

Revista Brasileira de Odontologia Legal – RBOL

ISSN 2359-3466

<http://www.portalabol.com.br/rbol>



Antropologia forense

MEDIDAS DE CRÂNIOS, MANDÍBULAS E ATLAS PARA ESTUDO DA ESTIMATIVA DE SEXO E AFINIDADE POPULACIONAL EM UMA POPULAÇÃO DO SUDESTE BRASILEIRO.

Measures of skulls, mandibles and atlases for sex estimation and population affinity study in a Brazilian southeast population.

Cristhiane Martins SCHMIDT¹, Viviane ULBRICHT¹, Isa Azevedo de Almeida MAROTE², João Sarmiento PEREIRA NETO³, Eduardo DARUGE JÚNIOR⁴, Luiz FRANCESQUINI JÚNIOR⁴.

1. Doutora em Biologia Bucodental pela FOP-UNICAMP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

2. Estudante de Doutorado em Biologia Bucodental pela FOP-UNICAMP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

3. Livre Docente, Professor de Ortodontia FOP-UNICAMP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

4. Livre Docente, Professor de Odontologia Legal FOP-UNICAMP, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

Informações sobre o manuscrito:

Recebido: 17 de setembro de 2024.

Aceito: 20 de junho de 2025.

Autor para contato:

Prof. Dr. Luiz Francesquini Júnior.

End: Departamento de Odontologia Social (FOP/UNICAMP). Avenida Limeira, 901 Vila Areião. Piracicaba-SP. CEP: 13.414-903. Caixa Postal 52.

E-mail: francesq@fop.unicamp.br.

RESUMO

A verificação do dimorfismo sexual e afinidade populacional é uma das preocupações na antropologia forense, sendo que estudos de novos métodos são importantes para aumentar a segurança na identificação. O objetivo deste trabalho foi verificar o dimorfismo sexual e a afinidade populacional (estimativa do perfil biológico), por meio de medidas de crânios, mandíbulas e atlas de esqueletos de um Biobanco Osteológico e Tomográfico. Trata-se de um estudo observacional, analítico e transversal, realizado em medidas lineares obtidas com paquímetro digital, avaliando 259 crânios, mandíbulas e atlas sendo 146 do sexo masculino e 113 do sexo feminino, 152 indivíduos tinham afinidade populacional europeia e 107 tinham afinidade populacional não europeia (população indígena e africana). A regressão logística pelo método Stepwise-Forward foi obtida para sexo e afinidade populacional e todas as medidas mostraram-se dimórficas. Estabeleceu-se o modelo matemático: $\text{Logito} = [-23,7 + (0,18 \times \text{medida anteroposterior da vértebra}) - (0,08 \times \text{diâmetro transversal do canal raquidiano}) + (0,25 \times \text{diâmetro transversal máximo}]$, resultando em sensibilidade de 84,9%, especificidade de 69% e acurácia de 78,5%, mostrando-se portanto, eficaz na predição do sexo e também para a afinidade populacional com o $\text{Logito} = [-2,678 + 0,80 \times \text{medida entre ponto zigomático esquerdo e direito} + (-0,178 \times \text{diâmetro transversal do canal raquidiano})]$ o qual alcançou o seguinte resultado: sensibilidade de 83,5%, especificidade de 32% e acurácia de 62,9%. Foi possível concluir que as medidas de crânios, mandíbulas e atlas estudadas mostraram-se eficazes como métodos auxiliares na identificação humana e foi possível construir modelos de regressão logística para estimar sexo e afinidade populacional.

PALAVRAS-CHAVE

Antropologia Forense. Afinidade populacional. Características sexuais.

INTRODUÇÃO

No estudo do perfil biológico, a estimativa do sexo é considerada um dos dados mais relevantes no auxílio da identificação humana. Em situações em que o cadáver se encontra em fase de esqueletização, muitas vezes não estão presentes ossos com maior relevância para predição do sexo, como por exemplo, a pelve, demonstrando a importância de estudos por meio de outros ossos¹⁻⁵.

A antropologia forense utiliza métodos quantitativos e qualitativos em ossos secos ou imagens tomográficas e radiográficas, objetivando a estimativa sexual de restos humanos⁵. Segundo Oner *et al.* (2019)⁶, a avaliação do sexo por meio de imagem, traz menor confiabilidade, comparado com a antropologia física forense.

Existe uma vasta literatura sobre avaliação e técnicas para a estimativa do sexo craniano^{2-4,7-14}, bem como o esforço contínuo para melhorar os métodos existentes e aumentar ainda mais sua precisão e confiabilidade^{6,15}, principalmente em um país continental e miscigenado como o Brasil⁸.

A mandíbula por ser considerada o osso facial mais durável e que mantém sua forma melhor do que outras estruturas^{7,14,15-27} torna-se uma importante parte do esqueleto para pesquisa, sendo apropriado a inclusão do máximo de parâmetros possíveis para atingir a precisão ideal⁷.

A análise das vértebras para a estimativa de sexo^{5,28-33} e afinidade populacional também vêm sendo realizados como opção de avaliação

auxiliar aos demais métodos de antropologia física⁵.

O estudo da afinidade populacional é um dos indicadores biológicos utilizados pelos antropólogos forenses para a realização da estimativa do perfil biológico de vítimas desconhecidas³⁴⁻³⁹ e suas análises podem ser consideradas as mais difíceis⁸.

Em razão dos diversos processos migratórios e alterações fenotípicas, cada população desenvolve seu perfil antropológico específico, sendo clara a necessidade de estudo dos diferentes grupos populacionais e suas particularidades.

Em estudos da estimativa da afinidade populacional em população latino-americana, através da análise quantitativa de medidas cranianas constata-se que existe a necessidade de análise em grupos com maiores diversidades ancestrais, pois muitos utilizam modelos com três grupos, não levando em consideração a miscigenação^{8,38-40}.

No Brasil os estudos da estimativa de sexo e afinidade populacional ainda possui um longo caminho a ser percorrido, devido à dificuldade de acesso a amostras para realização das medidas e o alto grau de miscigenação.

