EZEQUIEL ORTIZ ROSA

**Estimativa de sexo em crânios por meio do estudo de estruturas físicas e
análise de tomografia**

São Paulo
2019

EZEQUIEL ORTIZ ROSA

**Estimativa de sexo em crânios por meio do estudo de estruturas físicas e
análise de tomografia**

Versão Corrigida

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

Área de Concentração: Odontologia Forense e Saúde Coletiva

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Gabriela Haye Biazevic

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Elias de Oliveira

São Paulo

2019

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

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

Rosa, Ezequiel Ortiz.

Estimativa de sexo em crânios por meio do estudo de estruturas físicas e análise de tomografia / Ezequiel Ortiz Rosa; orientador Maria Gabriela Haye Biazevic; coorientador Rodrigo Elias de Oliveira -- São Paulo, 2019.

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

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Odontologia Forense e Saúde Coletiva – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida

1. Processos de determinação sexual. 2. Crânio. 3. Antropologia forense. 4. Tomografia. 5. Odontologia legal. I. Biazevic, Maria Gabriela Haye. II. Rodrigo Elias de Oliveira. III. Título.

Rosa EO Estimativa de sexo em crânios por meio do estudo de estruturas físicas e análise de tomografia. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: 06/ 03/ 2020

Banca Examinadora

Prof. Dr.: André Menezes Strauss

Instituição: Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr.: Sergio Ricardo Marques

Instituição: Universidade Federal de São Paulo

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr.: Thiago Leite Beaini

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

Julgamento: Aprovado

*À minha família,
que sempre fez o possível para me ajudar a concluir essa etapa.*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Maria Gabriela Haye Biazevic por me acolher, me incentivar e compartilhar seu grande conhecimento comigo. Serei sempre muito grato pelo suporte, ensinamentos e confiança.

À Universidade de São Paulo, particularmente a Faculdade de Odontologia por todo suporte e ambiente disponibilizado para meu crescimento e desenvolvimento pessoal como aluno de pós graduação.

Ao meu co orientador Rodrigo Elias de Oliveira que me instruiu, me ajudou e cedeu seus conhecimentos para que fosse possível o desenvolvimento e concretização da minha pesquisa.

Aos funcionários do Instituto de Ciências Biológicas III da Universidade de São Paulo, especialmente à funcionária Ana Paula que sempre se mostrou muito gentil e disposta a me ajudar no que fosse preciso. Ao Professor Titular Edson Liberti, que viabilizou o acesso ao acervo.

Aos funcionários do setor de tomografia do Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, especialmente ao Antônio Carlos Matioli por ceder seu tempo para me instruir com seus conhecimentos e por toda ajuda no decorrer da pesquisa. Sem seu apoio, dedicação e tempo, com certeza o desenvolvimento dessa pesquisa não seria possível.

Aos funcionários da Universidade de São Paulo, desde as funcionárias responsáveis pela limpeza, sempre tão gentis e oferecendo um ambiente de trabalho agradável e limpo, até as secretárias Sônia Castro Lucia Lopes e Andréia dos Santos Teixeira, do Departamento de Odontologia Social, que sempre estavam dispostas a me ajudar no que fosse preciso.

Aos meus amigos Denise, Gustavo, Gabriela, Amanda e Adrielly que se tornaram não apenas meus amigos de departamento mas também amigos da vida. Agradeço

por todos momentos de descontração, solidariedade e por me receberem tão bem no círculo de amizade de vocês.

Ao meu amigo Gustavo Hermes Soares que muito me ajudou durante todo decorrer do mestrado, em diversos momentos e dificuldades. Serei sempre muito grato por toda solidariedade, por me aguentar diariamente e ser um grande amigo.

À minha família que tanto me ajudou, desde sempre. Durante a graduação, durante o mestrado e durante momentos realmente difíceis em que pensei em desistir de muitas coisas. A vocês devo minha eterna gratidão.

À minha mãe Elaine Cristina Ortiz por toda ajuda e suporte emocional durante essa trajetória.

Aos meus tios e padrinhos Nelci Ortiz Dantas e Eduardo Antônio Dantas e Silva pela ajuda durante todo meu processo de formação acadêmica.

À minha tia Silmara Aparecida Ortiz que sempre fez o máximo possível para me ajudar durante todo esse período de estudos.

À minha prima e irmã do coração, Evelin Fernandes da Costa por ser uma pessoa iluminada e que tanto me ajudou nos últimos anos.

“Felizes aqueles que são portadores de nova vida, de novas oportunidades. Felizes
quantos trabalham para isso, aqueles que lutam para isso.”
(Papa Francisco)

RESUMO

Rosa EO. Estimativa de sexo em crânios por meio do estudo de estruturas físicas e análise de tomografia [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2019. Versão corrigida

A estimativa de sexo é um problema constante no campo da antropologia forense em relação à identificação humana. A utilização de ossadas para identificação humana se faz importante durante o processo de utilização da antropologia forense com a finalidade de identificação. Em alguns casos, apenas o crânio é encontrado, sendo o mesmo utilizado para realização do dimorfismo sexual. No Brasil, a falta de estudos de métodos de estimativa sexual utilizando crânios é significativa. Esse trabalho teve como objetivo realizar o dimorfismo sexual em crânios humanos, fazendo uso da antropologia física e análise tomográfica. Foi realizada uma análise morfológica, aplicando o método de Buikstra e Ubelaker 1994, posteriormente validada por Walker 2008. A amostra contou com 111 crânios de indivíduos adultos, sendo 60 crânios pertencentes a indivíduos do sexo masculino e 51 pertencentes a indivíduos do sexo feminino. Os crânios pertencem ao acervo do Museu de Anatomia Humana da Universidade de São Paulo. Foram realizadas as tomografias de todos os crânios da amostra. A amostra foi analisada três vezes. Inicialmente foi realizada a análise física dos crânios secos, em seguida a análise tomográfica utilizando o programa Invesalius® e posteriormente foi realizada a análise tomográfica utilizando o programa Philips®. O método consiste na análise de cinco estruturas cranianas: a crista occipital externa, o processo mastóide, a margem supraorbital, a glabella e a eminência mental. Cada estrutura foi classificada com um escore, podendo variar de 1 a 5, de acordo com o diagrama proposto por Buikstra e Ubelaker 1994. Após realização da classificação, os resultados foram tabulados e classificados por dois métodos diferentes. No primeiro método, seguiu-se os passos descritos por Buikstra e Ubelaker 1994 para classificação das estruturas. No segundo método, foi utilizada a mesma técnica, porém com as modificações sugeridas por Walker 2008. A análise física obteve um percentual de acerto ligeiramente maior do que as análises tomográficas, sendo de (70,4%) quando empregado o método proposto por Walker (2008) e (67,4%) quando

empregado o método de Buikstra e Ubelaker (1994). Já na análise tomográfica, quando utilizado o programa Invesalius® o percentual de acerto foi de (68,1%) quando empregado o método proposto por Walker (2008) e (60,2%) quando empregado o método de Buikstra e Ubelaker (1994). Quando realizada a análise tomográfica utilizando o programa Philips® o percentual de acerto foi de (69,6%) quando empregado o método proposto por Walker (2008) e (62,5%) quando empregado o método de Buikstra e Ubelaker (1994). O percentual de precisão na estimativa de sexo foi superior no sexo feminino em todas análises realizadas. No geral o índice de precisão variou de 60,2% a 70,4%. Quando analisada a precisão na estimativa de sexo separadamente entre os sexos, indivíduos do sexo masculino atingiram precisão máxima de 68,33% enquanto o sexo feminino obteve um índice de até 88,24% de acerto. A glabella e o processo mastóide foram as melhores estruturas para realizar a estimativa sexual na amostra analisada. Já a eminência mental foi a estrutura que obteve menor poder dimórfico. Os resultados dessa pesquisa apontam que a estimativa de sexo pode ser realizada a partir de imagens 3D obtidas por tomografia computadorizada. A imagem digital não demonstrou diferença significativa quando comparada ao resultado da análise física dos crânios secos. Os resultados obtidos na presente amostra deixa clara a necessidade de aplicação de mais de uma técnica em conjunto com a análise morfológica realizada para estimar com maior precisão o sexo de um indivíduo.

Descritores: Processos de determinação sexual. Crânio. Antropologia forense. Tomografia. Odontologia Legal.

ABSTRACT

Rosa EO. Estimation of sex in skulls by studying physical structures and tomography analysis [dissertation]. Sao Paulo: University of Sao Paulo, School of Dentistry; 2019. Corrected version.

The estimation of sex is a constant problem in the field of forensic anthropology in relation to human identification. The use of bones for human identification is important during the process of using forensic anthropology for identification purposes. In some cases, only the skull is found, being the same used to perform sexual dimorphism. In Brazil, the lack of studies of sexual estimation methods using skulls is significant. This work aimed to perform sexual dimorphism in human skulls, making use of physical anthropology and tomographic analysis. A morphological analysis was performed using the method of Buikstra and Ubelaker 1994, later validated by Walker 2008. The sample consisted of 111 skulls from adult individuals, 60 skulls belonging to males and 51 belonging to females. The skulls belong to the collection of the Museum of Human Anatomy of the University of São Paulo. CT scans of all skulls of the sample were performed. The sample was analyzed three times. Initially, the physical analysis of the dry skulls was performed, followed by the tomographic analysis using the Invesalius® software and later the tomographic analysis using the Philips® software. The method consists of the analysis of five cranial structures: the external occipital crest, the mastoid process, the supraorbital margin, the glabella and the mental eminence. Each structure was classified with a score, ranging from 1 to 5, according to the diagram proposed by Buikstra and Ubelaker 1994. After classification, the results were tabulated and classified by two different methods. In the first method, the steps described by Buikstra and Ubelaker 1994 for classification of the structures were followed. In the second method, the same technique was used, but with the modifications suggested by Walker 2008. The physical analysis obtained a slightly higher percentage of accuracy than the tomographic analysis, being (70.4%) when employed the method proposed by Walker. (2008) and (67.4%) when using the method of Buikstra and Ubelaker (1994). In tomographic analysis, when using the Invesalius® program, the percentage of accuracy was (68.1%) when using the method proposed by Walker (2008) and (60.2%) when using the method of Buikstra and Ubelaker (1994).). When the

tomographic analysis was performed using the Philips® software, the percentage of accuracy was (69.6%) when using the method proposed by Walker (2008) and (62.5%) when using the method of Buikstra and Ubelaker (1994). The percentage of accuracy in sex estimation was higher in females in all analyzes performed. Overall the accuracy index ranged from 60.2% to 70.4%. When analyzing the accuracy of sex estimation separately between males and females, males achieved a maximum accuracy of 68.33% while females achieved an accuracy rate of up to 88.24%. The glabella and the mastoid process were the best structures to perform the sexual estimate in the analyzed sample. Already mental eminence was the structure that obtained the lowest dimorphic power. The results of this research indicate that sex can be estimated from 3D images obtained by computed tomography. The digital image showed no significant difference when compared to the result of the physical analysis of the dry skulls. The results obtained in this sample make clear the need to apply more than one technique in conjunction with the morphological analysis performed to estimate more accurately the sex of an individual.

Keywords: Sexual determination processes. Skull. Forensic anthropology. Tomography. Forensic Dentistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 4.1 - Descrição da amostra de 111 crânios utilizados na pesquisa	43
Figura 4.1 - Padrão estabelecido por Buikstra e Ubelaker 1994 para classificação dos escores	48
Quadro 4.2 - Método de classificação dos escores segundo Buikstra e Ubelaker 1994.....	49
Figura 4.2 - Crânio feminino em vista lateral para visualização da crista occipital externa.....	50
Figura 4.3 - Crânio feminino rotacionado para visualizar a crista occipital externa.	51
Figura 4.4 - Visão lateral do crânio masculino para visualização da crista occipital externa.....	51
Figura 4.5 - Crista occipital robusta e proeminente.....	52
Figura 4.6 - Crânio em visão lateral para análise do processo mastóide.....	53
Figura 4.7 - Processo mastóide de um crânio feminino, com sua estrutura lisa e pequena.....	53
Figura 4.8 - Crânio masculino rotacionado para análise do processo mastóide.....	54
Figura 4.9 - Processo mastóide de um crânio masculino apresentando características mais robustas e protuberantes	54
Figura 4.10 - Margem supraorbital de um crânio feminino.....	55
Figura 4.11 - Análise física da margem supraorbital de um crânio feminino.....	56
Figura 4.12 - Margem supraorbital de um crânio masculino	57

Figura 4.13 - Análise física da margem supraorbital de um crânio masculino.....	57
Figura 4.14 - Visão da glabella de um crânio feminino.....	58
Figura 4.15 - Análise física da glabella de um crânio feminino	58
Figura 4.16 - Glabella de um crânio do sexo masculino.....	59
Figura 4.17 - Análise física da glabella de um crânio do sexo masculino	59
Figura 4.18 - Análise física da eminência mental com auxílio dos polegares.....	60
Figura 4.19 - Eminência mental de um indivíduo do sexo feminino.....	61
Figura 4.20 - Eminência mental de um indivíduo do sexo masculino	61
Figura 4.21 - Análise física da eminência mental de um indivíduo masculino.....	62
Figura 4.22 - Tomógrafo Philips com crânio e mandíbula	63
Figura 4.23 - Parâmetros de imagem das tomografias.....	64
Figura 4.24 - Índices KV, mAs e DLP	65
Figura 4.25 - Crânio e mandíbula sobre a mesa de tomografia	65
Figura 4.26 - Visão frontal do crânio com os lasers de posicionamento.....	66
Figura 4.27 - Visão superior do crânio e mandíbula em relação aos lasers de posicionamento.....	67
Figura 4.28 - Painel digital do aparelho de tomografia	67
Figura 4.29 - Imagem de uma tomografia de crânio e mandíbula reconstruídas	68

Figura 4.30 - Imagem tomográfica reconstruída após realização da tomografia do crânio.....	69
Figura 4.31 - Imagem tridimensional do crânio reconstruído pelo programa Philips.	70
Figura 4.32 - Crânio posicionado para visualização da margem supraorbital e eminência mental.....	71
Figura 4.33 - Crânio em imagem tridimensional em visão lateral para análise de estruturas.....	72
Figura 4.34 - Manual do programa Invesalius.....	73
Figura 4.35 - Tela inicial do programa Invesalius.....	73
Figura 4.36 - Seleção de arquivo em formato DICOM para visualização no programa Invesalius.....	74
Figura 4.37 - Carregamento do arquivo para abertura de tomografia pelo programa Invesalius.....	75
Figura 4.38 - Imagem tomográfica separada em cortes	75
Figura 4.39 - Seleção das fatias de corte para posterior visualização tridimensional do crânio e mandíbula	76
Figura 4.40 - Visualização multiplanar do crânio e mandíbula selecionados.....	76
Figura 4.41 - Imagem tomográfica do crânio e mandíbula em visão sagital, coronal, axial e volume.....	77
Figura 4.42 - Imagem do crânio em reconstrução tridimensional	78
Figura 4.43 - Imagem tridimensional do crânio gerada pelo programa Invesalius....	78
Quadro 4.3 - Método de classificação sexual: exemplo 1	79

Quadro 4.4 - Método de classificação sexual: exemplo 2	80
Quadro 4.5 - Método de classificação sexual: exemplo 3	81
Quadro 4.6 - Método de classificação sexual: exemplo 4	81
Quadro 4.7 - Metodologia de classificação dos escores segundo Buikstra e Ubelaker 1994	84
Quadro 4.8 - Metodologia de classificação dos escores segundo resultados apresentados por Walker 2008	85
Gráfico 5.1 - Descritivo do percentual de acerto da estimativa de sexo no sexo masculino e no sexo feminino após estimativa do sexo por análise física de crânios secos	98
Gráfico 5.2 - Descritivo do percentual de acerto da estimativa de sexo no sexo masculino e no sexo feminino após estimativa de sexo por análise tomográfica no programa Invesalius	101
Gráfico 5.3 - Descritivo do percentual de acerto da estimativa de sexo no sexo masculino e no sexo feminino após estimativa de sexo por análise tomográfica no programa Philips.....	104
Gráfico 5.4 - Descritivo do percentual de acerto geral da estimativa de sexo por meio de análise física dos crânios, utilizando a metodologia de Buikstra e Ubelaker e a de Walker.....	105
Gráfico 5.5 - Descritivo do percentual de acerto geral da estimativa de sexo por meio de análise tomográfica no programa Invesalius utilizando a metodologia de Buikstra e Ubelaker e a de Walker	106
Gráfico 5.6 - Descritivo do percentual de acerto geral da estimativa de sexo por meio de análise tomográfica no programa Philips, utilizando a metodologia de Buikstra e Ubelaker e a de Walker	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1-	Dados da crista occipital externa no processo de análise física dos crânios	87
Tabela 5.2-	Dados do processo mastóide no processo de análise física dos crânios	88
Tabela 5.3-	Dados da margem supraorbital no processo de análise física dos crânios	88
Tabela 5.4-	Dados da glabella no processo de análise física dos crânios	89
Tabela 5.5-	Dados da eminência mental no processo de análise física dos crânios.....	89
Tabela 5.6-	Dados da crista occipital externa no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalius	90
Tabela 5.7-	Dados do processo mastóide no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalius.....	91
Tabela 5.8-	Dados da margem supraorbital no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalius.....	91
Tabela 5.9-	Dados da glabella no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalius	92
Tabela 5.10-	Dados da eminência mental no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalius.....	93
Tabela 5.11-	Dados da crista occipital externa no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips.....	93
Tabela 5.12-	Dados do processo mastóide no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips	94

Tabela 5.13- Dados da margem supraorbital no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips	95
Tabela 5.14- Dados da glabella no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips	95
Tabela 5.15- Dados da eminência mental no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips	96
Tabela 5.16- Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Ubelaker.....	97
Tabela 5.17- Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Walker.....	98
Tabela 5.18- Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Ubelaker.....	99
Tabela 5.19- Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Walker.....	100
Tabela 5.20- Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Ubelaker.....	102
Tabela 5.21- Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Walker.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

USP	Universidade de São Paulo
HU	Hospital Universitário
3D	Três dimensões
XIX	Dezenove
C2	Cervical 2
L1	Lombar 1
T12	Vértebra torácica 12
EUA	Estados Unidos da América
CEP	Conselho de Ética em Pesquisa
Mm	Milímetros
kV	Voltagem
mAs	Quantidade de elétrons
DLP	Produto dose-comprimento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REVISÃO DA LITERATURA	29
2.1	Antropologia forense e odontologia legal	29
2.2	Métodos de identificação	31
2.3	Variabilidade populacional e padrões de estruturas cranianas	32
2.4	Dimorfismo sexual.....	35
2.4.1	Dimorfismo sexual por meio de análise de estruturas cranianas.....	37
3	PROPOSIÇÃO	41
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1	Tipo de estudo	43
4.2	Amostra do estudo	43
4.3	Crerios de inclusão	46
4.4	Crerios de exclusão.....	46
4.5	Método de Buikstra e Ubelaker (1994) validado por Walker (2008).	47
4.5.1	Aplicação do método na análise física dos crânios.....	49
4.6	Método para realização das tomografias.....	62
4.6.1	Método para realização da análise tomográfica no programa Philips.....	68
4.6.2	Método para realização da análise tomográfica no programa Invesalius.	72
4.7	Método de classificação sexual.....	79
4.7.1	Exemplo 1.....	61
4.7.2	Exemplo 2.....	80
4.7.3	Exemplo 3.....	81

4.7.4 Exemplo 4.	81
4.8 Estatística	82
4.9 Método para realização da análise estatística individual das estruturas.....	82
4.10 Método para realização da análise comparativa entre o sexo real e o sexo estimado.....	82
4.11 Aspectos éticos	86
5 RESULTADOS	87
5.1 Análise descritiva individual das estruturas.....	87
5.1.1 Análise descritiva individual das estruturas: Crânios secos.	87
5.1.2 Análise descritiva individual das estruturas: Programa Invesalius.	90
5.1.3 Análise descritiva individual das estruturas: Programa Philips.....	93
5.2 Análise comparativa entre o sexo real e sexo estimado: Crânios secos.....	96
5.2.1 Análise comparativa entre o sexo real e sexo estimado: Programa Invesalius	99
5.2.2 Análise comparativa entre o sexo real e sexo estimado: Programa Philips. ..	101
5.3 Percentual de acerto total da estimativa de sexo: Crânios secos	104
5.3.1 Percentual de acerto total da estimativa de sexo: Programa Invesalius	61
5.3.2 Percentual de acerto total da estimativa de sexo:Programa Philips.....	61
6 DISCUSSÃO	109
7 CONCLUSÃO	119
REFERÊNCIAS	121
ANEXO	127

1 INTRODUÇÃO

Dentro da antropologia forense, a antropologia física possui grande espaço quando relacionada a estimativa de sexo. É crescente a utilização de crânios para realização de dimorfismo sexual. Muitas vezes, o crânio é encontrado separadamente, se tornando imprescindível a utilização das estruturas do mesmo para estimar o sexo. Mesmo quando todo o corpo é encontrado, a utilização do crânio para realização do dimorfismo sexual é considerada uma forma segura para estimativa do sexo, devido a análise de estruturas do crânio (1). A pelve é considerada como a região com maior poder dimórfico do esqueleto humano. Os métodos aplicados para realização a estimativa de sexo utilizando os ossos da pelve possuem grande poder de precisão (2).

