

Acurácia da distância pório-mastoideo para a estimativa de sexo: investigação em crânios secos

Accuracy of the Porion-Mastoid Distance for Sex Estimation: Investigation of Dry Skulls

Maria Antônia Tavares Pires¹, Andreia Félix Soares², Rui Behar Torres³, Antônio Azoubel Antunes⁴, Marcus Vitor Diniz de Carvalho⁵, Evelynne Pessoa Soriano^{6*}.

¹Acadêmica do Curso de Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia da Universidade de Pernambuco – UPE;

²Cirurgiã-dentista, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Perícias Forenses da Universidade de Pernambuco – UPE, Preceptora de estágio no SUS, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN; ³Médico Legista do Instituto de Medicina Legal – Pernambuco, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Perícias Forenses da Universidade de Pernambuco (UPE); ⁴Cirurgião-dentista, Doutor em Odontologia – Cirurgia Bucomaxilofacial, Universidade de São Paulo – USP, Livre-docente – Universidade de Pernambuco – UPE, Professor Associado, Universidade de Pernambuco – UPE, Professor Titular, Faculdade de Odontologia do Recife – FOR; ⁵Médico, Mestre em Patologia, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Doutor em Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Livre-docente – Universidade de Pernambuco, UPE, Professor Associado, Universidade de Pernambuco; ⁶Cirurgiã-dentista, Doutora em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade de Pernambuco – UPE, Professora Associado, Programa de Pós-graduação em Perícias Forenses, Universidade de Pernambuco – UPE

Resumo

Introdução: diferentes estruturas anatômicas ósseas podem fornecer informações relevantes para o processo de identificação humana em Antropologia Forense. O processo mastoide tem sido estudado na literatura por seu potencial no que diz respeito ao dimorfismo sexual. **Objetivo:** avaliar a acurácia da estimativa de sexo por meio da distância entre os pontos craniométricos pório (Po)

e mastoideo (Ma) em esqueletos humanos identificados. **Metodologia:** foram mensurados, utilizando-se um paquímetro digital, 832 processos mastoides de 416 crânios de indivíduos de ambos os sexos, com idade mínima de 20 anos. Os valores de coeficiente de correlação intraclasse (CCI) interexaminadores e intraexaminadora obtidos foram 0,959 e 0,922, respectivamente. As informações foram analisadas no *software* IBM™ SPSS® (versão 22.0). Foi aplicado o teste t de Student para amostras pareadas, além de terem sido avaliadas as correlações e covariâncias. Análises de regressão logística e curva ROC foram realizadas, de maneira a serem obtidas informações sobre as variáveis que revelaram poder para estimar o sexo na amostra estudada. O nível de significância foi de 5% ($p \leq 0,05$). **Resultados:** a distância Po-Ma variou do mínimo de 18 ao máximo de 40 mm no mastoide direito (média: 29,13 mm) e do mínimo de 20 ao máximo de 40 mm no esquerdo (média: 29,21 mm). No grupo masculino, as médias foram 31,12 mm ($\pm 3,649$) à direita e 31,10 mm ($\pm 3,429$) à esquerda. No feminino, 27,05 mm ($\pm 3,226$) e 27,24 mm ($\pm 2,897$), respectivamente. Ambas as medidas dos mastoides direito e esquerdo mostraram capacidade de estimar o sexo, tendo o mastoide esquerdo apresentado um poder preditivo independente superior. Obteve-se uma acurácia global de 75,5%, com 76,5% de acerto para o sexo feminino e 74,5 % para o masculino. **Conclusão:** o método apresentou uma boa probabilidade de classificação para o sexo, com percentual ligeiramente maior de estimativa correta para o sexo feminino.

Palavras-chave: Processo mastoide; dimorfismo sexual; antropologia forense; estimativa do sexo.

Abstract

Introduction: different anatomical bone structures can provide relevant information for human identification in Forensic Anthropology. The mastoid process has been studied in the literature for its potential in sexual dimorphism. **Objective:** to evaluate the accuracy of sex estimation using the distance between the Porion (Po) and mastoid (Ma) craniometric points in identified human skeletons. **Methodology:** 832 mastoid processes from 416 skulls of individuals of both sexes, aged at least 20 years, were measured using a digital calliper. The inter-examiner and intra-examiner intraclass correlation coefficient (ICC) values obtained were 0.959 and 0.922, respectively. The data were analysed using IBM™ SPSS® software (version 22.0). The Student's t-test for paired samples was applied, in addition to evaluating correlations and covariances. Logistic regression and ROC curve analyses were performed to obtain information on the variables that revealed the power to estimate sex in the studied sample. The significance level was 5% ($p \leq 0.05$). **Results:** the Po-Ma distance ranged from a minimum of 18 to a maximum of 40 mm in the right mastoid (mean: 29.13 mm) and from a minimum of 20 to a maximum of 40 mm in the left mastoid (mean: 29.21 mm). In the male group, the means were 31.12 mm (± 3.649) on the right and 31.10 mm (± 3.429) on the left. In the female group, the measurements were 27.05 mm (± 3.226) and 27.24 mm (± 2.897), respectively.

Both right and left mastoid measurements demonstrated sex estimation, with the left mastoid showing superior independent predictive power. An overall accuracy of 75.5% was obtained, with 76.5% accuracy for females and 74.5% for males. **Conclusion:** the method demonstrated a good probability of sex classification, with a slightly higher percentage of correct estimates for females. **Keywords:** Mastoid process; Sexual dimorphism; Forensic anthropology; Sex estimation.

