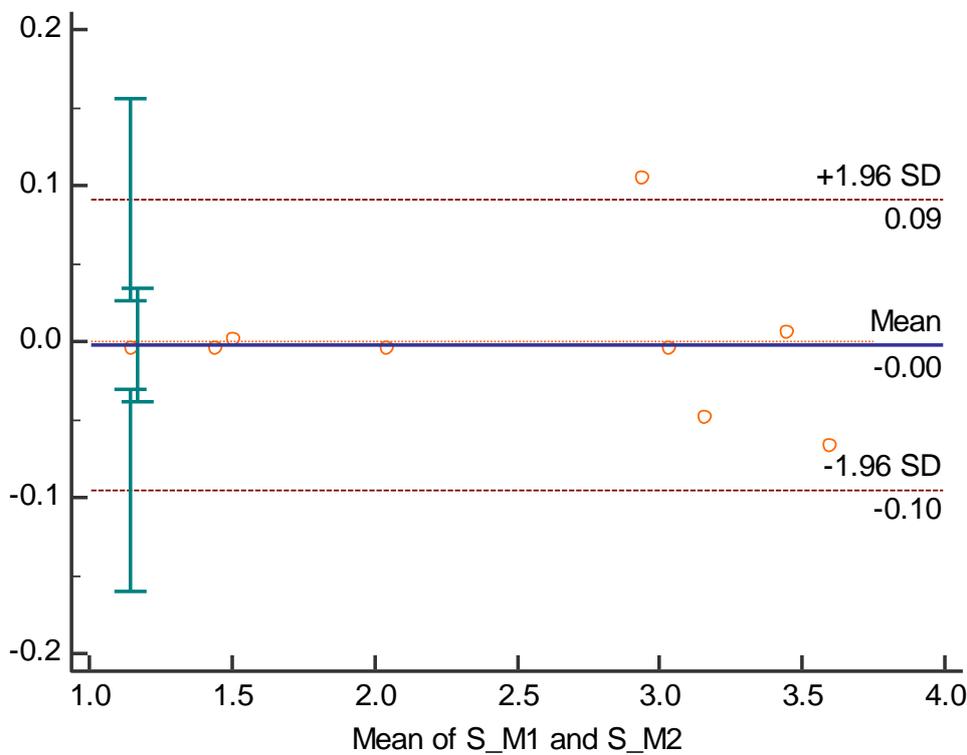
	CV (%)	ICC
S	2,07 (0,00-2,95)	0,99 (0,98-0,99)
AB	1,68 (0,00-2,67)	0,99 (0,98-0,99)
EF	4,04 (0,00-6,47)	0,92 (0,73-0,99)

CV= Coeficiente de Variação, ICC= Coeficiente de Correlação Intraclasse.

Fonte: O autor.

O diagrama de Bland-Altman representa a dispersão entre as médias individuais das variáveis nos dois momentos de análise (momento 1- M1 e momento 2- M2) durante a fase de calibração e as diferenças individuais entre as medidas. Para cada variável (S= Figura 5.1, AB= Figura 5.2, EF= Figura 5.3) foi realizado um gráfico de Bland-Altman, onde pode-se observar que a maioria dos valores estão dentro do intervalo de confiança.

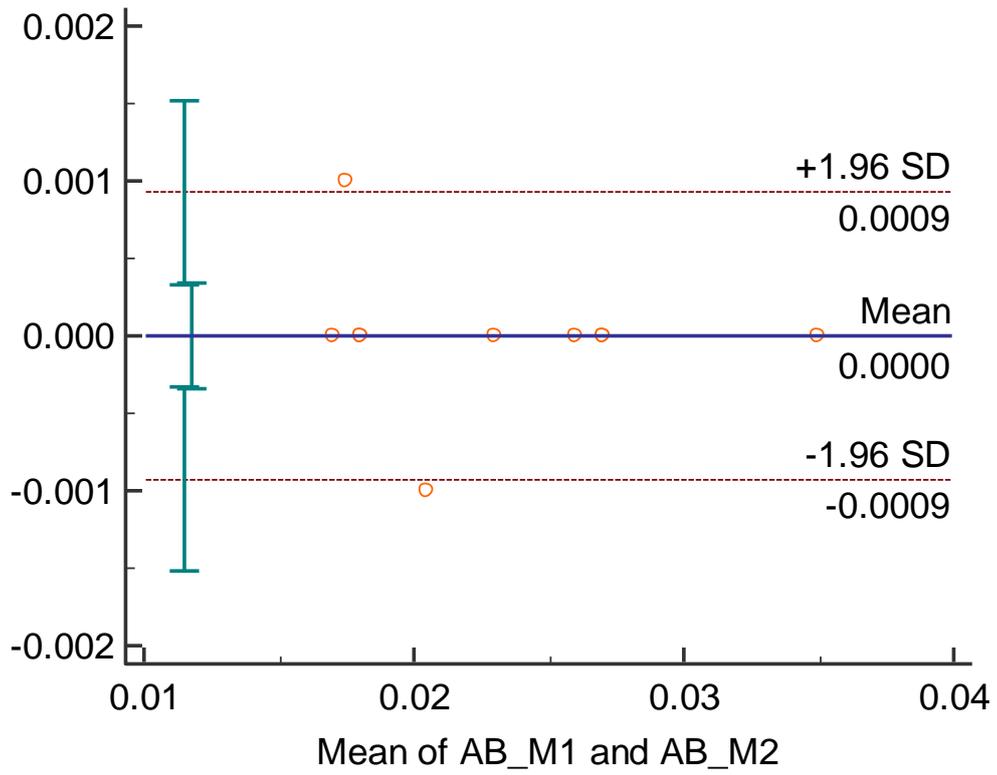
Figura 5.1 - Gráfico Bland-Altman da variável S



M1= Momento 1, M2= Momento 2, SD= Desvio padrão. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

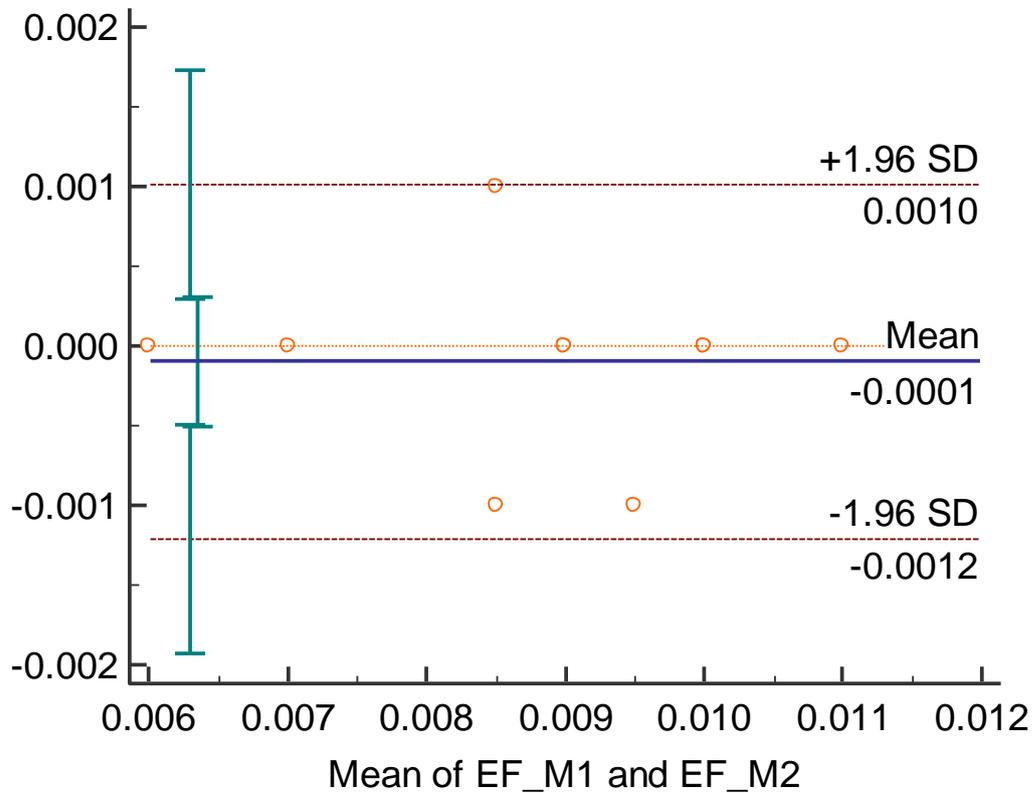
Figura 5.2 - Gráfico Bland-Altman da variável AB



M1= Momento 1, M2= Momento 2, SD= Desvio padrão. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Figura 5.3 - Gráfico Bland-Altman da variável EF



M1= Momento 1, M2= Momento 2, SD= Desvio padrão. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

5.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS, SEGUNDO A FÓRMULA DE LUO ET AL.

Foram analisadas 255 imagens, sendo 132 do sexo feminino e 123 do sexo masculino. A Tabela 5.2 apresenta os principais indicadores estatísticos descritivos para as variáveis S, AB, EF e R, segundo sexo.

No sexo masculino, para a variável R, a média e a mediana foram coincidentes, com valor igual a 2, porém, de modo geral, os valores da média e da mediana encontram-se próximos, para todas as variáveis estudadas. Pôde-se observar também, que, com exceção da variável R, todas as médias masculinas foram maiores que as médias femininas.

Tabela 5.2 - Indicadores descritivos e testes de normalidade das variáveis S, AB, EF e R, segundo sexo

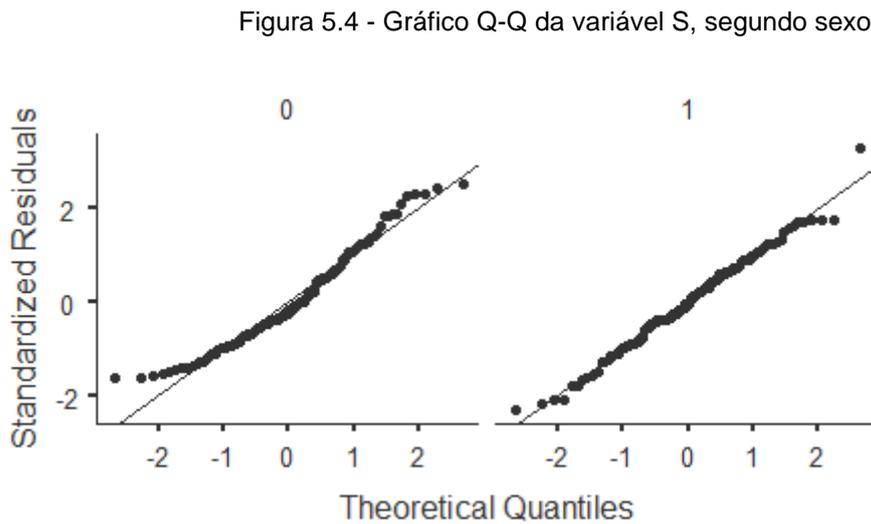
	Sexo	S	AB	EF	R
N	Feminino	132	132	132	132
	Masculino	123	123	123	123
Média	Feminino	2,20	2,84	1,20	2,40
	Masculino	2,79	2,97	1,52	2,00
Média de erro padrão	Feminino	0,06	0,05	0,02	0,04
	Masculino	0,06	0,04	0,02	0,03
Mediana	Feminino	2,08	2,75	1,23	2,37
	Masculino	2,77	2,96	1,54	2,00
Desvio padrão	Feminino	0,71	0,60	0,24	0,43
	Masculino	0,69	0,48	0,27	0,37
Mínimo	Feminino	1,06	1,62	0,64	1,56
	Masculino	1,21	1,77	0,90	1,21
Máximo	Feminino	4,00	4,87	1,77	3,66
	Masculino	5,05	3,92	2,09	3,73
Shapiro-Wilk W	Feminino	0,96	0,97	0,98	0,99
	Masculino	0,99	0,98	0,98	0,96
Shapiro-Wilk p	Feminino	0,01	0,01	0,11	0,15
	Masculino	0,55	0,14	0,07	0,01
25° percentil	Feminino	1,69	2,44	1,01	2,08
	Masculino	2,33	2,66	1,32	1,74
50° percentil	Feminino	2,08	2,75	1,23	2,37
	Masculino	2,77	2,96	1,54	2,00
75° percentil	Feminino	2,64	3,23	1,38	2,65
	Masculino	3,26	3,34	1,75	2,22

AB= Altura máxima, EF= Largura máxima, R= Índice do seio frontal, S= Área.

