Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics

Journal homepage: www.ipebj.com.br/forensicjournal

Dimorfismo Sexual em Tomografias Cranianas e Volume Craniano

Sexual Dimorphism in Cranial Tomography and Cranial Volume

Nívia Cristina Duran Gallassi¹, Stéfany de Lima Gomes¹, Viviane Ulbricht²,
Diana Maria Souza Couto¹, João Sarmiento Pereira Neto¹,
Luiz Francesquini Júnior¹

¹ Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Ciências da Saúde e Odontologia Infantil,
Piracicaba, SP, Brasil

² Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Biociências Infantil, Piracicaba, SP, Brasil

Received 27 March 2021; Accepted 7 April 2021

Resumo. Buscou-se verificar o dimorfismo sexual em medidas lineares em Tomografias Computadorizadas (TCs) e volumétricas (de neurocrânios). Também visou gerar modelo de regressão logística para estimativa do sexo. Após a aprovação do CEP CAAE nº54171916.0.0000.5418, iniciou-se a calibração da pesquisadora seguindo-se a análise de Correlação Intraclass (ICC) de acordo com Azklo e Nieto, em 2000. Foram medidos com o software OnDemand3D® as medidas: Glabella-Metalambda; Bregma-Básio e Eurio-Eurio (112 TC de homens e 87 TC de mulheres com idade entre 22 e 80 anos do Biobanco Osteológico e Tomográfico) e nos crânios dos quais foram obtidos as TCs avaliadas foi determinado o volume interno do neurocrânio utilizando-se sementes de soja. Além do cálculo do Índice Cefálico Horizontal e o Índice Cefálico Lateral. Após a análise estatística constatou-se que todas as medidas lineares em TCs e a avaliação do volume intra-neurocrânio, são dimórficos. Criou-se também modelo de regressão logística denominado SEX 2019= $[-18,087 + (5,937 \times VC) + (-0,076 \times (Br - Ba))]$. Constatou-se que o método resulta em 80,4% de sensibilidade, 66,7% de especificidade e 74,4% de acurácia, se mostrando eficaz na predição do sexo. O modelo de regressão obtido pode ser utilizado como método auxiliar e permite a estimativa do sexo.

Palavras-chaves: Características sexuais; Antropologia Forense; Identificação humana; Tomografia computadorizada.

Abstract. We sought to verify the sexual dimorphism in linear measurements in Computed Tomography (CT) and volumetric (of neurocranium). It also aimed to generate a logistic regression model to estimate sex. After approval by CEP CAAE n ° 54171916.0.0000.5418, the researcher's calibration was started, following the Intraclass Correlation analysis (ICC) according to Azklo and Nieto, in 2000. They were measured with the OnDemand3D® software and the measures: Glabella-Metalambda; Bregma-Básio and Eurio-Eurio (112 CT of men and 87 CT of women aged 22 to 80 years from the Osteological and Tomographic Biobank) and in the skulls from which the CTs were obtained, the internal volume of the neurocranium was determined using soybean seeds. In addition to the calculation of the Horizontal Cephalic Index and the Lateral Cephalic Index. After statistical analysis, it was found that all linear measurements on CTs and the assessment of intra-neurocranial volume are dimorphic. A logistic regression model called SEX 2019 = $[-18.087 + (5.937 \times VC) + (-0.076 \times (Br-Ba))]$ was also created. It was found that the method results in 80.4% sensitivity, 66.7% specificity and 74.4% accuracy, proving to be effective in predicting sex. The regression model obtained can be used as an auxiliary method and allows the estimation of sex.

Keywords: Sexual characteristics; Forensic anthropology; Human identification; Computed tomography.

1. Introdução

Em praticamente todos os dias um ser humano morre por meio da ação do crime organizado. Estes utilizam uma infinidade de metodologias para se livrar dos corpos, como afogamento, inumação, carbonização, dentre outros. Além é claro de praticar inúmeros tipos de violências (desfigurações faciais, remoção das mãos, fraturas, decapitação, esquartejamentos, entre outros)¹.