O presente estudo teve como objetivo, avaliar inúmeras medidas lineares de crânios, mandíbulas e atlas de esqueletos no biobanco osteológico e tomográfico Prof. Eduardo Daruge da FOP/UNICAMP, considerando o dimorfismo sexual e a afinidade populacional, bem como construir modelos

de regressão logística para estimar sexo e afinidade populacional.

MATERIAL E METODOS

Esta pesquisa foi idealizada e atende às determinações da resolução 466/12 por meio da aprovação do CEP 138/2014 e CAAE 38522714.6.0000.5418. O objetivo foi avaliar 15 medidas lineares situadas no crânio, mandíbula e atlas (Figuras 1 e Quadro 1) de esqueletos pertencentes ao biobanco osteológico e tomográfico Prof. Eduardo Daruge da FOP/UNICAMP, considerando o dimorfismo sexual e a afinidade populacional. Também teve como objetivo construir modelos de regressão logística para estimar sexo e afinidade populacional.

Todas as medidas foram tomadas com paquímetro digital da marca Stainless-harned® 150 mm, Mauá, São Paulo, Brasil.

Para a realização da calibração do pesquisador, 25 crânios, mandíbulas e atlas de 25 esqueletos foram escolhidos aleatoriamente, às cegas e medidos em três diferentes momentos com intervalo de 20 dias cada, para obter e comparar o percentual de margem de erro. Esses crânios, mandíbulas e atlas compuseram posteriormente a amostra examinada.

Após análise descritiva, verificou-se que, segundo Szklo e Nieto (2000)⁴², houve excelente concordância ($CCI \geq 0,75$) nas análises intra-examinador para as medidas supracitadas. Uma vez calibradas com padrão de excelência, as demais medidas foram finalizadas, totalizando 259 esqueletos.

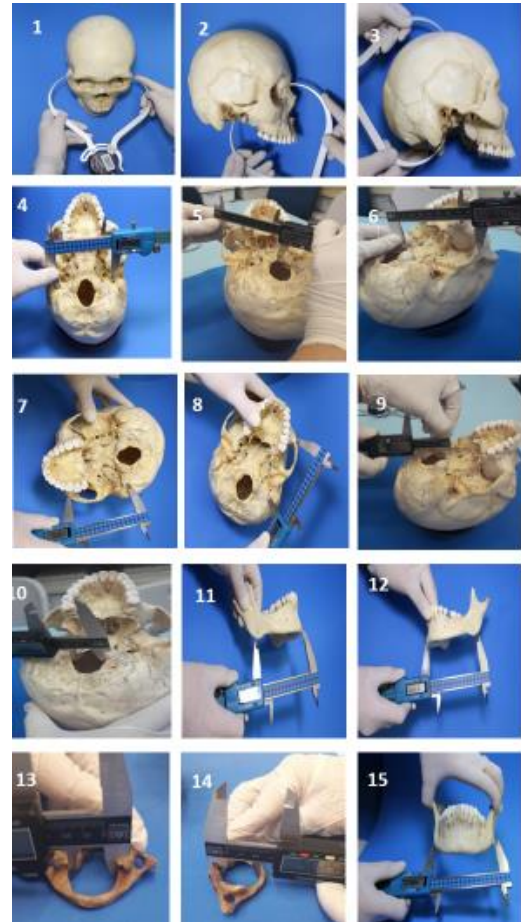


Figura 1 — Medidas lineares: osso zigomático a osso zigomático (1); nácio para basio (2); bregma para espinha nasal posterior (3). incisura mastoidea a incisura mastoidea (4); básio a zígio [lado direito (5) e lado esquerdo (6)]; incisura mastoidea até sutura zigomática [lado direito (7) e lado esquerdo (8)], forame magno comprimento (9); forame magno largura (10); gnátio para gônio [lado direito (11) e lado esquerdo (12)]; atlas no canal raquidiano [diâmetro transversal (13) e diâmetro ântero-posterior (14)], gônio a gônio (15).

Para análise dos dados, foi utilizado o programa IBM® SPSS® 25 Statistics. A amostra foi composta por 259 crânios, mandíbulas e atlas de seres humanos. Destes, 146 eram do sexo masculino e 113 do sexo feminino; No que diz respeito à afinidade populacional, 152 eram europeus e 107, não europeus.

Quadro 1. Abreviações e medidas utilizadas na pesquisa

Abreviação	Medidas
ZgMZgM	Zigomático - Zigomático
FMLength	Comprimento Forame Magno
FMWidth	Largura Forame Magno
NaBa	Násio-Básio
BrPNS	Brégma – Espinha Nasal Posterior
MNMN	Incisura Martóidea- Incisura Martóidea
BaSZyR	Básio-Zígio Direito
BaSZyL	Básio-Zígio Esquerdo
MNZgMR	Incisura Martóidea-Zigomático Direito
MNZgML	Incisura Martóidea-Zigomático Esquerdo
GoGo	Gônio-Gônio
GnGoR	Gnátio -Gônio Direito
GnGoL	Gnátio -Gônio Esquerdo
RDCCross	Canal Raquidiano Transversal
RDCAntero	Canal Raquidiano Ântero-Posterior

Os dados das medidas foram analisados por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar, respectivamente, a distribuição e a igualdade das variâncias (homocedasticidade) das variáveis em estudo, respectivamente. Foram realizados o teste t não pareado e o coeficiente de correlação de Pearson. Uma regressão logística foi obtida pelo método Stepwise-Forward.

Para a análise dos dados, utilizou-se o programa IBM® SPSS® 25 Statistics.

RESULTADOS

A amostra foi composta por 259 crânios humanos, mandíbulas e atlas. Destes, 146 eram do sexo masculino (56,4%) e 113 do sexo feminino (43,6%), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição da amostra por sexo e sua porcentagem.