A presença de peças osteológicas armazenadas é de elevada importância para pesquisa de antropologia física pois as mesmas podem ser utilizadas para estudo de novas técnicas de pesquisa para comparar resultados e realizar novos estudos em uma determinada população (3).

A determinação do sexo em indivíduos é fator crucial para identificação de corpos na área forense, consequentemente contribuindo para identificação de cadáveres encontrados após sofrerem mortes violentas, como homicídio, suicídio, acidentes ou morte suspeita. Em um processo de identificação humana de corpos, a determinação do sexo é importante para diminuição expressiva na quantidade final de pessoas durante o processo de identificação. Esse processo facilita processos de identificação humana em desastres envolvendo a morte de várias pessoas, por exemplo (4).

Quando se pensa em dimorfismo sexual com base em estruturas cranianas, analisam-se grandes diferenças entre um crânio originado de um indivíduo masculino em comparação a um crânio originado de um indivíduo do sexo feminino. As diferenças são realmente claras. Indivíduos masculinos tendem a possuir estruturas mais robustas e maiores. Já os crânios do sexo feminino tendem a possuir estruturas mais delicadas e menos pronunciadas, porém isso não é uma regra e entre a extremidade máxima e a extremidade mínima, existem os crânios

com estruturas que ficam entre esses 2 padrões e que dificultam o processo de dimorfismo (5).

Entretanto, para dizer com maior propriedade se um crânio possui mais características originadas de um indivíduo masculino do que de um indivíduo feminino, é necessário o estudo de diversas estruturas específicas e as mesmas devem ser estudadas e validadas para poderem ser utilizadas nas populações diferentes das de origem (6).

Na literatura existem diversos métodos para realização do dimorfismo sexual. Muitas vezes estruturas cranianas são utilizadas para essa finalidade. O interesse crescente em realizar uma estimativa sexual mais precisa fez com que muitos pesquisadores utilizassem diversas estruturas cranianas diferentes para adquirir um resultado em relação ao sexo (7). Dentre as estruturas analisadas, podemos encontrar pesquisas que utilizaram o forame magno (8), o triângulo mastóide (9), o índice transversal craniano (10), seio maxilar (11), medidas mandibulares (12), glabella (13), seio frontal (14), e outras diversas estruturas analisadas (15).

A evolução de novas técnicas e utilização de técnicas aplicadas a softwares de computadores possibilitou uma ampla margem de estudo envolvendo processos tecnológicos, porém não se deve menosprezar técnicas que utilizam de padrões morfológicos para estimativa de sexo. Técnicas osteométricas de base estatística dependem de alguns fatores importantes e que nem sempre são viáveis, como por exemplo um grande investimento em tecnologias muito caras. A utilização de técnicas discriminantes multivariadas utilizando medidas ósseas teve um crescimento imenso nos últimos tempos, porém técnicas subjetivas onde são utilizados padrões morfológicos de traços que podem ser visualmente utilizados para estimativa sexual não devem ser eliminadas e ainda são amplamente utilizadas (16).

Quando utiliza-se medidas osteológicas para realização do dimorfismo sexual, deve-se levar em consideração as dificuldades em se estabelecer medidas confiáveis para exercer a finalidade dimórfica. Além de consumir muito tempo para realização das medidas, para o estabelecimento de medidas dimórficas e por ter um custo elevado, outro problema a ser destacado são as variedades populacionais. Uma vez que se estabelecem medidas dimórficas para realização de estimativas sexuais em indivíduos de uma determinada população, fica claro que as diferenças populacionais não podem ser ignoradas (17), portanto, ao validar uma técnica osteométrica para outra população diferente da que deu origem aos dados, as

medidas utilizadas como base certamente devem ser analisadas com parcimônia na nova população estudada. Esse processo também é lento e deve ser feito com muito critério, visando a menor chance de erro possível e se atentando aos fatores externos que influenciam nessa variabilidade populacional (18).

A variação populacional é um dos maiores problemas enfrentados por pesquisadores no momento da realização do dimorfismo sexual (17). Crânios masculinos e femininos sempre demonstraram variações em suas estruturas consideradas dimórficas. Entretanto, deve-se salientar que a variabilidade populacional interfere diretamente nesses resultados, portanto uma determinada estrutura pode exercer um grande padrão dimórfico numa determinada população e não exercer um padrão dimórfico significativo em outra população. Essa variabilidade é algo muito importante e devido a essas diferenças, as técnicas de dimorfismo sexual devem ser validadas em populações diferentes para avaliar seus resultados e possíveis modificações para uma determinada população. Portanto uma população sul africana provavelmente terá padrões dimórficos diferentes de uma população asiática, por exemplo (19).

Algumas estruturas dimórficas são facilmente visualizadas porém nem sempre são possíveis de serem medidas, dificultando o trabalho de pesquisadores que utilizam medidas osteométricas. Isso enfatiza a necessidade de avaliação de estruturas dimórficas visualmente e estabelecer um padrão para poder classificá-las em relação ao sexo (3).

Muitas técnicas com alto poder discriminante, que utilizam medidas ósseas e programas sofisticados, utilizam um grande número de medidas diferentes (20). Nesse caso, várias medidas são tiradas de pontos específicos do crânio, incluindo a mandíbula. Um grande problema encontrado corriqueiramente em casos de corpos encontrados é a má preservação de estruturas do crânio. Nem sempre os crânios são encontrados em bom estado e com estruturas passíveis de medição precisa para realização de técnicas avançadas, como medições osteométricas e utilização de inteligência artificial. Pensando nisso, algumas pesquisas estabelecem opções diferentes para realizar as medições em pontos anatômicos do crânio. Entretanto são poucos as pesquisas publicadas que levam em consideração essa dificuldade em ter um crânio sempre em bom estado para realização de metodologias para dimorfismo sexual (21).

Há uma grande necessidade de adequações em técnicas com resultados precisos, para que as mesmas possam ser utilizados em casos onde o crânio não esteja em um ótimo estado de preservação. Muitas vezes a face está fraturada, a mandíbula está fraturada, ou até mesmo alguma estrutura craniana pode estar desgastada (22).

Como o Brasil é um país com população proveniente de diversas origens geográficas, se faz necessário o estudo de novas pesquisas e métodos para estimar o sexo dos indivíduos. Nesse trabalho será aplicada a metodologia de Buikstra e Ubelaker (23), validada por Walker (24) nas amostras disponíveis para realizar o dimorfismo sexual e contribuir para identificação com finalidade forense na população brasileira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Antropologia forense e odontologia legal

A antropologia teve sua origem em Atenas, por Aristóteles. Ocorreu em meados de 300 anos antes de Cristo. A antropologia é uma ciência que estuda o ser humano por completo, como suas origens, desenvolvimento, cultura, hábitos de todos povos que já habitaram a Terra (25). A antropologia física é a ciência que estuda o ser humano em relação aos seus aspectos biológicos e comportamentais (16). A evolução, variações e constituição física são aspectos amplamente estudados pela antropologia física. Passou-se a ser conhecido o termo antropologia física somente no século II, por Galeno. Posteriormente os estudos na área foram se aprofundando e dando andamentos com outros pesquisadores. Dentre eles pode se citar Lamark, Darwin, que realizaram teorias e estudos sobre a antropologia física. Em 1959, Darwin teve uma grande repercussão na área científica ao publicar seu livro sobre a teoria da seleção natural (4) .

Ainda no século II, mais especificamente no ano de 1897 foi realizado o primeiro caso de identificação humana pela odontologia legal. O caso ocorreu em Paris, quando um incêndio acarretou na morte de cerca de 200 pessoas. O incêndio aconteceu num evento beneficente que reunia grande parte da burguesia local. Como parte dos corpos ainda se encontrava sem identificação, foi utilizada a odontologia legal para realização da identificação dos mesmos. Dentre os corpos sem identificação estavam o de personalidades importantes da época, portanto os cirurgiões dentistas dessas pessoas foram chamados para realizar a identificação dos mesmos através da análise dentária (5).

Por meio de perícias, a odontologia legal disponibiliza informações importantes na resolução de casos que abordem o direito civil, penal e até do trabalho. Sendo assim, a contribuição da odontologia legal é de grande importância para o esclarecimento de ocorrências de interesse jurídico. A antropologia física teve seu crescimento em meados do século XIX, quando foram iniciadas as primeiras publicações científicas que relataram o uso da antropologia física no reconhecimento

de corpos no processo de identificação humana. Até o presente momento, a antropologia ainda não era relacionada a antropologia forense (26).

A importância da antropologia forense e da odontologia legal tem ganhado espaço no reconhecimento de cadáveres, ossadas e também pode ser empregada em vivos. A odontologia legal consiste numa disciplina que utiliza-se dos conhecimentos da odontologia e suas diversas especialidades para promover esclarecimento técnico legais à justiça. Já a antropologia forense é um ramo originado da medicina legal e tem como princípio a identidade e identificação de um ser humano. A identificação humana é uma das principais áreas de aplicação da antropologia forense, podendo ser relacionada à identidade médico-legal, que se trata de um conjunto de características presente em um indivíduo, tornando-o único, ou identidade jurídica, que se trata de todo ser humano desde o seu nascimento até o momento de sua morte, detentor de direitos e deveres. Ambos trabalham com o corpo humano, podendo utilizar análises e informações que o corpo possa oferecer para responder questões com finalidade forense ou jurídica (6).

Nos últimos anos, o crescimento da utilização da antropologia forense frente a casos de identificação fez com que o número de pesquisas nessa área também aumentassem. São diversas as tentativas de validação de técnicas e metodologias em diferentes populações ao redor do mundo, possibilitando a criação ou alteração de técnicas já criadas, visando a melhoria dos resultados obtidos. Padrões antropológicos tem se desenvolvidos para que possam ser utilizados em populações diferentes, contribuindo para a antropologia forense na área de identificação humana. Esses padrões visam estabelecer métodos para estimativa de sexo, idade, etnia, reconstrução facial, ancestralidade e estatura (15).

A complexidade da antropologia forense é algo muito discutido no ramo das ciências forenses devido sua constante evolução. Os primeiros anatomistas europeus são correlacionados ao início da antropologia nas ciências forenses, porém o continente americano contribuiu muito para o desenvolvimento na área por meio de pesquisa focada e montagem de coleções documentadas (1). A Academia Americana de Ciências Forenses criou a seção de antropologia em 1972. Posteriormente, foi criado o Conselho Americano de Antropologia Forense em 1977. Pioneiramente, a aplicação da antropologia forense se baseava em restos de corpos

esqueletizados. A tendência contemporânea fez com que a antropologia forense se expandisse para incluir também métodos mais complexos de busca e recuperação de informações que podem ser fornecidas pela antropologia, como por exemplo a análise em relação a dieta de uma população ou indivíduo e sua origem geográfica, interpretação biomecânica de traumas, estimativa em relação a idade humana dos restos esqueléticos e investigações relacionadas a direitos humanos (27).

2.2 Métodos de identificação

Diversos são os métodos aplicados para a finalidade de identificação humana. Estruturas cranianas são amplamente utilizadas para essa finalidade, assim como outras estruturas ósseas do corpo humano.

Utilizando-se de uma região óssea pouco aplicada para estimar o sexo de um indivíduo, vértebras humanas foram utilizadas para quantificar o dimorfismo sexual num estudo realizado na República Checa. Foram utilizadas as vértebras T12 e L1. A maioria das medições vertebrais apresentaram especificidades populacionais, causando uma variação em seu acerto dependendo da população analisada, porém duas medições da vértebra T12 foram úteis para aplicação do grau de dimorfismo sexual na população da República Checa. As medidas positivas da vértebra T12 foram o diâmetro corporal anteroposterior e o diâmetro mediolateral (28).

Com um considerável número de técnicas para aplicação da estimativa de sexo, uma questão importante a ser analisada é a confiabilidade dessas técnicas. Um estudo originado na Índia realizou uma revisão de diversas técnicas que quantificam o dimorfismo sexual para utilização na antropologia forense. Técnicas que realizaram medições métricas diretamente nos ossos obtiveram maior confiabilidade e reprodutibilidade, relatando que os métodos diretos de estimativa de sexo foram mais confiáveis do que métodos morfológicos e que dependiam da reprodução de imagens, por exemplo. O estudo também concluiu que métodos 3D mais recentes são utilizados para reproduzir padrões específicos no grau de dimorfismo sexual, podendo ser uma alternativa para realização de medições

osteométricas utilizando apenas imagens tridimensionais e programas específicos para realização de medições digitais (29).

Muitos estudos indicam a pelve como uma das melhores estruturas para realização da estimativa sexual. Um estudo utilizou a análise de Fourier por meio de tomografias computadorizadas. Foram utilizados 120 corpos, sendo 60 de indivíduos do sexo masculino e 60 indivíduos do sexo feminino, todos pertencentes a uma amostra da população do Japão. Foi realizado o formato da linha subpúbica e da linha da área do entalhe ciático maior direito. Como resultados foram encontradas diferenças significativas na segunda, terceira e quarta frequências da linha subpúbica e na primeira, terceira e quarta frequências da linha da área do entalhe ciático maior direito. A precisão de acerto foi de 0,983 e em relação ao coeficiente kappa. Os resultados foram muito positivos e mostraram alta precisão de acerto (30).

A coluna vertebral também tem sido objeto de estudo para quantificação do grau de dimorfismo sexual. Em um estudo realizado no Japão, um grupo de pesquisadores utilizou a segunda vertebra cervical (C2) por meio de tomografia computadorizada em uma população japonesa. No total foi utilizada uma amostra com 224 corpos de indivíduos originados do Japão. Foram desenvolvidas fórmulas de função discriminante. As tomografias foram realizadas pós morte. Primeiramente foi realizada a tomografia e em seguida autópsia dos mesmos. Na análise tomográfica, foram realizadas nove medidas da vértebra C2. Todas medidas demonstraram um grau de estimativa sexual satisfatório, atingindo até 92,2% de precisão de acerto na estimativa (31).

2.3 Variabilidade populacional e padrões de estruturas cranianas

A análise quantitativa também pode ser empregado nos estudos de identificação envolvendo crânios humanos. Quantitativamente pode-se analisar características como peso, diâmetro transverso, diâmetro ântero posterior, espessura óssea, altura craniana, largura bizigomática, entre outras (8).

Determinadas estruturas anatômicas cranianas possuem um grande potencial dimórfico quando analisadas cuidadosamente. A análise física dessas estruturas é

um padrão muito utilizado em casos de identificação de indivíduos. Sabe-se que a pelve é a estrutura que fornece os dados mais precisos para a estimativa do sexo, porém a pelve nem sempre é encontrada e mesmo quando todas as estruturas do esqueleto humano são encontradas, a realização de diversas técnicas e não somente a análise da pelve, fortalece a estimativa precisa do sexo real (7).

Encontram-se na literatura diversos métodos para estimar o sexo. A pelve e o crânio são as estruturas do corpo que possuem maior confiabilidade na diferenciação sexual, sendo a pelve a estrutura mais dimórfica presente no esqueleto humano (2). Pesquisadores da odontologia legal frequentemente fazem uso de novos estudos para estabelecer parâmetros mais confiáveis na diferenciação, porém sabe-se que esses estudos sofrem variação entre populações. No Brasil, a variabilidade populacional é um fator a ser observado. Há um crescente número de estudos relacionados a estimativa sexual de indivíduos no Brasil, porém ainda são poucas as pesquisas que utilizam métodos de dimorfismo sexual na população brasileira (32) (30).

Vale ressaltar que identificação e reconhecimento são procedimentos que se diferem entre si, uma vez que reconhecimento se baseia em uma ação testemunhal decorrente de um conhecimento já possuído pelo indivíduo em questão, responsável por fazer o reconhecimento. Diferentemente de identificação que é um processo com embasamento e comprovação científica que envolve uma série de pesquisas necessárias para conclusão, como o grau de dimorfismo sexual (33).

Recentemente, métodos de identificação humana utilizando a odontologia legal tem ganhado espaço na mídia. Isso porque grandes desastres naturais, acidentes envolvendo várias vítimas e diversos outros tipos de catástrofes envolvendo morte em massa tem ocorrido, sendo muitas vezes publicado o método de identificação utilizado para reconhecimento humano dos corpos encontrados. Um dos problemas encontrados na identificação sexual de indivíduos é a variabilidade morfológica encontrada entre as populações. Diferenças nos padrões de estruturas do crânio são comuns em populações diferentes. Alguns fatores auxiliam nessa diferença como clima e alimentação. A população brasileira devido sua diversidade populacional possui uma variabilidade ainda maior (34).

Um frequente problema encontrado na análise de estruturas cranianas para quantificar o grau de dimorfismo sexual é a dependência da experiência do operador. Por se tratar de metodologias onde o resultado depende diretamente da atuação correta do examinador, a falta de treinamento e conhecimento específico de uma técnica pode ser um fator que altere de forma negativa o resultado final mais preciso (10).

Outro fator que deve ser levado em consideração no momento da quantificação da estimativa sexual é a má formação óssea, que causa uma grande variabilidade nas estruturas cranianas. Algumas doenças osteológicas e tumores também podem causar alterações cranianas que podem interferir nos resultados da estimativa sexual durante a aplicação de técnicas para esta finalidade (8).

Quando realizamos uma pesquisa para quantificar o grau de dimorfismo sexual, procura-se desenvolver padrões que estabeleçam o maior índice de sucesso possível ao realizar a estimativa sexual, porém pode ser ignorado o fato de que na realidade diária de peritos antropólogos por exemplo, o crânio muitas vezes não chega em condições de aplicação de metodologias que utilizam diversos pontos de medidas. O desenvolvimento de técnicas adequadas para diferentes estados cranianos se faz importante para o enriquecimento da literatura e da antropologia forense como um todo (35).

Sabe-se que a variação populacional influencia diretamente no resultado de análises com finalidade de estimar o sexo. Um estudo realizado por Ubelaker (37) documentou as diferenças relacionadas ao crescimento e desenvolvimento humano em distintas populações, do mundo todo. As populações analisadas foram da América do Norte, Coreia, China, Japão, Noruega e Suíça. Fatores genéticos e ambientais foram responsáveis por impactar diferenças nas metodologias com finalidade de diferenciação sexual. O estudo documentou as principais diferenças esqueléticas em populações que foram utilizadas em análises de dimorfismo sexual no mundo todo. Foram discutidas variações nos padrões de crescimento e características ósseas em adultos de diferentes locais. O estudo teve como finalidade direcionar futuras pesquisas para que metodologias apropriadas possam ser empregadas em populações de acordo com seus dados característicos.

2.4 Dimorfismo sexual

A estimativa do sexo é a primeira análise a ser feita quanto se destina saber a identificação humana, pois através desse resultado já se pode eliminar diversas possíveis identidades. Estruturas anatômicas do corpo humano permitem que seja possível essa estimativa. A pelve e o crânio são as estruturas que permitem maior confiabilidade quando relacionada ao perfil sexual do corpo analisado. Isso ocorre devido as diferenças anatômicas características de cada gênero. A observação de estruturas do crânio oferece maior amostragem de dados, proporcionando grande confiança nos resultados obtidos (17).

Com a finalidade de realizar estudos para ampliar conhecimentos relacionados a estimativa sexual, Almeida Junior et al. (36) realizaram um estudo com base nas distâncias lineares interforame infraorbital, área do triângulo facial inferior e interforame infraorbital-próstio. No total foram analisados 200 crânios, originados do Laboratório de Anatomia Humana da União Metropolitana de Educação e Cultura, localizada na cidade Lauro de Freitas, na Bahia, sendo 100 do sexo masculino e 100 do sexo feminino. Após as medidas encontradas e com base nos resultados obtidos, concluiu-se que a análise da área do triângulo facial inferior possui potencial positivo para aplicação na estimativa sexual pois as medidas variáveis dos crânios do sexo masculino se apresentaram maiores em relação as medidas dos crânios femininos. Com o estudo também foram classificados como satisfatórios os métodos: média e intervalo de confiança e teste t de Student, que apontaram grande diferença entre a média verdadeira na área do triângulo facial inferior em ambos os sexos.

Walker (24) realizou um estudo para estimar o sexo utilizando análise visual de estruturas do crânio. Dentre as estruturas analisadas estavam a glabella, protuberância mental, margem supraorbital, processo mastoide e crista occipital externa. O estudo foi realizado nas populações: americana de origem europeia, americana de origem africana, ancestrais ingleses e também contou com uma amostra de americanos nativos, contendo 156 indivíduos cuja determinação do sexo

já havia sido feita previamente pela análise da pelve. Os resultados obtidos mostraram que o método obteve sucesso na determinação do sexo em 88% das análises em relação aos cinco fatores observados e 78% quando comparado com os resultados da determinação feita pela pelve.

Após realizar um estudo onde foram analisados 90 crânios, sendo todos de sexo pré catalogados, originados do Conselho de Medicina Forense em Istambul, na Turquia, o autor Celbis et al. (13) realizou pesquisa cujo objetivo foi analisar o dimorfismo sexual com base nas estruturas da região da glabella. Foram utilizados quatro graus para classificação da suavidade e rugosidade da glabella, sendo eles: muito suave (0), suave (1), rugoso (2), muito rugoso (3). Dentre os resultados observados, os homens foram todos classificados entre o grau 1 e 3, diferente das mulheres, que foram todas classificadas entre 0 e 2. Concluiu-se que a região supranasal possui potencial positivo para estimativa sexual dos crânios estudados.

