

Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics

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



Proposta de Estimativa do Perfil Biológico pela Análise da Segunda Vértebra Cervical

Proposal for Estimating the Biological Profile by Analysis of the Second Cervical Vertebral

Leonardo Santos Bordoni^{1,2,3,4}, Camila Ferreira Bomtempo⁴, Juliana Aguiar
Cavalcante Diniz⁴, Stephanie Mara Fernandes Pádua⁴, Tatiana Borges
Quadros⁴, Polyanna Helena Coelho Bordoni¹

¹ Instituto Médico Legal André Roquette, Belo Horizonte, MG, Brasil

² Escola de Medicina da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, MG, Brasil

³ Faculdade de Medicina de Barbacena (FAME), Barbacena, MG, Brasil

⁴ Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH), Vespasiano, MG, Brasil

Received 11 February 2021; Accepted 30 April 2021

Resumo. A antropologia forense lida com perícias criminais de ossadas, cadáveres carbonizados e corpos em avançado estado putrefativo, sendo crucial nesta análise a definição do perfil biológico (PB) com as estimativas do sexo, idade, estatura e ancestralidade. Os elementos de maior precisão técnica nestas estimativas são o exame conjunto dos ossos do quadril, crânio e membros, que nem sempre estão disponíveis, o que torna importante o estudo de partes isoladas na estimativa do PB. A segunda vértebra cervical (C2) é uma opção, pois resiste à decomposição e geralmente está presente na maioria das perícias antropológicas. Foi realizado um estudo transversal com medidas de 71 C2 secas periciadas no Instituto Médico Legal André Roquette buscando correlacionar 15 medidas vertebrais, a massa e 4 parâmetros qualitativos com a estimativa do PB. A massa vertebral e a maioria das medidas realizadas foram significativamente maiores nos homens. Com base em algumas medidas foi criada uma equação para a estimativa do sexo biológico e três para a estimativa da estatura. Não houve associação entre os parâmetros avaliados com a idade e com a ancestralidade, mas osteófitos foram observados predominantemente em periciados com idade igual ou superior a 40 anos. Os

resultados apresentados indicam potencial aplicação prática em nosso meio. Entretanto, há necessidade de estudos posteriores para validação das equações apresentadas.

Palavras-chave: Segunda vértebra cervical; Perfil biológico; Estimativa do sexo; Idade; Estatura; Antropologia forense.

Abstract. Forensic anthropology deals with criminal examination of bones, charred corpses and bodies in an advanced putrefactive state, being crucial in this analysis the definition of the biological profile (BP) with the estimation of sex, age, stature and ancestry. The elements of greatest technical precision in these estimations are the joint examination of the bones of the hip, skull and limbs, which are not always available, which makes it important to study isolated parts in the BP estimate. The second cervical vertebra (C2) is an option, as it resists decomposition and is usually present in most anthropological surveys. A cross-sectional study was carried out with 71 dry C2 measures investigated at the Instituto Médico Legal André Roquette, seeking to correlate 15 vertebral measures, mass and 4 qualitative parameters with the BP. Vertebral mass and most measurements were significantly higher in men. Based on some measures, one equation was created to estimate sex and three to estimate height. There was no association between the parameters evaluated with age and ancestry, but osteophytes were observed predominantly above age 40 years. The results indicate potential practical application in our environment. However, further studies are needed to validate the presented equations.

Keywords: Second cervical vertebra; Biological profile; Sex estimation; Height estimation; Forensic anthropology.

1. Introdução

A Antropologia Forense é o ramo da antropologia física que lida com as perícias criminais de ossadas, cadáveres carbonizados e em avançado estado de decomposição¹. Como, via de regra, o exame antropológico forense se dá em cadáveres desconhecidos, é crucial a definição do perfil biológico (PB) com a realização das estimativas do sexo biológico, da idade biológica, da estatura e da ancestralidade^{2,3}. Este PB se dá, em geral, pela análise conjunta métrica e não métrica dos elementos ósseos da pelve, do crânio, das costelas e dos ossos longos dos membros^{1,2}. Na ausência destes elementos ósseos, a segunda vértebra cervical (C2) é uma opção pois é resistente à decomposição

e geralmente está presente na maioria das perícias antropológicas, podendo ser examinada sem dificuldades técnicas⁴. As vértebras cervicais superiores mantêm por mais tempo sua integridade em relação aos outros componentes ósseos, e podem ser os únicos restos corporais de um cadáver⁵.

As medidas e as características morfológicas de C2 podem ser úteis para estimar tanto o sexo biológico como a idade, uma vez que, de forma geral, suas dimensões são maiores em homens e suas diferentes partes (processo odontóide, corpo, regiões articulares, arco e processos) se fundem em intervalos temporais previsíveis⁴⁻⁶. Após o completo desenvolvimento morfológico de C2, o aparecimento e o crescimento de osteófitos em seu corpo e em suas facetas articulares também se relaciona a faixas etárias específicas⁷. Ainda, o formato geral de C2 se altera com a idade⁸. E há correlação entre várias de suas medidas com a estatura^{9,10}.