Frequência		%
Homens	146	56.4
Mulheres	113	43.6
Total	259	100.0

No que diz respeito à afinidade populacional, 152 eram europeus (58,7%) e 104 não europeus (40,2%), sendo 3 não especificados (1,2%), conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição da amostra por afinidade populacional e sua porcentagem.

Frequência		%
Europeus	152	58.7
Não-Europeus	104	40.2
Total	256	98.8
Não classificados	3	1.2
Total	259	100.0

Após a verificação das características gerais da amostra, os dados foram submetidos ao teste de Kolmogorov-Smirnov para estabelecer a normalidade dos dados. O teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) mostrou que a amostra apresenta normalidade e homocedasticidade, portanto, testes paramétricos podem ser utilizados (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov

N	Parâmetros Normais ^{a,b}			Diferenças Extremas			Teste Estatístico	Sig.
		Média	Desvio Padrão	Absoluto	Positivo	Negativo		
ZgMZgM	243	90.399	6.181	.052	.052	-.044	.052	.200 ^{c,d}
FMLength	242	35.659	2.772	.033	.033	-.028	.033	.200 ^{c,d}
FMWidth	243	30.726	2.581	.039	.039	-.032	.039	.200 ^{c,d}
NaBa	226	97.658	6.893	.077	.065	-.077	*.077	.003 ^c
BrPNS	217	138.706	9.438	.126	.126	-.110	*.126	.000 ^c
MNMN	241	97.253	8.769	.128	.123	-.128	*.128	.000 ^c
BaSZyR	239	72.144	6.445	.158	.093	-.158	*.158	.000 ^c
BaSZyL	240	72.751	4.175	.040	.036	-.040	.040	.200 ^{c,d}
MNZgMR	240	71.805	8.760	.151	.080	-.151	*.151	.000 ^c
MNZgML	241	72.360	5.944	.076	.076	-.049	*.076	.002 ^c
GoGo	173	91.780	6.891	.067	.067	-.031	*.067	.055 ^c
GnGoR	173	78.721	6.389	.043	.043	-.028	.043	.200 ^{c,d}
GnGoL	173	78.695	5.878	.040	.040	-.031	.040	.200 ^{c,d}
RDCCross	167	28.173	2.515	.053	.053	-.036	.053	.200 ^{c,d}
RDCAntero	160	30.106	3.497	.117	.102	-.117	*.117	.000 ^c

a. Distribuição normal; b. Cálculo à partir dos dados; c. Correção de significância de Lilliefors; d. Limite inferior de significância verdadeira. ($p > 0,05^*$).

Na aplicação do teste de normalidade, a amostra mostrou-se dentro dos parâmetros de normalidade para as medidas, BrPNS, MNMN, BaSZyR, BaSZyL, MNZgMR, MNZgML, GoGo, RDCPost, com $p > 0,05$ e aceitação da hipótese nula.

Em seguida, a análise descritiva foi realizada por meio de medidas de tendência central, como média, e medidas de dispersão, como desvio padrão para todas as medidas, especificadas por sexo (Tabela 4).

Após o teste t de amostras independentes para sexo, foi aceita a hipótese de que houve diferenças entre os

sexos nas medidas avaliadas ($p < 0,05$) (Tabela 5).

Foi realizada a média e desvio padrão para afinidade populacional, com as variáveis europeus e não-europeus (africano, nativo ou asiático - Tabela 6) e com a utilização do teste t de amostras independentes para afinidade populacional, verificou-se que o ZgMZgM; GnGoR; GnGoL apresentou diferenças em relação à afinidade populacional (Tabela 7).

Considerando as medidas ZgMZgM; GnGoR; GnGoL, verificou-se aplicação positiva para afinidade populacional e dimorfismo sexual.

Tabela 4. Estatísticas descritivas para sexo.

	Sexo	N	Média	Desvio Padrão	Erro da Média Padrão
ZgMZgM	Homem	137	92.16	6.01	.51
	Mulher	106	88.12	5.64	.54
FMLength	Homem	136	36.28	2.79	.23
	Mulher	106	34.86	2.53	.24
FMWidth	Homem	137	31.32	2.49	.21
	Mulher	106	29.95	2.49	.24
NaBa	Homem	123	99.80	6.11	.55
	Mulher	103	95.09	6.92	.68
BrPNS	Homem	118	140.86	11.08	1.02
	Mulher	99	136.13	6.12	.61
MNMN	Homem	134	99.17	6.27	.54
	Mulher	107	94.85	10.68	1.03
BaSZyR	Homem	132	74.00	3.86	.33
	Mulher	107	69.84	8.06	.78
BaSZyL	Homem	133	74.15	3.58	.31
	Mulher	107	71.00	4.21	.40
MNZgMR	Homem	133	73.36	5.82	.50
	Mulher	107	69.86	11.13	1.07
MNZgML	Homem	134	73.42	5.76	.49
	Mulher	107	71.02	5.91	.57
GoGo	Homem	104	94.69	6.67	.65
	Mulher	69	87.38	4.47	.53
GnGoR	Homem	104	80.03	6.66	.65
	Mulher	69	76.73	5.42	.65
GnGoL	Homem	104	79.95	5.74	.56
	Mulher	69	76.794	5.59	.67
RDCCross	Homem	102	28.57	2.28	.22
	Mulher	65	27.54	2.73	.33
RDPost	Homem	98	31.190	2.59	.26
	Mulher	62	28.39	4.03	.51

Tabela 5. Teste t de amostras independentes para sexo.

	Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste t para igualdade das médias						
	F	Sig.	t	df	Sig.2-tailed	Diferença Média	Diferença de Erro Padrão	95% Intervalo de confiança da diferença	
								Inferior	Superior
ZgMZgM	1.099	.295	5.335	241	.000	4.04	.75	2.55	5.53
FMLength	.961	.328	4.083	240	.000	1.42	.34	.73	2.10
FMWidth	.007	.936	4.265	241	.000	1.37	.32	.74	2.01
NaBa	.006	.937	5.427	224	.000	4.70	.86	2.99	6.41
BrPNS	.727	.395	3.795	215	.000	4.73	1.24	2.27	7.19
MNMN	.456	.500	3.907	239	.000	4.31	1.10	2.13	6.49
BaSZyR	.311	.578	5.233	237	.000	4.16	.79	2.59	5.73
BaSZyL	.198	.657	6.261	238	.000	3.15	.50	2.16	4.14
MNZgMR	.667	.415	3.127	238	.002	3.49	1.11	1.29	5.69
MNZgML	1.800	.181	3.178	239	.002	2.40	.75	.914	3.89
GoGo	9.268	.003	7.990	171	.000	7.31	.91	5.50	9.12
GnGoR	2.420	.122	3.430	171	.001	3.30	.96	1.40	5.20
GnGoL	.065	.799	3.583	171	.000	3.16	.88	1.42	4.90
RDCCross	.722	.397	2.615	165	.010	1.02	.39	.25	1.80
RDCAntero	.005	.943	5.337	158	.000	2.79	.52	1.76	3.83

Tabela 6. Média e desvio padrão para afinidade populacional.

	Ancestralidade	n	Média	Desvio Padrão	Erro da Média Padrão
ZgMZgM	Europeus	144	89.31	6.36	.53
	Não-Europeus	97	91.87	5.56	.56
FMLength	Europeus	144	35.70	2.76	.23
	Não-Europeus	95	35.61	2.81	.28
FMWidth	Europeus	144	30.90	2.43	.20
	Não-Europeus	96	30.46	2.79	.28
NaBa	Europeus	130	98.12	6.46	.56
	Não-Europeus	93	96.84	7.46	.77
BrPNS	Europeus	127	138.53	8.05	.71
	Não-Europeus	87	138.96	11.33	1.21
NMN	Europeus	142	96.87	10.39	.871

BaSZyR	Não-Europeus	97	97.55	5.47	.55
	Europeus	141	71.98	7.37	.62
BaSZyL	Não-Europeus	96	72.25	4.82	.49
	Europeus	142	72.93	3.96	.332
MNZgMR	Não-Europeus	96	72.42	4.47	.45
	Europeus	141	71.01	10.56	.88
MNZgML	Não-Europeus	97	72.86	5.08	.51
	Europeus	142	71.82	6.41	.53
GoGo	Não-Europeus	97	73.06	5.15	.52
	Europeus	101	91.83	7.20	.71
GnGoR	Não-Europeus	70	91.48	6.30	.75
	Europeus	101	77.91	6.68	.66
GnGoL	Não-Europeus	70	79.86	5.77	.68
	Europeus	101	77.93	5.96	.59
RDCCross	Não-Europeus	70	79.70	5.65	.67
	Europeus	98	28.31	2.47	.24
RDCAntero	Não-Europeus	67	27.97	2.61	.31
	Europeus	95	29.97	3.81	.39
	Não-Europeus	63	30.31	3.02	.38

Tabela 7. Teste t de amostras independentes para afinidade populacional.

	Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste t para igualdade das médias							
	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.		
								Inferior	Superior	
ZgMZgM	2,001	,159	-3,218	239	,001	-2,55	,79	-4,12	-,99	
FMLength	,000	,997	,248	237	,805*	,09	,36	-,63	,81	
FMWidth	,239	,626	1,306	238	,193*	,44	,34	-,22	1,11	
NaBa	,119	,730	1,359	221	,176*	1,27	,93	-,57	3,12	
BrPNS	1,259	,263	-,326	212	,745*	-,43	1,32	-3,04	2,17	
MNMN	1,667	,198	-,587	237	,558*	-,67	1,15	-2,94	1,59	
BaSZyR	,463	,497	-,316	235	,752*	-,27	,85	-1,95	1,41	
BaSZyL	,001	,979	,917	236	,360*	,50	,55	-,58	1,59	
MNZgMR	4,338	,038	-1,601	236	,111*	-1,85	1,15	-4,12	,42	
MNZgML	1,146	,286	,327	169	,744*	,34	1,06	-1,75	2,45	
GoGo	1,210	,273	-1,983	169	,049	-1,95	,98	-3,89	-,00	

GnGoR	,565	,453	-1,953	169	,052	-1,77	,90	-3,56	,01
GnGoL	,002	,964	,859	163	,392*	,34	,40	-,44	1,13
RDCCross	,001	,981	-,583	156	,560*	-,33	,57	-1,46	,79
RDCAntero	2,001	,159	-3,218	239	,001	-2,55	,79	-4,12	-,99

Regressão logística para estimativa de sexo

As 15 variáveis do estudo foram testadas por meio da aplicação de regressão logística por meio do método Stepwise-Forward, que parte do modelo mais simples para o mais complexo. Assim, de acordo com a Tabela 8, pode-se observar que as variáveis, GoGo e RDCPost foram definidas para a elaboração do melhor modelo.

O coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis do modelo é apresentado na Tabela 9, o que

posteriormente permitiu o estabelecimento do logito.

Schmidt Sex [Logito = 35.948 + (-0.071 × NaBa) + (-0.163 × GoGo) + (-4.91 × RDCAntero)].

A Tabela 10 mostra que o método resulta em 84,9% de sensibilidade, 69% de especificidade e 78,5% de acurácia, mostrando-se mais eficaz na estimativa do sexo do que um acerto ao acaso, ou seja, valores maiores que 0,5 (ponto de corte) seriam considerados como "masculino" e menores como "feminino".

Tabela 8. Análise de regressão logística de Stepwise-Forward para estimativa de sexo.

B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)	95% CI para EXP(B)		
						Inferior	Superior	
NaBa	-.071	.033	4.695	1	.030	.932	.874	.993
GoGo	-.163	.039	17.536	1	.000	.850	.787	.917
RDCAntero	-.491	.128	14.674	1	.000	.612	.476	.787
Constant	35.948	6.451	31.052	1	.000			

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Pearson entre variáveis do modelo.