Correspondente/Corresponding: *Evelynne P. Soriano – End: Faculdade de Odontologia de Pernambuco (FOP), Av. Norte Miguel Arraes de Alencar, 80, Santo Amaro, Recife, PE, Brasil, 50040-200. – E-mail: evelynne.soriano@upe.br

INTRODUÇÃO

A Antropologia Forense é uma ciência complexa e autônoma¹⁻², com raízes nos pressupostos da antropologia biológica, relacionada com a perícia em ossadas, corpos reduzidos a partes e cadáveres carbonizados ou em avançado estado de decomposição. Dessa forma, os restos esqueléticos são analisados com o intuito de elaborar o perfil biológico do indivíduo para obter informações que possam contribuir para a identificação, como idade do óbito, afinidade populacional, sexo, entre outros³.

Nesse contexto, destaca-se o processo mastoide, que corresponde a uma proeminência óssea localizada na porção posterior do osso temporal do crânio, que contém células aéreas mastoideas, as quais, dentre outras funções, auxiliam na equalização da pressão do ouvido médio. O ponto craniométrico mastoideo localiza-se na superfície externa inferior do processo mastoide, sendo comumente utilizado em análises forenses, por ser uma estrutura que apresenta uma significativa resistência a danos físicos, devido a sua localização protegida na base do crânio, sendo considerado padrão-ouro na avaliação do dimorfismo sexual. O exame do processo mastoide pode ser realizado por meio de análise morfoscópica (qualitativa) ou de avaliação métrica (quantitativa), com o uso de pontos craniométricos como referência⁴. As técnicas qualitativas possuem a característica de serem realizadas de forma mais rápida e econômica, porém exigem uma maior experiência do examinador. Por outro lado, as técnicas quantitativas ou métricas são vistas como menos sujeitas a eventuais subjetividades⁵.

Habitualmente, o processo mastoide se apresenta com estrutura mais curta, larga e menos volumosa no sexo feminino quando em comparação com o sexo masculino⁶. Tal fato sinalizaria a possibilidade de utilização dessa estrutura anatômica do osso temporal para o estudo do dimorfismo sexual quando, por uma eventualidade, outros métodos não forem viáveis⁷.

Assim como o processo mastoide, a região do meato acústico externo também apresenta relevância e informações fundamentais para diferentes áreas de aplicação. Sua abertura externa apresenta, em sua margem superior, o ponto craniométrico denominado pório, que corresponde, portanto, ao ponto mais alto do contorno ósseo do conduto auditivo externo, quando o crânio é observado em norma lateral. Trata-se de um marco anatômico fundamental na antropometria craniofacial, pelo fato de que, em conjunto com o ponto orbitale, compõe o conhecido plano de Frankfurt, adotado internacionalmente para a orientação padronizada do crânio em estudos osteológicos, cefalométricos e de identificação forense⁸.

Suazo-Galdames, Zavando Matamala, Smith⁹ (2008) realizaram um estudo métrico com 81 crânios e relataram que a maior parte das variáveis calculadas

apresentou medidas maiores no sexo masculino do que no feminino. Identificaram também que a distância Po-Ma foi uma variável que permitiu classificar grupos de homens de mulheres com uma precisão geral de 64,2%, mas com alta sensibilidade para classificar corretamente os homens (93%) e uma sensibilidade muito baixa para mulheres (17,7%). Estudos que utilizaram planos triangulares e incluíram os processos mastoides^{10,11} em crânios humanos brasileiros igualmente observaram, a partir das mensurações obtidas, o papel dessas estruturas na capacidade de estimativa do sexo.

Contudo, deve-se levar em consideração que existem diversas variações na morfologia esquelética das populações, devido às diferenças genéticas e ambientais a que cada grupo social está submetido. Consequentemente, há a necessidade de investigação de padrões morfológicos e osteométricos específicos para cada população¹².

Diante disso, levando-se em consideração o exposto, a presente pesquisa visa a analisar características quantitativas presentes no osso temporal para o dimorfismo sexual de crânios de indivíduos do Nordeste do Brasil. A importância da realização deste estudo reside no fato de que o exame de parâmetros métricos fornece informações essenciais para o processo de identificação humana e, salvo melhor juízo, ainda não se dispõe de estudos que tenham realizado essa análise nessa amostra exata de esqueletos.

METODOLOGIA

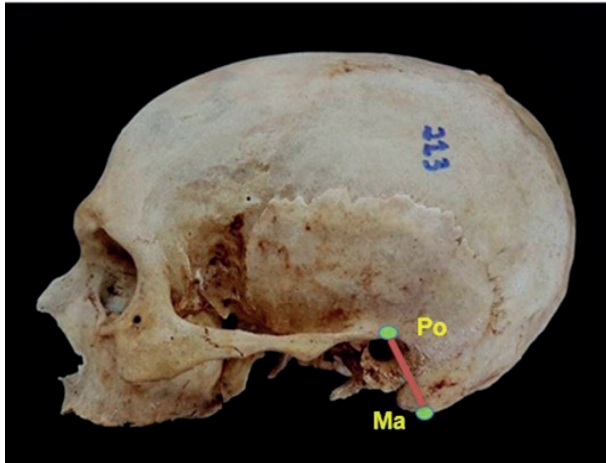
Este estudo, quantitativo, transversal e analítico, é decorrente de uma pesquisa maior (devidamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco sob o Parecer n.º 5.613.415) e foi desenvolvido no Centro de Estudos em Antropologia Forense da Universidade de Pernambuco (CEAF/UPE), localizado na Faculdade de Odontologia de Pernambuco, no município de Recife, Pernambuco.