Fonte: O autor.

Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade das variáveis, apresentadas pelos gráficos Q-Q (Figura 5.4 a Figura 5.7).

Para a variável S, foi verificada adesão à curva normal para o sexo feminino e não adesão para o sexo masculino (Figura 5.4).

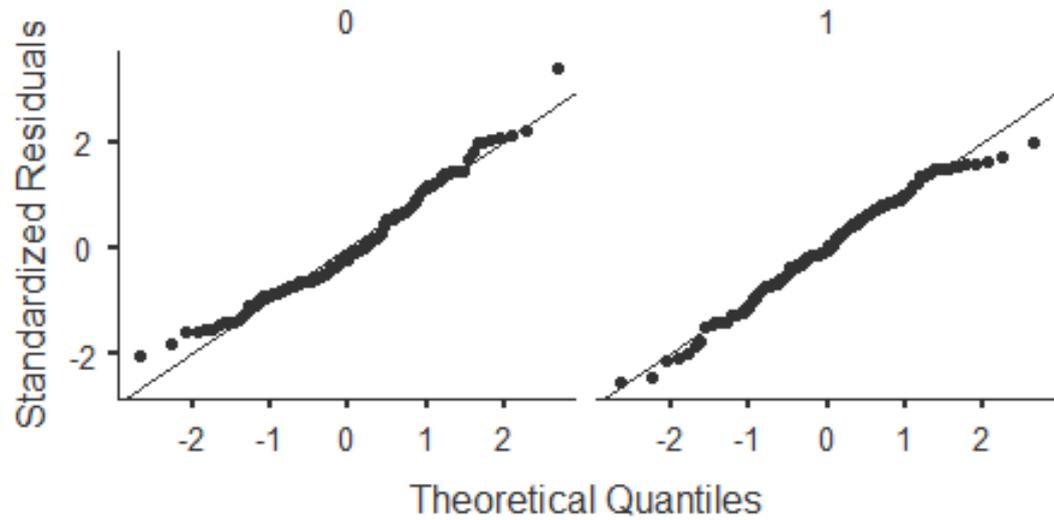


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Para a variável AB, foi verificada adesão à curva normal para o sexo feminino e não adesão para o sexo masculino (Figura 5.5).

Figura 5.5 - Gráfico Q-Q da variável AB, segundo sexo

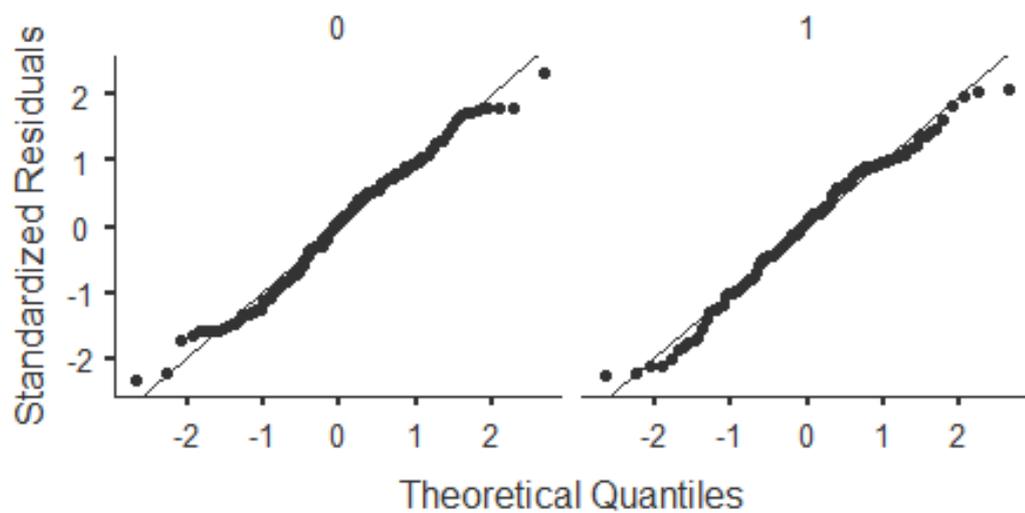


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Para a variável EF, foi verificada adesão à curva normal para o sexo masculino e não adesão para o sexo feminino (Figura 5.6).

Figura 5.6 - Gráfico Q-Q da variável EF, segundo sexo

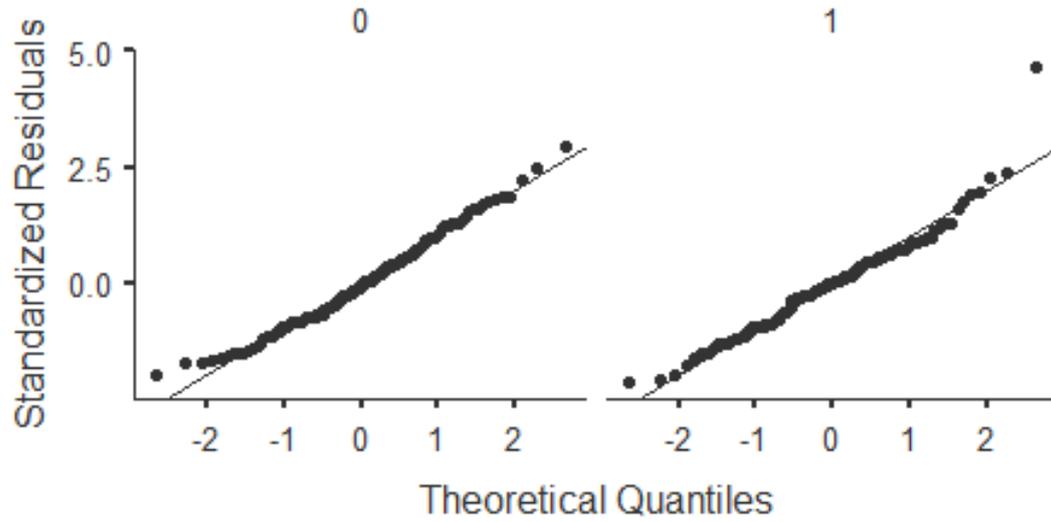


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Para a variável R, foi verificada adesão à curva normal para o sexo feminino e não adesão para o sexo masculino (Figura 5.7).

Figura 5.7 - Gráfico Q-Q da variável R, segundo sexo



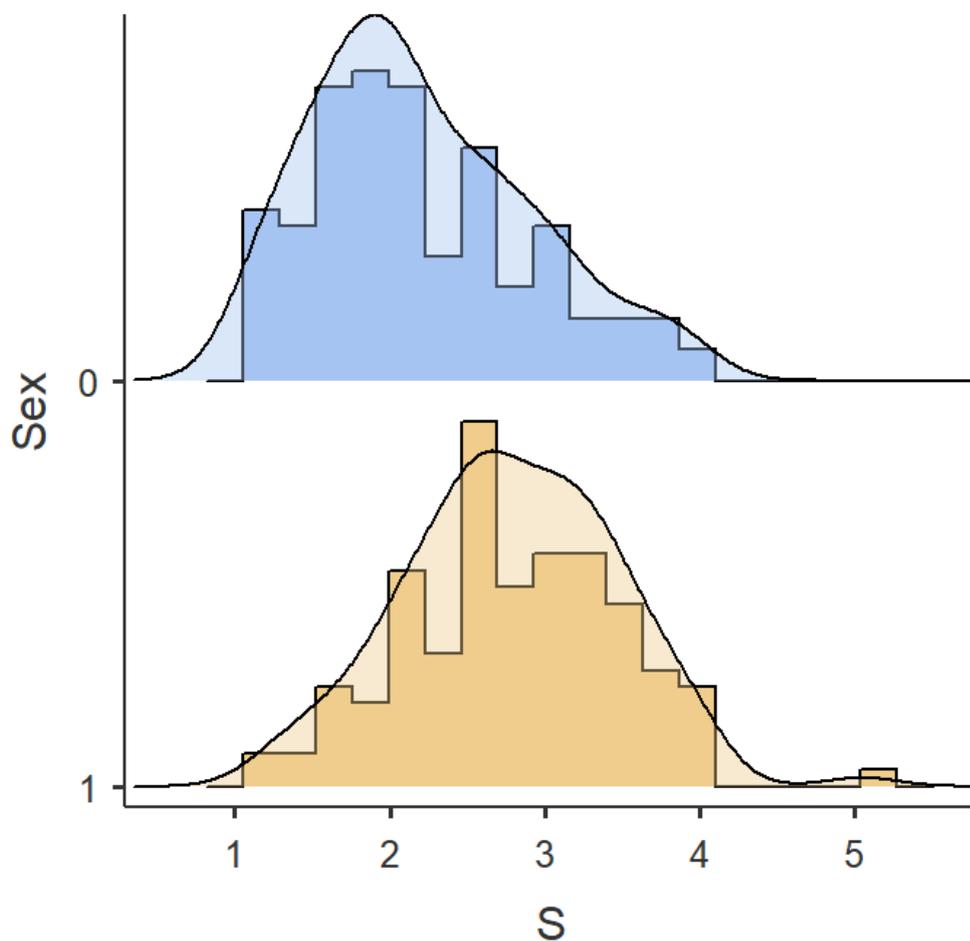
0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Para visualizar as diferenças entre as variáveis, por sexo, os dados são apresentados em Histograma com densidade (Figura 5.8 a Figura 5.11), Box Plot (Figura 5.12 a Figura 5.15) e Descriptives Plot (Figura 5.16 a Figura 5.19).

Com relação ao histograma com densidade, foi possível observar que a distribuição de frequência foi maior para o valor de S nas categorias mais altas para o sexo masculino (Figura 5.8).

Figura 5.8 - Histograma com densidade da variável S, segundo sexo

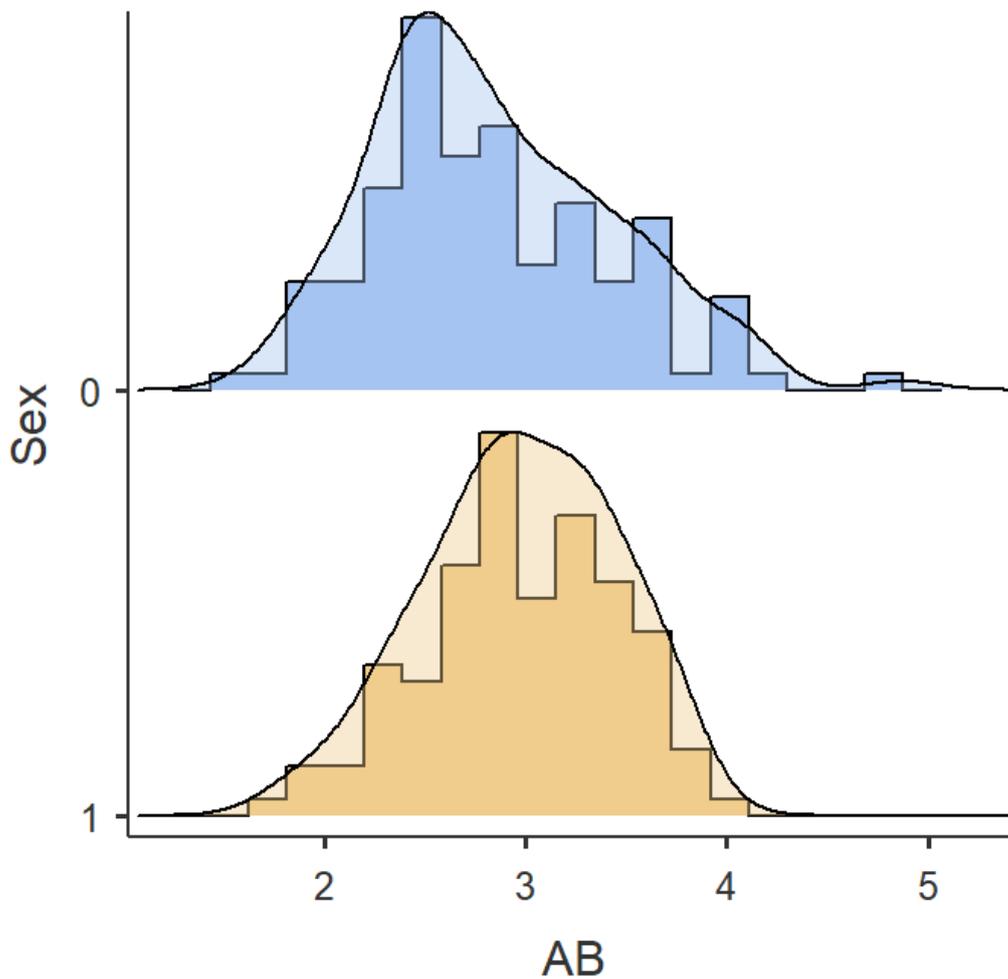


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, S= Área. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao histograma com densidade, foi possível observar a mesma tendência da distribuição de frequência, sendo maior para o valor de AB nas categorias mais altas para o sexo masculino (Figura 5.9).