O desenvolvimento de novas técnicas para quantificação do grau de dimorfismo sexual é uma realidade crescente no campo forense. A análise de estruturas ósseas é amplamente utilizada, sendo diversas técnicas utilizadas. Pesquisadores da cidade de Adelaide, na Austrália aplicaram um método fora do padrão para estimar o sexo em crânios humanos. Foi utilizada inteligência artificial para estimar o sexo de indivíduos. A metodologia se baseou na utilização de uma rede neural artificial com profundo conhecimento craniano, capaz de estimar o sexo de crânios. Na pesquisa foram utilizadas 900 crânios para realizar o treinamento da rede neural, todos reconstruídos por tomografias computadorizadas provenientes de hospitais. Após esse período, a rede de inteligência artificial utilizou imagens tomográficas de novos crânios e estimou o sexo corretamente em 95% dos casos. Um diferencial importante encontrado foi que a inteligência artificial não requer nenhum tipo de experiência significativa, uma vez que os computadores responsáveis por utilizar a inteligência artificial são previamente treinados automaticamente, com base em vários métodos que são armazenados na memória do computador. Além disso, foram considerados de rápida utilização e também possuem a vantagem de eliminar qualquer viés humano (31).

2.4.1 Dimorfismo sexual por meio de análise de estruturas cranianas

As estruturas do crânio observadas entre os autores que pesquisaram sobre o dimorfismo sexual pela análise do crânio nem sempre são as mesmas, variando um pouco de acordo com a população e outros fatores como novos critérios de estudo. Williams e Rogers (38) realizaram uma pesquisa onde foram analisados 50 crânios sendo todos eles originados de europeus. Foram analisadas 21 estruturas do crânio. Após realizar estatística dos resultados, observou-se um alto grau de precisão de acerto, 96%. Dentre as 21 estruturas analisadas, foi observado que algumas estruturas possuem maior grau de confiabilidade em relação ao grau de dimorfismo sexual. As estruturas melhores evidenciadas foram a rugosidade do zigomático, o tamanho do mastoide e crista supra orbital e abertura nasal.

Um estudo teve como intuito analisar o grau de dimorfismo sexual em crânios secos originados do norte da Índia. Foram analisados 200 crânios, sendo 112 do sexo masculino e 88 do sexo feminino, todos originados do Museu de Antropologia do Departamento de Anatomia. A pesquisa baseou-se na utilização de sementes de centeio que foram inseridas no crânio pelo forame magnum. Fissuras orbitais e forames principais dos crânios foram vedados com argila. Em seguida o volume das sementes foi medido e os dados gravados para realização da análise estatística. Nos resultados foi observado que a capacidade craniana média dos homens é maior do que a capacidade feminina. Foi concluído que o método de enchimento da capacidade craniana com sementes de centeio é um dos métodos mais eficazes para estimativa sexual no estudo dos crânios (39).

Algumas regiões cranianas também podem ser analisadas para finalidade de estimar não só o sexo, como também a idade. O índice transversal craniano foi objeto de estudo de uma pesquisa. O estudo contou com 160 crânios, sendo divididos em 80 do sexo masculino e 80 do sexo feminino. A amostra foi originada do Cemitério Público Quinta dos Lázaros, localizado em Salvador. Todos com idades acima de 20 anos e com sexo e idade já devidamente conhecidos e confirmados previamente. O índice transversal foi calculado a partir das medidas básico-bregma, sendo básico o ponto localizado na borda anterior do forame magno e o bregma o ponto de encontro entre as suturas coronárias e sagital e também das medidas éurio-éurio, que corresponde ao ponto localizado no extremo do diâmetro transversal

máximo. O índice de acerto foi correspondente a 81,5% por regressão logística e 76,25% pela análise discriminante (10).

Em uma pesquisa realizada na Índia, um estudo utilizou o seio maxilar para estimar o sexo de determinados indivíduos. Foi utilizada a modalidade de tomografia computadorizada para aplicação das análises. Foram realizadas medições em relação a altura, largura e profundidade dos seios maxilares bilaterais. Os parâmetros avaliados foram significativamente caracterizados como maiores no sexo masculino ao serem comparados ao sexo feminino. A altura do seio maxilar obteve a medição com resultados mais satisfatórios (11).

Um estudo realizado por pesquisadores de Bagdah no Iraque, utilizou o forame magno para estimar o sexo de indivíduos. O método utilizou tomografia computadorizada helicoidal para realização da técnica. No total foram selecionados 88 pacientes de um centro radiológico, sendo 43 indivíduos do sexo masculino e 45 do sexo feminino, ambos com faixa etária entre 20 a 49 anos. Foram realizadas medidas do forame magno, sendo elas o diâmetro sagital do forame magno, o diâmetro transversal, a área e a circunferência. A circunferência e a área do forame magno obtiveram os resultados mais positivos quanto a finalidade de estimativa de sexo, obtendo uma precisão de acerto de 67% e 69,3% respectivamente. Quando realizada análise multivariada, 90,7% das dimensões do forame magno foram sexadas corretamente em indivíduos masculinos e 73,3% das dimensões do forame magno foram sexadas corretamente para o sexo feminino (40).

Ainda referente à utilização do forame magno como estimativa sexual, uma pesquisa realizada na população da Arábia Saudita utilizou várias medições do forame magno. A metodologia foi realizada através de tomografias computadorizadas. O estudo contou com 200 indivíduos, sendo 100 do sexo masculino e 100 do sexo feminino. Foram observadas e realizadas medições em cinco pontos do forame magno, sendo eles: comprimento do côndilo occipital direito, comprimento do côndilo occipital esquerdo, área do forame magno, largura do forame magno e comprimento do forame magno. Quando analisadas individualmente, a precisão de acerto nas medições variou entre 62,5% a 65,5%. Com a combinação de todas as medidas para estimar o sexo, a precisão de acerto subiu para 71% (41).

Dentre as estruturas cranianas que apresentam melhores resultados para quantificação da estimativa sexual, pode-se citar o osso frontal como uma delas. Características encontradas no osso frontal como a glabella, eminência e inclinação frontal são fatores determinantes em relação a estimativa sexual. Um determinado estudo realizou um método direto, utilizando medições dos ângulos de inclinação frontal da glabella e supraglabela. A amostra contou com 413 crânios, sendo de quatro populações diferentes: brancos dos EUA (Estados Unidos da América), negros dos EUA, chineses e portugueses. A medição dos ângulos citados acima obteve resultados mais precisos nas populações de brancos dos EUA, negros dos EUA e portugueses, tendo uma estimativa de sexo correta variando entre 75% a 81%. Já nos chineses o índice de acerto na estimativa sexual foi de 66%. Foram identificadas algumas variações populacionais em relação ao ângulo de corte que separa o sexo masculino do sexo feminino, porém foi definido como valor de corte o ângulo de 78,2° para inclinação glabellar, responsável foi realizar a separação no momento da estimativa de sexo. Esse ângulo foi o que obteve melhor resultado para todas as populações estudadas (42).

O seio maxilar e o canal mandibular foram objetos de estudo para validação de uma técnica para estimar o sexo em uma população holandesa. Foi utilizada tomografia computadorizada de feixe cônico para realização do método. Foram utilizadas 160 tomografias de um banco de dados holandês, sendo 80 pertencentes a indivíduos do sexo masculino e 80 a indivíduos do sexo feminino. Foram realizadas sete medidas na região do seio maxilar e na segunda técnica foram realizadas nove medidas na região do canal mandibular. Todas as medidas realizadas mostraram diferenças estatísticas satisfatórias para estimar o sexo. No primeiro método, duas variáveis no seio maxilar apresentaram maior índice de acerto, com precisão geral de 75% de acerto no primeiro método. Já no segundo método, quatro variáveis mostraram melhor desempenho na medição do canal mandibular, obtendo precisão de acerto de 71,9% no geral. Quando combinados os dois métodos, a precisão aumentou para 78,5% de acerto (43).

Um estudo realizado na Colômbia teve como objetivo o desenvolvimento de um método para estimar o sexo de indivíduos com base nas medidas da cavidade endocraniana, utilizando a reconstrução volumétrica 3D de tomografias computadorizadas sem contraste. Foram utilizadas tomografias de 249 indivíduos de ambos os sexos. Foram realizadas dezesseis medidas da base endocraniana de cada indivíduo para realização da metodologia. Essas medidas foram utilizadas para aplicação de fórmulas por meio do uso de regressão logística. O índice de precisão geral de acerto foi de 89,7%. As medidas que possuíam maior índice de dimorfismo sexual foram a largura máxima do forame magno, a distância máxima entre o forame oval e a largura máxima da porção occipital basal (44).

Uma amostra de egípcios adultos analisou as dimensões dos seios paranasais para estimativa sexual utilizando tomografia computadorizada com múltiplos detectores. A amostra foi composta por tomografias computadorizadas de 100 egípcios, sendo 50 indivíduos do sexo masculino e 50 do sexo feminino. Cada indivíduo teve realizada a medição de seis linhas do seio esfenoidal, dimensões do seio maxilar e seio frontal. As medidas foram realizadas no lado direito e esquerdo de cada participante, por meio de suas tomografias computadorizadas. Essas medidas deram origem a 6 linhas do seio esfenoidal, dimensão do seio frontal e do seio maxilar, sendo identificadas de 1 a 6, do lado direito e 1 a 6 do lado esquerdo. Os resultados mostraram que os comprimentos médios das linhas direitas 1, 2, 4, 5 e 6 e linhas esquerdas 1 e 4 do seio esfenoidal possuíam medidas maiores nos homens do que nas mulheres. Após análise de regressão logística, foi realizada a estimativa de sexo com precisão de acerto de 77%. Verificou-se que o seio maxilar apresenta o maior grau de dimorfismo sexual, seguido pelo seio frontal e pelo seio esfenoidal respectivamente (14).

3 PROPOSIÇÃO

- Verificar precisão na estimativa de sexo em crânios brasileiros utilizando o método de Buikstra e Ubelaker (23) que consiste na análise de 5 estruturas: crista occipital externa, processo mastoide, margem supraorbital, glabella e eminência mental, em crânios secos.
- Aplicar o método em tomografias dos mesmos crânios utilizados para análise das estruturas cranianas.
- Comparar os resultados obtidos na análise de estruturas físicas do crânio com os resultados obtidos pela análise de tomografias dos crânios em questão.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

Estudo transversal baseado na aplicação de uma análise qualitativa.

4.2 Amostra do estudo

Foram selecionados 111 crânios, pertencentes ao Museu de Anatomia Humana do Instituto de Ciências Médicas III, localizado na Universidade de São Paulo, fundado pelo professor Alfonso Bovero em 1915. O Museu de Anatomia Humana possui como curador e presidente do conselho de museu, o professor Edson Liberti. Todos os crânios pertencentes as amostras possuem informações básicas catalogadas, como sexo e idade (quadro 4.1).

Quadro 4.1 – Descrição da amostra de 111 crânios utilizados na pesquisa

Crânios	Sexo real	Idade
2	Masculino	26
3	Feminino	27
4	Masculino	33
5	Masculino	40
6	Feminino	22
7	Masculino	24
8	Masculino	21
9	Masculino	22
11	Masculino	23
12	Feminino	62
13	Masculino	22
14	Masculino	37
15	Feminino	35
16	Masculino	29
17	Feminino	27

18	Feminino	26
19	Feminino	60
21	Masculino	38
22	Masculino	20
23	Masculino	24
24	Masculino	48
25	Masculino	24
26	Feminino	34
27	Masculino	28
28	Masculino	25
29	Masculino	23
30	Feminino	38
32	Feminino	30
34	Masculino	27
35	Masculino	40
37	Masculino	41
38	Masculino	24
39 A	Masculino	54
41	Masculino	35
42	Masculino	40
43	Feminino	38
44	Feminino	65
45	Masculino	19
46	Masculino	45
47	Masculino	31
49	Masculino	25
50	Masculino	23
51	Masculino	-
52	Feminino	-
53	Feminino	23
54	Masculino	25
55	Masculino	27
56	Masculino	30
58	Feminino	18
59	Feminino	18
60	Feminino	19
61	Feminino	22
63	Feminino	37
64	Feminino	39
65	Masculino	22
66	Masculino	29
67	Feminino	30
69	Masculino	29
70	Feminino	25
72	Feminino	37
87	Feminino	-

94	Feminino	15
97	Feminino	23
102	Feminino	18
105	Feminino	27
108	Feminino	18
112	Feminino	40
115	Feminino	47
120	Feminino	20
121	Feminino	21
139	Feminino	22
143	Feminino	100
146	Masculino	52
148	Feminino	26
149	Feminino	50
150	Masculino	17
151	Masculino	26
152	Masculino	24
158	Masculino	18
160	Feminino	17
168	Masculino	26
170	Masculino	65
173	Masculino	55
175	Masculino	46
176	Masculino	-
180	Masculino	38
182	Masculino	39
183	Masculino	-
185	Masculino	50
188	Masculino	-
190	Masculino	42
192	Masculino	53
195	Masculino	25
199	Masculino	62
208	Masculino	33
218	Feminino	21
227	Masculino	-
235	Masculino	52
237	Masculino	65
244	Feminino	40
247	Feminino	65
248	Feminino	35
262	Feminino	40
276	Feminino	30
284	Feminino	40
290	Feminino	40
292	Feminino	35

300	Feminino	35
312	Feminino	35
316	Feminino	50
344	Feminino	40

4.3 Critérios de inclusão

Todos os crânios que entraram para a amostra final passaram por um critério de inclusão, descrito a seguir. Os crânios tinham que possuir os cinco pontos anatômicos a serem observados, bom estado de conservação, para que não prejudicassem a análise no momento da aplicação do método.

Foi priorizado uma quantidade de crânios semelhantes em relação ao sexo masculino e sexo feminino. Todos crânios deveriam possuir mandíbula e não apresentarem nenhum tipo de má formação crâniana que pudesse interferir nos resultados.

4.4 Critérios de exclusão

Crânios que não possuísem mandíbula foram excluídos da pesquisa. Todos os crânios que possuíam algum tipo de deformidade ou lesionamento nos cinco pontos anatômicos a serem analisados também foram excluídos da amostra.

Crânios que apresentavam algum tipo de síndrome ou má formação craniana também foram excluídos da amostra final.

O crânio como um todo deveria ser passível de análise das estruturas anatômicas tanto por análise física como por análise tomográfica, portanto as estruturas deveriam estar íntegras para serem utilizadas no processo de dimorfismo.

4.5 Método de Buikstra e Ubelaker (23), validada por Walker (24)

Para realização da seguinte pesquisa foi utilizada o método descrito por Buikstra e Ubelaker (23) e validada por Walker (24). Na pesquisa realizada por Walker em 2008, foi proposto que o escore 3, que era considerado como sexo ambíguo por Buikstra e Ubelaker (23), fosse considerado como pertencente ao sexo masculino.

Nessa técnica, o crânio serve como base para realização do dimorfismo sexual. Trata-se de uma análise morfológica, não havendo medições métricas e sim análise visual do crânio em questão.

Foram analisadas cinco estruturas do crânio, sendo elas: crista occipital externa, processo mastóide, glabella, margem supraorbital e processo mental.

Cada uma dessas estruturas possui cinco escores diferentes, representados em dimensões diferentes, sendo classificadas como escores 1, 2, 3, 4 ou 5. (Figura 4.1)

Figura 4.1 – Padrão estabelecido por Buikstra e Ubelaker (23) para classificação dos escores

Fonte: Buikstra e Ubelaker (1994)

Os crânios foram classificados de acordo com o escore que mais se aproximavam dos parâmetros mencionados. Os escores 1, 2, 3, 4 e 5 receberam uma descrição detalhada no estudo realizado por Ubelaker 1994 (Quadro 4.1).

Quadro 4.2 – Método de classificação dos escores segundo Ubelaker 1994

Escore	Sexo estimado	Características do escore estimado
0	Sexo indeterminado	Dados insuficientes para determinação do sexo
1	Feminino	Há pouca dúvida de que as estruturas representem um indivíduo do sexo feminino
2	Provavelmente feminino	As estruturas são mais prováveis do sexo feminino do que do sexo masculino
3	Sexo ambíguo	Características de diferenciação sexual são ambíguas
4	Provavelmente masculino	As estruturas são mais prováveis do sexo masculino do que do sexo feminino
5	Masculino	Há pouca dúvida de que as estruturas representem um indivíduo do sexo masculino

Fonte: O autor

4.5.1 Aplicação do método na análise física dos crânios secos

Os crânios foram analisados seguindo os passos descritos por Buikstra e Ubelaker (23), posteriormente validado por Walker (24). Primeiramente foram deixados a uma distância equivalente ao comprimento dos braços. Cada crânio foi manuseado com a finalidade de deixá-lo na mesma posição em que ele aparece nas figuras ilustradas que orientam a posição para realização de análise de cada estrutura.

Crista occipital externa: com o crânio em vista lateral, foi analisada a visão lateral do occipital. Ao manusear o crânio com uma mão, a outra mão pode ser utilizada para sentir a superfície do occipital, permitindo analisar a presença ou ausência de rugosidade. Deve-se observar o desenvolvimento do osso na superfície externa do occipital. Não foi levado em consideração o contorno do osso subjacente. O escore 1 é relacionado a expressão mínima, portando a superfície externa do occipital é lisa, sem projeções ósseas consideráveis e visíveis pela visão lateral do crânio (Figura 4.2). No crânio de um indivíduo do sexo feminino, com a vista lateral, pode-se perceber a ausência de rugosidade e maiores projeções ósseas ao sentir o crânio com a mão (Figura 4.3).

Figura 4.2 – Crânio feminino em vista lateral para visualização da crista occipital externa

Fonte: O autor

Figura 4.3 – Crânio feminino rotacionado para visualizar a crista occipital externa

Fonte: O autor

O escore 5 é a expressão máxima da crista occipital externa, sendo a mesma mais maciça, robusta, formando uma borda de osso bem definida. A (Figura 4.4) representa um crânio de um indivíduo masculino, com visão lateral do crânio. Na (Figura 4.5) é possível ver uma borda bem estruturada e robusta na crista occipital externa.

Figura 4.4 – Visão lateral do crânio masculino para visualização da crista occipital externa

Fonte: O autor

Figura 4.5 – Crista occipital robusta e proeminente

Fonte: O autor

Processo mastóide: também é analisado de perfil, portando com uma visão lateral do crânio. O processo mastóide deve ser classificado, comparando o tamanho do mesmo com as estruturas circundantes, como por exemplo o meato auditivo externo e o processo zigomático do osso temporal. A proporção do processo mastóide é bem variável. A variável principal a ser levada em consideração é o volume do processo mastóide e não o seu comprimento.

O escore 1 representa a expressão mínima da estrutura. No crânio de um indivíduo feminino, os escores 1 e 2 representam as características relacionadas ao sexo feminino (Figura 4.6). Nesse caso, o mastóide se apresenta pequeno, projetando uma pequena distância abaixo das margens inferiores do conduto auditivo externo (Figura 4.7).

Figura 4.6 – Crânio em visão lateral para análise do processo mastóide

Fonte: O autor

Figura 4.7 – Processo mastóide de um crânio feminino, com sua estrutura lisa e pequena

Fonte: O autor

O escore 5 representa a expressão máxima do processo mastóide e é classificado como sexo masculino (Figura 4.8). No crânio de um indivíduo do sexo masculino, as características encontradas no processo mastóide são mais pronunciadas, como uma estrutura mais maciça, robusta e possuindo os comprimentos e larguras bem superiores ao do conduto auditivo externo (Figura 4.9)

Figura 4.8 – Crânio masculino rotacionado para análise do processo mastóide

Fonte: O autor

Figura 4.9 – Processo mastóide de um crânio masculino apresentando características mais robustas e protuberantes

Fonte: O autor

Margem supraorbital: para realizar a classificação da margem supraorbital, é necessário utilizar o dedo para analisar a espessura da estrutura. O dedo deve ser direcionado contra a margem da órbita, na área lateral em relação ao forame supra orbital. Ao avaliar a espessura com a mão e visualmente, deve-se observar as imagens no diagrama e classificar a estrutura de acordo com o escore que mais se identifica.

O escore 1 é relacionado a expressão mínima, portanto representa indivíduos do sexo feminino. A borda é bem afinada, pontiaguada e muitas vezes possui rebordo cortante (Figura 4.10). O crânio do sexo feminino tende a possuir a margem supraorbital bem fina, com características relacionadas ao escore 1 e 2 (Figura 4.11).

Figura 4.10 – Margem supraorbital de um crânio feminino

Fonte: O autor

Figura 4.11 – Análise física da margem supraorbital de um crânio feminino

Fonte: O autor

O escore 5 representa a expressão máxima e portanto é correlacionado ao sexo masculino. O crânio de um indivíduo do sexo masculino tende a possuir uma margem supraorbital mais grossa (Figura 4.12). Diferente das características do sexo feminino, no indivíduo do sexo masculino os rebordos da margem supraorbital são bem espessos e possuem uma curvatura que se aproxima a de um lápis. São bem opostos as características mínimas presentes no escore 1 (Figura 4.13).

Figura 4.12 – Margem supraorbital de um crânio masculino

Fonte: O autor

Figura 4.13 – Análise física da margem supraorbital de um crânio masculino

Fonte: O autor

Glabela: para realização da análise do escore da glabela, é preciso posicioná-la lateralmente, em posição de perfil, para que seja possível analisá-las conforme as imagens representadas no diagrama descrito por Buikstra e Ubelaker 1994. O escore 1 representa a expressão mínima da estrutura. Suas principais características são um contorno frontal bem suavizado com pouca ou

nenhuma projeção da área glabellar (Figura 4.14). A estrutura também pode ser analisada com o dedo para avaliar se há presença de alguma projeção da glabela (Figura 4.15).