A coleção do CEAF/UPE possui informações sobre sexo e idade dos esqueletos e, atualmente, é constituída por 471 esqueletos catalogados, sendo 245 pertencentes ao sexo masculino e 226 ao sexo feminino, com idades que variam de 0 a 109 anos. Para o presente estudo, os processos mastoides de todos os 471 crânios de indivíduos adultos, com idade mínima de 20 anos, de ambos os sexos, foram analisados metricamente com relação à distância dos pontos craniométricos pório (Po) e mastoideo (Ma), o que representou a altura do processo mastoide, conforme se observa na Figura 1. As medidas obtidas tiveram como referências as seguintes orientações dos pontos craniométricos:

a) Pório (Po): correspondente ao ponto mais superior da margem do meato acústico externo;

b) Mastoideo (Ma): correspondente ao ponto mais inferior do processo mastoide do osso temporal.

Figura 1 – Vista lateral do processo mastoide esquerdo. Localização dos pontos craniométricos pório (Po) e mastoideo (Ma), representando a altura do processo mastoide.



Fonte: autoria própria

Crânios que apresentaram os processos mastoides com traumatismos e (ou) perdas de substância óssea, devido a processos tafonômicos, anomalias ou patologias que poderiam comprometer seu estudo, foram excluídos da pesquisa.

Foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (CCI) para a verificação da concordância inter e intraexaminador. O intervalo do CCI foi considerado entre 0,0 e 1,0. O CCI é considerado alto quando há pouca variação entre as pontuações atribuídas a cada item pelos avaliadores, isto é, se os avaliadores atribuírem mensurações iguais ou semelhantes para cada uma das distâncias analisadas. Os valores de ICC interexaminadores e intraexaminadora obtidos foram 0,959 e 0,922, respectivamente, tendo sido considerados excelentes.

As coletas foram realizadas de forma cega pela pesquisadora, com base no número de registro, sem que ela soubesse qual o sexo do esqueleto. Na ficha de coleta dos dados do estudo, apenas constava o número de registro. Somente após a coleta dos dados, foi solicitada pela pesquisadora à coordenação da coleção a informação acerca do sexo dos crânios examinados. As medidas foram obtidas por meio de um paquímetro digital de 150 milímetros e foram realizadas três vezes consecutivas para cada processo mastoide, sendo considerado o valor final correspondente à média das três mensurações.

As informações coletadas foram inseridas em uma planilha de dados do *software* IBM™ SPSS® (versão 22.0) e analisadas descritivamente através de frequências absolutas e percentuais para as variáveis categóricas, e de medidas estatísticas, média, desvio padrão, mediana, valor mínimo e valor máximo para as variáveis numéricas.

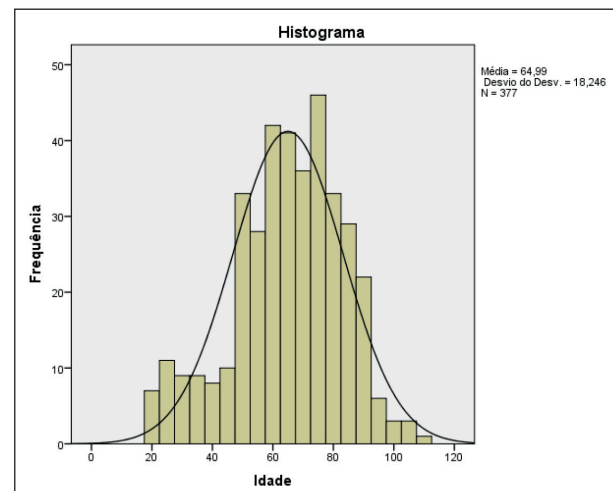
Para a comparação entre as medidas dos processos mastoides direito e esquerdo, foi aplicado o teste t de Student para amostras pareadas, além de terem sido ava-

liadas as correlações e covariâncias. Análises de regressão logística e curva ROC foram realizadas, de maneira a serem obtidas informações sobre as variáveis que revelaram poder para estimar o sexo na amostra estudada. Para as análises que foram realizadas, considerou-se o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Dos 471 esqueletos examinados, 55 (11,7%) foram excluídos por ausência de crânio, por apresentarem idade inferior a 20 anos e por exibirem fraturas ou processos tafonômicos na área de exame, prejudicando a mensuração do processo mastoide. Dessa forma, a amostra final estudada consistiu em 832 processos mastoides de 416 crânios examinados, havendo um equilíbrio na composição da amostra final, com um discreto predomínio de indivíduos do sexo masculino 212 (51,0%), em relação ao sexo feminino ($n=204$; 49,0%). A média de idade foi de 65 anos, com mediana de 66, mínima de 20 e máxima de 109 anos (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição da amostra de acordo com a idade em anos.



