



Utilização de Medidas Lineares da Epífise Proximal de Tíbias Secas de Adultos na Estimativa do Sexo e Idade

Use of Linear Measures of Dry Tibia Proximal Epiphysis of Adults in the Estimation of Sex and Age

Lucas Oliveira Farias; Carlos Werneck Gomes Siqueira Junior; Lucas Santana Soares; Matheus Rezende Menezes; Erika de Oliveira Menezes; Francisco Prado Reis; Erasmo de Almeida Junior*

Universidade Tiradentes (UNIT), Aracaju, SE, Brasil

*Corresponding author. Address: *Rua Lions Club n.99, Atalaia. Ed. Costa do Atlântico apto.802. Aracaju, SE, 49037420. E-mail: erasmoalmeidajunior@gmail.com; Phone: +557199999-1467*

Received 2 August 2020

Resumo. A partir de exames periciais, o procedimento na identificação de pessoas tem sido relevante no que diz respeito ao esclarecimento de fatos no âmbito jurídico-social. O objetivo deste estudo é verificar o dimorfismo sexual e estimar a idade, examinando tíbias secas através de medidas lineares. Foram utilizadas 161 tíbias secas, sendo 63 do sexo feminino e 98 do sexo masculino, todas maiores de 20 anos de idade. Para o presente estudo foram tomadas as seguintes medidas lineares: distância cômulo medial ao cômulo lateral (cmcl), distância cômulo medial à tuberosidade tibial (cmt), distância cômulo lateral à tuberosidade tibial (clt) e uma área triangular a partir destas medidas (at). A análise de variância dos dados mostrou que os indivíduos do sexo masculino apresentaram médias das variáveis maiores que as do sexo feminino. De acordo com o teste t, ocorreu diferença significativa entre as médias de todas as variáveis ($p < 0,0001$). Através da Análise Discriminante houve índice de acerto da ordem de 76,60% para o sexo feminino e 66,33% para o sexo masculino, apresentando uma taxa total de acertos de 71,47%. Pela regressão logística, foi atingido um índice de concordância de 78,6%. De acordo com os dados, foi constatado que o modelo de predição da idade não foi significativo para as variáveis estudadas ($p = 0,1358$). Concluiu-se que a metodologia aplicada possa contribuir para o sucesso de pesquisas que norteiam a investigação do sexo e idade dentro do âmbito da Medicina Legal, principalmente ao ser associada com outras técnicas existentes na literatura.

Palavras-chave: Identificação humana; Medicina legal; Tíbia.

Abstract. Based on expert examinations, the procedure for identifying people has been relevant with regard to the clarification of facts in the legal-social sphere. The aim of this study is to verify sexual dimorphism and estimate age, examining dry tibia using linear measurements. 161 dry tibiae were used, 63 of which were female and 98 were male, all over 20 years of age. For the present study, the following linear measurements were taken: medial condyle distance to the lateral condyle (cmcl), medial condyle distance to the tibial tuberosity (cmt), lateral condyle distance to the tibial tuberosity (clt) and a triangular area from these measurements (at). The analysis of variance of the data showed that the male individuals had means of the variables greater than those of the female sex. According to the t test, there was a significant difference between the means of all variables ($p: <0.0001$). Through the Discriminant Analysis, there was a hit rate of 76.60% for women and 66.33% for men, with a total hit rate of 71.47%. Through logistic regression, an agreement rate of 78.6% was reached. According to the data, it was found that the age prediction model was not significant for the variables studied ($p: 0.1358$). It was concluded that the applied methodology can contribute to the success of researches that guide the investigation of sex and age within the scope of Legal Medicine, mainly when associated with other techniques existing in the literature.

Keywords: Human identification; Forensic medicine; Tibia.

1. Introdução

Nos últimos anos tem ocorrido um crescimento e implementação científica no âmbito da Antropologia Forense. Este fato nos conduz à uma reflexão bem atual, em especial, no que diz respeito ao aumento da violência. Neste contexto tem se tornado relevante as pesquisas que venham a colaborar com o conhecimento dessa ciência que tem como uma de suas aplicações a identificação de restos mortais e esqueletos. A Antropologia Forense desempenha papéis fundamentais não apenas em torno da necro identificação, mas também na interpretação das lesões traumáticas ósseas¹.