Uma vez exposto a ação das intempéries e dos animais/microrganismos decompositores ocorre a redução do cadáver a esqueleto e nestas situações, o reconhecimento facial e estudo dactiloscópico fica impossibilitado, devendo-se realizar os estudos antropométricos para se poder estimar o sexo, a idade, a estatura e a ancestralidade².

Com estes dados, a depender das condições dentárias e a existência de prontuários realizados adequadamente pelos profissionais da Odontologia, existência de próteses metálicas fixadas e numeradas, bem como, as condições das cartilagens e demais tecidos (inclusive polpa dentária), se poderá fazer a análise do DNA, comparando com os ancestrais/descendentes, entre outros, buscando a identificação positiva. Esta é alcançada por meio do conjunto de características que definem o indivíduo e o diferem de outros³.

Neste sentido, a Interpol (2018)⁴, definiu critérios e padronizações com o objetivo de promover padrões aceitáveis legalmente para a realização das técnicas de identificação. No Brasil, ao longo dos anos, as técnicas de identificação humana já existentes vêm sendo aprimoradas, visando melhorar os processos de identificação humana^{5,1}.

Para a diferenciação sexual no esqueleto humano, o crânio, a pelve, fêmur, tíbia, úmero e mandíbula são os mais utilizados⁶. A pelve é a parte do esqueleto mais dimórfica, assim é o melhor indicador de gênero. Após a pelve, o crânio é o segundo melhor indicador, possui alta acurácia na determinação sexual^{7,8}.

À medida que ocorre o crescimento e há o desenvolvimento muscular, o esqueleto humano se modifica fazendo com que os mesmos apresentem características diferentes, tais como proeminências, rugosidades, cristas, apófises, saliências, comprimentos, volume, entre outros. Tais características são em geral mais proeminentes e avantajadas nos homens do que nas mulheres, e estas são influenciadas pelos hormônios, atividade física, alimentação, entre outros⁹.

Sabe-se que o crânio feminino é 8% menor¹⁰ e apresenta nove décimos do volume craniano comparado com o crânio masculino da mesma ancestralidade¹¹. Uma boa compreensão da capacidade craniana é relevante para o estudo e comparação de populações com diferenças provenientes da ancestralidade, de condições geográficas, alimentares¹² e sexuais¹³.

Estudos sobre a capacidade craniana são importantes ferramentas no campo da Antropologia forense e da Pediatria, servindo como indicador do desenvolvimento craniano nos indivíduos masculinos e femininos¹¹. O conhecimento do dimorfismo sexual é vital na antropologia e na identificação

humana, especialmente quando o corpo está em um estado esquelético fragmentado¹⁴.

Ressalta-se ainda que o uso das TCs nos casos de identificação humana aponta para um cenário na qual a imagem radiológica tridimensional será utilizada mais ampla e rotineiramente na Odontologia, inclusive com perspectiva de diminuição de tempo clínico e com a mesma precisão dos métodos utilizados até hoje como rotina na Odontologia Legal^{15,16,17}. Com o uso da TC consegue-se visualizar todas as estruturas scaneadas em camadas, principalmente os tecidos mineralizados, com uma ótima definição, permitindo a delimitação de irregularidades tridimensionalmente¹⁸. Nos casos de identificação humana, a TC de Feixe cônico para exames do complexo maxilofacial, indicam um cenário onde a imagem radiológica tridimensional será utilizada mais ampla e rotineiramente nos processos de identificação humana^{15,16,17}.

Em vista a tudo o que foi exposto, buscou-se verificar o dimorfismo sexual em medidas lineares em TCs e volumétricas (de neurocrânios). Bem como, criar modelo de regressão logística para estimativa do sexo.

2. Métodos

O presente estudo teve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa sob o protocolo CAAE 54171916.0.0000.5418.

Trata-se de um estudo observacional analítico transversal, em 199 TCs de crânios humanos dos respectivos crânios secos utilizados para medição do volume craniano, sendo 112 do sexo masculino, 87 do sexo feminino, com idades entre 22 e 80 anos, todos com idade, ancestralidade, sexo, causa, data de nascimento e da morte conhecidas. Foram excluídos da pesquisa todos os crânios que possuíam grandes fraturas que inviabilizariam a avaliação do volume intracraniano.