Fonte: autoria própria

Com relação ao processo mastoide direito, observou-se que o valor mínimo obtido para a distância entre os pontos craniométricos pório (Po) e mastoideo (Ma) foi de 18mm e o valor máximo foi de 40mm ($dp=4,001$). Os dados das mastoides analisadas apresentaram uma média de 29,13mm, com uma variação moderada em torno desse valor, conforme foi indicado pelo desvio padrão e pela variância. A mediana e a moda estavam próximas da média, o que sugere uma distribuição relativamente simétrica dos dados. Os percentis apontam que a maioria dos valores está concentrada entre 26,30mm e 31,60mm (Tabela 1).

Para o processo mastoide esquerdo, observou-se que o valor mínimo obtido para a distância Po-Ma foi de 20mm e o valor máximo foi de 40mm ($dp=4,001$). Os

dados das mastoïdes analisadas apresentaram uma média de 29,21mm, com uma variação moderada em torno desse valor, conforme é indicado pelo desvio padrão e pela variância. Da mesma forma que ocorreu para as mastoïdes direitas, a mediana e a moda estavam próximas

da média, o que sugere uma distribuição relativamente simétrica dos dados. Os percentis apontaram que a maioria dos valores estava concentrada entre 26,50mm e 31,70mm (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores referentes às medidas de tendência central e de dispersão para os processos mastoïdes direito e esquerdo.

Medidas de tendência e de dispersão	Valores (em milímetros) para o processo mastoïde direito	Valores (em milímetros) para o processo mastoïde esquerdo
Média	29,13	29,21
Erro de média padrão	0,196	0,182
Mediana	29,20	29,15
Moda	30	26
Desvio padrão	4,001	3,716
Variância	16,005	13,812
Mínimo	18	20
Máximo	40	40
Percentil 25	26,30	26,50
Percentil 50	29,20	29,15
Percentil 75	31,60	31,70
Mastoïdes analisadas	416	416

Fonte: dados da pesquisa

Aplicando-se o teste de normalidade de Kolgomorov-Smirnov, verificou-se um valor de $p > 0,05$, indicando que houve uma distribuição normal dos dados. Dessa forma, para comparar as diferenças entre as medidas dos processos mastoïdes direito e esquerdo, utilizou-se o teste t de Student para amostras pareadas (Tabela 2). O valor negativo igual a -0,079, referente à média da diferença entre os processos mastoïdes direito e esquerdo, indica que, em média, as medidas do processo mastoïde direito são ligeiramente menores do que as do

processo mastoïde esquerdo; contudo, essa diferença foi muito pequena. O desvio padrão da diferença obtido sugere que houve uma variação considerável nas diferenças entre as medidas dos processos mastoïdes direito e esquerdo. O intervalo de confiança de 95% para a diferença variou de -0,254 a 0,096. Em síntese, os resultados do teste aplicado indicaram que não houve uma diferença estatisticamente significativa entre as medidas dos processos mastoïdes direito e esquerdo quanto à antimeria.

Tabela 2 – Análise de diferenças emparelhadas entre os processos mastoïdes direito e esquerdo.

Diferenças emparelhadas						t	df	Sig (2 extremidades)
	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média	95% Intervalo de confiança da diferença				
				Inferior	Superior			
Mastoide dir.	-0,079	1,815	0,089	-0,254	0,096	-0,886	415	0,376
Mastoide esq.								

Fonte: dados da pesquisa

Também foram realizadas as análises de correlação e de covariância entre as medidas do processo mastoïde direito e as do processo mastoïde esquerdo (Tabela 3), a fim de verificar como essas variáveis atuam juntas. Os valores indicaram que houve uma covariância positiva entre essas variáveis, sugerindo que, à medida que uma variável aumenta, a outra tende a aumentar também. A

avaliação da correlação apontou, ainda, uma correlação positiva forte entre as duas variáveis, ou seja, à medida que os valores de mastoïde direita aumentam, os valores de mastoïde esquerda também tendem a aumentar. Essa correlação forte indica uma relação linear significativa entre elas.

Tabela 3 – Matriz de covariância e correlação entre as mastoide direita e esquerda.

		Mastoide direita	Mastoide esquerda
Covariância	Mastoide direita	11,887	9,353
	Mastoide esquerda	9,353	10,110
Correlação	Mastoide direita	1,000	0,853
	Mastoide esquerda	0,853	1,000

Fonte: dados da pesquisa

Os resultados mostram, ainda, que as médias das medidas dos processos mastoide direito e esquerdo foram ligeiramente diferentes entre os sexos (Tabela 4). No sexo masculino, as médias foram maiores do que no sexo feminino.

Tabela 4 – Estatísticas descritivas das medidas dos processos mastoide direito e esquerdo por sexo e na amostra total.