Trabalhos utilizando medidas e características morfológicas de C2 na definição do PB indicaram grande heterogeneidade em sua aplicação prática^{4,9,11}. Pesquisas feitas em populações distintas tendem a encontrar graus diferenciados de dimorfismo sexual^{5,11}. As diferenças morfológicas ósseas entre os diferentes sexos, idades e estaturas podem ser específicas de uma dada população e sofrem influências de fatores genéticos e ambientais⁵. A miscigenação étnica pode estar relacionada a variabilidades antropométricas, inclusive, em uma mesma população. Amostras pouco homogêneas ou mesmo francamente heterogêneas, como nos casos de intensa miscigenação - realidade brasileira, podem fornecer resultados igualmente heterogêneos¹². Além disto, em vários estudos feitos com C2 foram utilizados diferentes pontos de referência óssea para as medidas realizadas, com pouca padronização entre pesquisadores, o que dificulta a análise comparativa de diferentes métodos^{4,9}. As diferentes metodologias com este tema deveriam ser padronizadas e validadas regionalmente, com dados das populações onde serão efetivamente aplicadas na prática antropológica^{5,9,11}.

Esta pesquisa visa avaliar diferentes características de C2 de forma associada para a estimativa do perfil biológico (EPB), bem como avaliar a aplicabilidade de modelos preditivos sugeridos por outros autores em nosso meio.

2. Métodos

Foi realizado um estudo transversal com medidas de C2 secas periciadas no Setor de Antropologia Forense (SAF) do Instituto Médico Legal André Roquette (IMLAR), localizado em Belo Horizonte. Este SAF é a referência para todos os casos com interesse antropológico criminal no estado de Minas Gerais (MG)¹³. Foram estudados apenas C2 de indivíduos com idades estimadas como superiores a doze anos. Não foram utilizadas C2 recobertas por tecidos moles ou que apresentavam lesões ou anomalias ósseas que prejudicassem a aferição de todas as medidas avaliadas. C2 com lesões parciais que ainda permitissem a obtenção de parte das medidas avaliadas foram incluídas no estudo.

Nas perícias do SAF são realizadas as estimativas do sexo biológico, da idade biológica, da estatura e da ancestralidade, utilizando os parâmetros técnicos disponíveis^{2,3}. Essas estimativas constavam nos respectivos laudos médico-legais dos corpos examinados e foram utilizadas nas comparações com as medidas aferidas.

Foram avaliadas as características dos periciados (sexo; idade em anos; faixa etária em anos; ancestralidade; estatura em centímetros – estimada pelo método de *Pearson*, pelo método de *Dupertuis & Hadden* e pela média entre ambos), tipos e procedência das perícias, bem como as características métricas e não métricas de C2.

As medidas realizadas em C2 (em milímetros) foram (Figura 1):

- Comprimento máximo anteroposterior (CAP): maior distância entre a extremidade anterior do corpo vertebral e a extremidade posterior do processo espinhoso, medida no plano mediano;
- Comprimento do processo espinhoso (CPE): maior distância entre as extremidades anterior e posterior do PE, medida no plano mediano;
- Altura do processo odontóide (APO): maior distância entre a extremidade inferior do corpo vertebral e a extremidade superior do PO, medida no plano mediano;
- Largura entre processos transversos (LPT): maior distância entre as extremidades laterais dos PT, medida em um plano coronal perpendicular ao plano mediano;

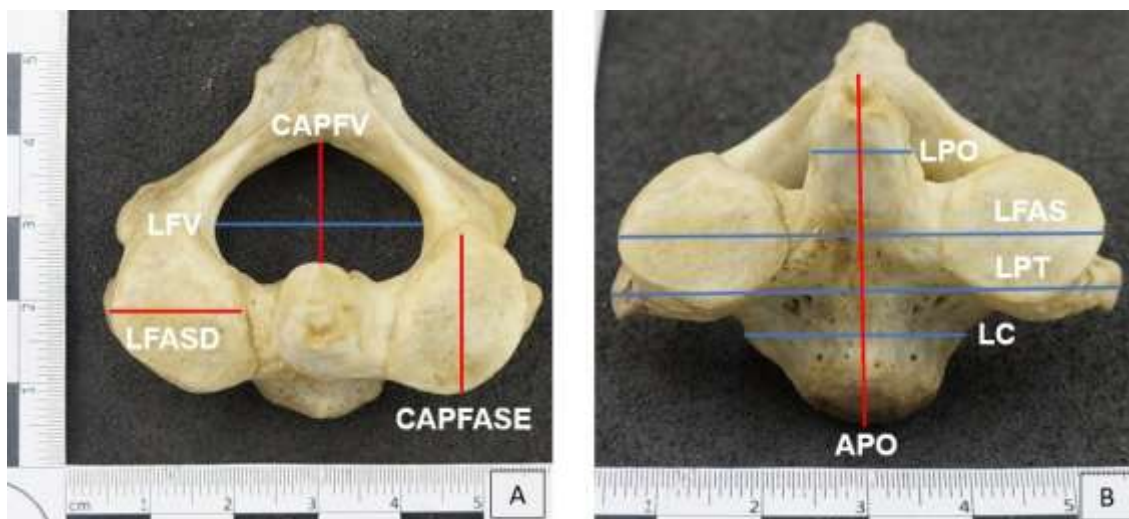


Figura 1. As linhas coloridas indicam nove das quinze medidas realizadas. A) Vista superior de C2. CAPFV – comprimento anteroposterior do forame vertebral. LFV – largura máxima do forame vertebral. LFASD – largura da face articular superior direita. CAPFASE – comprimento anteroposterior da face articular superior esquerda. B) Vista anterior oblíqua de C2. LPO – largura do processo odontoide. LFAS – largura entre as faces articulares superiores. LPT – largura máxima entre as extremidades laterais dos processos transversários. LC – largura máxima do corpo vertebral. APO – altura máxima do processo odontoide.