Figura 4.14 – Visão da glabela de um crânio feminino

Fonte: O autor

Figura 4.15 -Análise física da glabela de um crânio feminino

Fonte: O autor

O escore 5 representa a expressão máxima da glabela e são correlacionadas ao sexo masculino. Crânios com a glabela representadas como escore 5 possuem uma glabela muito grande, com uma projeção

arredondada e muito representativa (Figura 4.16). A estrutura pode ser bem classificada visualmente e também pode-se utilizar os dedos para perceber a projeção da glabella (Figura 4.17).

Figura 4.16 – Glabella de um crânio do sexo masculino

Fonte: O autor

Figura 4.17 – Análise física da glabella de um crânio do sexo masculino

Fonte: O autor

Eminência mental: para realização da análise e classificação da eminência mental, a mandíbula deve ser segurada com as duas mãos, deixando ambos polegares ao lado da eminência mental. Os polegares devem ser movidos em volta da estrutura para delimitar as bordas e limites da eminência mental (Figura 4.18).

O escore 1 representa a expressão mínima tendo como característica a área da eminência mental sem grandes proporções, com aspecto suave. Apresenta pouca ou nenhuma presença de projeção da eminência mental logo acima do osso circundante (Figura 4.19)

Figura 4.18 – Análise física da eminência mental com auxílio dos polegares

Fonte: O autor

Figura 4.19 -Eminência mental de um indivíduo do sexo feminino

Fonte: O autor

O escore 5 representa a expressão máxima da eminência mental e assim como o escore 4, é remetido ao sexo masculino (Figura 4.20) Nesse caso, essa estrutura se apresenta de forma bem mais robusta e ocupa quase toda a porção anterior da mandíbula (Figura 4.21).

Figura 4.20 – Eminência mental de um indivíduo do sexo masculino

Fonte: O autor

Figura 4.21 – Análise física da eminência mental de um indivíduo do sexo masculino

Fonte: O autor

4.6 Método para a realização das tomografias

Após a autorização para realização da pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, deu-se início ao desenvolvimento da pesquisa. Os crânios utilizados na pesquisa foram todos pertencentes a amostra do Museu de Anatomia Humana da Universidade de São Paulo, situado no Instituto de Ciências Biomédicas III na Cidade Universitária.

Os 111 crânios pertencentes à amostra utilizada nessa pesquisa foram tomografados no Hospital Universitário da Universidade de São Paulo, portanto uma carta de autorização foi enviada ao diretor geral do hospital para que fosse possível dar início as tomografias dos crânios no hospital. Após autorização do diretor do hospital, iniciou-se a realização das tomografias dos crânios.

Os crânios foram tomografados individualmente, sendo tomografados juntos à sua respectiva mandíbula. A mandíbula e o crânio não foram articulados no momento da realização da tomografia, portanto ambos eram tomografados juntos, porém sem estarem articulados.

O aparelho utilizado foi um tomógrafo Philips Brilliance 64. A Figura 4.22 mostra um crânio posicionado no aparelho para realização da tomografia.

Figura 4.22 – Tomógrafo Philips com crânio e mândíbula

Fonte: O autor

As imagens dos crânios foram realizadas com múltiplas reconstruções simultâneas. A espessura dos cortes foram de 0,67mm cada. Os cortes foram realizados em protocolo de digitalização no sentido axial. Os parâmetros de imagem usados para realizar a tomografia foram todos detalhados no programa Philips (Figura 4.23).

Figura 4.23 – Parâmetros de imagem das tomografias

Nome	MAH - 130
Idade	18 anos
Especificação	Osso
Protocolo de digitalização	Hélice axial
mAs	349 mAs/slice
kV	140 kV
Espessura de fatia	0,67mm
Incremento de fatia	0,3mm

Fonte: O autor

A figura 4.24 descreve os índices de Voltagem (kV), quantidade de elétrons (mAs) e produto dose-comprimento (DLP).

Figura 4.24 – Índices KV, mAs e DLP

Quick Review						
MAH - 130			H.UNIVERSITARIO			
MAH - 130 M/18y			Philips Brilliance 64			
80148-2			29 Aug 2019 11:11:40.0			
			120kV			
			SC 400.0 mm			
			ST 4.00s			
			Z 1.00			
Exam Information						
Study ID:		50552				
Time:		Aug 29, 2019, 11:11:40				
Total DLP:		3054.1 mGy*cm				
Dose						
#	Description	Scan Mode	mAs	kV	CTDIvol [mGy]	DLP [mGy*cm] Phantom Type[cm]
1		Surview	1	120	0.25	9.9 HEAD 16 CH
1		Surview	1	120	0.25	9.9 HEAD 16 CH
2	0SS0	Helical	349	140	93.98	3034.3 HEAD 16 CH

Fonte: O autor

Para realização das tomografias, a base do crânio e da mandíbula era posicionada paralela à mesa do tomógrafo. Para garantir que a reconstrução do crânio fosse detalhada e obtivesse todos os detalhes, foi utilizado um pedaço de colchão de espuma que ficava entre a mesa do tomógrafo e o crânio e a mandíbula. A espuma permitia que ficasse um espaço durante o processo de tomografia. Esse espaço permitia que no momento da reprodução tridimensional do crânio, fosse possível visualizar toda base do crânio e da mandíbula, sem o encobrimento de nenhuma estrutura (Figura 4.25).

Figura 4.25 – Crânio e mandíbula sobre a mesa de tomografia

Fonte: O autor

O aparelho possui lasers de posicionamento que permitem a correta centralização do crânio e da mandíbula. O laser de posicionamento também é utilizado para estabelecer a exata área a ser tomografada. Na figura 4.26 vemos o crânio de uma posição frontal, com os lasers de posicionamento guiando o crânio e a mandíbula na posição mais centralizada. Já na Figura 4.27 temos uma visão superior em relação ao crânio e a mandíbula. As linhas horizontais em relação as laterais da cama do tomógrafo são as linhas de laser que estabelecem a medida das extremidades a serem tomografadas.

Figura 4.26 – Visão frontal do crânio com os lasers de posicionamento

Fonte: O autor

Figura 4.27 – Visão superior do crânio e mandíbula em relação aos lasers de posicionamento

Fonte: O autor

O aparelho de tomografia possui um painel que realiza as medidas que serão realizadas (Figura 4.28). As tomografias foram todas realizadas pelo pesquisador responsável. O painel permitia que a cama se movesse para que as extremidades do crânio e da mandíbula ficassem dentro dos limites dos lasers horizontais de posicionamento. Essa medida era estipulado pelo pesquisador. Após obter a medida exata a ser realizada, o pesquisador era responsável por repassar essa medida ao técnico responsável pelas tomografias.

Figura 4.28 – Painel digital do aparelho de tomografia

Fonte: O autor

Após realizado o processo tomográfico, as imagens eram reconstruídas e geradas em formato daicon. Após a total reconstrução dos cortes, era possível visualizar a imagem tomográfica do crânio, podendo posteriormente realizar a reconstrução tridimensional da estrutura no próprio equipamento acoplado ao tomógrafo, ou realizar a cópia das imagens em formato dicom para poder utilizá-las em outro programa pessoal (Figura 4.29).

Figura 4.29 – Imagem de uma tomografia de crânio e mandíbula reconstruídas

Fonte: O autor

4.6.1 Método para realização da análise tomográfica no programa Philips®

O programa Philips® é um software independente e privado, liberado apenas para uso dos equipamentos acoplados ao aparelho de tomografia Philips Brilliance 64®. Este aparelho é utilizado por todo Hospital Universitário da Universidade de São Paulo (HU-USP). Possui um banco de dados que integra todos computadores do hospital universitário, o que permite o envio de imagens pela rede e uma maior facilidade na realização de um laudo médico.

Para essa presente pesquisa, após realizada as tomografias, as imagens reconstruídas eram enviadas ao computador acoplado do aparelho de tomografia. O programa, assim como o Invesalius®, permite a realização de modelos tridimensionais, permitindo uma reconstrução exata do crânio e da mandíbula.

Após um treinamento para utilizar o programa, foi realizada a análise tomográfica nas tomografias dos 111 crânios da pesquisa. Para uma melhor visualização da imagem, a sala onde se localizava o computador foi mantida escura, sem utilização de lâmpadas que clareassem o ambiente.

Após selecionar o documento escolhido, a imagem do crânio e da mandíbula eram geradas na tela do computador (Figura 4.30).

Figura 4.30 – Imagem tomográfica reconstruída após realização da tomografia do crânio.

Fonte: O autor

Após o carregamento da imagem, a mesma era convertida em volume e posteriormente já era transformada em uma reconstrução tridimensional. A figura 4.31 representa o crânio e a mandíbula reconstruídos em 3D.

Figura 4.31 – Imagem tridimensional do crânio reconstruído pelo programa Philips

Fonte: O autor

O programa permite o manuseamento e rotação do crânio e da mandíbula em 360°, facilitando a visualização das estruturas desejadas. O crânio foi rotacionado de acordo com a necessidade de uma melhor posição que possibilitasse a classificação das estruturas. A margem supraorbital e da eminência mental, por exemplo, foram as estruturas mais difíceis de serem analisadas digitalmente (Figura 4.32).

Figura 4.32 – Crânio posicionado para visualização da margem supraorbital e eminência mental

O crânio em posição lateral (perfil), possibilita análise de estruturas como crista occipital externa, processo mastóide e glabella. O crânio foi rotacionado de acordo com a necessidade para uma melhor avaliação, seguindo os posicionamentos pré estabelecidos por Buikstra e Ubelaker (23) (Figura 4.33).

Figura 4.33 – Crânio em imagem tridimensional em visão lateral para análise de estruturas

Fonte: O autor

4.6.2 Método para realização da análise tomográfica no programa Invesalius®

O programa Invesalius® é um software de domínio público muito utilizado na área da saúde para realização de análises através de modelos anatômicos virtuais. O processo de análise é feito a partir de imagens 2D (duas dimensões) que são geradas após realização de TC (tomografia computadorizada). O programa também permite a criação de modelos virtuais em 3D (três dimensões).

Primeiramente foi realizada a leitura e estudo do manual do programa (Figura 4.34).

Figura 4.34 – Manual do programa Invesalius®

Fonte: O autor

Após realizar a leitura do manual e entender como funciona o programa, deu-se início a fase de análise tomográfica dos crânios da amostra. Para que fosse possível realizar a análise, foi necessário copiar as tomografias realizadas no HU-USP e transferir as mesmas para um HD (alta definição) portátil. As imagens foram transferidas em formato Daicon e posteriormente utilizadas em outro computador para realização da análise (Figura 4.35).

Figura 4.35 – Tela inicial do programa Invesalius®

Fonte: O autor

Ao abrir o programa, e buscar pela pasta com as imagens das tomografias, todas as imagens em formato daicon apareciam como opções a serem selecionadas para análise. A partir desse momento, foram selecionadas individualmente e aleatoriamente cada tomografia correspondente a um dos crânios da amostra para realização da análise tomográfica (Figura 4.36).

Figura 4.36 – Seleção de arquivo em formato DICOM para visualização no programa Invesalius®

Fonte: O autor

Após selecionado o arquivo escolhido, iniciava-se um processo de leitura do arquivo para posterior abertura das imagens (Figura 4.37).

Figura 4.37 – Carregamento do arquivo para abertura de tomografia pelo programa Invesalius®

Fonte: O autor

Todas as fatias de corte da imagem tomográfica eram carregadas para realização da imagem 3D para posterior análise das estruturas (Figura 4.38).

Figura 4.38 – Imagem tomográfica separada em cortes

Fonte: O autor

Os cortes das imagens eram separados e foram selecionadas todas as fatias geradas pela tomografia para obter a imagem em 3D (Figura 4.39).

Figura 4.39 – Seleção das fatias de corte para posterior visualização tridimensional do crânio e mandíbula

Fonte: O autor

Após selecionar todas as imagens, estas foram importadas para gerar uma visualização multiplanar (Figura 4.40).

Figura 4.40 – Visualização multiplanar do crânio e mandíbula selecionado

Fonte: O autor

Em seguida a imagem tomográfica era disponibilizada para análise. Como não seria necessário avaliar estruturas internas, seguimos para o próximo passo. A opção criar superfície foi selecionada para gerar uma imagem em volume do crânio (Figura 4.41).

Figura 4.41 – Imagem tomográfica do crânio e mandíbula em visão sagital, coronal, axial e volume

Fonte: O autor

Ao criar a superfície, o crânio aparecia em 4 opções diferentes de visualização, sendo elas a fatia axial, fatia coronal, fatia sagital e volume. Para avaliarmos o crânio inteiro em 3D, utilizamos a opção volume (Figura 4.42).

Figura 4.42 – Imagem do crânio em reconstrução tridimensional

Fonte: O autor

Na opção volume, o crânio pode ser avaliado de diversos ângulos, podendo ser manuseado digitalmente para a visão mais adequada para análise de cada estrutura (Figura 4.43).

Figura 4.43 – Imagem tridimensional do crânio gerada pelo programa Invesalio®

Fonte: o autor.

Após abertura das imagens em modo tridimensional, foi realizada a análise tomográfica de cada crânio. Para isso as estruturas foram classificadas com escores de 1 a 5, conforme o diagrama criado por Buikstra e Ubelaker (23).

4.7 Métodos de classificação sexual

A estimativa de sexo foi realizada com base na soma dos escores classificados em cada estrutura. Como se trataram de cinco estruturas em cada crânio, o sexo era estimado com base na maioria dos escores.

Para exemplificar como foram realizadas as estimativas de sexo em cada um dos métodos, sendo eles Buikstra e Ubelaker (23) e Walker (24), alguns exemplos foram propostos a seguir. (Quadro 4.2) (Quadro 4.3) (Quadro 4.4) (Quadro 4.5).

4.7.1 Exemplo 1

Quadro 4.3 – Método de classificação sexual: exemplo 1

Estruturas	Crista occipital externa	Processo mastóide	Margem suborbital	Glabela	Eminência mental
Crânio 1	1	1	3	2	4

Fonte: O autor

Nesse caso, quando aplicado o método de Buikstra e Ubelaker 1994, o sexo foi estimado como feminino, pois três estruturas foram classificadas com escores 1 ou 2, que remetem ao sexo feminino. Uma estrutura foi classificada com escore 3, que remete a indivíduo ambíguo e uma outra estrutura classificada com escore 4, sendo portanto a única estrutura remetida ao sexo masculino.

Nesse caso, quando aplicado o método de Buikstra e Ubelaker 1994, modificada por Walker 2008, o sexo estimado foi feminino, pois três estruturas foram classificadas com escore 1 ou 2, que remetem ao sexo feminino. Duas estruturas foram classificadas com escores 3 ou 4, que remetem ao sexo masculino.

4.7.2 Exemplo 2

Quadro 4.4 – Método de classificação sexual: exemplo 2

Estruturas	Crista occipital externa	Processo mastóide	Margem suborbita	Glabela	Eminência mental
Crânio 2	5	4	1	2	4

Fonte: O autor

Nesse caso, quando aplicado o método de Buikstra e Ubelaker 1994 o sexo foi estimado como masculino, pois 3 estruturas foram classificadas com escores entre 4 e 5, que remetem ao sexo masculino e duas estruturas foram classificadas com escore 1 e 2, que remetem ao sexo feminino.

Nesse caso, quando aplicado o método de Buikstra e Ubelaker 1994, modificado por Walker 2008, o sexo estimado foi masculino, pois 3 estruturas foram classificadas com escores entre 4 e 5, que remetem ao sexo masculino e duas estruturas foram classificadas com escore 1 e 2, que remetem ao sexo feminino.

4.7.3 Exemplo 3

Quadro 4.5 – Método de classificação sexual: exemplo 3

Estruturas	Crista occipital externa	Processo mastóide	Margem suborbital	Glabela	Eminência mental
Crânio 2	3	3	3	2	2

Fonte: O autor

Nesse caso, quando aplicado o método de Buikstra e Ubelaker 1994 o sexo foi estimado como feminino, pois o escore 3 é classificado como ambíguo, portanto não exerce poder dimórfico, restando duas estruturas com escore 2 estimado, o que remete ao sexo feminino.

Nesse caso, quando aplicada o método de Buikstra e Ubelaker 1994, modificada por Walker 2008, o sexo estimado foi masculino, pois o escore 3 remete ao sexo masculino e foi classificado em três estruturas, obtendo uma porcentagem maior do que as outras duas estruturas que foram classificadas com o escore 2, que remete ao sexo feminino.

4.7.4 Exemplo 4

Quadro 4.6 – Método de classificação sexual: exemplo 4

Estruturas	Crista occipital externa	Processo mastóide	Margem suborbital	Glabela	Eminência mental
Crânio 2	3	3	3	5	1

Fonte: O autor

Nesse caso, quando aplicado o método de Buikstra e Ubelaker 1994 o sexo foi estimado como ambíguo, ou seja, não foi possível estimar o sexo. Isso ocorreu porque três estruturas foram classificadas com o escore 3, não exercendo portanto poder dimórfico nessas estruturas. As outras duas estruturas foram estimadas com sexos diferentes, sendo uma remetida ao sexo masculino e outra ao sexo feminino, não permitindo a realização de estimativa de sexo.

Nesse caso, quando aplicado o método de Buikstra e Ubelaker 1994, modificado por Walker 2008, o sexo estimado foi masculino, pois o escore 3 remete ao sexo masculino e foi classificado em três estruturas. As outras duas estruturas foram estimadas com sexos diferentes, sendo uma remetida ao sexo masculino e outra ao sexo feminino, totalizando 4 escores que remetem ao sexo masculino e apenas 1 que remete ao sexo feminino.

4.8 Estatística

Todos os resultados foram tabulados no programa Excel®. Foi utilizado o programa Stata® para realizar a análise estatística dos dados obtidos. Foi realizada uma estatística descritiva dos dados coletados para descrever as classificações de cada estrutura analisada. Em seguida foi realizada uma análise de sensibilidade e especificidade para realizar uma análise comparativa entre o sexo real e o sexo estimado.

4.9 Método para realização da análise estatística individual das estruturas

Na estatística individual das estruturas encontram-se as análises da crista occipital externa, processo mastóide, margem supraorbital, glabella e eminência mental indicando o número de vezes que determinada estrutura foi

classificada para cada escore, sendo eles (1, 2, 3, 4 ou 5). Cada estrutura foi analisada individualmente e separada em tabelas diferentes. Indivíduos do sexo masculino e feminino foram diferenciados numericamente nas colunas, sendo o sexo masculino identificados com o número (0) e o sexo feminino identificados como número (1). Os crânios, portanto foram separados em duas colunas com porcentagens diferentes, uma sendo do sexo masculino (0) e a outra se refere ao sexo feminino (1). Cada escore foi quantificado em relação ao número de vezes que foi classificado como escore correspondente a estrutura analisada, sendo indicados na tabela, na coluna Contagem. A soma total dos resultados que aparecem na coluna Contagem, portanto, corresponde a 111 crânios, ou seja, o número total da amostra.

4.10 Método para realização da análise comparativa entre o sexo real e sexo estimado

Após realização individual dos resultados obtidos em cada estrutura, foi realizada a comparação final do sexo real e do sexo estimado para verificar a precisão do método.

Foram realizadas duas metodologias comparativas para cada uma das três análises realizadas. Uma análise utilizou a metodologia de Buikstra e Ubelaker (23) e outra análise utilizou a metodologia de Walker (24). Ambas metodologias foram aplicadas para cada uma das três análises realizadas (análise de crânios secos, análise tomográfica pelo programa Invesalius® e análise tomográfica pelo programa Philips®).

Todas análises foram representadas em tabelas individuais. Cada uma das três análises geraram portanto duas tabelas, sendo a primeira levando em consideração a metodologia aplicada por Buikstra e Ubelaker (23) em 1994 e a segunda levando em consideração a metodologia aplicada por Walker (24) em 2008, após a sua validação da metodologia.

Na primeira análise, foi comparado o Sexo Real dos indivíduos com o Sexo Estimado, levando em consideração a metodologia utilizada por Buikstra e Ubelaker em 1994. O quadro 4.7 descreve como foi realizada a classificação dos escores durante o processo de análise.

Quadro 4.7 – Metodologia de classificação dos escores segundo Buikstra e Ubelaker (23)1994

Escore	Sexo estimado	Características do escore estimado
0	Sexo indeterminado	Dados insuficientes para determinação do sexo
1	Feminino	Há pouca dúvida de que as estruturas representem um indivíduo do sexo feminino
2	Provavelmente feminino	As estruturas são mais prováveis do sexo feminino do que do sexo masculino
3	Sexo ambíguo	Características de diferenciação sexual são ambíguas
4	Provavelmente masculino	As estruturas são mais prováveis do sexo masculino do que do sexo feminino
5	Masculino	Há pouca dúvida de que as estruturas representem um indivíduo do sexo masculino

Fonte: O autor

Com base nessa metodologia, foi realizada a soma dos escores e os indivíduos foram classificados em relação a sua probabilidade de ser do sexo masculino ou do sexo feminino. O escore 3 não apresenta características dimórficas, identificando os indivíduos como ambíguos, portanto a estimativa do sexo contou com 3 possibilidades, sendo elas: sexo masculino, sexo

feminino, sexo ambíguo. Os indivíduos foram classificados como sexo ambíguo quando o resultado da soma dos escores não permitia a realização do dimorfismo, pois deixava os indivíduos exatamente entre os dois sexos. Na primeira análise, portanto, os indivíduos do sexo masculino foram representados como (0), indivíduos do sexo feminino foram representados como (1) e indivíduos com sexo ambíguo foram representados como (2).