			N válido	
Sexo	Média (em milímetros)	Desvio padrão	Não ponderado	Ponderado
Masculino				
Mastoide direita	31,12	3,649	212	212,000
Mastoide esquerda	31,10	3,429	212	212,000
Feminino				
Mastoide direita	27,05	3,226	204	204,000
Mastoide esquerda	27,24	2,897	204	204,000
Total				
Mastoide direita	29,13	4,001	416	416,000
Mastoide esquerda	29,21	3,716	416	416,000

Fonte: dados da pesquisa

Realizou-se uma regressão logística binária, de maneira a verificar a capacidade de as medidas do processo mastoide direito e do processo mastoide esquerdo estimarem o sexo (Tabela 5). A análise foi realizada em duas etapas sequenciais (método *stepwise* ou hierárquico), permitindo compreender a contribuição de cada variável, tanto isoladamente quanto em conjunto. Na primeira etapa, apenas a variável mastoide direita foi incluída no modelo. Os resultados mostraram que ela, sozinha, é um preditor extremamente forte e estatisticamente significativo para o sexo. Nessa etapa, a mastoide direita apresentou *odds ratio* de 1,461, significando que, para cada aumento de uma unidade na medida do mastoide

direito, a chance de o indivíduo pertencer a um dos sexos (mais provavelmente ao masculino, que apresentou medidas ósseas maiores) aumenta em 46,1%.

Quando as duas variáveis (mastoide direita e mastoide esquerda) foram incluídas juntamente no modelo, na etapa 2, observou-se uma redução da *odds ratio* do processo mastoide direito e redução de sua força preditiva. Por outro lado, a mastoide esquerda apresentou *odds ratio* de 1,265, indicando que, mantendo-se a medida direita constante, cada aumento de unidade na medida esquerda aumenta a chance de pertencer àquele sexo em 26,5%. Dessa forma, o processo mastoide esquerdo demonstrou possuir um poder preditivo independente superior.

Tabela 5 – Investigação da capacidade das medidas dos processos mastoide direito e esquerdo para estimar o sexo.

		B	S. E	Wald	df	Sig	Odds ratio	95% C.I. para odds ratio	
								Inferior	Superior
Etapa 1	Mastoide direita	0,379	0,041	85,804	1	<0,001	1,461	1,348	1,583
	Constante	-11,011	1,196	84,707	1	<0,001	0,000		
Etapa 2	Mastoide direita	0,155	0,066	5,523	1	0,019	1,168	1,026	1,329
	Mastoide esquerda	0,235	0,072	10,774	1	0,001	1,265	1,099	1,456
	Constante	-11,328	1,221	86,110	1	<0,001	0,000		

Fonte: dados da pesquisa

Na avaliação da acurácia, obteve-se um percentual semelhante de classificações corretas quanto ao sexo, tendo o sexo feminino apresentado um valor discreta-

mente maior do que o sexo masculino (76,5% e 74,5%, respectivamente). Considerando-se o grupo total, o percentual global de acerto na classificação do sexo por

meio da avaliação macromorfométrica dos processos mastoides foi de 75,5% (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultados da classificação por sexo, em valores absolutos e percentuais.

	Sexo	Associação ao grupo prevista		Total
		Masculino	Feminino	
Contagem	Masculino	158	54	212
	Feminino	48	156	204
%	Masculino	74,5	25,5	100,0
	Feminino	23,5	76,5	100,0

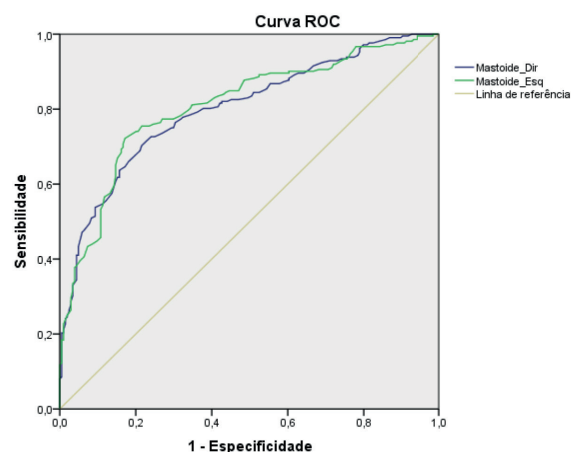
75,5% de casos agrupados originais classificados corretamente.

Fonte: dados da pesquisa

Os valores de sensibilidade e de especificidade foram iguais na presente análise ($=0,755$), significando que o modelo foi capaz de identificar corretamente 75,5% dos casos verdadeiramente positivos e verdadeiramente negativos. Na curva ROC (Figura 3), a AUC (*area under the curve*) representa a estimativa da probabilidade de se classificar corretamente um indivíduo ao acaso. Para

o processo mastoide direito, observou-se a AUC igual a 0,800 e, para o processo mastoide esquerdo, o valor observado foi de 0,809, indicando uma boa probabilidade de classificação (Tabela 7).

Figura 3 – Curva ROC da acurácia da avaliação macromorfométrica dos processos mastoides para a estimativa do sexo.



Fonte: autoria própria

Tabela 7 – Resultados da AUC das medidas dos processos mastoides para a estimativa do sexo.

Variáveis de resultado de teste	Área	Erro padrão	Sig. assintótico	Intervalo de confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
Mastoide direita	0,800	0,022	0,000	0,758	0,842
Mastoide esquerda	0,809	0,021	0,000	0,767	0,851

Fonte: dados da pesquisa

DISCUSSÃO

O estudo do dimorfismo sexual é um tema consolidado na Antropologia Forense, sendo recomendadas as análises desenvolvidas em populações específicas, em vez de amostras globais¹³, pois a predição de sexo utilizada para uma população específica pode levar a uma estimativa incorreta quando aplicada a outra¹⁴. Portanto, validar metodologias confiáveis em diferentes populações é essencial para aprimorar as técnicas antropológicas de identificação humana.