Em cada TC foram realizados cortes de 1mm de espessura utilizando um tomógrafo “Toshiba Super 4, multislice Multi-Slice Quad CT with High Power Generator 48 kW CT generates 4 slices per revolution using the multi-row detector. 10 to 400 mA 0.5 Second”.

Preliminarmente à seleção da amostra, procedeu-se a calibração Intra-Operador, constando de uma amostragem aleatória simples de 25 crânios e

das suas respectivas TCs, mensuradas em três momentos diferentes e avaliadas pela análise de Correlação Intraclass (ICC) de acordo com Szklo, Nieto¹⁹.

Para a realização das medidas nas TCs (Figura 1), foram escolhidas as mensurações lineares Glabela-Metalambda para determinar comprimento (Gl-Me); a medida Bregma-Básio para determinar a altura (Br-Ba) e a medida Eurio-Eurio (Eu-Eu) para determinar a largura, foi utilizado o *software OnDemand3D™* (Cybermed, Irvine, USA). Também se calculou o Índice Cefálico Horizontal e o Índice Cefálico Lateral.

Figura 1. Imagens de TC da altura (A), comprimento (B) e largura (C), obtidos do software OnDemand 3D®.

O volume foi determinado (preenchimento com sementes de soja), conforme a metodologia preconizada por Sadakat Ali et al., (2014)²⁰ modificado. Antes de realizar o preenchimento, obliterou-se as fissuras da órbita e dos demais forames do crânio, com cera pegajosa, visando evitar extravasamentos.

Após o preenchimento as sementes foram vertidas do crânio para uma proveta graduada (capacidade de 1000 ml) e os valores verificados foram registrados em planilha Excel.

2.1 Análise estatística

Findo esta etapa foi determinada a normalidade da amostra com a finalidade de se determinar a escolha do teste estatístico mais adequado para o estudo (se paramétrico ou não paramétrico) e, como a amostra apresentava número superior a cinquenta elementos aplicou-se o teste de Kolmogorov Smirnov. Para os valores significantes ao teste anterior, foi aplicado o teste t não pareado e, a seguir, todas as variáveis foram submetidas à regressão logística pelo método Stepwise-Forward. As variáveis selecionadas pela regressão foram submetidas ao teste de Correlação de Pearson para confirmar se houver significância.

3. Resultados

Em relação à calibração intra-operador e, após a aplicação do teste estatístico houve concordância muito boa ($ICC \geq 0,75$).

Os dados obtidos foram submetidos inicialmente ao teste de Kolmogorov-Smirnov para constatar a normalidade dos dados e distribuídos quanto ao sexo, conforme visualizado na Tabela 1. Desse modo pode-se constatar que a variável Br-Ba para o sexo masculino, ICL (masculino/feminino) e VC para o sexo feminino, houve significância estatística. Ressalta-se que tais variáveis, quanto ao sexo, não podem ser submetidas a testes paramétricos, justamente pelo aceite da Hipótese alternativa. Para as demais foi aceita a hipótese de nulidade.

Tabela 1. Testes de normalidade quanto ao sexo.

Variáveis	Sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estatística	Df	Sig.	Estatística	df	Sig.
GI-Me	Feminino	,062	87	,200	,983	87	,322
	Masculino	,053	112	,200	,991	112	,702
Br-Ba	Feminino	,079	87	,200	,984	87	,354
	Masculino	,074	112	,180	,988	112	,457
Eu-Eu	Feminino	,051	87	,200	,995	87	,981
	Masculino	,051	112	,200	,994	112	,905
ICH	Feminino	,073	87	,200	,976	87	,113
	Masculino	,072	112	,200	,986	112	,307
ICL	Feminino	,084	87	,183	,978	87	,156

	Masculino	,220	112	,000	,469	112	,000
VC	Feminino	,084	87	,189	,982	87	,266
	Masculino	,046	112	,200	,991	112	,707

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

Na sequência realizou-se a análise descritiva, utilizando as medidas de tendência central como a média e as medidas de dispersão, e o desvio-padrão para todas as medidas, especificadas quanto ao sexo, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2. Estatística Descritiva quanto ao sexo.