- Largura entre as faces articulares superiores (LFAS): maior distância entre as extremidades laterais das FAS, medida em um plano coronal perpendicular ao plano mediano;

- Comprimento anteroposterior do processo odontóide (CAPPO): maior distância entre as extremidades anterior e posterior do PO, medida no plano mediano;

- Largura do processo odontóide (LPO): maior distância entre as extremidades laterais do PO, medida em um plano coronal perpendicular ao plano mediano;

- Largura da face articular superior direita (LFASD): maior distância entre as extremidades lateral e medial da face articular superior direita, medida em um plano coronal perpendicular ao plano mediano;

- Largura da face articular superior esquerda (LFASE): maior distância entre as extremidades lateral e medial da face articular superior esquerda, medida em um plano coronal perpendicular ao plano mediano;

- Comprimento anteroposterior da face articular superior direita (CAPFASD): maior distância entre as extremidades anterior e posterior da face articular superior direita, medida paralelamente ao plano mediano;

- Comprimento anteroposterior da face articular superior esquerda (CAPFASE): maior distância entre as extremidades anterior e posterior da face articular superior esquerda, medida paralelamente ao plano mediano;

- Largura do forame vertebral (LFV): maior distância entre as extremidades laterais do forame vertebral, medida em um plano coronal perpendicular ao plano mediano;

- Comprimento anteroposterior do forame vertebral (CAPFV): maior distância entre as extremidades anterior e posterior do forame vertebral, medida no plano mediano;

- Largura do corpo (LC): maior distância entre as extremidades laterais do corpo vertebral, medida em um plano horizontal perpendicular ao plano mediano;

- Comprimento anteroposterior do corpo (CAPC): maior distância entre as extremidades anterior e posterior do corpo vertebral, medida no plano mediano.

As medidas foram realizadas com um paquímetro digital de 200mm/8" da marca Zaas[®]. As que envolviam estruturas pares foram realizadas bilateralmente se não houvesse lesões unilaterais. Todas as medidas foram realizadas por um único examinador de maneira cega em relação a identificação ou perfil biológico. Entre cada uma das medidas o paquímetro foi zerado. Nas medidas bilaterais, o lado direito foi medido antes do esquerdo.

Foi aferida a massa das vértebras examinadas, em gramas.

Como parâmetros qualitativos foram avaliadas a presença ou ausência de osteófitos no corpo de C2, bem como o grau de desenvolvimento dos mesmos de acordo com o proposto por *Snodgrass* (pouco pronunciados, intermediários, muito pronunciados, C2 parcial ou totalmente fundida com C3)¹⁴; a presença ou ausência de degenerações osteoartísticas no PO; a bifurcação ou não do processo espinhoso e a presença ou não de osso odontóide.

A identificação dos indivíduos avaliados não estava disponível em todos os casos, tendo o sexo biológico e a estatura sido estimados mediante

avaliação antropológica de rotina (avaliação conjunta de todos os elementos ósseos disponíveis).

Foram realizadas análises descritivas com cálculos de frequência e medidas de tendência central. Também foram feitas análises univariadas, considerando o nível de significância de 5% ($\alpha = 0.05$). Foram utilizados os testes qui-quadrado e os não paramétricos de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, além da regressão linear simples com cálculo do coeficiente de correlação de *Pearson* (r). Foram realizadas análises multivariadas por meio de regressão logística e de regressão linear múltipla para construção de modelos preditivos, tendo sido selecionadas as variáveis que compuseram os modelos por meio da análise univariada (valor- $p \leq 0,05$). Para a seleção dos fatores independentes foram aplicados métodos de seleção automática de variáveis ou *Forward Stepwise*¹⁵. A aplicabilidade do modelo de regressão logística foi avaliada pelos cálculos dos valores de R^2 . No modelo de regressão logística (equação relativa ao sexo) a interpretação a ser feita é: quando o valor encontrado for menor que 0,5 é mais provável que o indivíduo seja do sexo feminino; quando o valor for maior que 0,5 a probabilidade é que ele seja do sexo masculino. Todas as análises referidas acima foram realizadas no programa IBM SPSS® Statistics®. A função BETA.ACUM.INV (1-alfa; $k/2$; $(n-k-1)/2$) do Microsoft Excel® foi utilizada para avaliar a utilidade dos modelos, sendo k o número de regressores e n o tamanho da amostra¹⁶.

Também foi avaliada a aplicabilidade de modelos preditivos de três outros estudos nas medidas avaliadas no presente trabalho^{4,5,11}. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH) sob o número CAAE 39578920.6.0000.5101 (parecer número 4.403.299).

3. Resultados

Foram avaliadas 71 C2. A maioria dos periciados era do sexo masculino e de ancestralidade asiática, sendo a faixa etária mais comum entre 40 e 49 anos. Para a maioria dos casos não houve a identificação do periciado. O exame em ossadas foi o tipo pericial mais comum. A maioria não foi provenientes de Belo Horizonte (Tabela 1).