Em exames periciais, o procedimento da identificação de pessoas tem sido relevante no que diz respeito ao esclarecimento de fatos no âmbito jurídico-social². Tal processo da identificação é muito vasto e complexo, em que são destacadas a participação da atividade dos peritos Médico e Odontolegal^{3,4}. Neste contexto, a estimativa do sexo compõe um dos quatro pilares do protocolo antropológico, que

consiste na avaliação visual e da análise métrica das características do esqueleto. Dessa maneira, os resultados serão mais fidedignos quanto maior seja o número de mensurações e dados analisados num laudo.

Em algumas situações, ao investigar um esqueleto, o sexo de uma pessoa pode ser identificado por meio da observação de alguns elementos importantes. Em algumas dessas situações pode tratar-se de um indivíduo vivo, cadáver cronologicamente recente, cadáver em processo de putrefação ou de esqueletização, cadáveres carbonizados, esqueleto completo ou partes dele, como, por exemplo, o crânio⁵. A identificação do sexo torna-se mais confiável quanto mais completa for a análise da amostra a partir de ossos humanos, no entanto, diante de segmentos esqueléticos isolados, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos científicos no processo de identificação de pessoas a partir de ossos adultos⁶.

No processo de identificação, existem aqueles métodos que são classificados como primários (DNA e arcada dentária), ou seja, conseguem definir de forma mais clara e direta a identidade do indivíduo. No entanto, há situações em que os restos de cadáveres, por circunstâncias como a carbonização ou decomposição do cadáver, resultado da destruição tecidual, torna difícil a implementação daqueles métodos. É neste contexto que se torna necessária a investigação pelas técnicas ao analisar o esqueleto ou partes dele^{1,7}.

Na investigação a partir de esqueletos completos, ou parte deles, para determinação do fenótipo do indivíduo, bem como o sexo e a idade em diferentes tipos de ossos, tem sido utilizadas diversas formas de análise. Dentre esses ossos, tem se destacado o exame da pelve, do crânio, as vértebras e ossos longos, como o fêmur, tíbia, úmero e rádio. Dessa maneira, cada peça óssea poderá desempenhar importantes relações com o perfil biofísico, com destaque, para os ossos como o fêmur e tíbia, que são destacados pelo potencial para as medidas estimativas lineares⁸. Neste contexto, no presente estudo, buscamos analisar as medidas lineares da epífise proximal em tíbias secas para determinar uma estimativa do sexo e idade.

2. Métodos

O estudo tem um desenho observacional e transversal, com abordagem quantitativa, em que foram tomadas e realizadas análises e medidas lineares em 161 tíbias secas de ambos os sexos de esqueletos maiores de 20 anos de idade.

Todo material foi obtido de acordo com a lei Nº 8501 de 1992 que trata do uso de cadáveres não reclamados para uso em estudos e pesquisas e fazem parte da coleção de ossos do Laboratório de Anatomia da Universidade Tiradentes. Os esqueletos foram inumados de 1998 a 2012 e pertenciam a indivíduos com idades de 11 a 90 anos. As tíbias estavam armazenadas em recipientes apropriados e foram identificadas de acordo com os seus números de ordem, constante na coleção do Laboratório.

As tíbias utilizadas na pesquisa apresentavam as condições favoráveis para realização das mensurações e as que assim não correspondiam foram excluídas. Desse modo, a intenção era que não ocorresse erros ou viés na execução das medidas. Para as mensurações, os autores utilizaram um paquímetro digital graduado em milímetros da marca Western, devidamente calibrado. Para o presente estudo foram tomadas as seguintes medidas lineares: distância côndilo medial ao côndilo lateral (cmcl), (Figura 1); distância côndilo medial à tuberosidade tibial (cmt), (Figura 2); distância côndilo lateral à tuberosidade tibial (clt), (Figura 3); e uma área triangular a partir destas medidas (at).



Figura 1. Medida da distância do côndilo medial ao côndilo lateral (cmcl),



Figura 2. Distância cômulo medial à tuberosidade tibial (cmt).