Figura 5.9 - Histograma com densidade da variável AB, segundo sexo

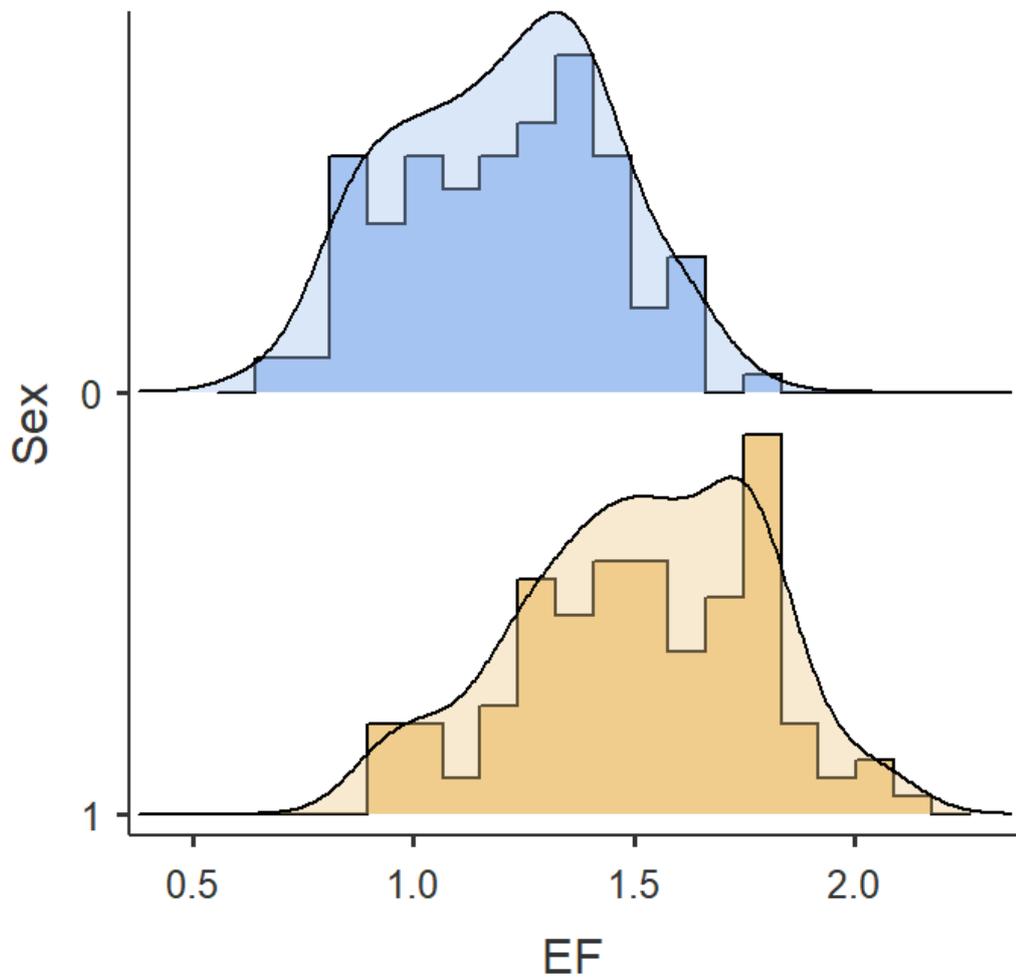


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, AB= Altura máxima. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao histograma com densidade, foi possível observar a mesma tendência da distribuição de frequência, tendo sido maior para o valor de EF nas categorias mais altas para o sexo masculino (Figura 5.10).

Figura 5.10 - Histograma com densidade da variável EF, segundo sexo

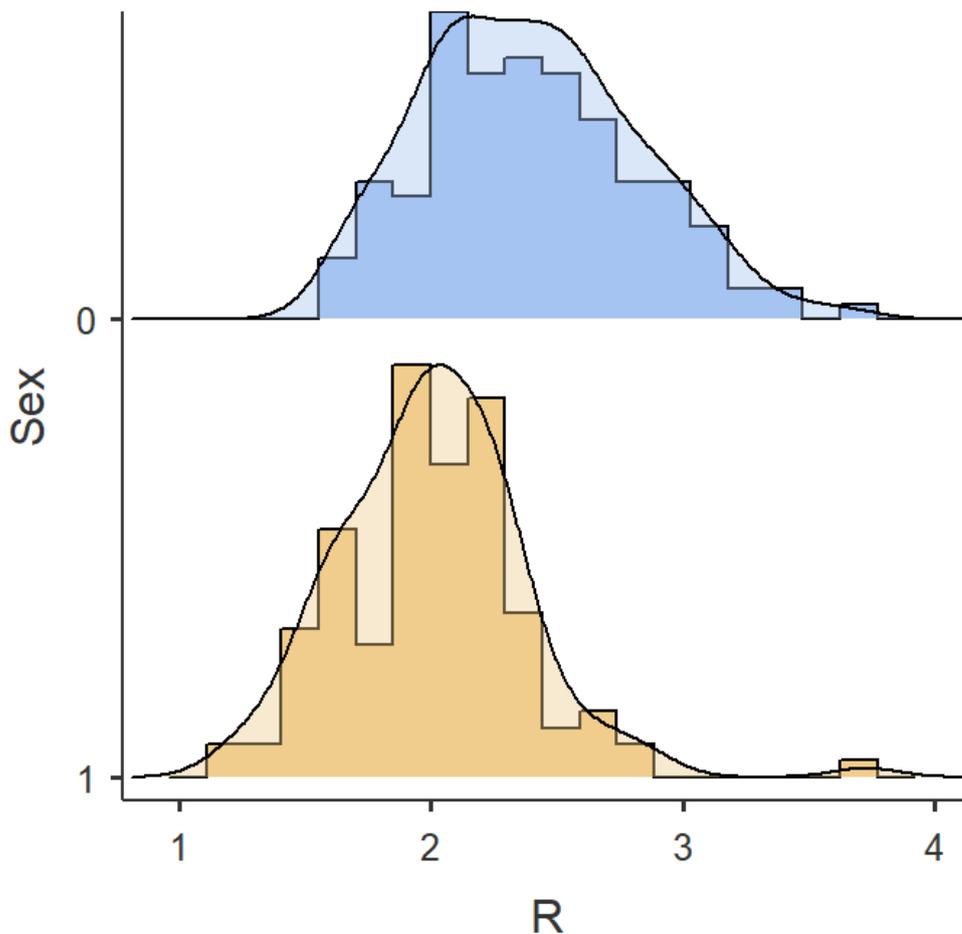


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, EF= Largura máxima. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao histograma com densidade, foi possível observar tendência da distribuição de frequência maior para o valor de R nas categorias mais altas para o sexo feminino (Figura 5.11).

Figura 5.11 - Histograma com densidade da variável R, segundo sexo



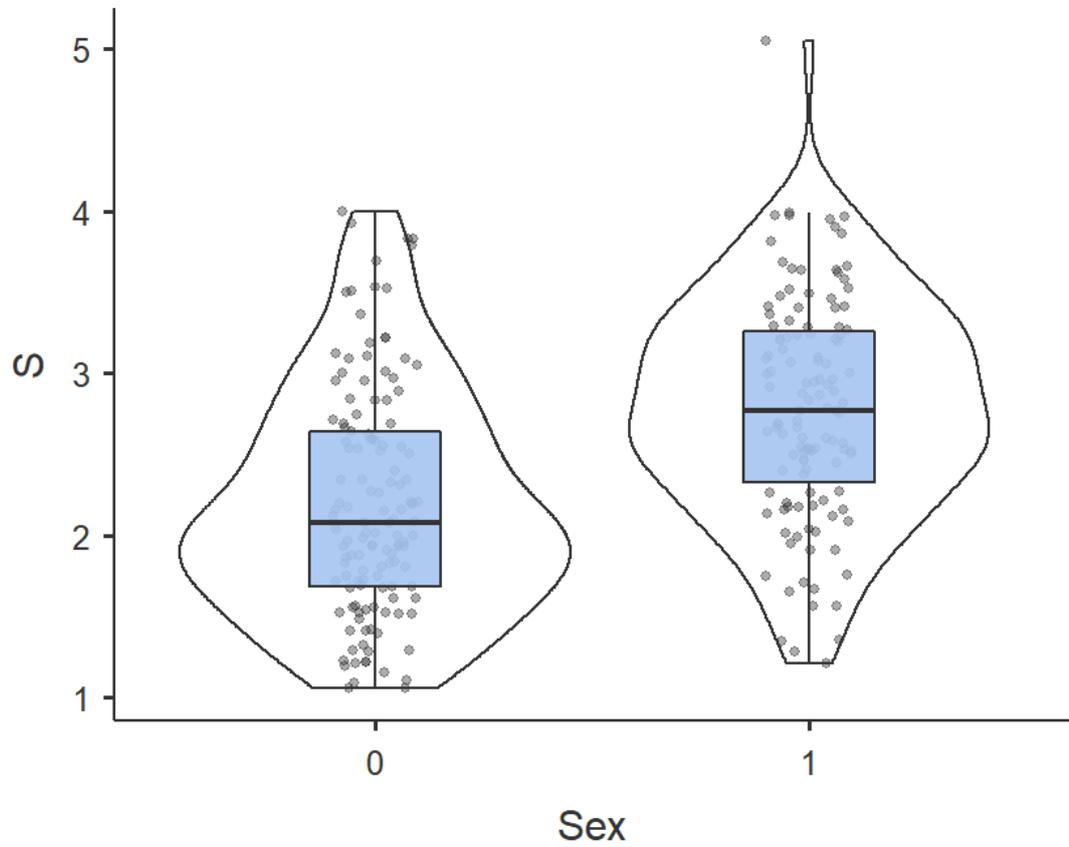
0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, R= Índice do seio frontal. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Os gráficos de 5.12 a 5.15 apresentam a distribuição empírica das variáveis, segundo sexo, por meio de Box Plot.

Com relação ao Box Plot, observou-se que a média da Variável S no sexo feminino foi de 2,20 e no sexo masculino de 2,79 (Figura 5.12).