		NaBa	GoGo	RDCAntero
NaBa	Coeficiente de correlação de Pearson	1	.267**	.143
	Sig. (bicaudal)		.001	.081
	N	226	159	150
GoGo	Coeficiente de correlação de Pearson	.267**	1	.294**
	Sig. (bicaudal)	.001		.000
	N	159	173	160
RDCAntero	Coeficiente de correlação de Pearson	.143	.294**	1
	Sig. (bicaudal)	.081	.000	
	N	150	160	160

** Correlação é significativa para 0.01 nível (bicaudal).

Tabela 10. Distribuição de frequência e porcentagens corretas para estimativa de sexo

		Previsão de Modelos		
		Sexo		Porcentagem Correta
		Masculino	Feminino	
Sexo	Masculino	73	13	84.9
	Feminino	18	40	69.0
Porcentagem Correta Total				78.5

Regressão logística para estimativa de afinidade populacional

As 15 variáveis do estudo foram testadas por meio da aplicação de regressão logística pelo método Stepwise-Forward, que parte do modelo mais simples para o mais complexo. Assim, de acordo com a Tabela 11, pode-se observar que as variáveis ZgMZgM e RDCTrans foram definidas para a elaboração do melhor modelo.

Schmidt Ancestry [Logito = $-2.678 + 0.80 \times \text{ZgMZgM} + (-0.178 \times \text{RDCCross})$].

Após a aplicação do teste de correlação de Pearson para as variáveis da equação de Logito = $-2,678 + 0,80 \times \text{ZgMZgM} + (-0,178 \times \text{RDCCross})$, foi encontrada uma correlação fraca.

A Tabela 12 mostra que o método resultou em 83,5% de sensibilidade, 32% de especificidade e 62,9% de acurácia, mostrando-se mais eficaz na estimativa de afinidade populacional do que um acerto ao acaso, ou seja, valores maiores que 0,5 (ponto de corte) seriam considerados como europeus e menores como não europeus.

Tabela 11. Análise de regressão logística de Stepwise-Forward para estimativa da afinidade populacional.

B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	95% CI para EXP(B)	
						Inferior	Superior
ZgMZgM	.080	.031	6.507	1	.011	1.083	1.019 1.151
RDCCross	-.178	.082	4.653	1	.031	.837	.712 .984
Constante	-2.678	3.183	.708	1	.400	.069	

Tabela 12. Distribuição de frequências e porcentagem corretas para a estimativa da ascendência

		Previsão de Modelos		
		Afinidade populacional		Porcentagem Correta
		Europeus	Não-Europeus	
Afinidade populacional	Europeus	71	14	83.5
	Não-Europeus	39	19	32.8
Porcentagem Total Correta				62.9

DISCUSSÃO

O estudo confirmou que os parâmetros mensurados demonstraram variabilidade significativa entre os sexos, destacando a relevância dos métodos estatísticos aplicados na antropologia forense. A variabilidade na morfologia craniana e mandibular ressalta a complexidade da diversidade biológica nas populações brasileiras, que é um reflexo de sua rica história de miscigenação^{8,11,28}, o teste de normalidade (Kolmogorov-Smirnov) mostrou que há normalidade e homocedasticidade. Portanto, testes paramétricos podem ser utilizados.

De acordo com os dados revelados, os métodos estatísticos utilizados, especialmente os modelos de regressão logística, mostraram-se eficazes na estimativa de sexo e afinidade populacional, alcançando acurácias de 78,5% e 62,9%, respectivamente, corroboram com os dados encontrados por Hughes *et al.* (2021)¹ (nível de precisão 98%), Krüger *et al.* (2014)⁹ (80% ou mais para combinações das medidas de glabella, mastóide e mento, e entre 68% e 73% para mento, mastoide, orbital e margem do pescoço), Lima *et al.* (20216)⁴⁴ (71,3% distância entre os pontos zigomáticos orbitais (esquerda e direita) distância entre os pontos orbitais zigomáticos, a coluna nasal anterior e a área do triângulo formada por esses três pontos), Casado (2017)¹⁰ (69,9% para homens e 74,7% para mulheres), enquanto Gama *et al.* (2014)²⁹ alcançaram maior precisão em 86,7 a 89,7% dos casos.

A eficácia encontrada não apenas valida as técnicas de coleta de dados, mas

também reflete a importância de uma abordagem baseada em evidências na antropologia forense. As análises métricas baseadas na anatomia podem fornecer precisão confiável no diagnóstico sexual, sendo que a associação de métodos quantitativos e qualitativos promoveria maior fidelidade para a estimativa do sexo, corroborando a ideia de que a integração de diferentes abordagens pode resultar em um refinamento dos métodos de identificação conforme ressaltam Lopes *et al.* (2023)², Sassi *et al.* (2023)³, Cunha (2024)⁴, Krüger *et al.* (2014)⁹, Mello Gentil & Souza Mello (2021), Gama *et al.* (2014)²⁹ e Szklo & Nieto (2000)⁴².

A pesquisa também destaca que a inclusão de análises morfométricas das vértebras, além dos crânios e mandíbulas, pode aprimorar ainda mais as estimativas de sexo e afinidade populacional. Este campo de investigação ainda está em evolução, mas representa uma promessa significativa para futuras pesquisas sobre a diversidade morfológica em um país que apresenta uma considerável heterogeneidade genética. Como mencionado, "a análise das vértebras para a estimativa de sexo e afinidade populacional também vem sendo realizada como opção de avaliação auxiliar aos demais métodos de antropologia física^{5,28-33}, o que sugere que a diversificação das técnicas de análise pode contribuir para resultados mais robustos.

Apesar dos estudos positivos encontrados em relação a mandíbula, e esta ser considerada o osso facial mais durável e que mantém no decorrer do tempo sua forma em relação a outros

ossos²⁸, Bertsatos *et al.*(2020)⁷ consideraram em seu estudo que o ramo posterior da mandíbula ou a flexura do ramo mandibular podem ser considerados como meios suplementares, em vez de definitivos de determinação do sexo. Já Mussabekova *et al.*(2024)¹¹ concluíram que as prováveis falhas podem ser devido à individualidade étnica e outros fatores externos de cada país.