Figura 3. Distância cômulo lateral à tuberosidade tibial (clt).

Para a tomada das medidas, quatro pesquisadores foram orientados a zerar o paquímetro (devidamente calibrado) a cada nova medição e posicionar todas as tíbias da mesma forma, para que não ocorresse nenhum tipo de variação. Os valores encontrados foram incluídos na planilha do Excel®. Para melhor confiabilidade, cada medida foi realizada e conferida novamente por esses pesquisadores com intervalo de 7 dias após a primeira mensuração. Com este procedimento, não foi encontrada diferenças significativas entre essas medidas.

A amostra foi estatisticamente tratada utilizando-se os seguintes métodos: para predição do sexo foi utilizado o teste t, para comparação das médias e intervalo de confiança; a regressão logística, para estimar a probabilidade associada à ocorrência do conjunto das variáveis explanatórias; e o método da análise

discriminante, para discriminar e classificar objetos, que permite as comparações de diferenças entre os grupos e classificação de um novo objeto como pertencente ao grupo com perfil mais semelhante. Para a estimativa da idade foi utilizada a regressão linear múltipla, que permitiu analisar a variável contínua idade, uniformemente observada em toda a linha de tempo. Em todos os testes estatísticos foi adotado o nível de significância de 5% e as análises foram conduzidas com base no sistema SAS (SAS Institute Inc. The SAS System, release 9.3, Cary: NC. 2010).

3. Resultados

3.1 Caracterização da amostra

A amostra foi qualificada com base na comparação das médias das variáveis estudadas de cada sexo, cujo valor médio, desvio padrão e limites de intervalos de confiança estão na Tabela 1. A análise de variância dos dados mostrou que os indivíduos do sexo masculino apresentaram médias das variáveis maiores que as do sexo feminino. De acordo com o teste t de *Student*, ocorreu diferença importante entre as médias de todas as variáveis ($p < 0,0001$). Os intervalos de confiança das variáveis se apresentaram desconexos, sem interposição de faixas, dessa forma, mostrando que estas variáveis apresentaram bons indicativos para distinção do sexo.

Tabela 1. Estatísticas básicas (média, desvio padrão e limites dos intervalos de confiança da média – 95%) das variáveis observadas (n: 161) e teste t para comparação das médias das variáveis *cmcl*, *cmt*, *clt*, *at* nos diferentes sexos.

Variável	Sexo	Média(mm)	Desvio padrão	Limite do intervalo de confiança da média (95%)	
				superior	Inferior
<i>cmcl</i>	Feminino	64,52	5,66	65,95	63,10
valor-p: <0,0001	Masculino	70,02	5,24	71,07	68,97
<i>cmt</i>	Feminino	60,83	6,05	62,35	59,30
valor-p: <0,0001	Masculino	67,33	6,75	68,68	65,97
<i>clt</i>	Feminino	49,46	6,51	51,10	47,82
valor-p: <0,0001	Masculino	55,96	7,01	57,36	54,55
<i>at</i>	Feminino	1420,58	270,23	1488,64	1352,52
valor-p: <0,0001	Masculino	1750,82	313,79	1813,73	1687,91

Nota: *cmcl* (côndilo medial-côndilo lateral), *cmt* (Côndilo medial-tubérculo), *clt* (côndilo lateral-tubérculo), *at* (área triangular).

3.2 Análise discriminante

Para a análise discriminante, foram criadas duas equações a partir dos dados

encontrados, sendo que nestas equações, a variável selecionada foi a área triangular (at). Quando esta variável é substituída por valor numérico, o resultado maior entre as duas equações corresponde ao sexo indicado:

$$\textbf{Feminino: } -11.39560 + 0.01604 \times at$$

$$\textbf{Masculino: } -17.30976 + 0.01977 \times at$$

A avaliação da capacidade de discriminação foi atingida através de um processo de ressubstituição ou reclassificação em que os dados conduziram a uma estimativa do sexo. Através do processo de ressubstituição, houve índice de acerto da ordem de 76,60% para o sexo feminino e 66,33% para o sexo masculino, apresentando uma taxa total de acertos de 71,47%. Além disso, houve uma taxa total de erros da ordem de 29,54%, ou seja, inferior àquela obtida em dependência do acaso que seria de 50% presente (Tabela 2).