Figura 5.12 - Box Plot da variável S, segundo sexo

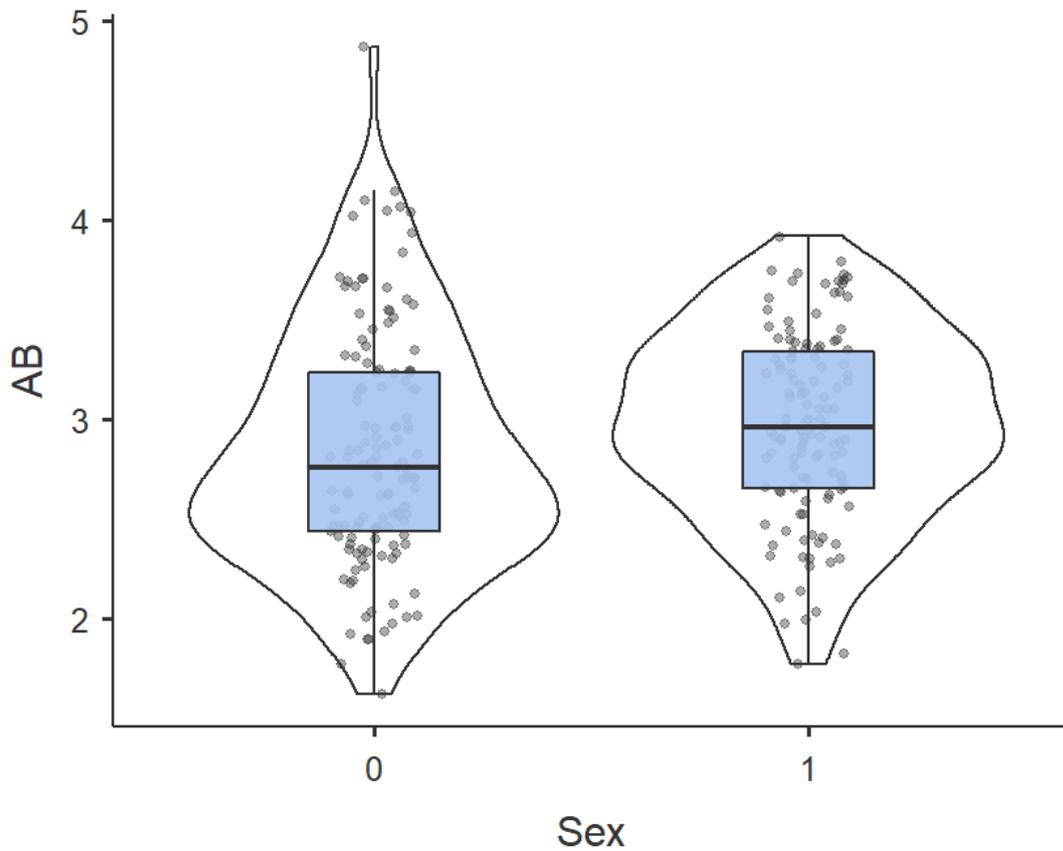


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, S= Área. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao Box Plot, foi possível verificar que a média da Variável AB no sexo feminino foi de 2,84 e no sexo masculino de 2,97 (Figura 5.13).

Figura 5.13 - Box Plot da variável AB, segundo sexo

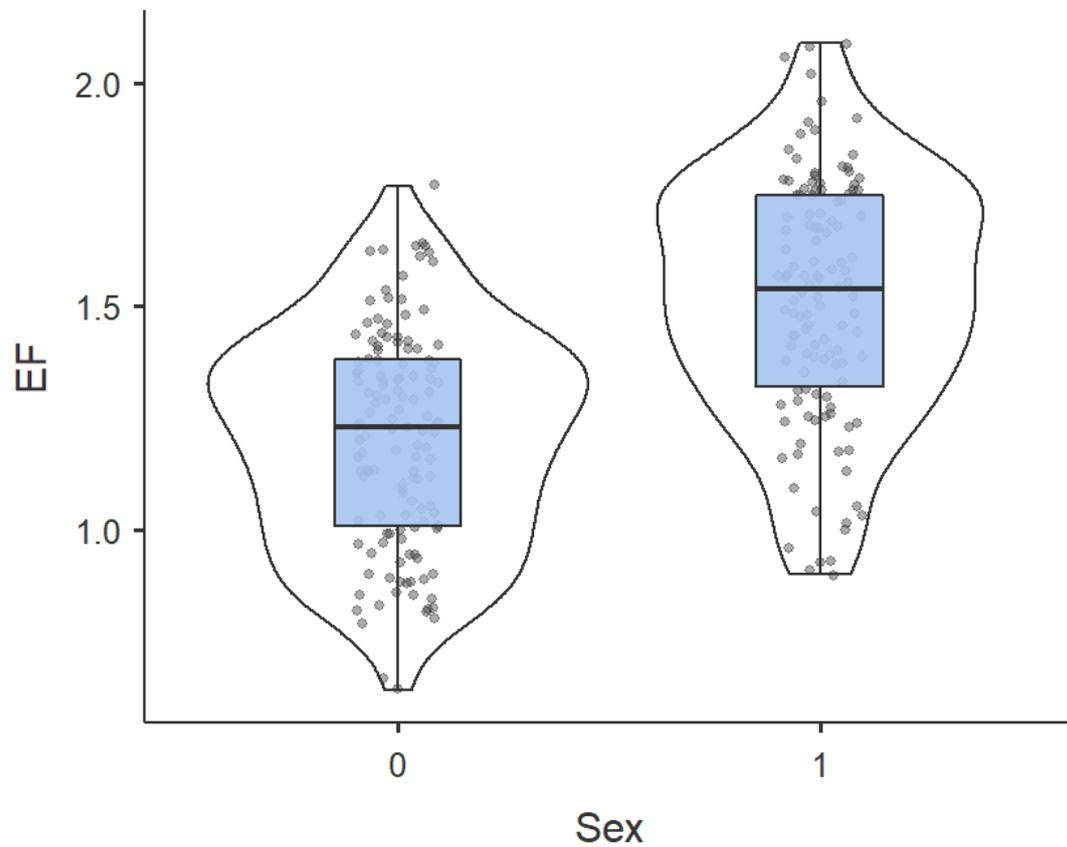


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, AB= Altura máxima. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao Box Plot, observou-se que a média da Variável EF no sexo feminino foi de 1,20 e no sexo masculino de 1,52 (Figura 5.14).

Figura 5.14 - Box Plot da variável EF, segundo sexo

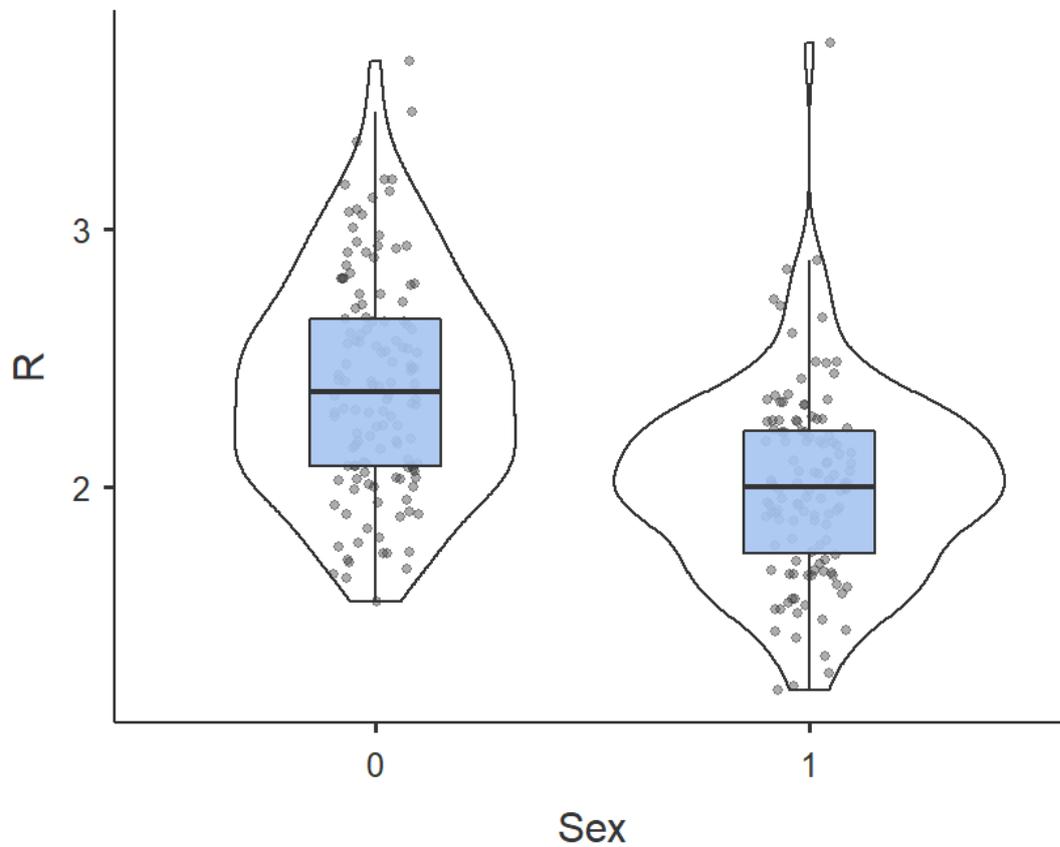


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, EF= Largura máxima. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao Box Plot, foi possível verificar que a média da Variável R no sexo feminino foi de 2,40 e no sexo masculino de 2,00 (Figura 5.15).

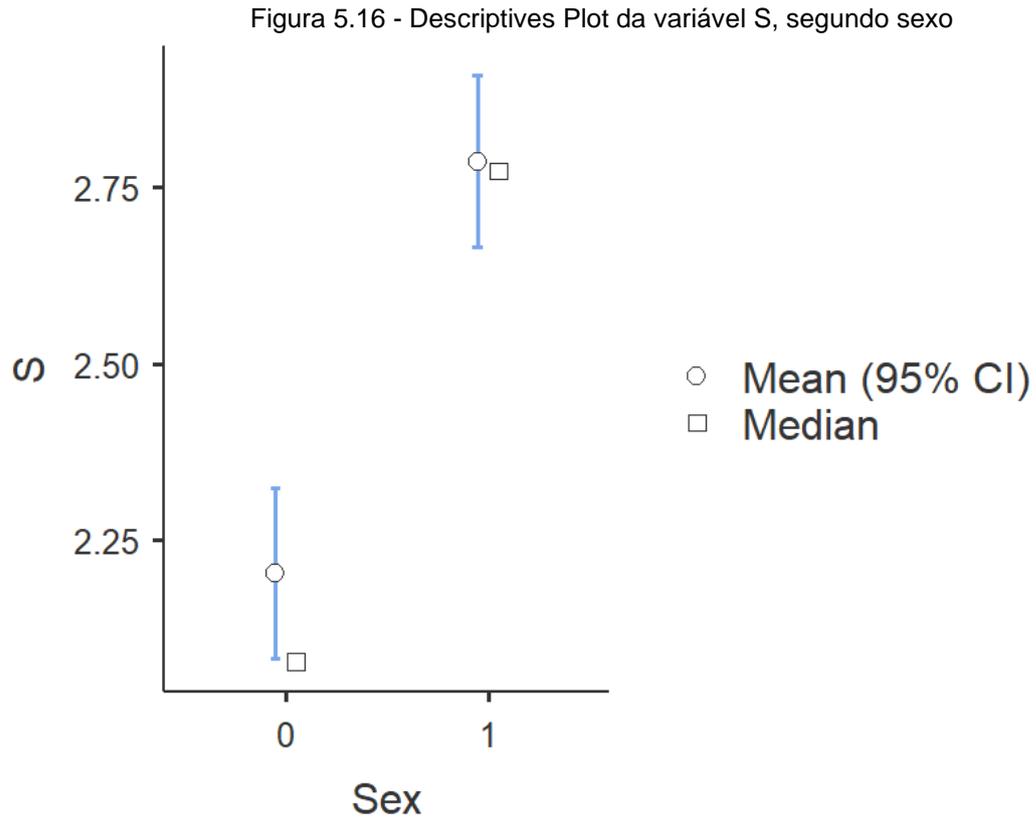
Figura 5.15 - Box Plot da variável R, segundo sexo



0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, R= Índice do seio frontal. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao Descriptives Plot, foi possível verificar as diferenças das médias e medianas da variável S, segundo o sexo (Figura 5.16). Para o sexo feminino a diferença entre a média e a mediana foi de 0,12 e para o sexo masculino, 0,02.