Tabela 1. Características dos periciados e das perícias.

		n	%
Sexo	Masculino	55	77,5
	Feminino	14	19,7
	Indisponível	2	2,8
Identificado	Sim	28	39,4
	Não	43	60,6
Ancestralidade	Europeia	8	11,3
	Asiática	43	60,6
	Africana	12	16,9
	Indisponível	8	11,3
Faixa etária	12 a 17 anos	4	5,6
	18 a 29 anos	13	18,3
	30 a 39 anos	15	21,1
	40 a 49 anos	21	29,6
	50 anos ou mais	16	22,5
	Indisponível	2	2,8
Tipo de perícia	Ossada	46	64,8
	Corpo decomposto	14	19,7
	Segmento corpóreo	11	15,5
Procedência	Belo Horizonte	8	11,3
	Outras cidades	63	88,7
	Total	71	100,0

Não havia osteófitos na maioria dos corpos vertebrais (77,5%), tampouco degeneração osteoatrítica nos processos odontóides (74,6%). O processo espinhoso apresentava-se bífido em 92,6% das vértebras onde este pôde ser avaliado (Figura 2). Nenhuma das 71 C2 avaliadas apresentava osso odontóide.

A estatura média estimada dos periciados foi de 167,43 (sd=6,98). As medidas avaliadas estão demonstradas na Tabela 2. As Tabelas 3 e 4 indicam as medidas de C2 que apresentaram associação com o sexo biológico e com a estatura estimada.

O melhor modelo aplicado para estimar o sexo biológico como masculino na amostra do IMLAR foi o de *Gama, Navega & Cunha*⁵ (100% de acerto); já para o sexo feminino foi o de *Bethard & Seet*¹¹ (50% de acerto) (Tabela 5).

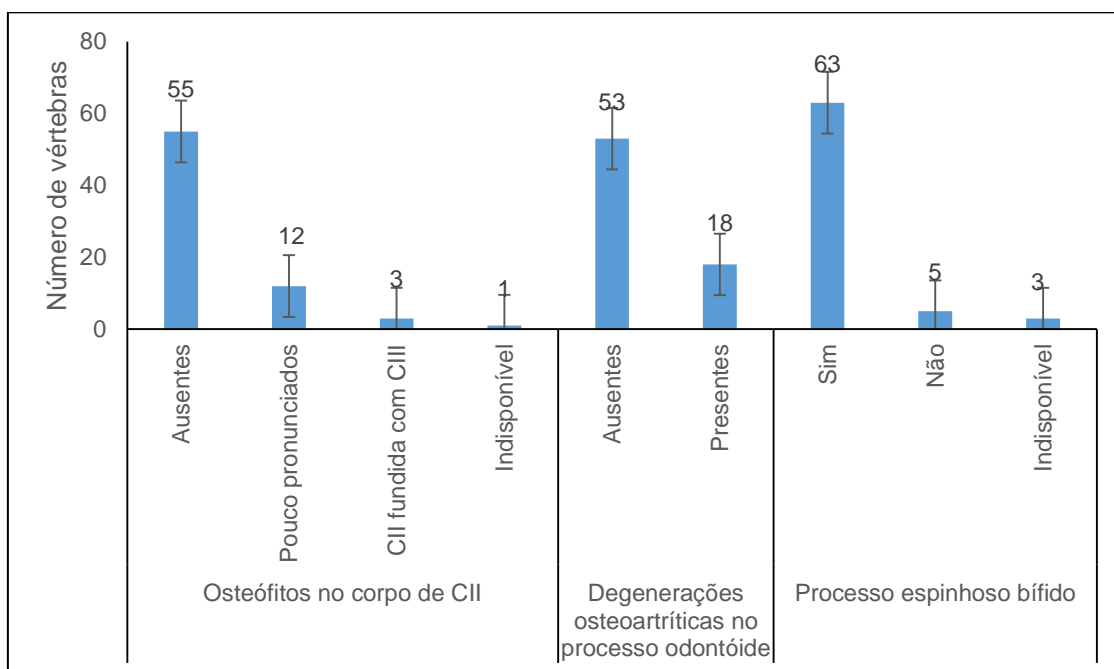


Figura 2. Características morfológicas das C2 examinadas.

Tabela 2. Estatura estimada dos periciados e medidas de C2.

	n	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	sd
Estatura – DH	50	154,50	187,90	170,50	171,50	7,34
Estatura – Pearson	50	150,60	182,60	166,03	167,45	7,10
Estatura média	63	152,50	185,30	167,43	168,60	6,98
CAP	68	40,77	56,14	48,98	49,07	3,06
CPE	68	11,56	23,25	16,88	16,91	2,43
APO	71	32,81	44,60	38,69	38,59	2,79
LPT	69	45,13	61,75	54,09	54,97	4,14
LFAS	71	40,39	55,15	46,46	45,56	2,90
CAPPO	71	9,81	15,41	11,78	11,64	1,05
LPO	71	8,05	12,27	10,30	10,30	0,77
LFASD	71	14,58	22,83	17,77	17,63	1,65
LFASE	70	14,01	20,95	17,33	17,33	1,59
CAPFASD	71	14,72	22,31	18,31	18,37	1,71
CAPFASE	71	14,08	23,18	18,28	18,30	1,63
LFV	69	20,59	27,62	23,71	23,60	1,47
CAPFV	69	12,33	21,11	16,22	16,24	1,66
LC	71	15,73	28,67	20,86	20,42	2,62
CAPC	69	13,53	19,77	16,42	16,42	1,39
Massa	67	6,28	20,18	12,73	12,48	2,85