Em relação à análise das vértebras cervicais, estudos vêm sendo realizados em diversas amostras populacionais e obtendo acurácia significativas como podemos comprovar nos estudos de Nascimento (2024)²⁸, Germano (2019)⁵, Gama (2014)²⁹, Padovan (2019)³⁰, Rozendaal (2020)³¹, Kaeswaren e Hackman (2019)³², Sampaio *et al.*(2023)³³, assim como em nosso estudo que constatou 78,5% de acurácia. É possível destacar desta forma, que as medidas da vértebra atlas são dimórficas e que a partir desse resultado e dos modelos matemáticos apresentados, seria possível criar softwares específicos para determinar o sexo em esqueletos brasileiros.

Foram criados modelos de regressão logística para estimativa de sexo e afinidade populacional, pois esses ainda são escassos e geralmente dividem a amostra em europeus e não europeus (africano, nativo ou asiático), provavelmente pelo fato de as características africanas serem dominantes e durante o processo de miscigenação permanecerem nos descendentes^{42,43,45,46}.

Este trabalho ao realizar uma análise de regressão logística como abordagem estatística para fornecer

fórmulas de regressão específicas para a população estudada mostrou-se dentro dos parâmetros de normalidade para as medidas NaBa, BrPNS, MNMN, BaSZyR, BaSZyL, MNZgMR, MNZgML, GoGo, RDCPost, com $p > 0,05$ e aceitação da hipótese nula, enquanto Cappella *et al.*(2020)¹⁴ constataram que apenas algumas medidas cranianas poderiam ser usadas para diagnóstico de sexo (Largura bigonial, Largura bicondilar, Comprimento mandibular, Altura do corpo mandibular no forame mental, Altura do queixo, Ângulo mandibular, Largura mínima do ramo, Altura máxima do ramo, Largura máxima do ramo) sendo que as mesmas variáveis mostraram precisão semelhante em diferentes contextos populacionais.

Um ponto relevante a ser discutido é a implicação prática dos achados para a identificação humana na antropologia forense. A capacidade de estimar com precisão o sexo e a afinidade populacional pôde aprimorar a eficácia das investigações forenses, onde a identificação de indivíduos muitas vezes depende de sutilezas morfológicas que podem ser facilmente negligenciadas. Assim, a verificação do dimorfismo sexual e da afinidade populacional permanece atual na antropologia forense, sendo que estudos de novos métodos/medidas são importantes para complementar a segurança na identificação. O reconhecimento da importância dos métodos morfométricos não é apenas um avanço técnico, mas também uma contribuição significativa para garantir que a diversidade das características morfológicas humanas seja compreendida

à luz de sua relevância na identificação forense.

Essas considerações destacam a importância de criar um diálogo contínuo entre as inovações metodológicas e as necessidades práticas que surgem no campo da antropologia forense. Enquanto essa pesquisa entrega resultados robustos, deve-se continuar a explorar e a refinar as técnicas de análise morfométrica. A proposta é não só de gerar novos dados, mas de fomentar discussões mais amplas sobre como as ferramentas antropológicas podem evoluir e se adaptar à nova realidade populacional brasileira.

CONCLUSÃO

Foi possível verificar que as medidas lineares de crânios, mandíbulas e

atlas estudadas são dimórficas e os modelos de regressão logística obtidos permitem estimar o sexo com precisão de 78,5% e a estimativa de afinidade populacional com precisão de 62,9%, mostrando-se meios auxiliares úteis a outros métodos de identificação humana, em estimativa de sexo e afinidade populacional.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil, código de financiamento 001. Para o Espaço da Escrita – UNICAMP. A Marilene Girello pela revisão bibliográfica. Bibliotecária da FOP/UNICAMP.

ABSTRACT

The verification of sexual dimorphism and population affinity remains topical in forensic anthropology, and studies of new methods/measurements are important to complement identification security. The aim of this study was to verify sexual dimorphism and population affinity using measurements of skulls, mandibles and skeletal atlases from Osteological and Tomographic Biobank. An observational, analytical and cross-sectional study, carried out on linear measurements obtained with a digital caliper, evaluated 259 skulls, mandibles and atlases, of which 146 were male and 113 female. 152 of these individuals had European population affinity and 107 had non-European population affinity. Logistic regression was obtained using the Stepwise-Forward method for sex and population affinity. All the measurements proved to be dimorphic, established using the mathematical model: $\text{Logito} = [-23.7 + (0.18 \times \text{anteroposterior measurement of the vertebra}) - (0.08 \times \text{transverse diameter of the spinal canal}) + (0.25 \times \text{maximum transverse diameter})]$, resulting in a sensitivity of 84.9%, specificity of 69% and accuracy of 78.5%. In the present study, was possible to conclude that the linear measurements of skulls, jaws and atlases studied proved to be effective as an auxiliary method in human identification and it was possible to build logistic regression models to estimate sex and population affinity.

KEYWORDS

Forensic anthropology. Population affinity. Sexual characteristics.

REFERÊNCIAS

- 1 Hughes CE, Juarez C, Yim A. Forensic anthropology casework performance: Assessing accuracy and trends for biological profile estimates on a comprehensive sample of identified decedent cases. *Journal of Forensic Sciences*. 2021 Jun 23;66(5). <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14782>.
- 2 Lopes CB, Galvão LCC, Silva RA, Saliba TA, Garbin CAS. Estimativa do sexo biológico por meio do crânio: uma revisão integrativa. *Foco*. 2023 May 10;16(5):e1824–4. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n5-055>
- 3 Sassi C, Picapedra A, Álvarez-Vaz R, Martins Schmidt C, Ulbricht V, Daruge Júnior E, et al. Sex determination in a Brazilian sample from cranial morphometric parameters - a preliminary study. *The Journal of forensic odonto-stomatology* [Internet]. 2020 [cited 2023 Dec 6];38(1):8–17. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32420908/>
- 4 Cunha E. Cálculo de funções discriminantes para a diagnose sexual do crânio. *Sibucpt* [Internet]. 2024; <https://ap1.sib.uc.pt/handle/10316.2/30599>.
- 5 Germano V, Ulbricht V, Schmidt CM, Groppo FC, Daruge Junior E, Franceschini Junior L.