Os valores mínimo e máximo das mensurações realizadas no presente estudo corroboram o estudo realizado por Bordoni et al.¹⁵ (2022), que utilizou 108 crânios secos periciados no Setor de Antropologia Forense (SAF) do Instituto Médico Legal André Roquette (IMLAR), localizado em Belo Horizonte (MG). Entretanto, em relação à média, os valores obtidos por Bordoni et al.¹⁵ (2022) foram ligeiramente superiores aos do presente estudo. Essa discreta diferença entre as pesquisas pode indicar variações relacionadas à composição amostral, aos métodos de medição utilizados ou às características populacionais das amostras analisadas.

Na presente pesquisa, ao se realizar a diagnose sexual dos crânios examinados, foi observado que os homens apresentaram medidas médias maiores nos processos mastoides direito e esquerdo do que as mulheres. Dessa forma, o grupo masculino demonstrou que a média do processo mastoide direito foi de 31,12 mm ($\pm 3,649$), enquanto a média do processo mastoide esquerdo foi de 31,10 mm ($\pm 3,429$). Já no grupo feminino, a média do processo mastoide direito foi de 27,05 mm ($\pm 3,226$) e a do esquerdo foi de 27,24 mm ($\pm 2,897$). Além disso, observou-se uma leve simetria entre os lados direito e esquerdo dentro de cada sexo, com variações mínimas nas médias e nos desvios padrão.

Saini et al.¹⁶ (2012), por meio da análise de 138 crânios adultos de uma amostra de população do Norte da Índia, sendo 104 masculinos e 34 femininos, apresentaram resultados parcialmente similares aos do presente estudo, com relação à classificação do processo mastoide por sexo. Os autores citados constataram, para o sexo masculino, uma média de 31,78 mm ($\pm 3,076$), enquanto a média, para o sexo feminino, foi de 27,99 mm ($\pm 3,471$).

Contudo, no estudo desenvolvido por Jaja, Ajua,

Didia¹⁷ (2013), um total de 102 cefalogramas de indivíduos nigerianos indígenas foi obtido do Departamento de Radiologia do Hospital Universitário da Universidade de Port Harcourt. Esses exames foram analisados, e os resultados apresentaram valores significativamente maiores do que os observados na presente pesquisa e no estudo de Saini et al.¹⁶ (2012). Foi verificado que, para o sexo masculino, os mastoides obtiveram uma média de 46,1 mm ($\pm 11,9$), enquanto a média, para o sexo feminino, foi de 43,0 mm ($\pm 9,6$). Esses dados fortalecem a discussão acerca da influência que as características específicas de cada população podem exercer na análise do dimorfismo sexual, considerando as particularidades genéticas e morfológicas presentes entre os diferentes grupos sociais.

Diante das diferenças observadas pelas características morfométricas do processo mastoide entre os sexos, foi possível avaliar a acurácia do método utilizado para o diagnóstico sexual. No presente estudo, os resultados revelaram uma acurácia global de 75,5% para o método utilizado, tendo o sexo feminino apresentado um percentual discretamente superior ao masculino. A estimativa da probabilidade de classificação correta, expressa pela área sob a curva (AUC), foi de 80,9%, indicando uma capacidade discriminativa considerada boa. Os valores obtidos demonstraram uma separação eficaz entre os sexos, com sobreposição mínima entre os intervalos de variação, o que reforça o potencial da abordagem morfométrica como ferramenta auxiliar nos processos de identificação forense.

No trabalho de Madadin et al.⁷ (2015), foram examinadas imagens de tomografia computadorizada (TC) do crânio de 103 homens adultos e 103 mulheres adultas da população saudita, obtendo-se uma acurácia de apenas 69,4%. No entanto, no estudo de Gupta et al.¹⁸ (2018), os autores avaliaram 70 crânios de adultos do sul da Índia, de ambos os sexos. Seus resultados apresentaram uma acurácia global de 85,7% que, diferentemente do presente estudo, apresentou maior precisão no sexo masculino do que no sexo feminino (91,4 % e 80,0 %, respectivamente). Logo, o processo mastoide foi considerado por eles como uma estrutura de ótima qualidade na estimativa do sexo.

Vale ressaltar que as diferenças observadas entre os tamanhos dos processos mastoides masculinos e femininos podem estar relacionadas a fatores biomecânicos e hormonais. A região onde está localizado o processo mastoide é considerada uma das áreas do crânio com crescimento mais tardio ao longo do desenvolvimento humano. Essa característica faz com que ela se destaque por apresentar um grau significativo de dimorfismo sexual, especialmente na fase adulta. Além disso, essa disparidade pode ser explicada pela maior influência das forças musculares exercidas sobre essa estrutura nos indivíduos do sexo masculino. Músculos como o esternocleidomastoideo, o esplênio da cabeça (incluindo o ventre posterior do músculo digástrico) e o longuíssimo

da cabeça atuam de forma mais intensa nos homens, contribuindo para uma tração muscular mais acentuada e estimulando o desenvolvimento ósseo mais pronunciado da apófise¹⁹. Em adição, fatores genéticos, ambientais e nutricionais também podem influenciar o crescimento ósseo e, consequentemente, a morfologia craniana.

