

OSTEOMETRIA COMPARADA DE FÍBULA EM AVES: ANALISANDO O GRAU DE VESTIGIALIZAÇÃO

MARA PATRÍCIA VERMAN ZURSCHMITEN¹; ANTONIO CARLOS BORGES NETO²; ANTONIO LUIZ GOVEA SILVEIRA JUNIOR³; VINICIUS SCHMALFUSS ESPINDOLA⁴; CÉSAR JAEGER DREHMER⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – mara.verman@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – borgesneto.ag_@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – juniorgovea@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas - viniciusschmalfuss@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – cjaeger@terra.com.br

1. INTRODUÇÃO

O zeugópode das aves, que é o segmento médio do membro locomotor posterior, corresponde ao tibiotarso e fíbula (BOURCKHARDT, 2013). Na maioria dos tetrápodes este dois ossos são igualmente longos (BOTELHO, 2016). Ao longo da evolução das aves observa-se redução da fíbula, cujo grau varia entre as espécies (KÖNIG; LIEBICH, 2006). Esta redução, entre outras modificações esqueléticas, está correlacionada às mudanças que ocorreram na transição de répteis para aves (HALL, 1984).

Nas aves a fíbula foi significativamente reduzida em relação ao tibiotarso (STREICHER, MÜLLER, 1992), caracterizando-se por ser robusta proximalmente, onde se articula com o fêmur, assim como com o tibiotarso, mas é incompleta distalmente, afunilando-se em uma extremidade delgada, atingindo cerca de 3/4 do comprimento do tibiotarso (DYCE; WENSING; SACK, 2004).

A redução distal da fíbula é uma característica importante da evolução do membro locomotor posterior das aves, estando esta redução associada a outras transformações significativas que ocorreram no mesmo (STREICHER; MÜLLER, 1992).

Pelo fato de, nas aves, a fíbula ter sofrido reduções em seu comprimento, ela é considerada uma estrutura vestigial, sendo estas, geralmente, reduzidas em tamanho (SETER, 2015). Segundo Hall (2003), vestígios são remanescentes evolutivos de uma característica ancestral encontrados em adultos e que apesar de apresentarem pouco ou nenhum valor adaptativo, são marcas indelévels da evolução.

A condição ancestral de fíbula e tíbia de igual comprimento pode ser reproduzida por manipulação experimental (HALL, 1984). Portanto, a maioria dos trabalhos que envolvem a fíbula como objeto de estudo são de experimentos para reproduzir tais fíbulas, sendo poucos, senão raros, trabalhos focados na osteometria deste osso.

Estudos osteométricos são importantes uma vez que fornecem subsídios para se entender aspectos evolutivos de determinado grupo taxonômico, podendo ser usados até mesmo na separação de espécies semelhantes dentro do mesmo gênero (PIRATELLI et al, 2001). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar e comparar o grau de vestigialização da fíbula nas diferentes ordens de aves, tendo como hipótese de que o comprimento da mesma está relacionado ao comprimento do tibiotarso e que as ordens mais derivadas apresentam fíbulas mais vestigiais.

2. METODOLOGIA

Para a análise osteométrica foram utilizados 136 espécimes, compreendendo 50 espécies de 18 ordens. Do total dos espécimes, 78 pertencem à coleção científica de Ornitologia do Museu Carlos Ritter (MCRO) e 58 pertencem à coleção científica do Museu de História Natural da Universidade Católica de Pelotas (MUCPEL). Os exemplares da MCRO foram preparados, no Laboratório de Zoologia de Vertebrados da UFPel, inicialmente por processo mecânico de dissecação, com auxílio de bisturi e pinças (SILVEIRA; TEIXEIRA, OLIVEIRA, 2008) seguida pela técnica de maceração em água corrente ou em coleópteros dermestídeos.

Utilizando paquímetro de 200 mm com precisão de 0,05 mm, foram mensurados somente o comprimento dos ossos que compõe o membro locomotor posterior (fêmur, tibiotarso, fíbula e tarsometatarso). Os valores do comprimento da fíbula e também do tibiotarso para cada espécie foram calculados como média de todos os espécimes presentes. A diferença absoluta e também a relativa de comprimento entre o tibiotarso e fíbula foram calculadas para cada espécie.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento dos elementos ósseos tibiotarso e fíbula de cada espécie bem como suas diferenças absolutas e relativa entre eles, variam entre as espécies das diferentes ordens (Tabela 1).