Na segunda análise, foi comparado o sexo real dos indivíduos com o sexo estimado, levando em consideração a metodologia e a validação da técnica, realizada por Walker em 2008. Nessa comparação, foi designado que as estruturas 1 e 2 indicariam os indivíduos como sendo do sexo feminino e as estruturas 3, 4 e 5 indicariam os indivíduos como pertencentes ao sexo masculino. Foi realizada uma estatística, que considerou essa metodologia e estimou o sexo. O quadro 4.8 descreve como foi realizada a classificação dos escores.

Quadro 4.8 – Metodologia de classificação dos escores segundo resultados apresentados por Walker (24) 2008.

Escore	Sexo estimado
1	Feminino
2	Provavelmente feminino
3	Provavelmente masculino
4	Provavelmente masculino
5	Masculino

Fonte: O autor

Após esse processo, foi realizada a comparação entre o sexo real e o sexo estimado dos indivíduos.

4.11 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, previamente à sua execução. O projeto de pesquisa foi aprovado com Parecer Consubstanciado de número 2.745.613 (ANEXO A).

5 RESULTADOS

5.1 Análise descritiva individual das estruturas

Resultados individuais de cada uma das cinco estruturas analisadas.

5.1.1 Análise descritiva individual das estruturas: crânios secos

A tabela 5.1 aponta que o escore 1 e 2 não obteve resultado dimórfico preciso, uma vez que ambos pontuaram 50% para o sexo masculino e 50% para o sexo feminino. Já o escore 3 estimou em sua maioria crânios do sexo feminino. Os escores 4 e 5, por sua vez, indicaram um potencial maior de dimorfismo sexual, estimando 88,3% como indivíduos do sexo masculino (tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Dados da crista occipital externa no processo de análise física dos crânios

		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Crista Occipital Externa	1	9	50,0	9	50,0
	2	11	50,0	11	50,0
	3	10	29,4	24	70,6
	4	20	83,3	4	16,7
	5	10	83,3	2	16,7

Fonte: O autor

Na tabela 5.2, encontra-se a análise do processo mastóide, indicando o número de vezes que cada escore foi indicado durante a análise. A tabela segue o mesmo padrão da tabela anterior. Pode-se observar que o processo mastóide obteve um melhor resultado nos escores 1, 4 e 5, estimando a maioria do escore 1 como feminino e maioria dos escores 4 e 5 como

masculino. Os escores 2 e 3 obtiveram uma precisão menor ao estimar os indivíduos em relação ao seu sexo.

Tabela 5.2 – Dados do processo mastóide no processo de análise física dos crânios

		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Processo Mastóide	1	6	22,2	21	77,8
	2	20	55,6	16	44,4
	3	12	60,0	8	40,0
	4	11	78,6	3	21,4
	5	11	84,6	2	15,4

Fonte: O autor

Na tabela 5.3, nota-se que os escores 2, 3 e 1, respectivamente, foram os escores mais presentes, enquanto os escores 4 e 5 foram estimados poucas vezes durante a análise da margem subraorbital, atentando ao fato de que 100% dos crânios que tiveram a margem subraorbital estimado com o escore 4, eram indivíduos do sexo masculino.

Tabela 5.3 – Dados da margem supraorbital no processo de análise física dos crânios

		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Margem subraorbital	1	9	31,0	20	69,0
	2	17	45,9	20	54,1
	3	25	75,8	8	24,2
	4	8	100,0	0	0,0
	5	1	33,3	2	66,7

Fonte: O autor

Na tabela 5.4, vemos os resultados da análise da glabella. Os escores 4 e 5 foram em sua grande maioria estimados em relação ao sexo masculino, seguido do escore 1 que teve sua maioria estimado como sexo feminino. Os

escores 2 e 3 não apresentaram um bom poder dimórfico, indicando pouco mais da metade como sexo masculino.

Tabela 5.4 – Dados da glabela no processo de análise física dos crânios

		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Glabela	1	6	25,0	18	75,0
	2	18	51,4	17	48,6
	3	12	54,5	10	45,5
	4	15	83,3	3	16,7
	5	9	81,8	2	18,2

Fonte: O autor

Na tabela 5.5, foi realizada a análise da eminência mental. Dentre todas as cinco estruturas analisadas, a eminência mental foi a que obteve menos resultados dimórficos, tendo um desempenho um pouco maior nos escores 4 e 5 respectivamente. Já os escores 1, 2 e 3 não apresentaram números tão significativos de diferenciação sexual.

Tabela 5.5 – Dados da eminência mental no processo de análise física dos crânios

		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Eminência mental	1	6	40,0	9	60,0
	2	14	48,3	15	51,7
	3	21	53,8	18	46,2
	4	13	72,2	5	27,8
	5	6	66,7	3	33,3

Fonte: O autor

5.1.2 Análise descritiva individual das estruturas: Programa Invesalio®

Como pode-se ver na tabela 5.6, foi analisada a crista occipital externa em relação ao dimorfismo sexual. Os indivíduos classificados com o escore 5 se destacaram como o maior índice de dimorfismo sexual dessa estrutura. Todas as outras estruturas não obtiveram um resultado muito dimórfico. O segundo melhor escore foi o escore 2, porém o mesmo classificou pouco mais da metade dos indivíduos como pertencentes ao sexo feminino. Os escores 1, 3 e 4 apresentaram resultados medianos e não muito expressivos para realização do dimorfismo sexual.

Tabela 5.6 – Dados da crista occipital externa no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalio

		Sexo			
		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Crista occipital externa	1	10	52,6	9	47,4
	2	11	39,3	17	60,7
	3	11	45,8	13	54,2
	4	13	56,5	10	43,5
	5	15	88,2	2	11,8

Fonte: O autor

Como pode-se ver na tabela 5.7, o processo mastóide obteve maior percentual dimórfico quando classificados com os escores 1 e 5, portanto os escores extremos, sendo que o escore 1 foi o com melhor poder dimórfico e classificou grande maioria dos indivíduos como sexo feminino, já o escore 5 foi o segundo melhor escore para realização da diferenciação sexual, tendo sua grande maioria de indivíduos classificados como pertencentes ao sexo masculino. O escore 3 teve um resultado bom em relação aos escores 2 e 4 e classificou a maioria dos indivíduos como pertencentes ao sexo masculino. Já os escores 2 e 4 não demonstraram nenhum percentual dimórfico, ficando exatamente entre os sexos, não permitindo nenhum poder dimórfico.

Tabela 5.7 – Dados do processo mastóide no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalíus

		Sexo			
		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Processo mastoide	1	4	20,0	16	80,0
	2	13	50,0	13	50,0
	3	20	69,0	9	31,0
	4	7	50,0	7	50,0
	5	16	72,7	6	27,3

Fonte: O autor

A tabela 5.8 representa o resultado da análise da margem supraorbital em relação ao seu poder dimórfico. O escore 5 não foi classificado em nenhum indivíduo, seguido pelo escore 4 que foi classificado poucas vezes, e quando ocorreu, estimou a maioria como pertencentes ao sexo masculino, obtendo o melhor resultado percentual de dimorfismo. Escores 2 e 3 também obtiveram um bom resultado em relação ao potencial dimórfico e a grande maioria dos indivíduos foi classificado como pertencentes ao sexo masculino. O escore 1 não obteve um resultado muito significativo, porém estimou a maioria como pertencentes ao sexo feminino. Os resultados mostram que apenas o escore 1 tende a ser classificado como sexo feminino.

Tabela 5.8 – Dados da margem supraorbital no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalíus

		Sexo			
		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Margem supraorbital	1	26	38,8	41	61,2
	2	19	76,0	6	24,0
	3	11	78,6	3	21,4
	4	4	80,0	1	20,0

Fonte: O autor

Na tabela 5.9, estão os resultados da análise da glabela como determinante sexual. Todos os escores foram bem distribuídos em relação a sua classificação. O escore 4 apresentou o melhor percentual dimórfico e estimou quase todos indivíduos como pertencentes ao sexo masculino. O escore 5 também apresentou um bom resultado e estimou a grande maioria dos indivíduos como pertencente ao sexo masculino. O escore 2 obteve um resultado bom, porém não tão expressivo e estimou a maioria dos indivíduos como pertencentes ao sexo feminino. O escore 1 por sua vez não apresentou um bom potencial dimórfico, mas classificou a maioria dos indivíduos como sexo feminino. O escore 3 não apresentou percentual dimórfico, ficando exatamente no limite entre um sexo e outro.

Tabela 5.9 – Dados da glabela no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalious

		Sexo			
		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Glabela	1	10	41,7	14	58,3
	2	10	34,5	19	65,5
	3	12	50,0	12	50,0
	4	12	92,3	1	7,7
	5	16	76,2	5	23,8

Fonte: O autor

Na tabela 5.10 foi analisada a relação da eminência mental com o dimorfismo sexual. O escore 5 apresentou o melhor resultado em relação a diferenciação sexual e classificou a maioria dos indivíduos como pertencentes ao sexo masculino. Em seguida, o escore 3 também apresentou um bom percentual dimórfico, classificando a maioria dos indivíduos ao sexo masculino. O escore 4 apresentou um percentual dimórfico razoável, classificando a maioria dos indivíduos como sexo masculino. Os escores 1 e 2 não obtiveram um resultado tão significativo, porém estimaram a maioria dos indivíduos como sexo feminino.

Tabela 5.10 – Dados da eminência mental no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Invesalius

		Sexo			
		0		1	
		Contagem	% de N da linha	Contagem	% de N da linha
Eminência mental	1	9	42,9	12	57,1
	2	15	38,5	24	61,5
	3	19	73,1	7	26,9
	4	11	64,7	6	35,3
	5	6	75,0	2	25,0

Fonte: O autor

5.1.3 Análise descritiva individual das estruturas: Programa Philips®

A tabela 5.11 mostra os resultados referentes a crista occipital externa. Os escores 4 e 5 foram na grande maioria das vezes classificados como indivíduos do sexo masculino. Os escores 2 e 3 obtiveram um resultado um pouco inferior aos escores 4 e 5, porém na maioria das vezes foram estimados como sexo feminino. O escore 1 não obteve muita diferença entre os sexos, porém, pouco mais da metade foi estimado como sendo do sexo masculino.

Tabela 5.11 – Dados da crista occipital externa no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips®

		Masculino		Feminino	
		N	%	N	%
Crista occipital externa	1	12	54,5	10	45,5
	2	10	38,5	16	61,5
	3	11	37,9	18	62,1
	4	17	77,3	5	22,7
	5	10	83,3	2	16,7

Fonte: O autor

Na tabela 5.12 não se obteve resultados que tendessem muito a determinado sexo. O escore com maior porcentagem de classificação foi o escore 5, sendo classificado na maioria das vezes como sexo masculino. O escore 1 foi mais classificado como pertencente ao sexo feminino. Em seguida, o escore 3 apresentou um resultado não tão dimórfico, mas classificou a maioria dos indivíduos como sexo masculino. Os escores 2 e 4, não obtiveram resultados muito significativos em relação ao dimorfismo sexual.

Tabela 5.12 – Dados do processo mastóide no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips®

		Masculino		Feminino	
		N	%	n	%
Processo mastoide	1	6	33,3	12	66,7
	2	13	43,3	17	56,7
	3	16	64,0	9	36,0
	4	7	53,8	6	46,2
	5	18	72,0	7	28,0

Fonte: O autor

Na tabela 5.13 observamos os resultados dos escores classificados durante a análise da margem supraorbital. Observa-se que nenhum indivíduo foi classificado com o escore 5. A grande maioria dos indivíduos foram classificados como pertencentes ao escore 1 e 2 respectivamente. Apenas 1 indivíduo foi classificado com o escore 4, sendo esse classificado como masculino. Os escores 2 e 3 foram estimados em sua maioria como sexo masculino. O escore 1 não obteve um resultado tão discrepante, porém em sua maioria estimou os indivíduos como sendo pertencentes ao sexo feminino. Nota-se que diferentemente das outras estruturas, em relação a margem supraorbital, apenas o escore 1 tende ao sexo feminino, sendo os outros na maioria das vezes estimados como sexo masculino e muitas vezes nem sendo classificado, como no caso do escore 5 que não foi classificado nenhuma vez durante a análise realizada.

Tabela 5.13 – Dados da margem supraorbital no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips®

		Masculino		Feminino	
		N	%	N	%
Margem supraorbital	1	33	42,9	44	57,1
	2	15	78,9	4	21,1
	3	11	78,6	3	21,4
	4	1	100,0	0	0
	5	0	0	0	0

Fonte: O autor

Na tabela 5.14, foi realizada análise referente a glabela no processo de dimorfismo sexual. Os escores 4 e 5 obtiveram a maior porcentagem de dimorfismo sexual e foram na maioria das vezes classificados como indivíduos do sexo masculino. Em seguida, o escore 1 obteve um resultado mais satisfatório, indicando a maioria dos indivíduos como pertencentes ao sexo feminino. Os escores 2 e 3 não obtiveram resultados significativos em relação ao dimorfismo sexual.

Tabela 5.14 – Dados da glabela no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips®

		Masculino		Feminino	
		N	%	N	%
Glabela	1	9	30,0	21	70,0
	2	14	45,2	17	54,8
	3	9	52,9	8	47,1
	4	11	84,6	2	15,4
	5	17	85,0	3	15,0

Fonte: O autor

Na tabela 5.15 foram apresentados os resultados referentes a análise da eminência mental para realização do dimorfismo sexual. Entre as cinco estruturas analisadas, a eminência mental se mostrou a com menor poder

dimórfico, sendo seu melhor resultado o escore 3, que classificou pouco mais da metade dos indivíduos como pertencentes ao sexo masculino. Os dados se mostraram todos medianos, o segundo escore com melhor resultado foi o escore 4, classificando pouco mais da maioria como sexo masculino. Os escores 1, 2 e 5 não obtiveram resultados significativos, sendo que os escores 2 e 5 ficaram exatamente entre os dois sexos, não demonstrando nenhum resultado diferencial. O escore 5 foi classificado apenas duas vezes.

Tabela 5.15 – Dados da eminência mental no processo de análise tomográfica dos crânios utilizando o programa Phillips®

		Masculino		Feminino	
		N	%	N	%
Eminência mental	1	14	51,9	13	48,1
	2	25	50,0	25	50,0
	3	14	63,6	8	36,4
	4	6	60,0	4	40,0
	5	1	50,0	1	50,0

Fonte: O autor

5.2 Análise comparativa entre o sexo real e sexo estimado: Crânios secos

A tabela 5.16 mostra os resultados em relação a comparação do sexo real dos indivíduos da amostra com o sexo estimado, utilizando a metodologia de Buikstra e Ubelaker de 1994. Indivíduos do sexo feminino obtiveram uma precisão superior em relação a indivíduos do sexo masculino, obtendo 88,24% de precisão ao estimar o sexo feminino. Já no sexo masculino, a precisão foi de apenas 46,67%, não exercendo um poder dimórfico significativo, estimando corretamente o sexo masculino em menos da metade da amostra. Um percentual de 11,67% dos indivíduos não puderam ser estimados como pertencentes ao sexo masculino ou feminino, sendo considerados ambíguos e não exercendo efeito dimórfico.

Tabela 5.16 – Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Ubelaker

Sexo Estimado	Sexo Real		Total
	0	1	
0	28 46.67	4 7.84	32 28.83
1	25 41.67	45 88.24	70 63.06
2	7 11.67	2 3.92	9 8.11
Total	60 100.00	51 100.00	111 100.00

0-sexo masculino/ 1-sexo feminino/ 2-sexo ambíguo

Na tabela 5.17 verificamos os resultados em relação a comparação do sexo real dos indivíduos da amostra com o sexo estimado, utilizando as modificações realizadas e validadas por Walker (24). Nessa classificação, obtivemos apenas dois resultados, sendo o sexo masculino representados na tabela como (0) e os indivíduos do sexo feminino representados como (1). Indivíduos do sexo feminino obtiveram um resultado ligeiramente superior quando comparados ao sexo masculino, sendo 72,55% do sexo feminino estimado corretamente, seguido por 68,33% do sexo masculino estimado corretamente.

Tabela 5.17 - Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Walker

Sexo Estimado	Sexo Real		Total
	0	1	
0	41 68.33	14 27.45	55 49.55
1	19 31.67	37 72.55	56 50.45
Total	60 100.00	51 100.00	111 100.00

0-sexo masculino/ 1-sexo feminino.

O gráfico 5.1 relaciona a porcentagem de acerto do sexo real após a realização da estimativa de sexo nos crânios secos. No gráfico é possível analisar a porcentagem de acerto do sexo masculino e do sexo feminino, separadamente. Também foram separados os resultados de acordo com a metodologia aplicada, portanto é possível analisar a porcentagem de acerto do sexo masculino e do sexo feminino de acordo com as duas metodologias aplicadas. Sendo elas a de Buikstra e Ubelaker(23) e a de Walker (24).

Gráfico 5.1 –Descritivo do percentual de acerto da estimativa de sexo no sexo masculino e no sexo feminino após estimativa do sexo por análise física de crânios secos.

Fonte: O autor

5.2.1 Análise comparativa entre o sexo real e sexo estimado: Programa Invesalius®

A tabela 5.18 mostra os resultados em relação a comparação do sexo real dos indivíduos da amostra com o sexo estimado, utilizando a metodologia de Buikstra e Ubelaker de 1994. Indivíduos do sexo feminino apresentaram um maior índice de precisão, estimando 80,39% dos indivíduos do sexo feminino corretamente. Já nos indivíduos do sexo masculino, o resultado foi bem inferior e classificou a maior parte dos indivíduos, 45% como pertencentes ao sexo feminino e 40% pertencentes ao sexo masculino. O percentual de indivíduos que não obtiveram resultados dimórficos e portanto foram considerados ambíguos foi de 11.71% do total da amostra.

Tabela 5.18 – Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Ubelaker

Sexo Estimado	Sexo Real		Total
	0	1	
0	24 40.00	6 11.76	30 27.03
1	27 45.00	41 80.39	68 61.26
2	9 15.00	4 7.84	13 11.71
Total	60 100.00	51 100.00	111 100.00

0-sexo masculino/ 1-sexo feminino/ 2-sexo ambíguo

Na tabela 5.19 verificamos os resultados em relação a comparação do sexo real dos indivíduos da amostra com o sexo estimado, utilizando as modificações realizadas e validadas por Walker 2008. O percentual de indivíduos do sexo feminino classificados corretamente foi maior do que em

relação ao sexo masculino, sendo de 74,51% a precisão no sexo feminino e 61,67% a precisão no sexo masculino.

Tabela 5.19 - Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo a metodologia de Walker

Sexo Estimado	Sexo Real		Total
	0	1	
0	37 61.67	13 25.49	50 45.05
1	23 38.33	38 74.51	61 54.95
Total	60 100.00	51 100.00	111 100.00

0-sexo masculino/ 1-sexo feminino

O gráfico 5.2 relaciona a porcentagem de acerto do sexo real após a realização da estimativa de sexo nos crânios por meio de análise tomográfica utilizando o programa Invesallius. No gráfico é possível analisar a porcentagem de acerto do sexo masculino e do sexo feminino, separadamente. Também foram separados os resultados de acordo com a metodologia aplicada, portanto é possível analisar a porcentagem de acerto do sexo masculino e do sexo feminino de acordo com as duas metodologias aplicadas. Sendo elas a de Buikstra e Ubelaker e a de Walker.

Gráfico 5.2 –Descritivo do percentual de acerto da estimativa de sexo no sexo masculino e no sexo feminino após estimativa do sexo por análise tomográfica no programa Invesallius®

Fonte: O autor

5.2.2 Análise comparativa entre o sexo real e sexo estimado: Programa Philips®

A tabela 5.20 mostra os resultados em relação a comparação do sexo real dos indivíduos da amostra com o sexo estimado, utilizando a metodologia de Buikstra e Ubelaker de 1994. A estimativa correta para o sexo feminino foi muito superior quando comparada ao sexo masculino, sendo a porcentagem de acerto do sexo feminino de 88,24% e no sexo masculino, apenas 36,67%. A porcentagem referente ao sexo ambíguo, que consiste nos indivíduos que não puderam ser classificados como nenhum dos dois sexos foi de 11,71%.

Tabela 5.20 – Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo o método de Buikstra e Ubelaker (23) 1994

Sexo Estimado	Sexo Real		Total
	0	1	
0	22 36.67	1 1.96	23 20.72
1	30 50.00	45 88.24	75 67.57
2	8 13.33	5 9.80	13 11.71
Total	60 100.00	51 100.00	111 100.00

0-sexo masculino/ 1-sexo feminino/ 2-sexo ambíguo

Na tabela 5.21 verificamos os resultados em relação a comparação do sexo real dos indivíduos da amostra com o sexo estimado, utilizando as modificações realizadas e validadas por Walker 2008. Indivíduos do sexo feminino tiveram uma precisão superior, com 82,35%, já indivíduos do sexo masculino obtiveram uma precisão de 56,67% dos casos.

Tabela 5.21 - Sexo real comparado ao sexo estimado seguindo o método de Buikstra e Ubelaker 1994 modificado por Walker (24) 2008

Sexo Estimado	Sexo Real		Total
	0	1	
0	34 56.67	9 17.65	43 38.74
1	26 43.33	42 82.35	68 61.26
Total	60 100.00	51 100.00	111 100.00

0-sexo masculino/ 1-sexo feminino.