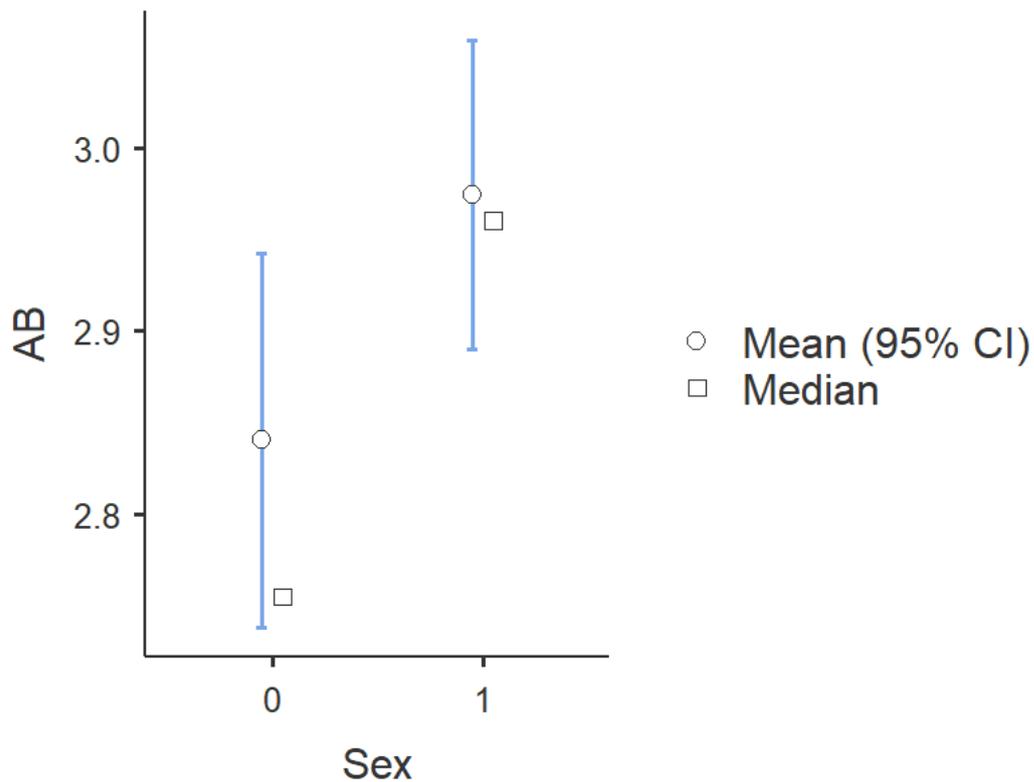


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, S= Área do seio frontal. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao Descriptives Plot, foi possível verificar as diferenças das médias e medianas da variável AB, segundo o sexo (Figura 5.17). Para o sexo feminino a diferença entre a média e a mediana foi de 0,09 e para o sexo masculino, 0,01.

Figura 5.17 - Descriptives Plot da variável AB, segundo sexo

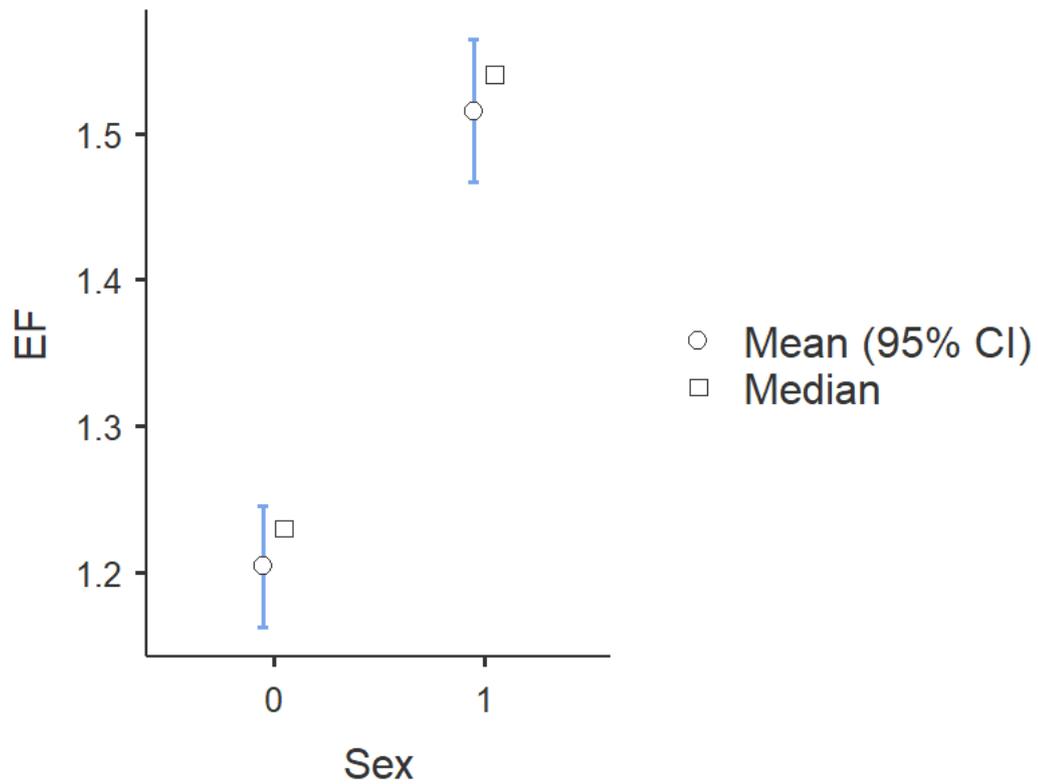


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, AB= Altura máxima. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao Descriptives Plot, foi possível verificar as diferenças das médias e medianas da variável EF, segundo o sexo (Figura 5.18). Para o sexo feminino a diferença entre a média e a mediana foi de -0,03 e para o sexo masculino, -0,02.

Figura 5.18. Descriptives Plot da variável EF, segundo sexo

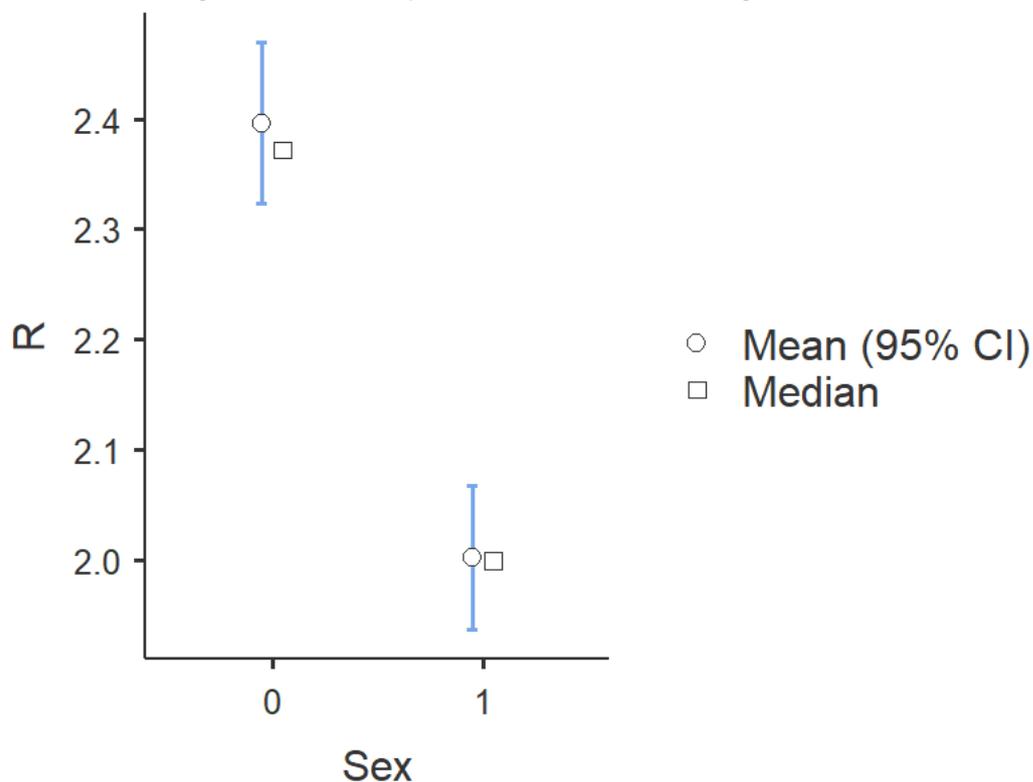


0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, EF= Largura máxima. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Com relação ao Descriptives Plot, foi possível verificar as diferenças das médias e medianas da variável R, segundo o sexo (Figura 5.19). A diferença entre a média e a mediana para o sexo feminino foi de 0,03 e para o sexo masculino a diferença foi nula.

Figura 5.19 - Descriptives Plot da variável R, segundo sexo



0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino. Obs.: Gerado por programa de computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

A Tabela 5.3 representa os resultados encontrados nos testes t de Student e Mann-Whitney para avaliar a diferença entre as variáveis, segundo o sexo, e se as diferenças foram estatisticamente significantes. Todas as variáveis apresentaram valores significantes, até mesmo a variável AB que apresentou valor limite ao valor de significância.

Tabela 5.3 - Diferenças das variáveis S, AB, EF e R, segundo sexo, pelos testes t de Student e Mann-Whitney U

	Teste	Diferença estatística	Graus de liberdade	P	Diferença das médias	Diferença de erro padrão
S	t de Student	-6,67	253	< 0,001	-0,584	0,0875
	Mann-Whitney U	4419		< 0,001	-0,630	
AB	t de Student	-1,97	253	0,05	-0,134	0,0679
	Mann-Whitney U	6622		0,011	-0,180	
EF	t de Student	-9,64	253	< 0,001	-0,311	0,0323
	Mann-Whitney U	3260		< 0,001	-0,320	
R	t de Student	7,83	253	< 0,001	0,393	0,0501
	Mann-Whitney U	3881		< 0,001	0,385	

AB= Altura máxima, EF= Largura máxima, R= Índice do seio frontal, S= Área do seio frontal.

Fonte: O autor.

Todas as variáveis estudadas apresentaram diferenças significantes em relação ao sexo. A Tabela 5.4 apresenta os indicadores dessas diferenças, juntamente com os valores de desvio e erro padrão para cada variável, segundo o sexo. A variável S apresentou valores mais altos, sendo um desvio padrão 0,709 para o sexo feminino e 0,687 para o sexo masculino; e um erro padrão de 0,0617 para o sexo feminino e 0,0619 para o sexo masculino.

Tabela 5.4 - Indicadores descritivos das variáveis S, AB, EF e R, segundo sexo

	Sexo	N	Média	Mediana	Desvio padrão	Erro padrão
S	Feminino	132	2,2	2,08	0,709	0,0617
	Masculino	123	2,79	2,77	0,687	0,0619
AB	Feminino	132	2,84	2,75	0,60	0,05
	Masculino	123	2,97	2,96	0,48	0,04
EF	Feminino	132	1,20	1,23	0,24	0,02
	Masculino	123	1,52	1,54	0,27	0,02
R	Feminino	132	2,40	2,37	0,43	0,04
	Masculino	123	2,00	2,00	0,37	0,03

AB= Altura máxima, EF= Largura máxima, R= Índice do seio frontal, S= Área do seio frontal.

Fonte: O autor.