Tabela 1. Comprimento do tibiotarso (C.T.) e comprimento da fíbula (C.F.) das espécies contempladas em cada Ordem e as diferenças de comprimento (D.C.) entre os dois elementos ósseos

Ordem	Espécie	Nº de espécimes	C.T. (mm)	C.F. (mm)	D.C. (mm)	D.C. (%)
Rheiformes	<i>Rhea americana</i>	3	301,81	203,41	98,4	32,60
Tinamiformes	<i>Rhynchotus rufescens</i>	1	97,20	63,90	33,3	34,26
Anseriformes	<i>Cygnus melancoryphus</i>	3	159,93	95,30	64,63	40,41
	<i>Coscoroba coscoroba</i>	1	163,80	89,45	74,35	45,39
	<i>Anas versicolor</i>	1	62	31,10	30,90	49,84
	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	2	68,40	37,5	30,90	45,18
	<i>Chauna torquata</i>	5	196,58	105,38	91,20	46,39
	<i>Netta peposaca</i>	2	82,81	47	35,81	43,25
	<i>Callonetta leucophrys</i>	1	55,00	30	25	45,45
	<i>Dendrocygna bicolor</i>	1	92,90	55,28	37,62	40,50
Galliformes	<i>Penelope obscura</i>	1	132	71	61	46,21
Podicipediformes	<i>Podiceps major</i>	1	111,20	75,30	35,90	32,28
Cuculiformes	<i>Piaya cayana</i>	1	59,45	21,38	38,07	64,04
Gruiformes	<i>Aramus guaraúna</i>	3	169,92	117,83	52,09	30,66
	<i>Pardirallus maculatus</i>	3	66,88	39,53	27,34	40,88
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	1	68,80	36,40	32,4	47,09
	<i>Porphyriops melanops</i>	2	62,38	34,23	28,15	45,13
	<i>Gallinula galeata</i>	1	85,80	44,70	41,1	47,90
	<i>Aramides cajaneus</i>	1	105	60,10	44,9	42,76
Charadriiformes	<i>Vanellus chilensis</i>	1	88,9	33,3	55,6	62,54
	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	1	75,45	36,85	38,6	51,16
	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	1	77,8	32,25	45,55	58,55
	<i>Sterna hirundo</i>	1	54,7	16,2	38,5	70,38
Sphenisciformes	<i>Spheniscus magellanicus</i>	1	109,45	77,6	31,85	29,10
Procellariiformes	<i>Fulmarus glacialis</i>	2	88,50	50,68	37,83	42,74
	<i>Procellaria aequinoctialis</i>	1	86,30	66,5	19,8	22,94

	<i>Macronectes giganteus</i>	1	158,90	90,5	68,4	43,05
	<i>Puffinus puffinus</i>	1	63,30	46,5	16,8	26,54
Pelecaniformes	<i>Platalea ajaja</i>	1	144,85	104,2	40,65	28,06
	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	1	86,3	76,65	9,65	11,18
Ciconiiformes	<i>Plegadis chihi</i>	2	123,10	61,93	61,18	49,70
	<i>Botaurus pinnatus</i>	1	164,90	95	69,9	42,39
	<i>Ardea Alba</i>	2	197,68	95,63	102,05	51,63
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	3	127,89	64,13	63,77	49,86
	<i>Ardea cocoi</i>	2	269,65	127,63	142,03	52,67
	<i>Butorides striata</i>	1	76,20	41,25	34,95	45,87
Accipitriformes	<i>Rupornis magnirostris</i>	4	95,71	73,03	22,68	23,70
	<i>Circus buffoni</i>	1	109,2	71,08	38,12	34,91
Strigiformes	<i>Athene cunicularia</i>	12	69,14	50,19	18,95	27,41
	<i>Tyto furcata</i>	19	97,27	79,83	17,44	17,93
	<i>Asio clamator</i>	11	108,65	87,72	20,93	19,26
	<i>Bubo virginianus</i>	16	126,18	107,73	18,45	14,62
	<i>Megascops choliba</i>	3	59,35	49,66	9,69	16,33
Coraciformes	<i>Chloroceryle americana</i>	2	24,03	9,33	14,70	61,19
Falconiformes	<i>Caracara plancus</i>	5	117,88	82,85	35,03	29,71
	<i>Falco sparverius</i>	2	49,9	36,08	13,83	27,71
Psittaciformes	<i>Myiopsitta monachus</i>	1	42,6	12,75	29,85	70,07
Passeriformes	<i>Chamaeza campanisona</i>	1	52,55	27,75	30,8	58,61
	<i>Furnarius rufus</i>	1	43,15	25,3	17,85	41,37
	<i>Paroaria coronata</i>	1	43	12,45	30,55	71,05