O gráfico 5.3 relaciona a porcentagem de acerto do sexo real após a realização da estimativa de sexo nos crânios por meio de análise tomográfica utilizando o programa Phillips. No gráfico é possível analisar a porcentagem de acerto do sexo masculino e do sexo feminino, separadamente. Também foram separados os resultados de acordo com a metodologia aplicada, portanto é possível analisar a porcentagem de acerto do sexo masculino e do sexo feminino de acordo com as dois métodos aplicados. Sendo elas a de Buikstra e Ubelaker (23) e a de Walker (24).

Gráfico 5.3 – Descritivo do percentual de acerto da estimativa de sexo no sexo masculino e no sexo feminino após estimativa do sexo por análise tomográfica no programa Phillips®

Fonte: O autor

5.3 Percentual de acerto total da estimativa de sexo: Crânios secos

No gráfico 5.4 podemos relacionar a porcentagem total de acerto do sexo estimado em relação ao sexo real. A metodologia de Walker (24) obteve um resultado um pouco superior quando comparado a metodologia de Buikstra e Ubelaker (23).

Gráfico 5.4 – Descritivo do percentual de acerto geral da estimativa de sexo por meio de análise física dos crânios, utilizando a metodologia de Buikstra; Ubelaker e a de Walker

Fonte: O autor

5.3.1 Percentual de acerto total da estimativa de sexo: Programa Invesalius®

No gráfico 5.5 pode-se relacionar a porcentagem geral de acerto durante o processo de estimativa sexual. Seguindo a metodologia de Walker os resultados gerais foram melhores em relação aos resultados encontrados ao seguir a metodologia de Buikstra; Ubelaker (23).

Gráfico 5.5 – Descritivo do percentual de acerto geral da estimativa de sexo pela análise tomográfica no programa Invesallius utilizando a metodologia de Buikstra; Ubelaker e a de Walker.

Fonte: O autor

5.3.2 Percentual de acerto total da estimativa de sexo: Programa Philips®

O gráfico 5.6 relacionou a porcentagem de acerto em relação ao sexo estimado e o sexo real. A porcentagem é referente a ambos os sexos, estabelecendo uma porcentagem geral de acerto ao estimar o sexo dos indivíduos analisados. O método de Walker apresentou uma porcentagem de acerto um pouco mais precisa em relação ao método de Buikstra e Ubelaker.

Gráfico 5.6 – Descritivo do percentual de acerto geral da estimativa de sexo pela análise tomográfica no programa Phillips utilizando a metodologia de Buikstra; Ubelaker e a de Walker.

Fonte: O autor

6 DISCUSSÃO

A metodologia utilizada para aplicação dessa presente pesquisa foi baseada no sistema de pontuação para classificação de traços cranianos, desenvolvido por Buikstra e Ubelaker (23), com o objetivo de criar um padrão de coleta de dados esqueléticos, possuindo como base cinco estruturas cranianas. As estruturas cranianas analisadas foram a crista occipital externa, o processo mastóide, a margem supraorbital, a glabella e a eminência mental. Todas as cinco estruturas demonstraram elevado grau de dimorfismo sexual, porém na amostra brasileira obteve-se um menor grau dimórfico em relação a resultados obtidos em outras populações estudadas.

Os traçados cranianos desenvolvidos por Buikstra e Ubelaker (23) direcionam o pesquisador a obter uma maior precisão da estimativa do sexo em diferentes populações, por meio de uma metodologia única que consiste na análise de cinco escores diferentes para cada uma das cinco estruturas analisadas, porém se faz necessário o estudo da aplicação do método em diferentes populações para verificar a possibilidade de adaptações em alguns pontos, dependendo da população avaliada pelo método.

Por se tratar de uma análise morfológica, o pesquisador responsável por realizar o método deve estar bem calibrado com os possíveis escores a serem classificados. Por outro lado, a aplicação da técnica é simples. A amostra analisada deve estar em bom estado de conservação e as estruturas bem preservadas para que seja possível a aplicação do método. Por ser uma metodologia morfológica, não necessita de equipamentos de alto padrão nem de tecnologias avançadas, facilitando sua aplicabilidade devido a não necessidade de recursos de alto custo (45) (46).

Muitos estudos que envolvem a área de antropologia forense realizam medições osteométricas com a finalidade de estimar idade, sexo, ancestralidade e estatura, por exemplo. O esqueleto humano permite o

fornecimento de muitas informações e muitas vezes é o único objeto de estudo em determinados casos (47) (48).

Essa pesquisa objetivou analisar uma amostra de crânios brasileira, por meio de uma análise física e também aplicar o mesmo método, nos mesmos crânios, utilizando tomografias computadorizadas. Para isso, foi utilizado o programa de software livre, Invesalius® e o programa Philips®, que é um programa privado. O programa Invesalius® se mostrou de fácil acesso a pesquisadores. Por se tratar de um programa que possibilita gerar imagens tridimensionais a partir de imagens tomográficas, permitindo a reconstrução facial em detalhes, o programa é muito utilizado não apenas no meio acadêmico e de pesquisa científica mas também pode ser utilizado por profissionais da área da saúde para estudo de casos e análises detalhadas.

No âmbito da antropologia forense, a utilização do programa Invesalius® é satisfatória pois permite a reprodução tridimensional de peças arqueológicas e esqueléticas.

No momento da aplicação da análise física dos crânios secos, a movimentação e rotação do crânio com as mãos, possibilitou uma melhor visualização de diversos ângulos diferentes, permitindo uma melhor visão do pesquisador e consequentemente gerando uma maior facilidade de classificação, eliminando as chances de dúvidas ao comparar com os traçados definidos na metodologia.

Até então, a utilização das tomografias em pesquisas que envolvem antropologia forense são mais comuns em pesquisas que realizam medições osteométricas, pois existem programas específicos que permitem a quantificação dessas medidas através de medições realizadas digitalmente, sem necessitar do crânio seco (49).

Ao decorrer da pesquisa e após algumas análises serem feitas, foi possível verificar algumas limitações em relação à análise tomográfica. Por ser uma pesquisa morfológica, não foram utilizados traçados numéricos, nem foram aplicadas medidas, portanto uma boa visualização e reprodução real do crânio se mostrou crucial para aplicação da técnica.

Durante a aplicação da metodologia na análise tomográfica, utilizando a reconstrução tridimensional gerada a partir das tomografias computadorizadas, percebeu-se que a rotação e movimentação, que até então eram realizadas pelas mãos durante o processo de análise física, também eram possíveis de serem realizadas pelo programa Invesalius® e Phillips®. Entretanto, uma limitação muito importante foi percebida no decorrer das análises tomográficas.

Durante a análise física foi possível utilizar os dedos para sentir as estruturas, o que possibilita uma melhor precisão no momento da classificação.

Na margem supraorbital por exemplo, pode-se sentir os rebordos da estrutura mais cortantes e afinados, remetendo ao escore 1, que se refere ao sexo feminino. Assim como era possível sentir com os dedos uma margem mais arredondada e espessa em alguns indivíduos, facilitando a classificação em escores mais elevados, como 3, 4 ou 5. A dificuldade encontrada nessa estrutura, foi justamente realizar uma diferenciação entre os escores maiores. Portanto, não foi difícil classificar uma margem supraorbital fina e cortante, que remetia ao escore 1. Assim como não foi difícil classificar quando a margem supraorbital não remetia ao escore 1 e pertencia ao escore 2, 3, 4 e 5. A dificuldade encontrada, foi realizar uma diferenciação mais exata em relação aos escores mais elevados.

A utilização do tato durante a análise física para sentir as estruturas também auxiliou na classificação de outras estruturas. A crista occipital externa, nem sempre se mostrava tão robusta e pronunciada ou então tão lisa e sem maiores angulações, fator que dificultava a classificação da estrutura, porém ao sentir a estrutura com os dedos, pode-se verificar a presença de uma protuberância um pouco mais elevada ou não, se tratando de uma estrutura mais delicada em alguns casos.

A glabella obteve ótimos resultados, tanto nas análises físicas como nas análises tomográficas, pois é uma estrutura facilmente visualizada, permitindo analisar a presença de uma glabella protuberante ou não, apenas visualizando o crânio em visão lateral, ou seja, de perfil. No entanto, a análise utilizando o tato também amplifica a certeza de presença ou ausência de protuberância na

região da glabella, além de também permitir a identificação de uma glabella intermediária, que não é considerada tão protuberante porém também não possui uma ausência total de proeminência.

O processo mastóide também foi uma estrutura que apresentou um bom grau de dimorfismo sexual, tanto na análise física como na análise tomográfica, porém não podemos deixar de destacar que nos direcionamentos propostos por Buikstra e Ubelaker (23), a rugosidade é um fator importante para realizar a classificação de um escore nessa estrutura, sendo esse fator percebido facilmente com o toque dos dedos na estrutura durante a análise física, o que não é possível na análise tomográfica. As análises visuais que devem ser levadas em consideração para realizar a avaliação no processo mastóide, como a projeção das estruturas que circundam o processo mastóide também são de fácil visualização pelos modelos tridimensionais, o que não prejudica de forma significativa os resultados obtidos pela análise tomográfica nessa estrutura.

A eminência mental se mostrou uma estrutura de difícil classificação, tanto visualmente, sendo analisada diretamente com os crânios secos, como quando analisada virtualmente pelo modelo tridimensional. A utilização das mãos é essencial para análise dessa estrutura. Com os polegares e indicadores é possível delimitar o contorno da eminência mental, facilitando um pouco a sua classificação, porém mesmo na análise física, essa estrutura se mostrou de difícil classificação e diferenciação entre os cinco escores estipulados. Um dos fatores mais relevantes e que claramente causou maior índice de dificuldade ao classificar essa estrutura, foi a perda óssea mandibular. Essa característica dificulta muito a correta classificação da estrutura e pode produzir um viés significativo no momento da classificação da eminência mental.

No que se refere à comparação entre os dois programas utilizados para realização da análise tomográfica, podemos considerar como fator positivo a praticidade no manuseamento de ambos programas. O programa Invesalius® foi escolhido como base por se tratar de um software livre. Algumas

dificuldades foram encontradas, devido sua lentidão no carregamento de dados. Notou-se que o programa necessita de um equipamento de melhor qualidade para um desempenho mais satisfatório, possibilitando maior facilidade em seu manuseamento. Entretanto, o programa é de fácil acesso e possui uma ótima qualidade visual, permitindo uma boa visualização para aplicabilidade da classificação dos escores no momento da análise. O programa permite rotacionar e manusear o crânio da forma desejada, facilitando o posicionamento do crânio em relação aos modelos sugeridos por Buikstra e Ubelaker (23), dependendo da estrutura a ser analisada.

O programa Phillips® é um programa de acesso privado, vinculado ao tomógrafo da mesma marca. Uma vez realizada a tomografia, o equipamento inicia a reconstrução dos cortes tomográficos e em pouco tempo permite a visualização dos cortes e posteriormente sua transformação em volume. Após transformado em volume, é possível visualizar a imagem tridimensional do crânio, sendo um processo bem rápido, porém limitado, uma vez que para utilização desse programa, a análise deve ser realizada no próprio local onde foi feita a tomografia, pois o programa é exclusivo do computador que é acoplado ao equipamento de tomografia do fabricante.

O equipamento Phillips® se mostrou mais fácil de ser manuseado, seguindo menos passos para se obter a visualização tridimensional do crânio. A rapidez do programa se deve a grande capacidade de armazenamento da máquina e sua potência. Durante o processo de análise das tomografias, notou-se que quando o equipamento estava com memória reduzida devido alto índice de uso e muitas tomografias armazenadas, seu desempenho era inferior em relação a rapidez para transformação de imagens tomográficas em modelos tridimensionais e também para o seu manuseio, tornando o processo lento. Em contrapartida, foi observado que quando o equipamento se encontrava com pouca memória utilizada, o programa era de rápido funcionamento. Notou-se também que a facilidade de remoção e foco em determinadas estruturas era maior e de maior qualidade no programa Phillips®.

O processo de realização das tomografias levou um longo período, uma vez que o mesmo não necessitava de um tempo considerável, e conforme eram realizadas várias tomografias, o equipamento sobrecarregava e esse foi um fator limitante para o número de tomografias diárias. Em média, a cada 10 crânios tomografados, era necessário realizar reinicialização do equipamento para melhorar seu desempenho e ser possível voltar a realizar as tomografias. No geral, foram tomografados 10 crânios em cada ida ao hospital universitário, devido as limitações de transporte e funcionamento do equipamento.

Como as amostras utilizadas não possuíam tomografias prévias, foi necessário realizar a tomografia computadorizada de todas as amostras para posteriormente copiar os dados tomográficos para um HD externo e enfim poder utilizar as tomografias no programa Invesalius®, utilizando computador próprio. Inicialmente foram realizadas as cópias das tomografias e análises tomográficas utilizando o programa Invesalius®. Após conclusão dessa etapa, os dados colhidos e armazenados no equipamento Phillips® foram analisados no próprio computador específico para análise de exames de tomografias, no próprio Hospital Universitário (HU-USP).

Tendo em vista todas as estruturas analisadas nessa pesquisa, todas elas se mostraram importantes para um bom desempenho no processo final de estimativa de sexo. Não houve necessidade de inclusão ou exclusão de estruturas cranianas para aplicabilidade da técnica. Entretanto, observou-se que na amostra brasileira, a eminência mental e a margem supraorbital podem gerar resultados equívocos, necessitando ser estudadas com mais cautela, devido o fato de determinados escores serem mais presentes em um sexo diferente do exemplificado na metodologia original.

A margem supraorbital foi a estrutura que causou maior discordância em relação a classificação dos seus escores, direcionando que caso apenas o escore 1 fosse classificado como sendo pertencente ao sexo feminino, melhores seriam os resultados no momento final da estimativa. Portanto, os escores 2, 3, 4 e 5 deveriam todos ser considerados do sexo masculino. Isso proporcionaria resultados mais precisos. Outro fator percebido foi que

raramente os escores 3, 4 ou 5 eram classificados nessa estrutura, sendo na grande maioria das vezes classificados como escore 1 ou 2. Como resultado, essa estrutura classificou um maior número de indivíduos sendo pertencentes ao sexo feminino.

Na pesquisa realizada por Walker (24), as classificações em relação a estrutura da margem supraorbital foram parecidos e o autor também concluiu que apenas o escore 1 deveria ser remetido ao sexo feminino.

A glabella foi a estrutura mais facilmente classificada e obteve os melhores resultados dimórficos na amostra brasileira, quando comparada com as outras quatro estruturas.

Nas estruturas destacadas como uma das mais dimórficas no crânio, como a crista occipital externa, o processo mastóide, a margem subraorbital a glabella e a eminência mental, podemos encontrar dois extremos, sendo a expressão máxima correspondente aos crânios masculinos com estruturas bem amplas e pronunciadas e a expressão mínima, que apresenta estruturas bem menores, mais lisas, delicadas e não tão projetadas.

Walker (24) encontrou bons resultados, utilizando esses padrões como método para dimorfismo sexual, por meio de uma análise multivariada discriminante quadrática, atingindo até 90% de indivíduos estimados corretamente em relação ao sexo. Já em relação à análise estatística univariada os escores relacionados ao processo mastóide e a glabella possuíram melhor grau de dimorfismo sexual, em contra partida, a crista occipital externa e a margem supraorbital sendo consideradas com menor grau de dimorfismo sexual. Entretanto, quando realizada a análise estatística univariada, a taxa de acerto variou entre 69% a 83% na amostra moderna. Já na amostra de nativos americanos, a crista occipital externa obteve o pior índice dimórfico, obtendo uma média de apenas 57% de precisão de acerto.

Quando comparamos os resultados obtidos por Walker (24) com os resultados obtidos na amostra da população brasileira, pode-se destacar que ambas as populações concluíram que a glabella e o processo mastóide se tratavam das estruturas maior grau de dimorfismo sexual e que obtiveram

melhores resultados. Entretanto, diferente dos resultados obtidos por Walker (24), a amostra da população brasileira concluiu que a eminência mental foi a estrutura com menor grau de dimorfismo sexual.

A margem supraorbital e a crista occipital externa também não obtiveram os melhores resultados dimórficos, assim como na análise de Walker, porém ambas pesquisas concordam que se realizada uma mudança em relação aos escores utilizados na classificação da margem supraorbital, um melhor resultado seria obtido durante a aplicação do método.

Williams e Rogers (38) realizaram um estudo com 21 características morfológicas do crânio, em uma amostra de crânios europeus e concluíram que o processo mastóide, a margem supra orbital, rugosidade da extensão zigomática, tamanho e arquitetura geral, tamanho e formato da arquitetura nasal e ângulo andgonial são as estruturas com maior grau de dimorfismo sexual e que apresentam menos viés de erro intraobservador. Entretanto, as estruturas sínfise do ramo, a extensão zigomática e marcações occipitais foram as estruturas que encontraram maior viés de precisão, tendendo a estimar na maioria das vezes os indivíduos como pertencentes ao sexo masculino. Em relação a esses resultados, o processo mastóide mais uma vez se mostra uma das melhores estruturas a serem analisadas para se obter um resultado mais preciso durante a estimativa de sexo.

Dereli (50), também utilizou o método de Buikstra e Ubelaker, realizando a análise morfológica por meio de tomografias computadorizadas em uma amostra na população da Turquia, obtendo ótimos resultados, com uma variação de precisão de acerto entre 91,8% e 92,9% utilizando análise discriminante multivariada.

Muitos estudos relacionados ao grau de dimorfismo sexual utilizando crânios ressaltam a importância do possível viés em relação à idade. Portanto, indivíduos que ainda não atingiram total desenvolvimento craniano, não devem ser analisados pela metodologia morfológica criada por Buikstra e Ubelaker (23), pois não se encaixarão corretamente nos padrões das estruturas. Indivíduos do sexo masculino por exemplo, poderiam ser facilmente

classificados como pertencentes ao sexo feminino, devido o não desenvolvimento total craniano. A idade adulta portanto é um fator que deve ser levado em consideração ao realizar a análise morfológica das cinco estruturas analisadas.

Alguns estudos também ressaltam a possível variabilidade dos resultados em indivíduos mais velhos, ressaltando que com o passar dos anos, ao atingir a terceira idade a tendência é de que indivíduos tanto do sexo masculino como do sexo feminino, tenham suas estruturas cranianas mais direcionadas para as características de indivíduos masculinos.

O presente estudo realizado mostra que o sistema de pontuação para traços cranianos desenvolvido por Buikstra e Ubelaker (23) possui um bom padrão dimórfico, porém sua precisão é influenciada pela variabilidade populacional. No presente estudo, a glabela foi a estrutura que se mostrou mais dimórfica, quando considerado ambos os sexos, obtendo um resultado mais preciso ao estimar o sexo masculino. O processo mastóide também obteve uma boa precisão dimórfica. Ao considerar a glabela e o processo mastóide como as estruturas com melhor poder dimórfico, podemos comparar esse resultado com o obtido por Walker 2008, que também apontou essas duas estruturas como sendo as de melhores resultados dimórficos.

Nesse presente estudo, em geral, quando analisadas as estruturas separadamente, os escores 4 e 5 que correspondem ao sexo masculino, obtiveram um grande poder dimórfico, em todas as estruturas analisadas, tanto na análise física dos crânios secos, como nas análises tomográficas. A margem supraorbital foi a estrutura que obteve resultados mais discrepantes.

Em geral, indivíduos do sexo feminino obtiveram um resultado superior em relação a correta estimativa de sexo, tanto aplicando a metodologia de Buikstra e Ubelaker (23) como quando aplicada a mesma metodologia modificada por Walker (24).

Ao aplicar o método de Buikstra e Ubelaker (23), foi encontrada uma problemática. O escore 3 é classificado como ambíguo, portanto fica entre o sexo feminino e o sexo masculino, não exercendo poder dimórfico. Quando

realizada a classificação geral, muitas vezes não foi possível estimar o sexo do indivíduo, devido a ambiguidade presente no escore 3. Muitos indivíduos ficavam exatamente com metade dos escores tendendo ao sexo masculino e a outra metade dos escores tendendo ao sexo feminino. Isso ocorreu devido a falta de poder dimórfico na classificação do escore 3.

A pesquisa de Walker (24), apontou o escore 3 como sendo classificado na maioria das vezes no sexo masculino, portanto concluiu que esse escore deveria ser classificado como pertencente ao sexo masculino, para gerar resultados mais precisos.

Ao ser realizada essa pesquisa, foram aplicadas ambas análises, utilizando a classificação de escore 3 como ambígua, seguindo a metodologia original de Buikstra e Ubelaker (23) e outra análise sugerindo o escore 3 como pertencente ao sexo masculino, como validado por Walker (24).

Os resultados na amostra da população brasileira apontaram resultados superiores quando utilizado o escore 3 como pertencente ao sexo masculino. Essa mudança aumenta o poder dimórfico da metodologia, além de evitar um resultado impreciso, que não oferece nenhum poder dimórfico.

Quando realizada a análise onde o escore 3 foi classificado como ambíguo, no momento da estimativa do sexo, muitos indivíduos não puderam ser classificados como pertencentes ao sexo masculino ou feminino.

O método de Buikstra e Ubelaker (23), posteriormente validado por Walker (24) possui um poder dimórfico. As modificações apontadas por Walker se mostraram válidas e proporcionam um resultado mais preciso. A margem supraorbital deve ser analisada com atenção. Apenas o escore 1 deve ser classificado como pertencente ao sexo feminino, portanto os escores 2, 3, 4 e 5 devem ser classificados como pertencentes ao sexo masculino.