A Tabela 5.5 apresenta a matriz de confusão e a probabilidade de acerto para estimativa de sexo segundo as variáveis de estudo, utilizando a fórmula derivada da análise discriminante linear do estudo de Luo et al.¹⁵: $D = 1,035R - 0,607S - 1,911$.

A fórmula original do estudo teve uma baixa acurácia, apresentando um viés de classificação do sexo masculino. O nível de acerto para o sexo feminino foi de apenas 8.33%.

Tabela 5.5 - Matriz de confusão e resultados da análise discriminante com a fórmula original do estudo

Teste	Sexo	
	Feminino	Masculino
Feminino	11	1
Masculino	121	122
Acertos	%	IC95%
Acerto no sexo masculino	99,19	95,55-99,98
Acerto no sexo feminino	8,33	4,23-14,42
Acurácia	53,90	47,40-60,00

IC= Intervalo de confiança.

Fonte: O autor.

5.4 FÓRMULA DISCRIMINANTE DE ESTIMATIVA SEXUAL PARA BRASILEIROS

Foi calculada uma nova fórmula discriminante para brasileiros:

$$D = 1,887468R - 0,9238204S - 1,894178.$$

Assim como na fórmula original, $D > 0$ indica sexo feminino e $D < 0$ indica sexo masculino.

A fórmula para brasileiros, calculada com base nos dados desse estudo, apresentou um acerto mais equilibrado entre os sexos e a acurácia foi boa, apresentando um indicador de 70,20% (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 - Matriz de confusão e resultados da análise discriminante com a fórmula para brasileiros

		Sexo	
Teste	Feminino		Masculino
Feminino	94		38
Masculino	38		85
		Acertos	
	%		IC95%
Acerto no sexo masculino	69,11		60,14-77,12
Acerto no sexo feminino	71,21		62,69-78,76
Acurácia	70,20		64,10-75,70

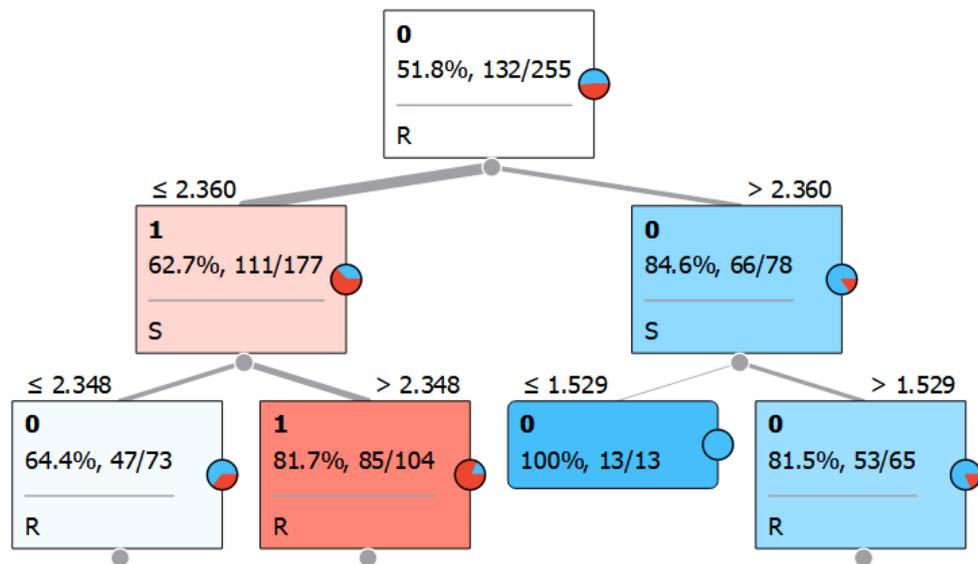
IC= Intervalo de confiança.

Fonte: O autor.

Para melhorar a predição do sexo foram usadas técnicas de Machine Learning: as árvores de decisão e as redes neurais.

A representação da árvore de decisão pode ser observada na Figura 5.20 e através dessa técnica a acurácia obtida foi de 69,41%, conforme apresentado na Tabela 7, a qual contém os resultados da matriz de confusão com os resultados da árvore de decisão.

Figura 5.20 - Apresentação da árvore de decisão



0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino. Obs.: Gerado por computador, em língua inglesa.

Fonte: O autor.

Tabela 5.7 - Matriz de confusão e resultados da árvore de decisão

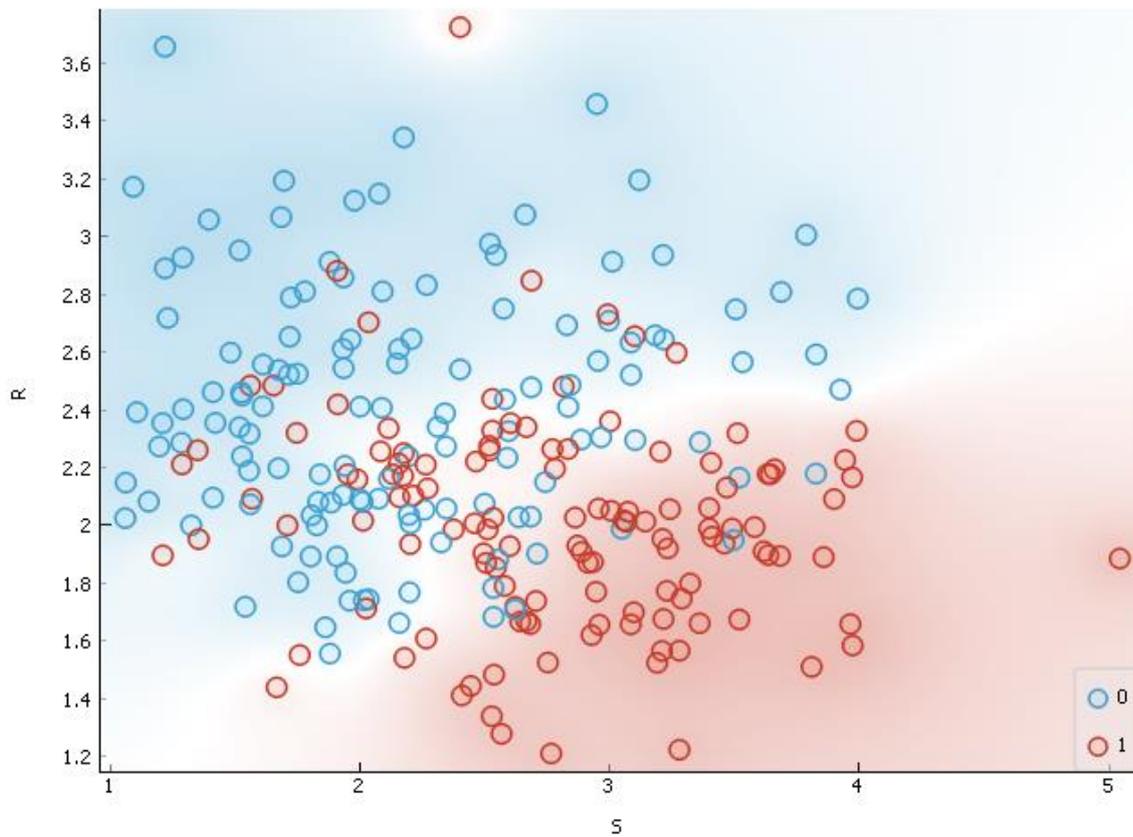
Teste	Sexo	
	Feminino	Masculino
Feminino	98	34
Masculino	44	79
	Acertos	
	%	IC95%
Acerto no sexo masculino	69,91	60,56-78,18
Acerto no sexo feminino	69,01	60,71-76,50
Acurácia	69,41	63,35-75,01

IC= Intervalo de confiança.

Fonte: O autor.

A Figura 5.21 apresenta a visualização da classificação pelas variáveis R e S, segundo sexo, através de Scatter Plot. A área azul representa a classificação para o sexo feminino e a área vermelha, para o sexo masculino. Os círculos são as classificações reais.

Figura 5.21 - Scatter Plot para a árvore de decisão



0= Sexo feminino, 1=Sexo masculino, R= Índice do seio frontal, S= Área do seio frontal.

Fonte: o autor.

A Tabela 5.8 apresenta a matriz de confusão e resultados da rede neural. Os resultados da rede neural são um pouco superiores às das outras análises, atingindo uma acurácia de 73,30%.

Tabela 5.8 - Matriz de confusão e resultados da Rede Neural (Neural Network)

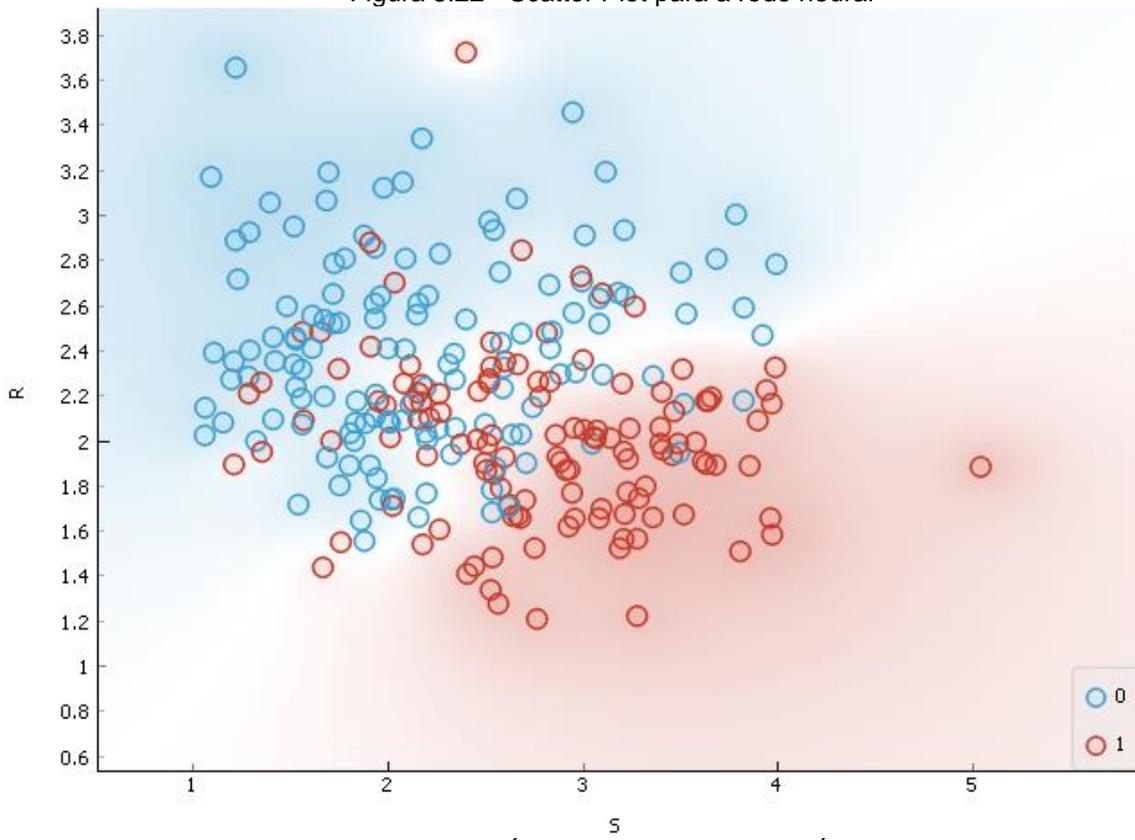
Teste	Sexo	
	Feminino	Masculino
Feminino	106	26
Masculino	43	80
	Acertos	
	%	IC95%
Acerto no sexo masculino	75,47	66,16-83,31
Acerto no sexo feminino	71,14	63,16-78,26
Acurácia	73,30	67,40-78,60

IC= Intervalo de confiança.

Fonte: O autor.

A Figura 5.22 apresenta a visualização da classificação pelas variáveis R e S, segundo sexo, através de Scatter Plot. A área azul representa a classificação para o sexo feminino e a área vermelha apresenta para o sexo masculino. Os círculos são as classificações reais.