Legenda: sd = desvio padrão / DH = *Dupertuis & Hadden* / CAP = Comprimento máximo anteroposterior / CPE = Comprimento do processo espinhoso / APO = Altura do processo odontóide / LPT = Largura entre processos transversos / LFAS = Largura entre as faces articulares superiores / CAPPO = Comprimento anteroposterior do processo odontóide / LPO = Largura do processo odontóide / LFASD = Largura da face articular superior direita / LFASE = Largura da face articular superior esquerda / CAPFASD = Comprimento anteroposterior da face articular superior direita / CAPFASE = Comprimento anteroposterior da face articular superior esquerda / LFV = Largura do forame vertebral / CAPFV = Comprimento anteroposterior do forame vertebral / LC = Largura do corpo / CAPC = Comprimento anteroposterior do corpo.

Tabela 3: Comparação entre o sexo biológico e as medidas de C2 (apenas variáveis significativas).

	Sexo	N	Posto Médio	p
CAP	Masculino	52	49,79	0,000
	Feminino	14	45,41	
CPE	Masculino	52	17,37	0,018
	Feminino	14	14,68	
APO	Masculino	55	39,00	0,005
	Feminino	14	36,41	
LPT	Masculino	53	55,16	0,007
	Feminino	14	50,18	
LFAS	Masculino	55	46,25	0,002
	Feminino	14	44,53	
CAPPO	Masculino	55	11,88	0,011
	Feminino	14	11,22	
LPO	Masculino	55	10,50	0,012
	Feminino	14	9,89	
LFASD	Masculino	55	17,88	0,005
	Feminino	14	16,48	
LFASE	Masculino	54	17,65	0,003
	Feminino	14	16,18	
CAPFASD	Masculino	55	18,58	0,036
	Feminino	14	17,75	
CAPFASE	Masculino	55	18,44	0,014
	Feminino	14	17,14	
LC	Masculino	55	20,90	0,043
	Feminino	14	18,79	
CAPC	Masculino	54	16,65	0,009
	Feminino	13	15,41	
Massa	Masculino	51	13,27	0,010
	Feminino	14	11,12	

Legenda: p = valor-p / CAP = Comprimento máximo anteroposterior / CPE = Comprimento do processo espinhoso / APO = Altura do processo odontóide / LPT = Largura entre processos transversos / LFAS = Largura entre as faces articulares superiores / CAPPO = Comprimento anteroposterior do processo odontóide / LPO = Largura do processo odontóide / LFASD = Largura da face articular superior direita / LFASE = Largura da face articular superior esquerda / CAPFASD = Comprimento anteroposterior da face articular superior direita / CAPFASE = Comprimento anteroposterior da face articular superior esquerda / LC = Largura do corpo / CAPC = Comprimento anteroposterior do corpo.

Tabela 4. Comparação entre a estatura estimada e as medidas de C2 (apenas variáveis significativas).

	Estatura – DH			Estatura - Pearson			Estatura média		
	N	R	P	n	R	p	n	R	p
CAP	48	0,468	0,001	48	0,484	0,000	61	0,492	0,000
APO	50	0,512	0,000	50	0,532	0,000	63	0,503	0,000
LPT	49	0,387	0,006	49	0,413	0,003	62	0,373	0,003
LFAS	50	0,404	0,004	50	0,414	0,003	63	0,404	0,001
CAPPO	50	0,305	0,031	50	0,296	0,037	63	0,291	0,021
LPO	50	0,280	0,049	50	0,304	0,032	63	0,251	0,047
LFASD	50	0,386	0,006	50	0,389	0,005	63	0,350	0,005
LFASE	50	0,503	0,000	50	0,504	0,000	63	0,465	0,000
CAPFASE	50	0,280	0,053	50	0,294	0,038	63	0,255	0,044
LFV	48	0,364	0,011	48	0,354	0,013	61	0,343	0,007
CAPFV	48	0,241	0,099	48	0,217	0,139	61	0,259	0,044
Massa	47	0,370	0,010	47	0,389	0,007	60	0,383	0,003

Legenda: DH = *Dupertuis & Hadden* / p = valor-p / CAP = Comprimento máximo anteroposterior / APO = Altura do processo odontóide / LPT = Largura entre processos transversos / LFAS = Largura entre as faces articulares superiores / CAPPO = Comprimento anteroposterior do processo odontóide / LPO = Largura do processo odontóide / LFASD = Largura da face articular superior direita / LFASE = Largura da face articular superior esquerda / CAPFASE = Comprimento anteroposterior da face articular superior esquerda / LFV = Largura do forame vertebral / CAPFV = Comprimento anteroposterior do forame vertebral.

Na Tabela 6 há a comparação da presença de osteófitos em C2 e de degenerações osteoartísticas no processo odontóide (PO) com a idade. Das cinco possibilidades pesquisadas (osteófitos ausentes, pouco pronunciados, intermediários, muito pronunciados, C2 parcial ou totalmente fundida com C3), apenas três foram observadas (osteófitos ausentes, pouco pronunciados e C2

parcial ou totalmente fundida com C3). Não houve associação de nenhuma variável pesquisada com a idade.