O presente estudo ainda se propôs a investigar se haveria diferença entre os valores da distância Po-Ma, considerando-se a antimeria dos processos mastoides. Embora as medidas do processo mastoide direito tenham se mostrado ligeiramente inferiores às do esquerdo, tal diferença não apresentou significância estatística. Ibrahim et al.²⁰ (2018), em seu estudo desenvolvido na Malásia, também afirmaram que, em ambos os sexos, as medidas do processo mastoide esquerdo e direito não apresentaram diferença. Já no trabalho elaborado por Toneva et al.²¹ (2019), realizado com 148 tomografias computadorizadas de crânios de adultos búlgaros, os resultados demonstraram que diferenças bilaterais significativas foram observadas apenas em crânios masculinos, relacionadas à medida Po-Ma, que se mostrou significativamente maior no lado direito.

Adicionalmente, analisou-se a capacidade preditiva de cada lado. Quando considerada isoladamente, a mastoide direita demonstrou forte associação com o sexo. Essa constatação corrobora o estudo realizado por Bordon et al.¹⁵ (2022), em que foi observada boa capacidade preditiva para a mastoide direita em relação ao sexo, por meio de uma análise multivariada, com associação de três medidas de forma independente para estimativa de sexo, incluindo comprimento do côndilo occipital direito e as distâncias astério-pório e pório-mastoideo do processo mastoide direito.

Todavia, com a inclusão simultânea de ambas as variáveis no modelo (mastoide direita e mastoide esquerda), observou-se pequena redução do poder preditivo da direita, enquanto a mastoide esquerda manteve um *odds ratio* indicativo de maior capacidade preditiva independente. Esses achados sugerem que a mastoide esquerda refletiu com maior sensibilidade as diferenças morfométricas relacionadas ao sexo.

Apesar dos resultados promissores, uma limitação relevante em estudos envolvendo o processo mastoide refere-se à dificuldade na padronização da adequada localização e marcação dos pontos craniométricos, especialmente o pório e o mastoideo, que são fundamentais para a medição do processo mastoide. Segundo Petaros et al.⁵ (2015), a localização precisa desses marcos anatômicos pode variar consideravelmente entre os observadores, resultando em erros intra e interobservadores, o que afeta a reprodutibilidade e a confiabilidade dos dados obtidos.

Adicionalmente, alguns pesquisadores se referem à medição entre o Po e Ma como o comprimento do processo mastoide^{3,16,18,19,21-23}, enquanto outros afirmam que essa medição equivale à altura do processo mastoide^{15,24,25}. Essa questão de nomenclatura é amplamente

reconhecida na literatura e contribui para a variabilidade nos resultados entre diferentes estudos, comprometendo comparações diretas e a padronização de protocolos em Antropologia Forense.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, concluiu-se que os processos mastoideos, de uma forma geral, apresentaram valores próximos, tendo os homens apresentado medidas maiores do que as mulheres.

Ambos os processos mastoideos apresentaram capacidade para predição do sexo, tendo o processo mastoide esquerdo demonstrado uma maior capacidade preditiva independente, no modelo estatístico utilizado.

A análise macromorfométrica da distância Po-Ma demonstrou ser uma ferramenta útil para a estimativa do sexo biológico, com uma boa acurácia global, tendo apresentado um desempenho percentual de estimativa correta ligeiramente melhor para o sexo feminino.

Apesar dos avanços das pesquisas na área da Antropologia Forense, ainda há uma carência de métodos validados para o contexto brasileiro. Por esse motivo, entende-se como fundamental o incentivo a pesquisas utilizando informações coletadas em coleções osteológicas disponíveis em diferentes regiões do país, além de Pernambuco (PE), como São Paulo (SP), Araripina (PE), Aracaju (SE) e Brasília (DF), permitindo a avaliação do método em distintas populações e ampliando sua confiabilidade.