Figura 5.22 - Scatter Plot para a rede neural



0= Sexo feminino, 1= Sexo masculino, R= Índice do seio frontal, S= Área do seio frontal.

Fonte: O autor.

6 DISCUSSÃO

A estimativa sexual é um dos procedimentos fundamentais para o estabelecimento do perfil biológico nas investigações forenses¹³. O crânio é o segundo melhor indicador da estimativa de sexo^{13,15-18} e a avaliação radiográfica das estruturas cranianas é um método potencialmente útil em situações nas quais há fragmentos cranianos sem a possibilidade de uso dos arcos dentais²⁰.

A análise do seio frontal é uma técnica comumente utilizada em antropologia forense, pelo fato da conformação do seio frontal ser única para cada indivíduo^{4,27,29,34,38} e ser consideravelmente menos afetada por fatores externos, permanecendo estável ao longo da vida^{15,16,27,34,35,37}.

Alguns estudos, a fim de avaliar a efetividade do seio frontal na estimativa sexual, mensuraram a área do seio juntamente com a largura e a altura máximas^{16,27}. Verma et al.¹⁶ obtiveram uma porcentagem correta para área total no sexo feminino de apenas 55,2%. Beladavar et al.²⁷ encontraram uma acurácia média, de 64,6%, ao estimar o dimorfismo sexual em uma população indiana.

Por outro lado, alguns autores associaram o índice do seio frontal para se ter melhor acurácia na estimativa sexual^{15,18}. Kiran et al.¹⁸ obtiveram uma precisão de 67,59% na estimativa sexual por meio de uma função discriminante mensurando a altura e a largura máximas e o índice do seio frontal. Luo et al.¹⁵, por sua vez, relacionaram a área e o índice do seio frontal, na função discriminante, obtendo uma discriminação sexual de 76,6%. Sendo assim, nesse estudo buscou-se utilizar a metodologia de Luo et al.¹⁵, em uma amostra brasileira.

A amostra foi composta por radiografias de indivíduos entre 20 e 40 anos, pois, de acordo com a literatura, o desenvolvimento do seio frontal se completa aos 20 anos^{4,15,16,21,27-29,31,33-35,37}. Entretanto, Moore e Ross³⁴ encontraram seios frontais completos já aos 14 anos.

Outro fator para escolha de indivíduos acima de 20 anos consiste no fato de que os traços sexuais não se manifestam por completo até o desenvolvimento das características secundárias¹⁹ e os resultados podem ser inconclusivos, já que as diferenças entre os sexos podem ser sutis.

Durante a análise estatística algumas imagens apresentaram valores discrepantes da média encontrada e foram excluídas. Tais imagens poderiam

representar indivíduos com alargamento do seio frontal ocasionado por sinusite ou trauma^{4,15,28,31,35-37}, até mesmo atletas que devido à atividade física apresentam aumento da pressão interna das cavidades, levando à uma hiperpneumatização³⁵.

Essas imagens radiográficas, em sua maioria, poderiam ser consideradas imagens com fatores excludentes para compor a amostra da pesquisa, já que tais alterações podem ser observadas na telerradiografia lateral. Entretanto, não havia informações a respeito nas radiografias e por isso foram incluídas inicialmente.

A concordância intra-observador apresentou resultados satisfatórios com alta precisão, indicando a reprodutibilidade do método. Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Luo et al.¹⁵.

Pelos indicadores descritivos das variáveis observa-se que, com exceção do índice do seio frontal- R, todas as médias masculinas foram maiores que as médias femininas. Isso implica que as médias da área, altura e profundidade máximas são maiores em homens, corroborando com o fato de que os seios frontais são mais largos para esse grupo^{4,36}.

Kiran et al.¹⁸ encontraram resultados semelhantes ao presente estudo; no caso, as médias da altura e da profundidade do seio frontal foram significativamente maiores no sexo masculino e o índice mostrou uma proporção significativamente maior no sexo feminino.

Neste ponto é importante destacar, assim como Kiran et al.¹⁸ também apontaram em seu estudo, a relevância da abordagem métrica, a qual é mais confiável do que a abordagem morfológica, levando em consideração à variabilidade das características dimórficas.

A análise da função discriminante de estruturas cranianas é uma técnica estatística comumente usada em antropologia forense, sobretudo para determinação sexual. Usada principalmente para classificar indivíduos em dois ou mais grupos com base em um conjunto de medições, torna possível quantificar os traços morfológicos e utilizá-los como variáveis métricas^{17,18}.

Considerando que os padrões populacionais não são estacionários e podem exibir mudanças no corpo humano é necessário desenvolver funções discriminantes específicas, validá-las e atualizá-las periodicamente²².

Apesar de todas as variáveis apresentarem significância estatisticamente a fórmula original do estudo, aplicada na amostra brasileira, teve baixa acurácia, com viés de classificação para o sexo masculino. Há de se observar que dentro de um

padrão de referência, existem variações causadas por fatores externos, ancestralidade, patologias, dentre outros que deverão ser considerados em cada população.

No estudo, os autores ressaltam que o desenvolvimento do seio frontal é afetado por fatores ambientais, sexo e ancestralidade e, assim, a estrutura morfológica e o volume do seio podem variar entre diferentes grupos de indivíduos¹⁵.

A amostra de Luo et al.¹⁵ era composta por indivíduos que nasceram na mesma província e três gerações de seus pais pertenciam à mesma nacionalidade. Na população brasileira é muito difícil ter um controle principalmente sobre as gerações de cada indivíduo, devido à miscigenação.

Outro ponto a ser acrescentado é que devido à diferença de angulação, à alteração da incidência de raios x e outros mecanismos técnicos relacionados à radiografia, a anatomia exata do seio frontal pode não ser capturada, causando uma alteração nas medidas e afetando o resultado final^{15,31}.

O acerto no sexo masculino, de 99,19%, pode ser explicado pelo fato de que indivíduos do sexo feminino, que apresentaram um certo alargamento do seio frontal, não tão exacerbado para ser excluído durante a análise estatística, foram classificados como sendo do sexo masculino, ao se utilizar a fórmula original do estudo, uma vez que o alargamento anormal do seio frontal não foi considerado como fator de exclusão.

Foi calculada então uma nova fórmula discriminante para brasileiros, a qual apresentou um acerto mais equilibrado entre os sexos e a acurácia obtida foi de 70,20%. Luo et al.¹⁵, por sua vez, obtiveram uma acurácia de 76,6%.

Luo et al.¹⁵ tiveram como objetivo demonstrar que a associação do índice frontal e da área apresentariam resultados melhores quando em comparação com outros estudos que não fizeram essa associação. Esse fato pode ser demonstrado através do estudo de Kiran et al.¹⁸, no qual os autores elaboraram uma função discriminante com apenas o índice do seio frontal e a acurácia foi de 67,59%.

Para melhorar a predição do sexo foram utilizadas duas técnicas de Machine Learning- árvore de decisão e rede neural. A rede neural apresentou resultado um pouco superior ao resultado da função discriminante- 73,30%, entretanto a árvore de decisão teve um valor menor- 69,41%.

A associação de técnicas pode proporcionar melhores resultados, como foi observado no estudo realizado por Verma et al.³³, no qual combinações de padrões

de perfil de septo nasal e seio frontal apresentaram uma correlação significativa para identificação humana. Nessa mesma linha o uso combinado de técnicas também poderá ser usado na estimativa sexual para se obter resultados mais precisos.

Apesar da tomografia computadorizada fornecer melhor visualização do seio frontal, com melhor contraste²⁹, precisão e vantagens em relação ao método radiográfico convencional³³, foi preferível o uso de telerradiografias no presente estudo por ser um método mais acessível na nossa população. Além disso, o seio frontal, por ser uma estrutura de cavidade única, sendo um no lado direito e um no lado esquerdo, é passível de ser observado nesse tipo de radiografia¹⁵.

Dessa forma esse trabalho proporcionou a análise do seio frontal, por meio de radiografia, aplicando a fórmula desenvolvida para estimativa sexual na população brasileira.

Por outro lado, é importante destacar também as limitações do presente estudo. A visualização incompleta ou dificultada do seio frontal na radiografia consiste em um fator excludente para a reprodutibilidade da pesquisa. Fatores externos e condições médicas de cada indivíduo (como sinusite, infecções etc.) podem levar a resultados errôneos, devido à mudança na conformação do seio frontal. Além disso, deve-se salientar que a miscigenação na população brasileira afeta consideravelmente a morfologia do seio frontal, a qual, em pesquisas posteriores deverá ser considerada, dependendo da população aplicada.

7 CONCLUSÃO

A fórmula calculada nesse estudo apresenta acurácia de 70,20% e pode ser aplicada como método auxiliar na avaliação do dimorfismo sexual do seio frontal em adultos brasileiros.

REFERÊNCIAS^c

1. Silva RHA e colaboradores. Orientação profissional para o cirurgião-dentista: ética e legislação. 2a. ed. São Paulo: Santos; 2015.
2. Brasil. Resolução CFO-63/2005. Aprova a consolidação das normas para procedimentos nos conselhos de odontologia. 2005 [citado 13 ago 2020]. Disponível em: <https://website.cfo.org.br/wp-content/uploads/2009/10/consolidacao.pdf>.
3. Vanrell JP. Odontologia legal & antropologia forense. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
4. Carvalho SPM, Silva RHA, Lopes-Júnior C, Peres AS. A utilização de imagens na identificação humana em odontologia legal. Radiol Bras. 2009 Mar/Abr;42:125-30. doi: 101590/S0100-39842009000200012.
5. Silva RF, Pereira SD, Prado FB, Daruge Junior E, Daruge E. Forensic odontology identification using smile photograph analysis – case reports. J Forensic Odontostomatol. 2008 Jun;26: 12-7.
6. Interpol. DVI Guide: INTERPOL, 2014. 124p.
7. Silva RF, Pinto NR, Ferreira GM, Daruge Junior E. Importância das radiografias de seio frontal para a identificação humana. Res Bras Otorrinolaringol. 2008 Set/Out;74:798.
8. Forensic Anthropology. The American Board Of Forensic Anthropology, 2018. [citado 14 ago 2020]. Disponível em: <http://theabfa.org/>.
9. Klepinger LL. Fundamentals of forensic anthropology. 1ª ed. New Jersey: Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.; 2006.
10. Interpol. DVI Guide- Annexure 12: Methods of identification, 2014. 5p.

^c De acordo com Estilo Vancouver.

11. Peckmann TR, Meek S, Dilkie N, Mussett M. Sex estimation using diagonal diameter measurements of molar teeth in African American populations. *J Forensic Leg Med*. 2015 Nov;36:70-80. doi: 10.1016/j.jflm.2015.09.001.
12. Sinhorini PA, Costa IAP, Lopez-Capp TT, Biazevic MGH, Paiva LAS. Comparative analysis of four morphometric methods for sex estimation: A study conducted on human skulls. *Legal Medicine*. 2019 Jun;39:29–34. doi: 10.106/jlegalmed.2019.06.001.
13. Spradley MK, Jantz RL. Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements. *J Forensic Sci*. 2011 Mar;56:289-96. doi: 10.1111/j.1556-4029.2010.01635.x.
14. Gonzalez PN, Bernal V, Perez SI. Geometric morphometric approach to sex estimation of human pelvis. *Forensic Sci Int*. 2009 Mai;189:68-74. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.04.012.
15. Luo H, Wang J, Zhang S, Mi C. The application of frontal sinus index and frontal sinus area in sex estimation based on lateral cephalograms among Han nationality adults in Xinjiang. *J Forensic Legal Med*. 2018 Jan;56:1-4. doi: 10.1016/j.jflm.2017.12.014.
16. Verma S, Mahina VG, Patil K. Radiomorphometric analysis of frontal sinus for sex determination. *J Forensic Dent Sci*. 2014 Set;3:182-87. doi: 10.4103/09751475.137052.
17. Hsiao TH, Tsai SM, Chou ST, Pan JY, Tseng YC, Chang HP, Chen HS. Sex determination using discriminant function analysis in children and adolescent: a lateral cephalometric study. *Int J Legal Med*. 2010 Ago;124:155-60. doi: 10.1007/s00414-009-0412-1.
18. Kiran CS, Ramaswamy P, Khaitan T. Frontal sinus index- A new tool for sex determination. *J Forensic Radiol Imaging*. 2014 Mar;2:77-9. doi: 10.1016/j.jofri.2014.02.002
19. Kanchan T, Kumar GR, Menezes RG, Rastogi P, Rao PPJ, Menon A, et al. Sexual dimorphism of the index to ring finger ration in South Indian adolescents. *J Forensic Legal Med*. 2010 Jul;17:243-46. doi: 10.1016/j.jflm.2010.02.009.