- Dimorfismo sexual da vértebra áxis em uma coleção osteológica brasileira. *Rev Bras Odontol Legal - RBOL*. 2019;21-9. <https://doi.org/10.21117/rbol.v6i1.219>.
- 6 Oner Z, Turan MK, Oner S, Secgin Y, Sahin B. Sex estimation using sternum part lengths by means of artificial neural networks. *Forensic Sci Int*. 2019;301:6-11. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.05.011>
 - 7 Bertsatos A, Chovalopoulou ME, Brůžek J, Bejdová Š. Advanced procedures for skull sex estimation using sexually dimorphic morphometric features. *Int J Leg Medicine*. 2020 Jun 5;134(5):1927-37. <https://doi.org/10.1007/s00414-020-02334-9>
 - 8 Ferreira Junior CA, Gusmão CLV, Dantas de Araújo M do S, Cardoso MI, Rabello PM, Machado Cavalcante MT. Estimativa da ancestralidade pelo crânio na população brasileira – revisão de literatura. *Brazilian Journal of Forensic Anthropology & Legal Medicine*. 2022;5:51-65. <https://doi.org/10.55332/bjfalme520227>.
 - 9 Krüger GC, L'Abbé EN, Stull KE, Kenyhercz MW. Sexual dimorphism in cranial morphology among modern South Africans. *Int J Leg Medicine*. 2014 Nov 14;129(4):869-75. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1111-0>
 - 10 Casado AM. Quantifying Sexual Dimorphism in the Human Cranium: A Preliminary Analysis of a Novel Method. *Journal of Forensic Sciences*. 2017 May 26;62(5):1259-65. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13441>
 - 11 Mussabekova SA, Stoyan AO, Mkhitarian XE, Zhautikova SB. Forensic evaluation of craniometric characteristics of the Kazakhstan population. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2024 Jul 1;14(4):370-7. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2024.04.004>
 - 12 Mello-Gentil T, Souza-Mello V. Contributions of anatomy to forensic sex estimation: focus on head and neck bones. *Forensic Sciences Research*. 2021 1;7(1):1-13. <https://doi.org/10.1080/20961790.2021.1889136>
 - 13 Silva ABG, Avelino ALA, Costa EG, Galo R. Determinação do sexo por meio de crânios secos: uma análise qualitativa e quantitativa. *RSBO*. 2022 Jun 6;19(1):52-07. <https://doi.org/10.21726/rsbo.v19i1.1758>
 - 14 Cappella A, Gibelli D, Vitale A, Zago M, Dolci C, Sforza C, et al. Preliminary study on sexual dimorphism of metric traits of cranium and mandible in a modern Italian skeletal population and review of population literature. *Legal Medicine*. 2020 May;44:101695. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2020.101695>
 - 15 Premkumar A;Doggalli N;Rudraswamy S;Manjunatha BS;Peeran SW;Johnson A;Patil K. Sex determination using mandibular ramus flexure in South Indian population - A retrospective study. *The Journal of forensic odonto-stomatology* [Internet]. 2023 [cited 2024 Feb 6];41(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37634171/>
 - 16 Cöloğlu AS;Işcan MY;Yavuz MF;Sari H. Sex determination from the ribs of contemporary Turks. *Journal of Forensic Sciences*. 1998 Mar;43(2):273-6.
 - 17 Purkait R. Triangle identified at the proximal end of femur: a new sex determinant. *Forensic Sci Int*. 2005 Jan;147(2-3):135-9. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.08.005>
 - 18 Baker PT, Newman RW. The use of bone weight for human identification. *American Journal of Physical Anthropology*. 1957 Dec 1;15(4):601-18. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330150410>
 - 19 Arraes WPCG, Angelim SYP, Grangeiro PHM, Ramos LV de A, Santos NM, Nogueira C, Júnior E de A, Galvão LCC. Estimativa do sexo e idade por meio de mensurações em tíbias e fíbulas secas de adultos / Sex and age estimation by measurements on dried adult tibiae and fibulae. *Braz J Develop*. 2021 Nov. 11;7(11):104335-46. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n11-179>
 - 20 Gomes E, Wegila N, Clara M, Luisa M, Izabele F, Luna M, et al. Estudo osteométrico em úmeros secos de adultos e sua relação com o dimorfismo sexual em indivíduos da região nordeste do Brasil. *Studies in Health Sciences*. 2023 Jul 18;4(2):372-82. <https://doi.org/10.54022/shsv4n2-009>
 - 21 Barrier IL, L'Abbé EN. Sex determination from the radius and ulna in a modern South African sample. *Forensic Sci Int*. 2008;179 (1):1-7. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2008.04.012>
 - 22 Coelho AM, Reis BC, Macedo DPS, Quesada HC, Ferreira MLPM, Rodrigues MV, et al. Estimativa do sexo e idade através de mensurações em ulnas secas de adultos. *Brazilian Journal of Development, Curitiba*, v.7, n.12, p. 120105-120114 dec. 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-445>
 - 23 Rogers NL, Flounoy LE, McCormick WF, et al. The rhomboid fossa of the clavicle as a sex and age estimator. *J Forens Sci*. 2000; 45(1): 61-67.
 - 24 Assis JM, Ulbricht V, Schmidt CM, Groppo, FC, Daruge Júnior E, Piedade SMDS, et al. Dimorfismo sexual por meio de medidas lineares da escápula. *Saúde em Revista*. 2018 Dec 19;18(50):13. <https://doi.org/10.15600/2238-1244/sr.v18n50p13-22>
 - 25 Introna Júnior F, Di Vella G, Campobasso CP, Dragone M. Sex determination by discriminat analysis of Calcanei measurements. *J Forens Sci*. 1997; 42(4): 725-8.
 - 26 Smith SL. Attribution of foot bones to Sex and population groups. *J Forens Sci*. Turlatti; 1997; 42(2): 186-195.