REFERÊNCIAS

1. Cunha E. Considerações sobre a antropologia forense na atualidade. *Rev Bras Odontol Legal (RBOL)*. 2017;4(2):110–7. doi: 10.21117/rbol.v4i2.133
2. Ubelaker DH. Recent advances in forensic anthropology. *Forensic Sci Res*. 2018;3(4):275–7. doi: 10.1080/20961790.2018.1466384
3. Lopez-Capp TT, Paiva LAS, Buscatti MY, Crosato EM, Biazevic MGH. Estimativa sexual de crânios brasileiros utilizando análise discriminante de mensurações cranianas. *RSD*. 2021;10(10): e266101018760. doi: 10.33448/rsd-v10i10.18760
4. Silva JC, Strazzi-Sahyon HB, Nunes GP, Andreo JC, Spin MD, Shinohara AL. Cranial anatomical structures with high sexual dimorphism in metric and morphological evaluation: A systematic review. *J Forensic Legal Med*. 2023 Oct;99:102592. doi: 10.1016/j.jflm.2023.102592
5. Petaros A, Sholts SB, Čavka M, Šlaus M, Wärländer SKTS. Sexual dimorphism in mastoid process volumes measured from 3D models of dry crania from mediaeval Croatia. *Homo*. 2015;72(2):113–27. doi: 10.1127/homo/2021/1243
6. Vezú S, Soares TRS. Métodos de identificação humana através da Antropologia Forense: revisão bibliográfica. *Arq Mudi*. 2019 dez;23(3):559–73. doi: 10.4025/arqmudi.v23i3.51578
7. Madadin M, Menezes RG, Al Dhafeeri O, Kharoshah MA, Al Ibrahim R, Nagesh KR, et al. Evaluation of the mastoid triangle for determining sexual dimorphism: A Saudi population-based study. *Forensic Sci Int*. 2015 Jun;254(244):e1–4. doi: 10.1016/j.forsciint.2015.06.019
8. White TD, Black MT, Folkens PA. *Human Osteology*. 3rd ed. San Diego: Academic Press; 2012.
9. Suazo-Galdames IC, Zavando Matamala DA, Smith RL. Sex Determination Using Mastoid Process Measurements in Brazilian Skulls. *Int J Morphol*. 2008;26(4):941–4. doi: 10.4067/S0717-95022008000400025
10. Paiva LAS, Segre M. Sexing the human skull through the mastoid process. *Rev Hosp Clin Fac Med São Paulo*. 2003;58(1):15–20. doi: <https://doi.org/10.1590/S0041-87812003000100004>
11. Castro SRPP, Haddad J, Freire AR, Oliveira Neto OB, Prado FB, Rossi AC, et al. Mastoid and Opisthion-Bimastoid Triangles for Sex Determination in a Brazilian Sample. *Int J Morphol*. 2021 Aug;39(4):1068–73. doi: 10.4067/S0717-95022021000401068
12. Ortiz-Rosa E, Crosato EM, Castro CC, Oliveira RE, Biazevic MGH. Comparative study of sex estimates in adult skulls using direct measurement and tomographic image reconstruction. *Braz Oral Res*. 2023;37: 064err. doi: 10.1590/1807-3107bor-2023.vol37.0064
13. Del Bove A, Menéndez L, Manzi G, Moggi-Cecchi J, Lorenzo C, Profico A. Mapping sexual dimorphism signal in the human cranium. *Sci Rep*. 2023 Oct;13(1): 16847. doi: 10.1038/s41598-023-43007-y
14. Shim YT, Kim D-I, Aum N, Choi SG, Lee YS, Koo HN, et al. Statistical classification methods for estimating sex based on five skull traits: A nonmetric assessment using 3D CT models. *Homo*. 2023 Apr;74(1):137–46. doi: 10.1127/homo/2023/1632
15. Bordoni LS, Rios DH, Barbosa INA, Barbosa MLNS, Werneck TA, Bordoni PHC. Estimativa do sexo biológico pela base do crânio: avaliação dos côndilos occipitais, do processo mastoide e do forame magno. *Rev Bras Crimin*. 2022 set;11(2):82–91. doi: 10.15260/rbc.v11i2.470
16. Saini V, Srivastava R, Rai RK, Shamal SN, Singh TB, Tripathi SK. Sex estimation from the mastoid process among North Indians. *J Forensic Sci*. 2012 Mar;57(2):434–9. doi: 10.1111/j.1556-4029.2011.01966.x
17. Jaja BN, Ajua CO, Didia BC. Mastoid triangle for sex determination in adult Nigerian population: a validation study. *J Forensic Sci*. 2013;58(6):1575–8. doi: 10.1111/1556-4029.12299
18. Gupta A, Banerjee A, Kumar A, Rao S, Jose J, Das Gupta A. Gupta Discriminant function Analysis of Mastoid Measurements in Sex Determination. *J Life Sci*. 2018 Jul;4(1):1–5. doi: 10.1080/09751270.2012.11885187
19. Bhayya H, Avinash Tejasvi ML, Jayalakshmi B, Reddy M. Craniometric assessment of gender using mastoid process. *J Ind Acad Oral Med Radiol*. 2018 Jan;30(1):52–7. doi: 10.4103/jiaomr.jiaomr_127_17
20. Ibrahim A, Alias A, Shafie MS, Das S, Nor FM. Osteometric estimation of sex from mastoid triangle in Malaysian population. *Asian J Pharm Clin Res*. 2018 Jul;11(7):303–7. doi: 10.22159/ajpcr.2018.v11i7.25986
21. Toneva DH, Nikolova SY, Zlatareva DK, Hadjidekov VG, Lazarov NE. Sex estimation by Mastoid Triangle using 3D models. *HOMO*. 2019 Aug;70(1):63–73. doi: <https://www.schweizerbart.de/papers/homo/detail/70/91584/>
22. Deepali J, Jasuja OP, Surinder N. Sex determination of human crania using Mastoid triangle and Opisthion-Bimastoid triangle. *J Forensic Legal Med*. 2013 Oct;20(4):255–9. doi: 10.1016/j.jflm.2012.09.020
23. Kanchan T, Gupta A, Krishan K. Estimation of sex from mastoid triangle – A craniometric analysis. *J Forensic Legal Med*. 2013 Oct;20(4):855–60. doi: 10.1016/j.jflm.2013.06.016

24. Allam FAFAB, Allam MFAB. Sex discrimination of mastoid process by anthropometric measurements using multidetector computed tomography in Egyptian adult population. *Egyptian J Forensic Sci.* 2016 Dec;6(4):361–9. doi: 10.1016/j.ejfs.2016.05.001

25. Nagaoka T, Shizushima A, Sawada J, Tomo S, Hoshino K, Sato H, et al. Sex determination using mastoid process measurements: standards for Japanese human skeletons of the medieval and early modern periods. *Anthropol Sci.* 2008;116(2):105–13. doi: 10.1537/ase.070605

Sub: 11/08/2025

Aceite: 25/08/2025