Variáveis	Sexo	N	Média	Desvio Padrão
GI-Me	Masculino	112	181,294	6,948
	Feminino	87	175,264	7,636
Br-Ba	Masculino	112	136,266	6,024
	Feminino	87	130,826	6,087
Eu-Eu	Masculino	112	143,537	6,508
	Feminino	87	140,980	6,049
ICH	Masculino	112	79,274	4,579
	Feminino	87	80,535	4,127
ICL	Masculino	112	74,593	7,901
	Feminino	87	74,697	3,254
VC	Masculino	112	1,441	,125
	Feminino	87	1,306	,135

Na Tabela 3, observa-se que ao aplicar o teste t para amostras independentes quanto ao sexo ficou constatada a aceitação da hipótese de que a diferenças entre os sexos nas medidas avaliadas pois o valor de $p < 0,05$.

3.1 Regressão Logística para a determinação do Sexo

Foram testadas as seis variáveis do estudo e, aplicando-se a Regressão Logística pelo método Stepwise-Forward Wald, onde se parte do modelo mais simples para o mais complexo. Assim, de acordo com as Tabelas 4 e 5, observa-se que as variáveis Br-Ba e VC foram as definidas para a elaboração do melhor modelo.

Tabela 3. Teste t para amostras independentes quanto ao sexo.

	Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste-t para Igualdade de Médias						
	Z	Sig.	T	df	Sig. (2 extremidades)	Diferença a média	Erro padrão de diferença	95% Intervalo de Confiança da Diferença	
								Inferior	Superior
Gl-Me	,855	,356	5,815	197	,000	6,030	1,037	3,985	8,075
Br-Ba	,038	,846	6,290	197	,000	5,439	,864	3,734	7,145
Eu-Eu	,771	,381	2,835	197	,005	2,557	,9020	,7780	4,335
ICH	,855	,356	-2,012	197	,046	-1,260	,6267	-2,496	-,0249
VC	1,271	,261	7,277	197	,000	,134	,0185	,098	,171

Tabela 4. Análise de regressão logística Stepwise-Forward para a determinação do sexo.

Variáveis na Equação								
	B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)	95% C.I. para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Br-Ba	,076	,032	5,745	1	,017	1,079	1,014	1,149
VC	5,937	1,533	15,002	1	,000	378,712	18,777	7638,165
Constante	-18,087	3,746	23,315	1	,000	,000		

Tabela 5. Correlação de Pearson entre as variáveis do modelo

		Sagital: Altura	VC
Br-Ba	Correlação de Pearson	1	,619**
	Sig. (2 extremidades)		,000
	N	199	199
VC	Correlação de Pearson	,619**	1
	Sig. (2 extremidades)	,000	
	N	199	199

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

$$\text{Logito} = -18,087 + (5,937 \times \text{VC}) + (-0,076 \times (\text{Br-Ba}))$$

A Tabela 6 revela que o método resulta em 66,7% de sensibilidade, 80,4% de especificidade e 74,4% de acurácia, se mostrando eficaz na predição

do sexo do que o mero acerto ao acaso, ou seja, valores maiores que 0,5 (cutoff), seriam considerados como “Masculino” e menores como “Feminino”.

Tabela 6. Distribuição de frequência e percentagens corretas para predição do sexo.

		Previsto pelo modelo		
		Sexo		Porcentagem correta
		Feminino	Masculino	
Sexo	Feminino	58	29	66,7
	Masculino	22	90	80,4
Porcentagem global				74,4

4. Discussão

Todos os anos por inúmeras razões (falta de prontuários, falta de material para confronto e análise do DNA, entre outros), muitos esqueletos embora com o perfil antropológico estabelecido, não tem a sua identificação positiva estabelecida^{21,22}.