- 27 Bhagwatkar T, Thakur M, Palve D, Bhondey A, Dhengar Y, Chaturvedi S. Sex determination by using mandibular ramus -a forensic study. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research* [Vol [Internet]. 2016;4. Available from: http://jamdsr.com/uploadfiles/1.sex.determination.by.using.mandibular.ramus_proof.20160307033331.pdf.
- 28 Nascimento EA, Carvalho MVD, Petraki GGP, Rendeiro SLM, Queiroz RA, Machado MPS et al. Estimation of sex using morphological and metric analysis of the second cervical vertebra in human skeletons [Internet]. *Brazilianjournals.com.br*. 2024 [cited 2024 Aug 8] <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.29839>.
- 29 Gama I, Navega D, Cunha E. Sex estimation using the second cervical vertebra: a morphometric analysis in a documented Portuguese skeletal sample. *Int J Leg Medicine*. 2014 Sep 12;129(2):365–72. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1083-0>
- 30 Padovan L, Ulbricht V, Groppo FC, Sarmento J, Andrade VM, Franceschini Júnior F. Sexual dimorphism through the study of atlas vertebra in the Brazilian population. *Journal of Forensic Dental Sciences*. 2019 Jan 11(3):158–8. <https://doi.org/10.4103/jfo.jfds.85.19>
- 31 Rozendaal AS, Scott S, Peckmann TR, Meek S. Estimating sex from the seven cervical vertebrae: An analysis of two European skeletal populations. *Forensic Science International*. 2020 Jan;306:110072. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.110072>
- 32 Kaeswaren Y, Hackman L. Sexual dimorphism in the cervical vertebrae and its potential for sex estimation of human skeletal remains in a white scottish population. *Forensic Science International: Reports*. 2019 Nov;1:100023. <https://doi.org/10.1016/j.fsir.2019.100023>
- 33 Sampaio JFS, Moura CGA, Rodrigues MV, Amaro DC, Ferraz RSAS, et al. Estudo osteométrico e sua relação com o dimorfismo sexual em primeiras vértebras cervicais secas de indivíduos da região nordeste do Brasil. *Studies In Health Sciences*. 2023 Jul 24;4(2):454–62. <https://doi.org/10.54022/shsv4n2-015>
- 34 Monsalve T, Hefner JT. Macromorphoscopic trait expression in a cranial sample from Medellín, Colombia. *Forensic Science International*. 2016 Sep;266:574.e1–8. <https://doi.org/10.5744/fa.2020.2023a>
- 35 Dunn RR, Spiros MC, Kamnikar KR, Plemons AM, Hefner JT. Ancestry estimation in forensic anthropology: A review. *WIREs Forensic Science*. 2020 Feb 3;2(4). <https://doi.org/10.1002/wfs2.1369>
- 36 Argollo S da P, Meneses-Santos D, Oliveira MN de, Calmon M, Marques JAM, Paranhos LR, et al. Caracteres macromorfoscópicos do crânio e sua aplicação para a estimativa da ancestralidade em populações contemporâneas da América: revisão sistemática. *Research, Society and Development*. 2022 Jul 13;11(9):e38911932103. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.32103>
- 37 Kamnikar K, Hefner J, Monsalve T, Bernal Florez L. Craniometric Variation in a Regional Sample from Antioquia, Medellín, Colombia. *Forensic Anthropology*. 2021 Nov 29. <https://doi.org/10.5744/fa.2020.2023>
- 38 Navega D, Coelho C, Vicente R, Ferreira MT, Wasterlain S, Cunha E. AnceTrees: ancestry estimation with randomized decision trees. *International Journal of Legal Medicine*. 2014 Jul 23;129(5):1145–53. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1050-9>
- 39 Cunha E, Ubelaker DH. Evaluation of ancestry from human skeletal remains: a concise review. *Forensic Sciences Research*. 2019 Dec 23;5(2):1–9. <https://doi.org/10.1080/20961790.2019.1697060>
- 40 Hefner JT, Spreadley K, Anderson BE Ancestry assessment using random forest modelling. *J Forensic Sci*. 2014;59:583–589. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12402>
- 41 Jacometti, VG, Moraes MA, Marques LOC, Cunha SR, Silva E, Alves RH. Ancestry estimation in forensic anthropology: accuracy of the AnceTrees software in a Brazilian sample. *Forensic sciences research*. 2023. <https://doi.org/10.1093/fsr/owad030>
- 42 Szklo, M. & Nieto, FJ. *Epidemiology: Beyond the Basics* Annapolis: Aspen Publishers. 2000.
- 43 Ulbricht V, Schmidt CM, Groppo FC, Daruge Júnior E, Queluz D de P, Franceschini Júnior L. Sex estimation in brazilian sample: qualitative or quantitative methodology?. *Braz J Oral Sci*. 2017 Dec. 15;16:1-9. <http://dx.doi.org/10.20396/bjos.v16i0.8650495>
- 44 Lima IAC, Araújo Da Silva R, De Almeida Júnior E. Análise entre os pontos zigomáticos orbitais e espinha nasal anterior na investigação do sexo e idade em crânios secos de adultos. *J Health Sci Inst* [Internet]. 2016;34(1):11–6. Available from: https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2020/12/V34_n1_2016_p11a16.pdf.
- 45 Trevisan TCS, Cunha EMGPA, Xavier TA. Anais da 33a Reunião Brasileira de Antropologia [Internet]. Abant.org.br. 2022 [cited 2025 Mar 15]. Available from: <https://anais.rba.abant.org.br/33rba/trabalho?trabalho=69155461>.
- 46 Saddy A, Santana SB. A questão da autodeclaração racial prestada por candidatos de concursos públicos. *Revista Jurídica da Presidência*. 2017 Jan 31;18(116):633. <https://doi.org/10.20499/2236-3645.RJP2017v18e116-1460>