Tabela 5. Aplicação dos modelos de outros estudos com as medidas realizadas no IMLAR.

		IMLAR		
		Masculino	Feminino	% acerto do modelo
<i>Wescott</i> ¹	Masculino	28	13	54,90%
	Feminino	23	1	7,14%
<i>Gama, Navega & Cunha</i> ⁵	Masculino	51	8	100,00%
	Feminino	0	6	42,90%
<i>Bethard & Seet</i> ¹¹	Masculino	49	7	96,10%
	Feminino	2	7	50,00%

Tabela 6: Comparação entre a faixa etária (em anos), a presença de osteófitos em C2 e degenerações osteoartríticas no processo odontóide.

		12 a 17		18 a 29		30 a 39		40 a 49		≥ 50	
		n	%	n	%	n	%	n	%	N	%
Osteófitos no corpo de C2	Ausentes	3	75	13	100	15	100	14	70	10	62,5
	Pouco pronunciados	1	25	0	0	0	0	5	25	4	25
	C2 fundida a C3	0	0	0	0	0	0	1	5	2	12,5
Deg. ost. no PO	Presentes	0	0	0	0	2	13,3	6	28,6	8	50
	Ausentes	4	100	13	100	13	86,7	15	71,4	8	50
	Total	4	100	13	100	15	100	21	100	16	100

Legenda: Deg. ost.no PO = degenerações osteoartríticas no processo odontóide.

Com base nas medidas realizadas foram criados modelos para a predição do sexo biológico (Equação 1) e da estatura (Equações 2 a 4). Para a predição do sexo o valor R² de Nagelkerke foi de 0,440. Os valores R² para as equações 2 a 4 foram 0,317; 0,323; 0,338, respectivamente. Todos os resultados de R² demonstraram que os modelos foram considerados úteis.

$$\text{Sexo} = e^{(-28,323 + 0,38 * CAP + 0,637 * LFASD)} / 1 + e^{(-28,323 + 0,38 * CAP + 0,637 * LFASD)} \quad (1)$$

$$\text{Estatura média estimada} = 98,442 + 0,856 * APO + 0,732 * CAP \quad (2)$$

$$\text{Estatura - Dupertuis \& Hadden} = 110,04 + 0,888 * APO + 1,502 * LFASE \quad (3)$$

$$\text{Estatura - Pearson} = 94,723 + 0,973 * APO + 0,711 * CAP \quad (4)$$

4. Discussão

A definição do PB é feita com as estimativas do sexo biológico (SB), da idade biológica (IB), da estatura e da ancestralidade, sendo a segunda vértebra cervical uma estrutura anatômica com potencial para ser utilizada na construção do perfil³.

Como a variável SB é dicotômica (masculino ou feminino), a probabilidade de estimativa correta feita aleatoriamente considerando qualquer parâmetro isolado é de 50%. Por isso, uma estrutura anatômica utilizada nesta estimativa deve apresentar um elevado grau de dimorfismo, a menos que haja associação de diversos parâmetros/estruturas para se realizar essa análise^{2,17}. Os dados deste trabalho confirmam que a maioria das medidas de C2 masculinas são maiores que as femininas, o que já foi apontado em outros trabalhos⁴⁻⁶. Das 15 medidas realizadas, 13 foram significativamente maiores nos homens, bem como a massa. Com base nas medidas CAP e LFASD foi criada uma equação (Equação 1) para a predição do SB. Também foi avaliada a aplicabilidade de modelos preditivos para a estimativa do SB já existentes, tendo sido o melhor modelo para prever o SB como masculino o de *Gama, Navega & Cunha*⁵, com 100% de acerto em nossa amostra, e como sexo feminino o de *Bethard & Seet*¹¹, com 50% de acerto. Estes modelos são versões modificadas no modelo de *Wescott*, cuja melhor combinação preditiva utiliza as medidas CAP e de LFASE⁴. No modelo proposto por *Gama, Navega & Cunha* foram utilizadas CAP, LPT, LFASD, LC; e no modelo proposto por *Bethard & Seet* foram utilizadas CAP, LFASE, CAPFASE, CAPFV¹¹. O pequeno número de vértebras analisadas no estudo atual está provavelmente relacionado a estas discrepâncias, o que demanda estudos com maior número de indivíduos para sua confirmação.

As medidas de C2 já foram correlacionadas com a estatura em estudos prévios, sendo essa estimativa considerada outro importante parâmetro na definição do PB do indivíduo^{9,10}. Como no estudo atual as perícias eram antropológicas, não estando disponível a estatura real dos indivíduos, as medidas de C2 foram comparadas com a estatura estimada dos indivíduos pelos métodos de *Pearson* (P) e de *Dupertuis & Hadden* (DH), bem como a média entre ambos. Das 15 medidas realizadas, 11 foram associadas significativamente a pelo menos uma estatura estimada, bem como a massa.

Com base nas medidas APO e CAP foram criadas equações para a predição das estaturas média e estimada pelo método P; já para a criação da equação com estatura estimada pelo método DH foram utilizadas as medidas APO e LFASE (Equação 3). O pequeno número de vértebras analisadas no estudo atual, bem como o fato das estaturas serem estimadas, pode prejudicar a interpretação dos resultados, o que demanda estudos com maior número de indivíduos para sua confirmação e com estatura real definida.