Tal situação promove inúmeros problemas aos familiares da vítima, ao estado além é claro de se constituir em uma calamidade mundial. Para resolver este problema, há esforços mundiais em se criar bancos de DNA de civis e militares, há punições aos profissionais da Odontologia que não mantêm atualizados os prontuários odontológicos e é claro existe um esforço de se criar na população a cultura de exigir respostas sobre o paradeiro de desaparecidos políticos, sobre pessoas que desaparecem por problemas com grupos organizados, tráfico de pessoas, migrações e imigrações, dentre outros tantos motivos^{23,24}. Desta forma, até a coleta e recuperação dos ossos em locais de desova, devem seguir uma eficiente cadeia de custódia, bem como, utilizar técnicas de arqueologia forense²⁵.

Sabe-se que nas investigações antropológicas forenses a estimativa do sexo é a primeira análise a ser realizada para construir o perfil biológico dos corpos encontrados²⁶, tal fato se deve a possibilidade de se poder separar e assim reduzir a necessidade de análise em aproximadamente 50% masculino e 50% feminino.

A avaliação visual (qualitativa) de crânios, pelves, e demais ossos do esqueleto, buscando a diagnose sexual, são subjetivos, dependem da

prática/experiência, de homogeneidade da população a ser estudada, e consequentemente, podem representar uma alta variação entre os observadores e é claro pode-se gerar muitos erros no processo de identificação humana.

No entanto, métodos baseados em medidas lineares, de volume, e angulares, são mais precisos e, logo, podem ser usados na estimativa do sexo dos crânios encontrados²⁷, desde que o examinador esteja treinado e eficientemente calibrado, utilizando equipamentos (paquímetros curvos e retos) de qualidade e de fácil aquisição pelos peritos nos diferentes estados.

No caso de se fazer medições cefalométricas, as TC permitem a reconstituição tridimensional de tecidos ósseos e estruturas possibilitando aos pesquisadores a visualização dessas em uma escala de 1:1, dessa forma o indivíduo não precisa estar na fase de esqueletização²⁸.

Waitzman *et al.* (1992)²⁹ e Ramsthaler *et al.* (2010)³⁰ destacaram que há concordância excelente entre as medidas realizadas diretamente nos crânios secos e em imagens de TC, uma vez que não há aumento significativo ou distorção da imagem, sobreposição de estruturas ou erro de traçado. Além disso, concluíram que se trata de um meio preciso e reproduzível de se coletar informações.

Na estimativa do volume intracraniano diversas metodologias têm sido utilizadas tanto em crânios secos macerados quanto em indivíduos vivos. Algumas pesquisas empregaram o método direto como o método “packing”, no qual a cavidade craniana é preenchida com diversos tipos de materiais tais areia, cera de parafina ou cimentos de mostarda, e depois há aferição do volume¹².

Quanto a análise dos dados, verificou-se que em todas há dimorfismo sexual e com o modelo obtido obteve-se acurácia de 74,4%. Esta acurácia é concordo com os achados de Adel *et al.* (2018)³¹ que avaliaram TCs numa amostra egípcia e encontraram uma acurácia de 80%. Isaza *et al.* (2014)³² obtiveram 89,7% de acurácia na população colombiana e Madadin *et al.* (2015)³³ em amostra de 103 TC de homens e 103 TC de mulheres, na Arábia Saudita, obtiveram acurácia de 71,4%.

Embora as medidas lineares não sejam as mesmas, os valores de acerto são próximos aos obtidos, deve-se destacar que algumas populações

estudadas possuem pouca ou nenhuma miscigenação e isto poderá explicar valores maiores em populações distintas.

Outra situação que deve ser apresentada é a possibilidade de que na escolha da amostra, mesmo que não deliberadamente, os crânios podem ter sido selecionados (hiperfemininos e hipermasculinos) e isto pode ter como resultado valores de acurácia elevados. Ressalta-se ainda que quanto ao volume, Gohiya et al. (2010)³⁴, Maina et al. (2011)³⁵ e Sadakat Ali et al. (2014)²⁰ obtiveram valores de acurácia significantes indicando ser este um indicador significativo para se estimar o sexo.

Como limitação deste estudo, há a necessidade de se validar o modelo obtido validando o mesmo em outras amostras, bem como, em outras regiões do país, para comprovar o valor da acurácia e isto provavelmente será realizado em pesquisas futuras.