7 CONCLUSÃO

- O método aplicado obteve um bom índice dimórfico, quando aplicado em crânios secos na amostra analisada. Indivíduos do sexo feminino obtiveram uma precisão um pouco superior em relação aos indivíduos do sexo masculino, porém não obtiveram uma diferença muito significativa.
- Os resultados obtidos na análise tomográfica, assim como na análise realizada nos crânios secos, mostra que indivíduos do sexo feminino obtiveram uma precisão superior aos indivíduos do sexo masculino no momento da estimativa de sexo. Os programas Invesalius® e Philips® obtiveram resultados parecidos.
- Os resultados obtidos na análise de crânios secos foram um pouco mais precisos em comparação a análise tomográfica utilizando o programa Invesalius® e Philips®, porém não foram encontradas diferenças significativas entre ambos os resultados. Os resultados validam a utilização de imagens tridimensionais, geradas por tomografias para utilização do método de estimativa do sexo.

REFERÊNCIAS¹

1. Blau S, Ubelaker DH. Handbook of Forensic Anthropology and Archaeology. 2nd ed. Oxon UK: Routledge; 2016. 738 p.

2. d'Oliveira Coelho J, Curate F. CADOES: An interactive machine-learning approach for sex estimation with the pelvis. *Forensic Sci Int*. 2019 Sep;302:109873. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.109873

3. Buikstra J, King JL, Nystrom KC. Forensic anthropology and bioarchaeology in the American anthropologist: Rare but exquisite gems. *Am. Anthropologist*. 2003 Mar;105(1):38-52.

4. Giles E. Discriminant function sexing of the human skeleton. In: *Personal Identification in Mass Disasters*. Stewart TD, Washington: DC: National Museum of Natural History; 1970. p. 99–107.

5. Mestekova S, Bruzek J, Veleminska J, Chaumoitre K. A Test of the DSP Sexing Method on CT Images from a Modern French Sample. *J Forensic Sci*. 2015 Sep;60(5):1295-9. doi: 10.1111/1556-4029.12817

6. Rooppakhun S, Surasith P, Vatanapatimakul N, Kaewprom Y, Sitthiseripratip K. Craniometric study of Thai skull based on three-dimensional computed tomography(CT) data. *J Med Assoc Thai*. 2010 Jan;93(1):90-8.

7. Walrath DE, Turner P, Bruzek J. Reliability test of the visual assessment of cranial traits for sex determination. *Am J Phys Anthropol*. 2004 Oct;125(2):132-7.

8. Gapert R, Black S, Last J. Sex determination from the foramen magnum: discriminant function analysis in an eighteenth and nineteenth century British sample. *Int J Legal Med*. 2009 Jan;123(1):25-33. doi: 10.1007/s00414-008-0256-0.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

9. Toneva DH, Nikolova SY, Zlatareva DK, Hadjidekov VG, Lazarov NE. Sex estimation by Mastoid Triangle using 3D models. *Homo*. 2019 Aug 29;70(1):63-73.doi: 10.1127/homo/2019/1010.

10. Almeida-Junior E, Reis FP, Galvão LCC, Alves MC, Cabral ARJ, Teixeira S. Estimativa do sexo e idade por meio do índice transversal em crânios secos de adultos. *Rev. Bahiana Odontol*. 2013. out. 4(2).

11. Tambawala SS, Karjodkar FR, Sansare K, Prakash N. Sexual dimorphism of maxillary sinus using cone beam computed tomography. *Egyptian J For Sci*. 2016;6(2):120-5

12. Tunis TS, Sarig R, Cohen H, Medlej B, Peled N, May H. Sex estimation using computed tomography of the mandible. *Int J legal Med*. 2017;131:1691-1700.

13. Celbis O, Iscan MY, Soysal Z, Cagdir S. Sexual diagnosis of the glabellar region. *Leg Med (Tokyo)*. 2001 Sep;3(3):162-70

14. Naima Abd El-Halim Sherifa, Abeer Abd El-Moneim Shetaa, Mohamed Eid Ibrahim, Rania Abd El-Meguid Kakaa, Maii Farag Henaidya. "Evaluation of the paranasal sinuses dimensions in sex estimation among a sample of adult Egyptians using multidetector computed tomography". *J Forensic Radiol Imaging*. 2017;11:33–39

15. Ramsthaler F, Kreutz K, Verhoff MA. Accuracy of metric sex analysis of skeletal remains using Fordisc based on a recent skull collection. *Int J Legal Med*. 2007 Nov;121(6):477-82.

16. Ubelaker DH, Volk CG. A test of the phenice method for the estimation of sex. *J Forensic Sci*. 2002 Jan;47(1):19-24.

17. Rogers TL. Determining the sex of human remains through cranial morphology. *J Forensic Sci*. 2005 May;50(3):493-500.

18. Walker PL, Johnson JR, Lambert PM. Age and sex biases in the preservation of human skeletal remains. *Am J Phys Anthropol*. 1988 Jun;76(2):183-8

19. Walker PL. Greater sciatic notch morphology: sex, age, and population differences. *Am J Phys Anthropol.* 2005 Aug;127(4):385-91.

20. Bewes J, Low A, Morphett A, Pate FD, Henneberg M. Artificial intelligence for sex determination of skeletal remains: Application of a deep learning artificial neural network to human skulls. *J Forensic Leg Med.* 2019 Feb;62:40-43. doi:10.1016/j.jflm.2019.01.004.

21. Walker PL, Cook DC. Brief communication: gender and sex: vive la difference. *Am J Phys Anthropol.* 1998 Jun;106(2):255-9.

22. Walker PL. A view on the science: physical anthropology at the millennium. *Am J Phys Anthropol.* 2000 Jun;112(2):145-8

23. Buikstra JE, Ubelaker DH. Standards for data collection from human skeletal remains: Proceedings of a seminar at the field museum of natural history. Arkansas: organized by Jonathan Haas; 1994, 206p.

24. Walker PL. Sexing skulls using discriminant function analysis of visually assessed traits. *Am J Phys Anthropol.* 2008 May;136(1):39-50. doi:10.1002/ajpa.20776.

25. Gusmão NMM. Antropologia e educação: origens de um diálogo. *Cad. Cedes.* 1997;18(43).

26. França, GV. *Medicina legal.* Rio de Janeiro: Guanabara koogan. 1998.(v.s.)

27. Ubelaker DH. A history of forensic anthropology. *Am J Phys Anthropol.* 2018 Apr;165(4):915-923. doi: 10.1002/ajpa.23306.

28. Hora M, Sládek V. Population specificity of sex estimation from vertebrae. *Forensic Sci Int.* 2018 Oct;291:279.e1-279.e12. doi:10.1016/j.forsciint.2018.08.015.

29. Krishan K, Chatterjee PM, Kanchan T, Kaur S, Baryah N, Singh RK. A review of sex estimation techniques during examination of skeletal remains in forensic anthropology casework. *Forensic Sci Int.* 2016 Apr;261:165.e1-8. doi:10.1016/j.forsciint.2016.02.007.

30. Hayashizaki Y, Usui A, Hosokai Y, Sakai J, Funayama M. Sex determination of the pelvis using Fourier analysis of postmortem CT images. *Forensic Sci Int.* 2015 Jan;246:122.e1-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2014.10.008.

31. Torimitsu S, Makino Y, Saitoh H, Sakuma A, Ishii N, Yajima D. Sexual determination based on multidetector computed tomographic measurements of the second cervical vertebra in a contemporary Japanese population. *Forensic Sci Int.* 2016 Sep;266:588.e1-588.e6. doi: 10.1016/j.forsciint.2016.04.010.

32. Trautmann M, Trautmann I, Hotz G. A simple metric sexing method for unknown skeletal remains: the sacro-clavicular index (SCI). *Anthropologischer Anzeiger.* 2014; 71(1-2): 57-64.

33. Galvão LCC. Determinação do sexo através da curva frontal e apófise mastóidea [tese]. Piracicaba: Universidade de Campinas/Faculdade de Odontologia de Piracicaba; 1998.

34. Veyre-Goulet SA, Mercier C, Robin O, Guerin C. Recent human sexual dimorphism study using cephalometric plots on lateral teleradiography and discriminant function analysis. *J Forensic Sci.* 2008;53(4): 786-9.

35. Jonke E, Prossinger H, Bookstein FL, Schaefer K, Bernhard M, Freudenthaler JW. Secular trends in the facial skull from the 19th century to the present analyzed with grometric morphometrics. *Am J orthod Dent Orthop.* 2007; 132: 63-70.

36. Almeida Jr. E, Galvão LCC, Flores PSC, Araújo TM. Investigação do sexo através de uma área triangular facial formada pela interseção dos pontos: forame infraorbital direito, esquerdo e o próstio, em crânios secos de adultos. *Rev. Ciênc. Méd. Biol.* 2010;9(1):8-12.

37. Ubelaker DH, DeGaglia CM. Population variation in skeletal sexual dimorphism. *Forensic Sci Int.* 2017 Sep;278:407.e1-407.e7. doi: 10.1016/j.forsciint.2017.06.012.

38. Williams BA, Rogers TL. Evaluating the accuracy and precision of cranial morphological traits for sex determination. *J Sci Forence.* 2006; 51:729-35.

39. Ali S, Sinha AP, Jethani SL, Rohatgi RK, Anamika K. Study of cranial capacity of adult North Indian human skulls & its sexual dimorphism. *Int J Scient Study.* 2014;1(5):29–31.

40. Uthman AT, Al-Rawi NH, Al-Timimi JF. Evaluation of foramen magnum in gender determination using helical CT scanning. *Dentomaxillofac Radiol* 2012;41(3):197–202.
41. Madadin M, Menezes RG, Al Saif HS, Abu Alola H, Al Muhanna A, Gullenpet AH, Nagesh KR, Kharoshah MA, Al Dhafery B. Morphometric evaluation of the foramen magnum for sex determination: A study from Saudi Arabia. *J Forensic Leg Med*. 2017 Feb;46:66-71. doi:10.1016/j.jflm.2017.01.001
42. Petaros A, Garvin HM, Sholts SB, Schlager S, Wärmländer SKTS. Sexual dimorphism and regional variation in human frontal bone inclination measured via digital 3D models. *Leg Med (Tokyo)*. 2017 Nov;29:53-61. doi:10.1016/j.legalmed.2017.10.001
43. Gamba TO, Yamasaki MC, Groppo FC, Silveira HLD, Boscolo SMA, Sanderink GCH, Berkhout WER. Validation study of new method for sexual prediction based on CBCT analysis of maxillary sinus and mandibular canal. *Arch of Oral Bio*. 2017; 83:18-123.
44. Isaza J, Díaz CA, Bedoya JF, Monsalve T, Botella MC. Assessment of sex from endocranial cavity using volume-rendered CT scans in a sample from Medellín, Colombia. *Forensic Sci Int*. 2014 Jan;234:186.e1-10. doi:10.1016/j.forsciint.2013.10.023.
45. Carvalho SPM, Brito LM, Paiva LAS, Bicudo LAR, Juntz RR, Oliveira RN. Sex estimation study in skulls from Brazil's southeastern population using physical anthropology and DNA. *Jour Den Sci*. 2017; 32(1): 1-9. doi:http://dx.doi.org/10.15448/1980-6523.2017.1.21133
46. Cunha E, Van Vark GN. The construction of sex discriminant functions from a large collection of skulls of known sex. *Int J Anthropol*. 1991;6(1):53–66.
47. Croce D, Croce-Junior D. *Manual de medicina legal*. (5). 2004 Saraiva; São Paulo.
48. Kimmerle EH, Ross A, Slice D. Sexual dimorphism in America: geometric morphometric analysis of the craniofacial region. *J forensic sci int*. 2005;147(2-3)

49. Francesquini Junior L, Francesquini LA, De La Cruz BM, Prereira SD, Ambrosamo GM, Barbosa CM. Identification of sex using cranial base measurements. *J Forensic Odontostomal*. 2007; 25(1):7-11.

50. Dereli AK, Zeybek V, Sagtas E, Senol H, Ozgul HA, Acar K. Sex determination with morphological characteristics of the skull by using 3D modeling techniques in computerized tomography. *Forensic Sci Med Pathol*. 2018 Dec;14(4):450-9. doi:10.1007/s12024-018-0029-0.

ANEXO A – Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DA EMENDA**

Título da Pesquisa: MORFOLOGIA CRANIANA HÍBRIDA EM POPULAÇÕES HUMANAS: UMA ABORDAGEM MORFOMÉTRICA TRIDIMENSIONAL

Pesquisador: Rodrigo Elias de Oliveira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 87644718.6.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.745.613

Apresentação do Projeto:

Em relação ao Projeto Original aprovado, não houve modificações, esta emenda se refere a inclusão de mais um membro à equipe de pesquisa. Foi incluído o nome do mestrando Ezequiel Ortiz Rosa.

Objetivo da Pesquisa:

Não se aplica

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não se aplica

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Emenda justificada

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

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: 2.745.613

objetiva e com justificativas para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem inadequações

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_INFORMACOES_BASICAS_1159568_E1.pdf	18/06/2018 09:37:28		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Oliveira2018CraniometriaERaca.pdf	14/04/2018 16:15:43	Rodrigo Elias de Oliveira	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	declaracaoMAH_ICB2018.pdf	14/04/2018 16:15:21	Rodrigo Elias de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartaAssinadaHU.pdf	14/04/2018 16:15:09	Rodrigo Elias de Oliveira	Aceito
Folha de Rosto	PlataformaBrasilAbril2018Assinada.pdf	14/04/2018 16:14:44	Rodrigo Elias de Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 29 de Junho de 2018

Assinado por:
Décio dos Santos Pinto Junior
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 05.508-900

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960

Fax: (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP
PROJETO DE PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

Projeto de Pesquisa:
MORFOLOGIA CRANIANA HÍBRIDA EM POPULAÇÕES HUMANAS: UMA ABORDAGEM MORFOMÉTRICA TRIDIMENSIONAL

Informações Preliminares

Responsável Principal	
CPF/Documento: 171.114.418-50	Nome: Rodrigo Elias de Oliveira
Telefone: 1193013577	E-mail: eliaso@usp.br

Instituição Proponente	
CNPJ:	Nome da Instituição: Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia

Essa submissão de emenda é exclusiva do seu Centro Coordenador?

A emenda é exclusiva de seu Centro Coordenador, então as alterações realizadas em seu projeto, em virtude da emenda, NÃO serão replicadas nos Centros Participantes vinculados e nos Comitês de Ética das Instituições Coparticipantes, quando da sua aprovação.

É um estudo internacional? Não

■ **Assistentes**

CPF/Documento	Nome
255.646.288-45	Maria Gabriela Haye Biazevic

■ **Equipe de Pesquisa**

CPF/Documento	Nome
366.860.638-27	MARIANA INGLEZ DOS REIS
305.575.368-20	ANDRE MENEZES STRAUSS
255.646.288-45	Maria Gabriela Haye Biazevic
337.445.898-03	EZEQUIEL ORTIZ ROSA

Área de Estudo

Grandes Áreas do Conhecimento (CNPq)

- Grande Área 4. Ciências da Saúde
- Grande Área 2. Ciências Biológicas

Propósito Principal do Estudo (OMS)

- Outros

Título Público da Pesquisa: MORFOLOGIA CRANIANA HÍBRIDA EM POPULAÇÕES HUMANAS: UMA ABORDAGEM MORFOMÉTRICA TRIDIMENSIONAL

Contato Científico: Rodrigo Elias de Oliveira

Data de Submissão do Projeto: 18/06/2018

Nome do Arquivo: PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1159568_E1.pdf

Versão do Projeto: 2

pesquisas mudou, buscando entender outras questões como a diversidade e as respostas na morfologia craniana diante a diferentes contextos ambientais, a diferentes dietas e afinidades biológicas entre populações pretéritas e atuais. A craniometria permaneceu como método frequentemente utilizado para responder diferentes questões bioantropológicas até ser praticamente abandonada com o desenvolvimento e popularização de técnicas de manipulação de polimorfismos proteicos e a adoção de caracteres cranianos não-métricos, na década de 1960. Foi nessa mesma época que surgiram trabalhos como o de Marshall Newmann e as questões de herdabilidade passaram a inquirir a validade dos estudos bioantropológicos (Caspari, 2009). Na década de 1970, um discípulo de Earnest Hooton ganha destaque nos estudos craniométricos: William White Howells (1908-2005). Howells (1973) ressaltara que aspectos importantes da morfologia craniana são geneticamente persistentes ao longo do tempo e que o crânio estaria sujeito a várias respostas adaptativas. Para ele, como as medidas são variáveis contínuas e correlacionadas, elas são passíveis de serem utilizadas em métodos de análise multivariada e fornecerem dados objetivos em comparações populacionais e em estimativas de distâncias. Em seus estudos, Howells (1973; 1989) também utilizou as mesmas distâncias lineares utilizadas desde o século XIX, mas processou tais dados por meio de análises estatísticas multivariadas que possibilitam a comparação de muitas medidas concomitantemente de representativas amostras de crânios humanos. Posteriormente, alguns trabalhos passaram a discutir a plasticidade craniana humana como resposta às diferenças ambientais. Estudos mais localizados e menos abrangentes quanto a áreas geográficas demonstram um papel importante da plasticidade ambiental para a variação da morfologia craniana (Relethford, 2004). Para alguns autores, certas medidas e porções anatômicas do crânio devem estar sob influência de seleção de longo prazo em resposta a condições climáticas, especialmente em populações adaptadas a ambientes extremos (Harvati and Weaver, 2006; Hubbe et al., 2009). Correlações entre medidas cranianas específicas e fatores ambientais ou de estilo de vida, também têm sido descritas (González-José et al., 2005). Ainda assim, tal plasticidade não obscureceria o componente genético e a possibilidade de utilização do crânio para entender relações biológicas entre populações (Sparks and Jantz, 2002). Relethford (2004) ainda reforça que dependendo da população estudada e das variáveis observadas, os dados craniométricos podem ser utilizados para entender padrões de adaptação ambiental ao longo do tempo além de explicar modelos de estrutura e história populacional que refletem um modelo evolutivo neutro. O principal argumento a favor dos crânios como bons marcadores da estrutura e da história genética de uma população vem da observação do particionamento, ou distribuição, da variação em nossa espécie. São identificados níveis hierárquicos de variabilidade entre regiões geográficas, populações e indivíduos. O trabalho clássico de Levontin (1972) utilizando marcadores sanguíneos e proteínas demonstrou, grosso modo, que 10% da variação observada em nossa espécie encontra-se entre as populações das diferentes regiões geográficas, 5% entre populações locais e 85% entre indivíduos de uma mesma população. Os mesmos valores foram encontrados por Brown and Armelagos (2001) com base em análise de ADN. Relethford (2002) aplicou a mesma técnica a traços cranianos e concluiu que os dados de Howells apresentavam o mesmo padrão e, uma vez que traços craniométricos expressam predominantemente a deriva genética, é possível aplicar perspectivas ou abordagens histórico-biológicas para tais medidas. A semelhança entre os resultados obtidos com marcadores genéticos neutros e a morfologia craniana tem sido evidenciada em estudos envolvendo amplas áreas geográficas e amostras numerosas (Roseman, 2004; Harvati and Weaver, 2006). Manica et al. (2007) demonstraram que a variabilidade morfológica craniana diminui diretamente proporcional à distância da África, o que além de acordar com o observado para marcadores genéticos neutros também suporta uma origem "geográfica" única para humanos modernos neste continente. Apesar da morfologia craniana vir sendo amplamente utilizada para inferir afinidades biológicas graças a seu claro padrão geográfico e também por apresentarem similaridade com distâncias genéticas e fenotípicas, principalmente em fenótipos neutros, questões básicas sobre a origem da variação craniana em humanos modernos e seus processos permanecem ainda sem total esclarecimento (Howells, 1973; Relethford, 2002; Roseman and Weaver, 2007; Strauss and Hubbe, 2010). A variação fenotípica craniana pode ser compreendida através das "respostas" do crânio frente às predições da genética quantitativa clássica (GQC) e/ou do processo microevolutivo (PME) (Martínez-Abadías et al., 2006). De acordo com a primeira (GQC), o fluxo gênico tende a equalizar a composição genética, independentemente do modelo estrutural optado (Chakraborty, 1986). Se esse fluxo gênico fosse o único processo microevolutivo a atuar em duas ou mais populações, elas tenderiam a convergir e apresentar a mesma frequência alélica, tendendo à média das frequências alélicas iniciais. O efeito do fluxo gênico nos traços quantitativos, em um único locus, tende a minimizar as diferenças interpopulacional mas aumentar a variância intrapopulacional, ou seja, um grupo miscigenado deve apresentar fenótipos intermediários aos presentes em seus grupos parentais (Ridley, 2004). A troca gênica entre populações humanas sempre ocorreu, mas se intensificou nos últimos 500 anos graças as grandes navegações, evento de impacto global colocando diferentes grupos humanos em contato. Contudo, existem diferenças morfológicas, físicas e genéticas importantes que ainda justificam novas pesquisas nos campos da Bioantropologia e Genética Humana procurando entender os padrões de estrutura populacional como também os mecanismos de manutenção da variabilidade biológica intra e interpopulacional (Chakraborty, 1986). Para Chakraborty (1986), se um grupo humano miscigenado recebeu seu "pool" gênico de diferentes populações, estes deve ser considerado como uma população geneticamente híbrida. O crânio, por ser uma estrutura fenotipicamente complexa, os testes utilizados para as inferências de genética quantitativa tampouco são simples (Martínez-Abadías et al., 2009). Estudos que usaram traços antropométricos para quantificar e qualificar a mescla de populações híbridas e que se ancoraram na premissa que traços métricos da prole se encontrariam próximos aos valores médios de seus parentais vêm sendo questionados por estudos mais recentes, os quais afirmam que tal padrão só se efetiva quando o traço analisado é controlado por efeitos genéticos poligênicos e aditivos e sem interação epistática ou de dominância. Fatores como integração morfológica (Marroig and Cheverud, 2005), restrições funcionais e de desenvolvimento (Lieberman et al., 2000) além dos diferentes níveis de plasticidade interagem na ontogenia interferindo na expressão final da morfologia de um indivíduo adulto. Crê-se que caracteres morfológicos com funções e/ou desenvolvimento relacionados entre si sejam herdados conjuntamente, assim, ressalta-se que o meio ambiente também desempenha papel importante na integração de traços uma vez que a seleção natural age em traços que evoluem "em bloco", como uma unidade (Cheverud, 1984). A morfologia craniana é claramente determinada por interações gênicas epistáticas e pleiotrópicas, influenciadas por fatores ambientais, integração morfológica e pela plasticidade fenotípica, processos que incidem sobre diferentes áreas da estrutura craniana (Strauss and Hubbe, 2010; Bernardo, 2012). Tal condição dificulta a avaliação da expressão fenotípica resultante de um agente microevolutivo como a miscigenação, estudada nesta pesquisa. Martínez-Abadías et al. (2006) observaram como diferentes regiões cranianas e quais estruturas se adequavam na predição da genética quantitativa em um estudo sobre o fenômeno de mescla através da análise morfométrica craniana de indivíduos híbridos filhos de espanhóis e ameríndios. Sobre tal complexidade de caracteres fenotípicos como a morfologia craniana, Chakraborty (1990) afirma que os fenótipos da morfologia craniana são influenciados por diferenças genéticas em diversos loci associados a fatores não-genéticos (ex: ambientais). Marcadores moleculares e sorológicos têm sido objeto de estudo sobre miscigenação de grupos humanos, seja com marcadores genéticos, distância biológica ou através da proporção de determinados genes originários de grandes grupos étnicos (Chakraborty, 1986). Crawford and Devor (1980) estudaram os efeitos do fluxo gênico e da miscigenação a partir da distribuição alélica, observando as frequências nos sistemas ABO, Rh, MN, Kell e Duffy, que refletiam a história genética da comunidade Tlaxcaltecan. Relethford and Lees (1981) estudaram a mesma população comparando-a com outras parentais perante à cor da pele e dados sorológicos para inferir distância genética e estimativas de mistura. Os autores afirmam que os dados avaliados sobre a cor da pele refletem as tendências de afinidade populacional já demonstradas pela etnografia histórica e por análises sorológicas, coerentes com os resultados obtidos por análises de grupos sanguíneos e imunoglobulinas. Entretanto, a morfologia craniofacial e seus traços métricos-quantitativos que expressariam as miscigenações fora e são pouco explorados. Os escassos trabalhos publicados utilizando abordagens multivariadas morfométricas possibilitaram inferir padrões genéticos e microevolutivos das populações estudadas (Jantz, 1974; Key and Jantz, 1981; Ross et al., 2004). Em estudos de hibridação de outros primatas não-humanos, os efeitos da hibridação ao modular as diversidades genotípica e fenotípica tampouco estão esclarecidos (Ackermann and Bishop, 2010). Em seus estudos com babuínos, Ackermann et al., (2006) encontraram heterose em sua amostra, ou seja, o tamanho craniano dos híbridos era maior que o observado nas populações