Tabela 2. Tabela de ressubstituição contrapondo os sexos observados e preditos através das funções lineares discriminantes a partir dos dados que foram usados na estimativa dos parâmetros do modelo (n: 161).

Sexo observado	Sexo predito		Total
	Feminino	Masculino	
Feminino	47	16	63
	76,60	25,40	100,00
Masculino	33	65	98
	33,67	66,33	100,00
Total	80	81	161
	49,69	50,31	100,00
Porcentagem de erros	25,40	33,67	29,54
Erros ao acaso	50,00	50,00	

3.3 Regressão logística

Na regressão logística, apoiado no estudo de seleção das variáveis através do método *Stepwise*, foi averiguado que a variável " at " se destacou para estimativa do sexo. Dessa forma, através do estudo de regressão logística chegou-se até o seguinte Logito:

$$\textbf{Logito} = 5.7254 - 0.00391 \times at. \quad (1)$$

Logo, ao transformar esta equação na probabilidade de pertinência da medida pertencer a pessoas do sexo feminino, chega-se a seguinte função:

$$\textbf{pf} = e^{\text{log ito}} / (1 + e)^{\text{log ito}}, \quad (2)$$

onde $e = 2,71828...$ (número de Euler).

Com esta equação foi obtido um índice (porcentagem) de concordância de

78,6%, já os parâmetros de correlação mostraram valores em torno de 50%. Desse modo, a análise desses índices apontou a qualidade do ajustamento entre as probabilidades preditas (predição do sexo por meio dos dados) e as respostas observadas (sexos verdadeiros). Os parâmetros de correlação D Sommer e Gamma, indicam a associação existente entre as respostas e as probabilidades, podendo chegar a 100%. O Tau-a, ou coeficiente de Kendall foi a medida de associação entre probabilidades preditas e respostas observadas. O c foi a medida da área encontrada sobre a curva ROC, que representa conjuntamente a sensibilidade e a especificidade, que quanto mais próxima de 1, mais forte é a capacidade de predizer corretamente o sexo, (Tabela 3).

Tabela 3. Associação entre probabilidades estimadas e respostas observadas.

Porcentagem de concordância:	78,6	D Sommer e Gamma:	0,574
Porcentagem de discordância:	21,2	D Sommer e Gamma:	0,575
Porcentagem de empate:	0,1	Tau-a:	0,275
Pares:	6174	c:	0,787

A avaliação da idade foi realizada por meio de um modelo de regressão linear múltipla. De acordo com os valores, foi notado que o modelo de predição da idade não se destacou de forma significativa para as variáveis estudadas (p: 0,1358).

Tabela 4. Análise de variância do modelo de regressão linear múltipla para predição das idades em função das variáveis.

Causa de variação	GL	Soma de quadrados	Quadrados médios	Valor F	Valor-p
Modelo	1	862.9525	862.9525	2,25	0,1358
Resíduo	159	61054	383.98471		
Total corrigido	160	61917			

4. Discussão

Dentre os aspectos mais importantes no processo de identificação no âmbito da Antropologia Forense, destaca-se a identificação do sexo. Para determiná-lo, muitas vezes na ausência da pelve, que é mais usual, tem sido utilizado o crânio como relevante indicador. No entanto, a literatura tem revelado que o uso dos ossos longos também demonstra índices de acertos significativos^{6,9}.

O presente estudo, ao envolver as medidas lineares da porção proximal de tíbias secas de adultos, apresentou resultados satisfatórios tanto pelo teste t de *Student*,

quanto pelo método de regressão logística e da análise discriminante.

De acordo com o teste t, ocorreu diferença significativa entre as médias de todas as variáveis ($p < 0,0001$). Neste sentido, os intervalos de confiança de todas as variáveis se apresentaram desconexos, ou seja, não houve interposição de faixas, indicando que estas variáveis apresentam bons indícios para discriminação do sexo a partir das medidas realizadas. Uma análise pertinente da literatura, mostrou que este teste também se revelou relevante por outros pesquisadores ao estudar ossos longos⁹ e relações métricas de crânio^{10,11}.