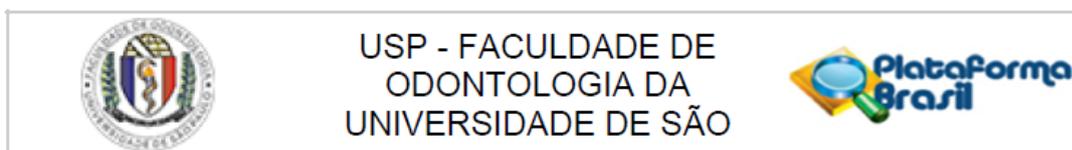
20. Camerieri R, Scendoni R, Lin Z, Milani C, Palacio LAV, Turiello M, Ferrante L. Analysis of frontal sinuses for personal identification in a Chinese sample using a new code number. *J Forensic Sci.* 2020 Jun;65:46-51. doi: 10.1111/1556-4029.14135.
21. Nikam SS, Gadgil RM, Bhoosreddy R, Shah KR, Shirsekar VU. Personal identification in forensic science using uniqueness of radiographic image of frontal sinus. *J Forensic Odontostomol.* 2015 Jul;331:1-7.
22. González-Colmenares G, Medina CS, Rojas-Sánchez MP, León K, Malpud A. Sex estimation from skull base radiographs in a contemporary Colombian population. *J Forensic and Legal Med.* 2019 Jan;62:77-81. doi: 10.1016/j.jflm.2019.01.006.
23. Belaldavar C, Acharya AB, Angadi P. Sex estimation in Indians by digital analysis of the gonial angle on lateral cephalograms. *J Forensic Odontostomatol.* 2019 Set;37:45-50.
24. Silva RF, Prado FB, Caputo IGC, Devito KL, Botelho TL, Daruge Júnior E. The forensic importance of frontal sinus radiographs. *J Forensic and Legal Med.* 2008 Ago;16:18-23. doi:10.1016/j.jflm.2008.05.016.
25. Silva RF, Paranhos LR, Martins EC, Fernandes MM, Daruge Júnior E. Associação de duas técnicas de análise radiográfica do seio frontal para identificação humana. *RSBO.* 2009 Set;6:310-15. ISSN: 1984-5685.
26. Yoshino M, Miyasaha 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 Ago;34:289-99. doi: 10.1016/0379-0738(87)90041-7.
27. Belaldavar C, Kotrashetti VS, Hallikerimath SR, Kale AD. Assessment of frontal sinus dimensions to determine sexual dimorphism among Indian adults. *J Forensic Dent Sci.* 2014 Jan;6:25-30. doi: 10.4103/0975-1475127766.
28. Tatlisumak E, Asirdizer M, Bora A, Hekimoglu Y, Etili Y, Gumus O, Keskin S. The effects of gender and age on forensic personal identification from frontal sinus in a Turkish population. *Saudi Med J.* 2017 Jan;38:41-7. doi: 10.15537/smj.2017.1.16218.

29. Souza Jr LA, Marana NA, Weber SAT. Automatic frontal sinus recognition in computed tomography images for person identification. *Forensic Sci Int.* 2018 Mar;286:252-64. doi: 10.1016/j.forsciint.2018.03.029.
30. Tatlisumak E, Ovali GY, Asirdizer M, Aslan A, Ozyurt B, Bayindir P, Tarhan S. CT study on morphometry of frontal sinus. *Clinical Anatomy.* 2008 Abr;21:287-93. doi: 10.1002/ca.20617.
31. 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;50:1-4.
32. Tatlisumak E, Ovali GY, Aslan A, Asirdizer M, Zeyfeoglu Y, Tarhan S. Identification of unknown bodies by using CT images of frontal sinus. *Forensic Science International.* 2007 Maio;166:42-8. doi: 10.1016/j.forsciint.2006.03.023.
33. Verma P, Verma KG, Khosa R, Kumar S, Basavaraju S, Patwardhan N. Combined use of frontal sinus and nasal septum patterns as an aid in forensics: a digital radiographic study. *Nam J Med Sci.* 2015 Fev;7:47-52. doi: 10.4103/1947-2714.152078.
34. Moore K, Ross A. Frontal sinus development and juvenile age estimation. *The Anat Rec.* 2017 Maio;300:1609-17. doi: 10.1002/ar23614.
35. Marques JAM, Musse JO, Gois BC, Galvão LCC, Paranhos LR. Cone-beam computed tomography analysis of the frontal sinus in forensic investigations. *Int J. Morphol.* 2014 Jun;32:660-5. doi: 10.4067/S0717-95022014000200046.
36. Buckland-Wright JC. A radiographic examination of frontal sinuses in early British populations. *Man.* 1970 Set;5:512-7. doi: 10.2307/2798956.
37. Uthman AT, Al-Rawi NH, Al-Naami AS, Tawfeeq AS, Suhail EH. Evaluation of frontal sinus and skull measurements using spiral CT scanning: an aid in unknown person identification. *Forensic Sci Int.* 2010 Jan;197:124.e1-124.e7. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.12.064.
38. 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 Nov; 53:1280-2. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00851.x.

39. Soares CBRB, Almeida MSC, Lopes PML, Beltrão RV, Pontual AA, Ramos-Perez FMM, et al. Human identification study by means of frontal sinus imaginological aspects. *Forensic Sci Int.* 2016 Mar;262:183-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2016.03.030.

40. Conselho Nacional de Saúde (Brasil). Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Brasília, 2012 [citado 02 set 2020]. Disponível em: http://www.conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/index.html.

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Utilização do seio frontal para avaliar dimorfismo sexual em amostra brasileira

Pesquisador: Maria Gabriela Haye Biazevic

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 10521419.0.0000.0075

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.239.317

Apresentação do Projeto:

Segundo os pesquisadores: "A identificação humana pode ser complexa, demandando abordagem multidisciplinar para uma correta identificação, considerando os métodos primários de identificação da INTERPOL- papiloscopia, DNA e odontologia legal. Em situações onde o cadáver se encontra carbonizado ou esqueletizado, a análise odontolegal ou antropológica se faz necessária visando a determinação da identidade do indivíduo. Um dos detalhes anatômicos usado como parâmetro na análise odontolegal é a observação dos seios frontais, técnica esta bem estabelecida na identificação pessoal em antropologia forense. Este fato deve-se à variação considerável dos seios frontais em tamanho, forma, número e demais características; tornando-os únicos para cada indivíduo. Assim sendo, o objetivo do presente estudo é verificar a contribuição dos seios frontais para analisar dimorfismo sexual em uma amostra brasileira. A amostra será composta por 300 imagens radiográficas digitais (teleradiografias), sendo 150 do sexo masculino e 150 do sexo feminino, de crânios de brasileiros de 14 a 30 anos de idade, para avaliar as variáveis relatadas por Luo et al. As imagens serão fornecidas pelo LAPI – Laboratório de Análise e Processamento de Imagens da FOUSP. As imagens serão "cegadas" pela orientadora do estudo, para que a aluna de mestrado não tenha acesso aos dados reais. As imagens de raio-x serão processadas usando um programa de desenho assistido por computador, o ImageJ. Através do cursor apropriado, seleciona-se a área dos seios frontais e das órbitas para se obter a área elecionada expressa em cm², de acordo com a classificação de Luo et al. Para comparações entre grupos serão realizados

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



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 3.239.317

o teste exato de Fisher e o teste do χ^2 (qui quadrado), quando apropriados. Os coeficientes de correlação de Pearson serão avaliados entre as variáveis que caracterizam os padrões do seio frontal. Todos os testes terão como parâmetro 5% de nível de significância.”

Objetivo da Pesquisa:

São citados pelos pesquisadores:

“Hipótese: Destarte pode-se considerar que os seios frontais constituem um importante parâmetro tanto para a determinação do dimorfismo sexual quanto para a identificação humana pois variam consideravelmente, entre outras características, em tamanho, forma e número, e tornam-se, assim, únicos para cada indivíduo. Ademais no Brasil, não foram observados estudos que tenham analisado esse parâmetro para finalidade de estudar o dimorfismo sexual.

Objetivo Primário: O objetivo do presente estudo é verificar a contribuição dos seios frontais para analisar dimorfismo sexual em uma amostra brasileira.”

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

São citados pelos pesquisadores:

“Riscos: 1. Risco ao participante- risco mínimo aos participantes, pois as imagens radiográficas usadas foram realizadas para fins terapêuticos, não havendo a necessidade de exposição radiológica apenas para a realização da pesquisa.

2. Risco de quebra de sigilo da informação dos participantes- não haverá a disponibilização da identificação dos dados dos participantes, uma vez que as amostras serão "cegadas" pela orientadora do estudo e a aluna não terá acesso aos dados reais. Os resultados serão apresentados de forma agregada.

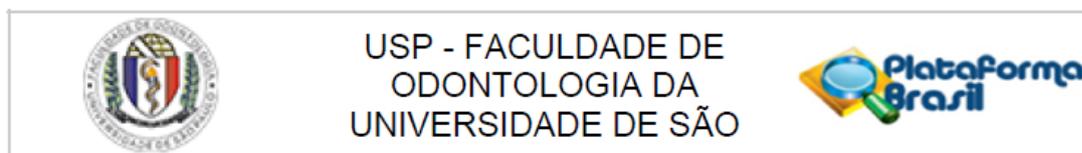
Benefícios: 1. O benefício da pesquisa é fornecer mais elementos para realização de perícias no Brasil.

2. Não haverá contato direto com os participantes.”

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

São citados pelos pesquisadores que “A amostra será composta por 300 imagens radiográficas digitais (teleradiografias) ... fornecidas pelo LAPI – Laboratório de Análise e Processamento de Imagens da FOU SP. As imagens serão “cegadas” pela orientadora do estudo, para que a aluna de

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



Continuação do Parecer: 3.239.317

mestrado não tenha acesso aos dados reais.”

É apresentado carta de autorização para uso das imagens do LAPI e os pesquisadores se comprometem “em manter em sigilo a identidade do acervo de imagens radiográficas.”

Os pesquisadores citam que não há necessidade do TCLE, pois “As imagens radiográficas utilizadas são de acervo fornecidas pelo LAPI – Laboratório de Análise e Processamento de Imagens da FOUASP, imagens estas realizadas anteriormente para fins terapêuticos.”

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta:

Carta de autorização para uso de imagens radiográficas do LAPI;

Folha de rosto;

Projeto anexado.

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 de pesquisa sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1297496.pdf	26/03/2019 12:37:30		Aceito
Folha de Rosto	FolhaRostoAssinadaCaroline.pdf	25/03/2019 22:53:26	CAROLINE PAULA ALVES	Aceito
Declaração de Pesquisadores	cartaLAPI.pdf	20/03/2019 20:36:23	CAROLINE PAULA ALVES	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



USP - FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO



Continuação do Parecer: 3.239.317

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	20/03/2019 14:57:17	CAROLINE PAULA ALVES	Aceito
---	-------------	------------------------	-------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 02 de Abril de 2019

Assinado por:
Alyne Simões Gonçalves
(Coordenador(a))

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