parentais. Além do tamanho, a morfologia dos primatas híbridos não se limitava a ser uma mistura igualitária de traços parentais. Dependendo das interações epistáticas e de dominância entre os alelos fixados ou predominantes nas populações parentais, as variações podiam se assemelhar a um ou a outro parental, ou simplesmente apresentar uma morfologia intermediária. Estudando a variação morfológica de outro grupo de macacos (Macaca tonkeana, Macaca beki e seus híbridos), Bynum (2002) também afirma que a zona híbrida não é morfológicamente uniforme, até mesmo com diferenças entre os sexos. As fêmeas híbridas são fisicamente mais próximas à espécie *M. beki*, aparentemente refletindo uma dispersão distinta. Já os machos híbridos encontrados separados dos grupos, se parecem mais com os *M. tonkeana*. Sendo os machos *M. tonkeana* ligeiramente maiores que os *M. beki*, tal característica pode gerar uma vantagem competitiva aos híbridos. Análises de DNAm são coerentes com esses achados e podem reforçar a importância dos estudos de zonas híbridas para a compreensão dos processos evolutivos. No entanto, diversas dificuldades são encontradas devido à instabilidade dos resultados diante dos diversos métodos analíticos empregados nos estudos da miscigenação em populações humanas (Strauss and Hubbe, 2010). Wijsman and Neves (1986) compararam dados sorológicos de negros, brancos e mulatos aos dados craniofaciais não-métricos, observando para os dados sorológicos dos mulatos um padrão intermediário quando relacionados a negros e brancos, no entanto, poucos traços não-métricos cranianos dos mulatos demonstravam o mesmo padrão. Chakraborty (1990) relembra que as análises morfológicas foram fundamentais no desenvolvimento dos estudos sobre evolução humana e, apesar dos estudos genéticos e moleculares serem ferramentas poderosas atualmente, as limitações existentes nas análises de traços métricos ou não-métricos não as descredenciam como importantes técnicas de acesso indiretos a dados genéticos em estudos populacionais. O continente americano, principalmente a América Latina, se tornou um importante laboratório para estudos sobre miscigenação, uma vez que, por quase meio milênio três grupos étnicos bastante distintos (ameríndios, europeus e africanos) seguem convivendo e se misturando. Em seu trabalho, Sans (2000) buscou detalhar as origens e os resultados dessa coexistência das populações originais e das originadas. No momento do contato (por volta do ano 1500), as estimativas propõem que os ameríndios eram cerca de 3,6 milhões no Brasil e 1,5 milhões na 'América Espanhola'. A quantidade de africanos e europeus é ainda mais incerta, assumindo-se que em torno de 4 milhões tenham sido trazidos à América, sobretudo ao Brasil (Alves-Silva et al., 2000; Carvalho-Silva et al., 2001). E se os africanos tiveram sua 'migração forçada' às Américas drasticamente diminuída no final do século XVIII, os europeus e asiáticos seguiram migrando para cá num fluxo quase contínuo até os dias atuais. Calcula-se que entre 1500 a 1808, tenha vindo ao Brasil cerca de 500.000 portugueses, principalmente homens. A partir de 1808 mas principalmente entre 1820 e 1975, mais de 5 milhões de imigrantes aportaram em nosso país (70% eram portugueses e italianos, além de espanhóis, alemães, sírios, libaneses e japoneses) (Alves-Silva et al., 2000; Carvalho-Silva et al., 2001). O autor ainda reforça que tanto europeus como africanos já apresentavam algum grau de miscigenação graças a contatos prévios entre estes dois grupos, principalmente entre espanhóis, portugueses, africanos e asiáticos, sendo pouco claro como tal miscigenação prévia se apresenta na mescla observada nas Américas (Sans, 2000). Apesar da variação intrapopulacional ser muito maior que a interpupulacional e tende-se a descartar o conceito de raça, Salzano (1997, p. 225) argumenta: "Ideias erradas sobre raça e atitudes racistas não devem nos levar a deixar de considerar a importância das diferenças interpopulacionais, só porque seria politicamente incorreto. A heterogeneidade humana deve ser estudada em diferentes níveis e em diferentes graus de diferenciação populacional". Sendo assim, a América Latina e a variação intra e interpupulacional que ela apresenta, por si só válida os estudos de diferenciação populacional (Sans, 2000). Sendo o Brasil atual um território no qual a presença de negros e pardos sobrepõe aos brancos, neste estudo buscaremos identificar a morfologia craniana de pardos e sua relação aos grupos negros e brancos também presentes na população brasileira, servindo como mais um experimento sobre a mistura e/ou o fluxo gênico como agentes microevolutivos na evolução fenotípica da morfologia craniana humana.

Hipótese:

Hipótese 1: É possível a partir de análises de traços craniométricos identificar e distinguir os crânios separados nos três grupos de cor: brancos, negros e pardos. Hipótese 2: A morfologia expressa pelos crânios de indivíduos classificados como pardos é intermediária em comparação com a expressa por brancos e negros, seguindo o modelo tradicional de fluxo gênico previsto pela genética de populações.

Objetivo Primário:

- Verificar se é possível distinguir os grupos de brancos, negros e pardos, previamente classificados subjetivamente de acordo com a cor da pele, por meio de análise da morfologia craniana.
- Identificar como se apresenta a morfologia craniana de indivíduos identificados como pardos em relação à morfologia craniana de indivíduos classificados como brancos e negros.

Objetivo Secundário:

Com a aprovação e a execução do presente projeto, um objetivo secundário mas não menos importante será a geração de um banco de dados virtual importantíssimo sobre a coleção mencionada

Metodologia Proposta:

A coleção de crânios secos do Museu de Anatomia Humana / Instituto de Ciências Biomédicas (ICB III) da Universidade de São Paulo (MAH/USP) constitui o material deste estudo, totalizando 395 crânios (segundo inventário). A quase totalidade dos crânios dessa coleção estão identificados quanto ao sexo, à idade, à data de morte, e quanto à cor da pele, além de origem geográfica em alguns poucos casos. Serão incluídos na amostra apenas crânios em excelente ou bom estado de conservação de indivíduos adultos de ambos os sexos e considerados brancos, negros e pardos/mulatos nos registros do MAH-USP. Todos os crânios deste estudo serão tomografados no Hospital Universitário (HU) da USP, numa parceria o autor do projeto (REO), os colegas colaboradores deste projeto, o chefe do Setor de Diagnóstico por Imagem do HU Prof. Dr. Claudio Campi de Castro do Instituto do Coração da USP e o Prof. Edson Aparecido Liberti, curador do MAH-USP. As afinidades morfológicas serão avaliadas a partir de um protocolo de morfometria geométrica de alta densidade (Fig. 1; vide Strauss et al., 2013) aplicados sobre modelos tridimensionais. Tais modelos serão gerados a partir de tomografias computadorizadas dos crânios selecionados utilizando-se, para isso, o programa Avizo 9.0 (FEI). A partir desses modelos a morfologia craniana será quantificada por 56 pontos homólogos fixos e 2984 pontos semi-homólogos deslizantes. Os pontos fixos serão colocados no modelo tridimensional utilizando o programa Landmark Editor (copyright© 2002-2006 por David Wiley). Apesar da seleção dos crânios conforme seu estado de conservação, não se pode descartar a possibilidade de alguns exemplares apresentarem áreas danificadas ou faltantes. Nesses casos, os pontos serão declarados como 'valores-faltantes' (missing value) e, quando for possível, tais pontos serão estimados a partir do espelhamento de seus antímeros utilizando algoritmos no programa 'Mathematica' (Wolfram Research) (Gunz et al., 2009). E na ausência de antímeros, os valores faltantes serão interpolados com uma função TPS a partir da configuração de consenso (Gunz et al., 2005). Os pontos semi-homólogos serão deslizados em relação à tangente da superfície subjacente a eles, minimizando a 'bending-energy' em relação à configuração de consenso (Bookstein, 1997; Mitteroecker and Gunz, 2009). As configurações finais de coordenadas tridimensionais serão superpostas para remover os efeitos de rotação, translação e tamanho (Rohlf and Slice, 1990; Bookstein, 1996), sendo que o 'tamanho do centroide' será utilizado como indicador de tamanho (Zelditch et al., 2004). As análises subsequentes serão realizadas a partir dessas 'variáveis de forma'. As variáveis de forma obtidas a partir do protocolo descrito acima serão analisadas com as seguintes técnicas estatísticas: Análise de Componentes Principais (ACP), Distância Generalizada de Mahalanobis e testes de igualdade de média baseados em permutações a partir de Distâncias de Procrustes (Good, 2000).

Aquisição de armazenadores de informação (HD)	Custeio	R\$ 1.000,00
Total em R\$		R\$ 1.000,00

Outras informações, justificativas ou considerações a critério do pesquisador:

A única alteração desta Emenda, em relação ao Projeto Original aprovado, foi a inclusão de membro à equipe de pesquisa. Incluiu-se o nome de Ezequiel Ortiz Rosa, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, área de concentração em Odontologia Forense, orientado da Profa Dra Maria Gabriela Haye Biazevic.

Bibliografia:

• Ackermann R, Rogers J, Cheverud J. 2006. Identifying the morphological signatures of hybridization in primate and human evolution. *J Hum Evol* 51:632–645. • Ackermann RR, Bishop J. 2010. Morphological and molecular evidence reveals recent hybridization between Gorilla taxa. *Evolution* 64:271–290. • Alves-Silva J, Santos M, Guimarães P, Ferreira A, Bandelt H, Pena S, Prado V. 2000. The ancestry of Brazilian mtDNA lineages. *Am J Hum Genet* 67:444–461. • Anemone R. 2011. Race and human diversity: a biocultural approach. Upper Saddle River: Prentice Hall. • Bernardo D. 2012. Diversidade craniana humana e suas implicações evolutivas. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo • Bookstein FL. 1996. Biometrics, biomathematics and the morphometric synthesis. *Bull Math Biol* 58:313–65. • Bookstein FL. 1997. Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group differences in outline shape. *Med Image Anal* 1:225–243. • Brown R, Armelagos G. 2001. Apportionment of racial diversity: a review. *Evol Anthropol* 10:34–40. • Carvalho-Silva D, Santos F, Rocha J, Pena S. 2001. The phylogeography of Brazilian Y-chromosome lineages. *Am J Hum Genet* 68:281–286. • Caspari R. 2009. 1918. Three perspectives on race and human variation. *Am J Phys Anthropol* 29:1–43. • Chakraborty R. 1986. Gene admixture in human populations: models and predictions. *Yearb Phys Anthropol* 29:1–43. • Chakraborty R. 1990. Quantitative traits in relation to population structure: why and how are they used and what do they imply? *Hum Biol* 62:147–162. • Cheverud J. 1984. Quantitative genetics and developmental constraints on evolution by selection. *J Theor Biol* 110:155–171. • Crawford M, Devor E. 1980. Population structure and admixture in transplanted Tlaxcaltec populations. *Am J Phys Anthropol* 52:485–490. • Dewbury A. 2007. The American school and scientific racism in early American Anthropology. *Hist Anthropol Annu* 3:121–147. • DiGangi E, Hefner J. 2013. Ancestry estimation. In: DiGangi E, Moore M, editors. *Research methods in human skeletal biology*. Oxford: Elsevier. p 117–149. • González-José R, Ramírez-Rozzi F, Sardi ML, Martínez-Abadías N, Hernández M, Pucciarelli HM. 2005. Functionalcranial approach to the influence of economic strategy on skull morphology. *Am J Phys Anthropol* 128:757–771. • Good P. 2000. Permutation tests: a practical guide to resampling methods for testing hypothesis. New York: Springer. • Gould SJ. 1991. A falsa medida do homem. São Paulo: Companhia das Letras. • Gunz P, Mitteroecker P, Bookstein FL. 2005. Semilandmarks in three dimensions. In: Slice DE, editor. *Modern Morphometrics in Physical Anthropology*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers. p 73–98. • Gunz P, Mitteroecker P, Neubauer S, Weber GW, Bookstein FL. 2009. Principles for the virtual reconstruction of hominin crania. *J Hum Evol* 57:48–62. • Harvati K, Weaver TD. 2006. Human cranial anatomy and the differential preservation of population history and climate signatures. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol* 288:1225–33. • Howells WW. 1973. Cranial variation in man: a study by multivariate analysis of patterns of difference among recent human populations. *Papers of the Peabody Museum Archaeol Ethnol* 67. • Howells WW. 1989. Skull shapes and the map. *Papers of the Peabody Museum Archaeol Ethnol* 79. • Hoxby L. 1953. Physical anthropology and its instruments: an historical study. *Southwest J Anthropol* 9:408–430. • Hubbe M, Hanihara T, Harvati K. 2009. Climate signatures in the morphological differentiation of worldwide modern human populations. *Anat Rec* 292:1720–33. • Inglez M. 2015. Morfologia craniana híbrida em populações humanas: uma análise morfométrica de crânios brasileiros de brancos, negros e pardos. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 358p. • Jantz R. 1974. Microevolutionary change in Arika crania: a multivariate analysis. *Am J Phys Anthropol* 38:15–26. • Key P, Jantz R. 1981. A multivariate analysis of temporal change in Arika craniometrics: a methodological approach. *Am J Phys Anthropol* 55:247–259. • Lewontin RC. 1972. The apportionment of human diversity. *Evol Biol* 6:381–398. • Lieberman DE, Ross CF, Ravosa MJ. 2000. The primate cranial base: ontogeny, function, and integration. *Am J Phys Anthropol* 31:117–69. • Manica A, Amos W, Balloux F, Hanihara T. 2007. The effect of ancient population bottlenecks on human phenotypic variation. *Nature* 448:346–348. • Marroig G, Cheverud J. 2005. A comparison of phenotypic variation and covariation patterns and the role of phylogeny, ecology, and ontogeny during cranial evolution of New World monkeys. *Evolution* 59:1128–1142. • Martínez-Abadías N, Esparza M, Sjøvold T, González-José R, Santos M, Hernández M. 2009. Heritability of human cranial dimensions: comparing the evolvability of different cranial regions. *J Anat* 214:19–35. • Martínez-Abadías N, González-José R, González-Martín A, Van der Molen S, Talavera A, Hernández P, Hernández M. 2006. Phenotypic evolution of human craniofacial morphology after admixture: a geometric morphometrics approach. *Am J Phys Anthropol* 129:387–398. • Mitteroecker P, Gunz P. 2009. Advances in geometric morphometrics. *Evol Biol* 36:235–247. • Relethford JH. 2002. Apportionment of global human genetic diversity based on craniometrics and skin color. *Am J Phys Anthropol* 118:393–8. • Relethford JH. 2004. Global patterns of isolation by distance based on genetic and morphological data. *Hum Biol* 76:499–513. • Relethford JH, Lees F. 1981. Admixture and skin color in the transplanted Tlaxcaltec population of Saltillo, Mexico. *Am J Phys Anthropol* 56:259–267. • Ridley M. 2004. *Evolution*. Malden: Blackwell Publishing. • Rohlf FJ, Slice D. 1990. Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Syst Zool* 39:40–59. • Roseman C. 2004. Detecting interregionally diversifying natural selection on modern human cranial form by using matched molecular and morphometric data. *Am J Phys Anthropol* 101:12824–12829. • Roseman CC, Weaver TD. 2007. Molecules versus morphology? Not for the human cranium. *BioEssays* 29:1185–1188. • Ross A, Slice D, Ubelaker D, Falsetti A. 2004. Population affinities of 19th century Cuban crania: implications for identification criteria in South Florida Cuban Americans. *J Forensic Sci* 49:1–6. • Sá G, Santos R, Rodrigues-Carvalho C, Silva E. 2008. Crânios, corpos e medidas: a constituição do acervo de instrumentos antropométricos do Museu Nacional na passagem do século XIX para o XX. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos* 15:197–208. • Salzano F. 1997. Human races: myth, invention or reality? *Interciencia* 22:221–227. • Sans M. 2000. Admixture studies in Latin America: from the 20th to the 21st century. *Hum Biol* 72:155–177. • Sparks CS, Jantz RL. 2002. A reassessment of human cranial plasticity: Boas revisited. *Proc Natl Acad Sci USA* 99:14636–9. • Stocking G. 1968. Race, culture and evolution: essays in the history of anthropology. Chicago: University of Chicago Press. • Strauss AM, Gunz P, Benazzi S, Spoor F. 2013. Late juvenile cranial growth and the diagnosis of 'Australopithecus sediba'. *Proc Eur Soc Study Hum Evol* 2:161. • Strauss AM, Hubbe M. 2010. Craniometric similarities within and between human populations in comparison with neutral genetic data. *Hum Biol* 82:315–330. • Wijsman E, Neves W. 1986. The use of nonmetric variation in estimating human population admixture: a test case with Brazilian blacks, whites and mulattos. *Am J Phys Anthropol* 70:395–405. • Zelditch ML, Swiderski DL, Sheets HD, Fink WL. 2004. Geometric morphometric for biologists: a primer. London: Academic Press.

Upload de Documentos

Arquivo Anexos:

Tipo	Arquivo
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CartaAssinadaHU.pdf
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Oliveira2018CraniometriaERaca.pdf
Comprovante de Recepção	PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1106680.pdf
Folha de Rosto	PlataformaBrasilAbril2018Assinada.pdf

Data de Submissão do Projeto: 18/06/2018

Nome do Arquivo: PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1159568_E1.pdf

Versão do Projeto: 2

Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	declaracaoMAH_ICB2018.pdf
--	---------------------------

Finalizar

Manter sigilo da íntegra do projeto de pesquisa: Sim

Prazo: Até a publicação dos resultados

Justificativa da Emenda:

A única alteração feita, em relação ao projeto original já aprovado, foi a inclusão de membro à equipe: Ezequiel Ortiz Rosa, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, e orientado da Profa Dra Maria Gabriela Haye Biazevic.

Data de Submissão do Projeto: 18/06/2018

Nome do Arquivo: PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1159568_E1.pdf

Versão do Projeto: 2