Na análise discriminante, foi encontrada uma taxa total de acertos de 71,47%, com 74,60% para o sexo feminino e 66,33% para o sexo masculino. Esta taxa, superior àquela obtida em dependência do acaso que seria de 50%, bem como o percentual encontrado pela regressão logística que foi de 78,6% pelo índice de concordância, nota-se que a metodologia empregada no presente estudo teve uma significativa associação com a análise do dimorfismo sexual no âmbito da Antropologia Forense. No entanto, diferente do papel das medidas na distinção do sexo, a estimativa da idade, que foi realizada através de um modelo de regressão linear múltipla, não foi significativa para as variáveis estudadas ($p: 0,1358$).

Ao seguir essa mesma linha de pesquisa, os autores O'Bright, Peckmann e Meek (2018)¹² utilizaram 203 tíbias (108 homens e 95 mulheres), avaliaram a precisão da função discriminante de estimativa de sexo criada a partir da tíbia de uma população mexicana, quando aplicada a uma população chilena. Estes autores, concluíram que é possível utilizar a tíbia para estimativa de sexo. Além disso, encontraram um percentual significativo da taxa de precisão da classificação sexual, variando de 68,5% até 90,5% (dependendo da variável aplicada).

Em um estudo morfométrico, de Medicina Legal, em que foram analisadas imagens de 203 tíbias de uma população turca, empregando a tomografia computadorizada (TC), Ekizoglu *et al.* (2016)¹³ descreveram resultados concordantes com os achados do presente estudo.

Kranioti *et al.* (2016)¹⁴ estudaram amostras de tíbias da população greco-cipriota e da ilha de Creta, com o objetivo da estimativa de sexo através de medidas morfométricas. Dessa forma, funções discriminantes foram desenvolvidas e os resultados relatados por esses autores confirmaram a existência de dimorfismo sexual da tíbia nas amostras, com resultado de 87% a 90% que variaram conforme lugar da amostra.

Kranioti e Apostol (2014)¹⁵ analisaram medidas da tíbia em diferentes populações do sul da Europa, como Grécia, Itália e Espanha e descreveram padrões para a estimativa de sexo baseado no contexto forense. Através de uma função discriminante, foi observado um total de 43% de acerto envolvendo as três populações juntas.

Šlaus *et al.* (2013)¹⁶ analisaram cerca de 180 tíbias na Croácia, usaram seis medidas que foram sujeitas a análise estatística e diferentes funções discriminantes. Dentre essas medidas obtiveram o maior nível de precisão (91,1%) no conjunto de dados analisados para determinadas variáveis, enquanto o menor índice de precisão dessas variáveis foi de (84,4%). Os autores concluíram que a tíbia é um segmento ósseo útil para caracterizar o dimorfismo sexual e destacaram que as dimensões da largura fornecem melhores resultados quando comparadas com o comprimento.

Diferente do atual estudo, que buscou a estimativa da idade e sexo, no que diz respeito ao estudo de ossos longos e sua contribuição no âmbito da Medicina Legal, Barborema, Vanrell e Queluz (2010)⁸, estudaram a participação de ossos dos membros inferiores, com o objetivo de determinar a estatura dos indivíduos. Os autores após análise estatística, estabeleceram uma fórmula para determinação da estatura e concluíram que o uso da tíbia possa ser considerado como relativamente satisfatória no objetivo da pesquisa.

O dimorfismo sexual tem sido objeto de estudos morfológicos por diversos autores, mas, há prejuízos nessas pesquisas por conta da dependência da experiência do operador. Além disso, o grande impasse que envolve a área da Antropologia Forense é a variabilidade métrica e morfológica decorrente das características presentes em populações diferentes, tais como fatores climáticos, alimentares e sócio-organizacionais¹⁷. Com relação específica, sobre a utilização da tíbia como um segmento ósseo que pode contribuir para o estudo do processo de identificação na esfera da Antropologia Forense, parece ainda haver uma carência de estudos nacionais.