A formação de osteófitos e degenerações osteoartríticas articulares são indicadores gerais da idade biológica, uma vez que tendem a ser encontrados com o envelhecimento^{7,18}. As cargas mecânicas aplicadas com o tempo na coluna vertebral contribuem para degenerações dos discos intervertebrais por se associarem à redução de proteoglicanas, fibras colágenas e de líquido⁷. Estas degenerações se relacionam à osteoartrite e aos osteófitos⁷. Apesar de não ter havido associação estatística de nenhuma variável pesquisada com a idade, 12 dos 13 casos em que foram observados osteófitos apresentavam idade igual ou superior a 40 anos e todos os 16 casos onde foram observadas degenerações osteoartríticas apresentavam idade igual ou superior a 30 anos. Estudos realizados no Japão (n=225) e na Tailândia (400) indicaram relação estatística entre a presença de osteófitos na coluna vertebral, incluindo C2, e a progressão etária, e propuseram modelos estatísticos para a estimativa da idade^{7,18}. É provável que o pequeno número de casos do estudo atual prejudicou o estabelecimento da relação entre a presença e o grau de osteofitose em C2 e a idade.

Na amostra avaliada, 60,6% dos casos apresentavam ancestralidade asiática, associada em nosso meio à cor de pele parda. Não houve correlação entre as medidas estudadas e a ancestralidade, fato que pode estar associado à elevada miscigenação de nossa população ou ao número de casos avaliado. A morfologia do processo espinhoso das vértebras cervicais típicas (C2 a C6) está relacionada a diferentes ancestralidades¹⁹. Indivíduos de ancestralidade europeia apresentam maior percentual de processos espinhosos bífidos na coluna cervical, mas as vértebras C3-C6 são as mais úteis nesta avaliação, uma vez que C2 o apresenta bífido na maioria dos tipos étnicos^{19,20}. Em nossa amostra, onde foi possível a avaliação da morfologia do processo espinhoso, 92,6% o apresentavam bífido, percentual semelhante a estudos americano

(91%) e sul africano (89%). Estes dados reafirmam a imprecisão técnica do uso de C2 na diferenciação entre grupos étnicos^{19,20}.

O osso odontoide (*os odontoideum*) é uma rara anormalidade do PO, onde este se apresenta separado total ou parcialmente do corpo vertebral²¹. Geralmente é decorrente de um defeito de fusão congênito, mas também pode ser observado como complicação de fraturas mal consolidadas²¹, o que o torna uma característica individualizadora com potencial uso na AF. Entretanto, nenhuma das 71 C2 avaliadas o apresentava.

O estudo atual apresenta as seguintes limitações:

- O pequeno número de vértebras examinadas (71), bem como o baixo percentual de mulheres (19,7%), indica a necessidade de cautela ao serem aplicadas as equações apresentadas nos resultados, sendo necessário o desenvolvimento de estudos semelhantes abrangendo maior população para validação do método;

- Mais da metade das C2 examinadas foram de indivíduos não identificados. Ainda que a EPB nestes casos tenha sido feita levando em consideração todos os elementos ósseos disponíveis, e que tenha sido realizada no contexto da produção de um laudo pericial criminal, há uma imprecisão técnica inerente a estas estimativas, sendo necessário o desenvolvimento de estudos semelhantes contendo dados fidedignos (e não estimados) para validação do método;

- As medidas foram realizadas por um único examinador e utilizando um paquímetro específico, sem controle das possíveis variações intra e inter observador. Pode haver diferenças nestas medidas quando realizadas por diferentes indivíduos ou mesmo com outras marcas e tipos de paquímetro, sendo necessário o desenvolvimento de estudos semelhantes envolvendo mais de uma medição das estruturas avaliadas - realizada por indivíduos diferentes - para validação do método;

- As vértebras estudadas não pertencem a uma amostra aleatória da população mineira, tampouco da brasileira. Uma vez que a antropologia forense lida preferencialmente com casos de morte violenta, o perfil epidemiológico deste estudo representa um recorte bastante específico da população. Portanto, os dados não podem ser generalizados.

5. Conclusão

Tendo em vista a importância do PB para a antropologia forense, bem como a alta miscigenação da população brasileira, a realização desse estudo em âmbito regional obteve resultados com potencial aplicação prática. Reafirmou-se a relação de medidas de C2 com o sexo e com a estatura, observando-se a importância da avaliação simultânea de diferentes relevos vertebrais nestas estimativas, o que foi determinante na elaboração de uma equação para a estimativa do SB e de três equações para a estimativa da estatura. Entretanto, o pequeno número de vértebras analisadas, o número de indivíduos não identificados e o tipo de amostra avaliada (vítimas de causas externas de morte) indicam a necessidade de estudos posteriores para validação das equações de estimativas do SB e de estatura apresentadas nos resultados.

Financiamento

Nenhum.

Conflitos de interesse

Nenhum.

Agradecimentos

Ao coordenador do Setor de Antropologia Forense, Dr. Alexander Santos Dionísio, ao Centro de Estudos e à Diretoria do IMLAR, bem como à Superintendência de Polícia Técnico-Científica de Minas Gerais, pelo incentivo à educação continuada e à publicação científica.