As espécies com tamanhos curtos de tibiotarso apresentaram as maiores diferenças relativas de comprimento entre tibiotarso e fíbula: *Paroaria coronata* (Passeriformes) com 71,05%, seguida de *Sterna hirundo* (Charadriiformes) com 70,38 % e *Myiopsitta monachus* (Psittaciformes) com 70,07%, ou seja, estas espécies possuem fíbulas reduzidas, sendo as mais vestigiais.

Já as menores diferenças relativas entre tibiotarso e fíbula foram as das espécies com tamanho intermediário de tibiotarso: *Phalacrocorax brasilianus* (Pelecaniformes) com 11,18 %, seguida de *Bubo virginianus* (Strigiformes) com 14,62 % e *Megascops choliba* (Strigiformes) com 16,33 %.

De acordo com Streicher e Müller (1992), a condição de possuir tibiotarso curto e elevada diferença relativa entre ele e a fíbula é encontrada exclusivamente em aves pequenas, sendo o único tipo em que a redução fibular é substancialmente avançada em relação à condição primitiva. Já a condição de menor afastamento da condição primitiva é a que possui comprimento do tibiotarso intermediário e moderada diferença relativa.

4. CONCLUSÃO

Com estes resultados preliminares, pode-se concluir que o comprimento da fíbula está relacionado ao comprimento do tibiotarso. Sendo assim, será necessária a realização de testes estatísticos para verificar as diferenças significativas entre as ordens analisadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTELHO, J.F.; SMITH-PAREDES, D.; SOTO-ACUNÃ,S.; O' CONNOR,J.; PALMA,V.; VARGAS,A.O. Molecular developmen of fibular reduction in birds and its evolution from dinosaurs. **Evolution**, local, v.70, n.3, p.543-554, 2016.

BOURCKHARDT, G. F. **O efeito de elevados níveis de homocisteína sobre a expressão de proteínas relacionadas ao ciclo celular e à diferenciação condrogênica no desenvolvimento dos membros**. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e do Desenvolvimento – PGBCD)- Centro de Ciências Biológicas – CCB, Universidade Federal de Santa Catarina.

DYCE, K. M.; WENSING, C. J. G.; SACK, W. O. **Tratado de anatomia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 813 p.

HALL, B. K. Developmental mechanisms underlying the formation of atavisms. **Biological Reviews**, v. 59, p. 89-124, 1984.

HALL, B. K. Descent with modification: the unity underlying homology and homoplasy as seen through an analysis of development and evolution. **Biological Reviews**, Cambridge, v. 78, p. 409-433, 2003.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, Hans-Georg. **Anatomia de animais domésticos-Texto e atlas colorido**. 6.ed. São Paulo: Artmed, 2006. 770 p.

PIRATELLI, A. J.; MELO, F. P. de; CALIRI, R. F. Dados morfométricos de aves do sub-bosque da região leste do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 18, n. 2, p. 305 – 317, 2001.

SETER, P.; MOCH, J. G. A critical survey of vestigial structures in the postcranial skeletons of extant mammals. **PeerJ** 3: e 1439, Estados Unidos, 2015.

STREICHER, J.; MÜLLER, G. B. Natural and Experimental Reduction of the Avian Fibula: Developmental Thresholds and Evolutionary Constraint. **Journal of Morphology**, v. 214, p. 269-285, 1992.