5. Conclusão

O presente estudo pode ser uma contribuição, em busca, não apenas sobre a identificação de indivíduos, mas também para a estimativa do sexo, dentro da medicina legal e outros campos do saber. Uma contribuição para o conhecimento do perfil biológico, de um osso longo, como a tíbia. A taxa de acertos revelou que os

métodos estatísticos empregados no estudo foram satisfatórios, considerando resultados semelhantes descritos na literatura. Esperamos ainda, que possa ser útil para o interesse de estudos no campo da perícia forense.

Referências

1. Cunha E. Considerações sobre a Antropologia Forense na Atualidade. *Rev Bras Odontol Leg.* 1º de janeiro de 2017;110–7.
2. França GV. *Medicina Legal.* 11 ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2017.
3. Kimmerle EH, Ross A, Slice D. Sexual dimorphism in America: geometric morphometric analysis of the craniofacial region. *J Forensic Sci.* janeiro de 2008;53(1):54–7.
4. Galvão LCC. Determinação do sexo através da curva frontal e apófise mastoide. Tese (Doutorado em Radiologia Odontológica) - Faculdade de Odontologia, Universidade de Campinas, São Paulo, Piracicaba, 1998.
5. Francesquini Júnior L, Francesquini MA, De La Cruz BM, Pereira SDR, Ambrosano GMB, Barbosa CMR, et al. Identification of sex using cranial base measurements. *J Forensic Odontostomatol.* junho de 2007;25(1):7–11.
6. Spradley MK, Jantz RL. Sex estimation in forensic anthropology: skull versus postcranial elements. *J Forensic Sci.* março de 2011;56(2):289–96.
7. Vezú S, Soares TR dos S. Métodos de Identificação Humana Através da Antropologia Forense: Revisão Bibliográfica. *Arq Mudi.* 20 de dezembro de 2019;23(3):559–73.
8. Borborema M de L, Vanrell JP, Queluz D. Determinação da estatura por meio da medida de ossos longos dos membros inferiores e dos ossos da pelve. *Odonto.* 2010;18(36):113–25.
9. Silva MVV de MP, Nascimento BV dos S, Brito GC, Júnior EDA. Utilização do Comprimento Total, Diâmetro da Circunferência Articular e Peso Total do Rádio para Predição de Sexo. *Braz J Forensic Sci Med Law Bioeth.* 20 de dezembro de 2018;8(1):36–42.
10. de Almeida Junior E, Reis FP, Galvão LCC, Alves MC, Costa M. Investigação do Sexo e Idade por Meio de Mensurações Faciais em Crânios Secos de Adultos. *Braz J Forensic Sci Med Law Bioeth.* 19 de dezembro de 2013;2(3):276–85.
11. Teles H, Santos-Junior R, Sandes V, Reis F. Estimativa do Sexo e Idade por Meio de Mensurações Faciais em Crânios Secos de Adultos. *Braz J Forensic Sci Med Law Bioeth.* 1º de janeiro de 2020;9:292–307.
12. O'Bright L, Peckmann T, Meek S. Is “Latin American” population-specific? Testing sex discriminant functions from the Mexican tibia on a Chilean sample. *Forensic Sci Int.* 1º de abril de 2018;287.

13. Ekizoglu O, Er A, Bozdog M, Akcaoglu M, Can IO, García-Donas JG, et al. Sex estimation of the tibia in modern Turkish: A computed tomography study. *Leg Med Tokyo Jpn.* novembro de 2016;23:89–94.
14. Kranioti E, G García-Donas J, Almeida P, Kyriakou X, Langstaff H. Sexual dimorphism of the tibia in contemporary Greek-Cypriots and Cretans: Forensic applications. *Forensic Sci Int.* 1º de novembro de 2016;271.
15. Kranioti E, Apostol M. Sexual dimorphism of the tibia in contemporary Greeks, Italians, and Spanish: forensic implications. *Int J Legal Med.* 22 de julho de 2014;129.
16. Slaus M, Bedić Ž, Strinović D. Sex determination by discriminant function analysis of the tibia for contemporary Croats. *Forensic Sci Int.* 11 de fevereiro de 2013;226.
17. Veyre-Goulet SA, Mercier C, Robin O, Guérin C. Recent human sexual dimorphism study using cephalometric plots on lateral teleradiography and discriminant function analysis. *J Forensic Sci.* julho de 2008;53(4):786–9.