5. Conclusão

O modelo de regressão logística obtido permite estimar o sexo como método auxiliar com acurácia de 74,4%.

Referências

1. Daruge E, Daruge Júnior E, Francesquini Júnior L. Tratado de Odontologia Legal e Deontologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2019.
2. Vanrell JP Odontologia Legal e Antropologia Forense. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019.
3. Bezerra AFC, Galvão PVM, Silva JMN, Fontes Filho ARG, Cavalcanti LBH, Souza EHA. Estimativa da estatura humana através de análise dental: aplicação do método de Carrea e do modificado por Cavalcanti. Rev. Bras Odontol. Leg. RBOL. 2017;1(1):40-7. <https://doi.org/10.21117/rbol.v5i1.145>
4. The International Criminal Police Organization (INTERPOL). Disaster Victim Identification Guide. 2014. Disponível em: <http://www.interpol.int/INTERPOL-expertise/Forensics/DVI-Pages/DVI-guide>
5. Silva RF, Paranhos LR, Martins EC, Fernandes MM, Daruge E Jr. Associação de duas técnicas de análise radiográfica do seio frontal para identificação humana. Rev. Sul-Bras Odontol. 2009; 6(3); 310-315.
6. Sangvichien S, Boonkaew K, Chuncharunee A, Komoltri C, Piyawinitwong S, Wongsawut A, et al. Sex determination in thai skull by using craniometry: multiple

- logistic regression analysis. *Siriraj Med J.* 2007;59(5):216-21.
7. Gonzalez PN, Bernal V, Perez SI. Analysis of sexual dimorphism of craniofacial traits using geometric morphometric techniques. *Int J Osteoarcheol* 2009;21(1): 82-91. <https://doi.org/10.1002/oa.1109>
8. Naikmansur VG, Shrivastava R, Mutalik S. Determination of sex in South Indians and immigrant Tibetans from cephalometric analysis and discriminant functions. *Forensic Sci Int* 2010;197(1-3):122.e1–122.e6. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.12.052>
9. Suazo GIC, Zavando MDA. Age effect in the morphological traits performance for sex determination in human skulls and mandibles. *Int. J. Morphol.* 2012;30(1):296-301.
10. Rathburn TA, Buikstra JE. Human identification: Case studies in forensic anthropology. Springfield: Charles C. Thomas Publisher, 1984.
11. Pereira IMR, Barros Filho ADA, Alvares BR, Palomari ET, Nanni L. Radiological determination of cranial size and index by measurement of skull diameters in a population of children in Brazil. *Radiologia Brasileira.* 2008;41(4):229-34. <https://doi.org/10.1590/S0100-39842008000400006>
12. Manjunath KY. Estimation of cranial volume in dissecting room cadavers. *J Anat Soc India.* 2002;51:168–172.
13. Ezejindu DN, Chinweife KC, Ihentuge CJ, Uloleme GC. Studies of cranial capacity between the ages of 14–20 years of Ogidi people of Anambra state, Nigeria. *J. Dent and Med Sci.* 2013;8(2):54-9.
14. Ilayperuma I. Cranial capacity in an adult Sri Lankan population: Sexual dimorphism and ethnic diversity. *Int J Morphol.* 2011; 29(2):479-84.
15. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998;8(9):1558-64. <https://doi.org/10.1007/s003300050586>
16. See C, Bormann K, Schumann P, Goetz F, Gellrich N, Rucker M. Forensic imaging of projectiles using cone-beam computed tomography. *Forensic Sci Int.* 2009; 190(1-3): 38– 41. doi: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.05.009>
17. Kharoshah MAA, Almadani O, Ghaleb SS, Zaki MK, Fattah YAA. Sexual dimorphism of the mandible in a modern Egyptian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine.* 2010;17(4):213–15. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2010.02.005>
18. Garib DG, Raymundo Jr R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone beam): entendendo este novo