Referências

1. Christensen AM, Passalacqua NV, Bartelink EJ. Introduction to forensic anthropology. In: Christensen AM, Passalacqua NV, Bartelink EJ. Forensic Anthropology - Current Methods and Practice. Academic Press. 2014; p. 1-17. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-418671-2.00001-X>
2. White TD, Black MT, Folkens PA. Assessment of Age, Sex, Stature, Ancestry, and Identity of the Individual. In: White TD, Black MT, Folkens PA. Human Osteology. 3ªed. Academic Press, Burlington, United States of America. 2012; p. 379-427. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374134-9.50018-0>

3. Austin D, King RE. The Biological Profile of Unidentified Human Remains in a Forensic Context. *Acad Forensic Pathol.* 2016;6(3):370-90. <https://doi.org/10.23907/2016.039>
4. Wescott DJ. Sex variation in the second cervical vertebra. *Journal of forensic sciences.* 2000;45(2):462-6. <https://doi.org/10.1520/JFS14707J>
5. Gama I, Navega D & Cunha E. Sex estimation using the second cervical vertebra: a morphometric analysis in a documented Portuguese skeletal sample. *International journal of legal medicine.* 2015;129(2):365-72. <https://doi.org/10.1007/s00414-014-1083-0>
6. Marlow EJ, Pastor RF. Sex determination using the second cervical vertebra-A test of the method. *Journal of forensic sciences.* 2011;56(1):165-9. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01543.x>
7. Praneatpolgrang S, Prasitwattanaseree S & Mahakkanukrauh P. Age estimation equations using vertebral osteophyte formation in a Thai population: comparison and modified osteophyte scoring method. *Anatomy & cell biology.* 2019; 52(2):149-60. <https://doi.org/10.5115/acb.2019.52.2.149>
8. Rhee CH, Shin SM, Choi YS, Yamaguchi T, Maki K, Kim YI, Kim SS, Park SB, Son WS. Application of statistical shape analysis for the estimation of bone and forensic age using the shapes of the 2nd, 3rd, and 4th cervical vertebrae in a young Japanese population. *Forensic science international.* 2015; 257:513.e1-9. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.08.018>
9. Saadat Mostafavi SR, Memarian A, Motamedi, O, Khaleghi M & Pouromidi M. Height estimation based on second cervical vertebra measured using three-dimensional computed tomographic scanning in Iranian adults. *BMC research notes.* 2019;12(1):599. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4634-0>
10. Rodríguez S, Rodríguez-Calvo MS, González A, Febrero-Bande M, & Muñoz-Barús JI. Estimating height from the first and second cervical vertebrae in a Spanish population. *Legal medicine (Tokyo, Japan).* 2016;19:88-92. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2015.08.002>
11. Bethard JD & Seet BL. Sex determination from the second cervical vertebra: a test of Wescott's method on a modern American sample. *Journal of forensic sciences.* 2013;58(1):101-3. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2012.02183.x>
12. Moretto M; Francisco RA; Costa Junior ML; Evison MP; Guimarães MA. Avaliação da Eficiência e Eficácia da Antropometria do Triângulo do Processo Mastoide na Estimativa do Sexo em Crânios Brasileiros. *Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics.* 2016;5(3):265-85. [https://doi.org/10.17063/bjfs5\(3\)y2016265](https://doi.org/10.17063/bjfs5(3)y2016265)

- 440 Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics 10(3):423-440 (2021)
13. Polícia Civil do Estado de Minas Gerais. Polícia Técnico-Científica. Instituto Médico Legal de Belo Horizonte. [Internet]. Disponível em <https://www.policiacivil.mg.gov.br/pagina/setores>. Acessado em 20/03/2020.
 14. Snodgrass JJ. Sex differences and aging of the vertebral column. *J Forensic Sci* 2004;49(4):458-63. <https://doi.org/10.1520/JFS2003198>
 15. Field A. Descobrimos a Estatística Usando o SPSS. 2ª edição. Porto Alegre: Artmed; 2009. 688 p.
 16. Quinino RC, Reis EA, Bessegato LF. O Coeficiente de Determinação R² como Instrumento Didático para Avaliar a Utilidade de um Modelo de Regressão Linear Múltipla. 2011. [Internet]. Disponível em http://www.est.ufmg.br/portal/arquivos/rts/PD_28102011_Final.pdf. Acessado em 18/01/2021.
 17. Spradley MK, Jantz RL. Sex estimation in forensic anthropology: Skull versus postcranial elements. *Journal of Forensic Sciences*. 2011; 56(2):289-96. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2010.01635.x>
 18. Watanabe S, Terazawa K. Age estimation from the degree of osteophyte formation of vertebral columns in Japanese. *Leg Med (Tokyo)*. 2006;8(3):156-60. <https://doi.org/10.1016/j.legalmed.2006.01.001>
 19. Duray SM, Morter HB, Smith FJ. Morphological variation in cervical spinous processes: potential applications in the forensic identification of race from the skeleton. *J Forensic Sci*. 1999;44(5):937-44. <https://doi.org/10.1520/JFS12020J>
 20. Asvat R. The configuration of cervical spinous processes in black and white South African skeletal samples. *J Forensic Sci*. 2012;57(1):176-81. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2011.01942.x>
 21. Curate F. A case of Os odontoideum in the palaeopathological record. *Int. J. Osteoarchaeol*. 2008;18:100-5. <https://doi.org/10.1002/oa.915>