- método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. R Dental Press Ortodon Ortop Facial Maringá. 2007;12(2):139-56. <https://doi.org/10.1590/S1415-54192007000200018>
19. Szklo R, Nieto FJ. Epidemiology Beyond the Basis. Aspen Publications, 2000.
 20. Sadakat Ali, AP Sinha, SL Jethani, RK Rohatgi, K Anamika. Study of Cranial Capacity of Adult North Indian Human Skulls & its Sexual Dimorphism. International Journal of Scientific Study. 2014;1(5):29-31.
 21. Magalhães LV, Pacheco KTS, Carvalho KS. O potencial da Odontologia Legal para a identificação humana das ossadas do Depto. Médico Legal de Vitória-ES. Revista Brasil. Odonto. Legal. 2015;2(2):5-19. <https://doi.org/10.21117/rbol.v2i2.27>
 22. Gennari PV, Carneiro EFV. O Ministério Público em Busca de Pessoas Desaparecidas: A Função Social dos Ossuários Perpétuos em Cemitérios Públicos. Revista Brasileira de Direito Urbanístico (RBDU). 2016 a;2:223-46.
 23. Gennari PV, Carneiro EFC. O Ministério Público em busca de pessoas desaparecidas: desaparecimentos forçados por omissão do Estado. Revista Liberdades. 2016; 22:39-55.
 24. Carneiro EFC, Gennari PV. Ministério público em busca de pessoas desaparecidas: a necessidade da identificação criminal de vítimas de homicídio via codis-combined DNA index system. Revista jurídica ESMP-SP. 2019;16(2): 82-107.
 25. Marques J, Aras W. Odontologia Legal: Tratado de perícias forenses. 1ed. São Paulo: Editora Leud, 2017.
 26. Williams B.A., Rogers T. Evaluating the accuracy and precision of cranial morphological traits for sex determination. J. Forensic Sci. 2006; 51(4): 729–735. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00177.x>
 27. Patil KR, Modi RN. Determination of sex by discriminant function analysis and stature by regression analysis: a lateral cephalometric study. Forensic Sci. Int. 2005;147(2–3):175-80. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.09.071>
 28. Lagravère MO, Major PW. Proposed reference point for 3-dimensional cephalometric analysis with cone-beam computerized tomography. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop. 2005;128(5):657-60. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.07.003>
 29. Waitzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE. Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: part II. Normal values and growth trends Cleft Palate-Cran. J. 1992;29(2):118-28.

https://doi.org/10.1597/15451569_1992_029_0118_csboc_2.3.co_2

30. Ramsthaler F, Kettner M, Gehl A, Verhoff MA. Digital forensic osteology: morphological sexing of skeletal remains using volume-rendered cranial CT scans. *Forensic Sci. Int.* 2010;195(1-3):148-52.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2009.12.010>
31. Adel R, Ahmed HM, Hassan AO, Abdelgawad EA. Assesment of Craniometric Sexual Dimorphism Using Multidetector Computed Tomographic Imaging in a Sample of Egyption Population. *AM J Forensic Med Pathol.* 2018;40(1):19-26.
[10.1097/PAF.0000000000000439](https://doi.org/10.1097/PAF.0000000000000439)
32. Isaza J, Días CA, Bedoya JF, Monsalve T, Botella MC. Assesment of Sex from endocranial cavity using volume-rendered CT scans in a sample from Medellín, Colombia. *Forensic Science International.* 2014;234:186.e1-186.e10.
<https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.10.023>
33. Madadin M, Menezes RG, Dhafeeri OA, Kharoshah MA, Ibrahim RA, Nagesh KR, Ramadan SU. Evaluation of the mastoid triangle for determining sexual dimorphism: A Saudi population based study. *Forensic Science International.* 2015;254:244.e1-244.e4. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.06.019>
34. Gohiya VK, Shrivatava S, Gohiya S. Estimation of cranial capacity in 20-25 year old population of Madhya Pradesh, a state of India. *Int. J. Morphol.* 2010;28(4):1211-4.
35. Maina MB, Shapu YC, Garba SH, Muhammad MA, Garba AM, Yaro AU, Omoniyi ON. Assessments of cranial capacities in a North-Eastern Adult Nigerian Population. *Jornal of Applied Sciences.* 2011;11(14):2662-5.
<https://doi.org/10.3923/jas.2011.2662.2665>