

ANÁLISE MORFOLÓGICA DOS FORAMES ÓPTICO E OLFATÓRIO NO CRÂNIO DA PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*)

MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE OPTIC AND OLFATORY FORAMINA IN THE SKULL OF THE RED-WINGED TINAMOU (*Rhynchotus rufescens*)

Heloisa Bravim Murback¹ Ariane Dantas² Vânia Maria de Vasconcelos Machado³
Josineudson Augusto II de Vasconcelos³ Luiz Eduardo Cruz Dos Santos Correia³
Eduardo Henrique Martins³ Rogério Antonio de Oliveira⁴ André Luis Filadelpho⁴

RESUMO

A craniometria é o estudo dos ossos do crânio e ajuda a identificar diferenças entre famílias e grupos de aves, considerando que a forma e o arranjo do crânio variam entre os indivíduos. Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar parte intermediária do crânio da perdiz (*Rhynchotus rufescens*) para identificar suas estruturas e variações. Foram examinadas 20 cabeças de perdizes com cerca de um ano de idade, divididas em dez machos e dez fêmeas. As medições realizadas incluíram altura, largura e comprimento total dos crânios, além dos forames do nervo olfatório e do nervo óptico, usando um paquímetro digital. As imagens foram obtidas por tomografia computadorizada com um aparelho Shimadzu SCT 7800 TC Helicoidal. Foi feito um Scout para planejar a área de interesse e foram realizados cortes de 1 mm no plano axial, usando 120 kVp e 100 mAs a 130 mAs. As imagens foram reconstruídas nos planos coronal e sagital para a medição dos forames. A análise envolveu ANOVA e correlação linear com um nível de significância de 0,05. As medições mostraram valores próximos, permitindo criar padrões úteis para a espécie. Observou-se uma correlação entre o forame do nervo olfatório e o forame do nervo óptico ($r= 0,47774$; $P= 0,0285$), possivelmente relacionada à adaptação ao ambiente. No entanto, a baixa qualidade das imagens tomográficas, provavelmente devido à densidade dos crânios, limitou a análise detalhada. Conclui-se que as medições dos forames foram bem-sucedidas e úteis para identificar padrões para a espécie.

Palavras-chave: Anatomia Avícola, Craniometria, Forames Nervosos.

¹ Graduanda em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- UNESP - Campus de Botucatu/SP.

² Docente da UniFSP - Avaré/SP. R. Emílio de Menezes, S/N - Gleba B, Americana - SP, 13469-111. e-mail: dantas.vet@gmail.com.

³ Professor(a) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP - Campus de Botucatu/SP.

⁴ Professor do Instituto de Biociências - UNESP - Campus de Botucatu/SP.

ABSTRACT

Craniometry is the study of skull bone measurements and is useful for identifying morphological differences among bird species. This study aimed to evaluate the intermediate portion of the skull of the red-winged tinamou (*Rhynchotus rufescens*), focusing on the morphology of the optic and olfactory nerve foramina. Twenty heads of partridges approximately one year old, divided into ten males and ten females, were examined. The measurements performed included height, width and total length of the skulls, as well as the foramina of the olfactory and optic nerves, using a digital caliper. Images were obtained by computed tomography with a Shimadzu SCT 7800 Helical CT scanner. A Scout scan was used to plan the area of interest and 1 mm axial slices were acquired using 120 kVp and 100 to 130 mAs. The images were reconstructed in the coronal and sagittal planes to measure the foramina. The analysis involved ANOVA and linear correlation with a significance level of 0.05. The measurements showed similar values, allowing the establishment of useful morphological patterns for the species. A correlation was observed between the olfactory nerve foramen and the optic nerve foramen ($r= 0.47774$; $P= 0.0285$), which may be associated with environment adaptation. However, the low quality of the tomographic images, probably due to the density of the skulls, limited the detailed analysis. It is concluded that the measurements of the foramina were effective and useful for identifying morphological patterns in the species.

Keywords: Avian Anatomy, Craniometry, Nervous Foramina.

¹ Graduanda em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia- UNESP - Campus de Botucatu/SP.

² Docente da UniFSP - Avaré/SP. R. Emílio de Menezes, S/N - Gleba B, Americana - SP, 13469-111. e-mail: dantas.vet@gmail.com.

³ Professor(a) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP - Campus de Botucatu/SP.

⁴ Professor do Instituto de Biociências - UNESP - Campus de Botucatu/SP.

1 INTRODUÇÃO

Da ordem Tinamiformes, a família Tinamidae é subdividida em duas subfamílias: *Tinaminae*: cuja abertura das narinas dispõe-se na metade rostral do bico e são aves de florestas tropicais e subtropicais, diferente da subespécie *Rhynchotinae*, que a abertura das narinas é na inserção do bico, composta por espécies campestres como a *Rhynchotus rufescens*, conhecida popularmente como perdiz (Marques, 2014), *napopé* e *inhambupé* (Nordeste), no estado do Rio Grande do Sul é conhecida como perdigão (Sick, 1997).

Atualmente, a criação de aves silvestres vem ganhando destaque não apenas como alternativa econômica para pequenos e médios produtores, mas também como estratégia para conservação *ex situ*. A carne de espécies como a perdiz tem sido valorizada por sua qualidade nutricional, sendo descrita como magra, rica em proteínas, de sabor delicado e com baixos níveis de colesterol, o que a torna atrativa para consumidores preocupados com a saúde (Moro *et al.*, 2006; Correia, 2017). Paralelamente, o manejo adequado dessas espécies exige conhecimento técnico-científico aprofundado sobre sua biologia, comportamento, reprodução e, especialmente, sobre sua anatomia. Esse conhecimento é essencial para garantir o bem-estar animal, otimizar práticas de criação e prevenir ou tratar afecções clínicas com maior eficácia.

A anatomia das aves é peculiar devido ao quesito voo, pois necessitam de disposição esquelética mais leve, resultando em ossos mais finos e fundidos (KING, 1986), resultando num crânio com fusão de elementos a qual apresentam suturas obliteradas (Romer; Parsons, 1985). A craniometria é um dos principais dados esqueléticos, cujas variações podem diferenciar famílias e ordens (Pascotto *et al.*, 2006), havendo diversas variações na disposição, proporção e arranjos nas divisões cranianas de acordo com cada indivíduo. (Romer; Parsons, 1985).

Além da importância da osteologia para corretos diagnósticos de condições anatômicas, osteo-patologias e estudo das estruturas, também são de extrema importância para determinações de táxons, construções de árvores filogenéticas e morfofuncionalidade (Pascotto, 2006). As principais afecções na clínica de aves estão ligadas ao sistema esquelético, porém tais conhecimentos ainda são escassos, principalmente se tratando de parâmetros particulares de aves silvestres (Arnaut, 2006).

Além disso, compreender a morfologia craniana das aves silvestres como a perdiz pode contribuir para avanços na medicina veterinária, especialmente em diagnósticos por imagem e intervenções cirúrgicas em animais exóticos. A caracterização precisa de estruturas cranianas possibilita maior acurácia na interpretação de exames tomográficos e na identificação de possíveis anomalias. Estudos como este também são relevantes para a conservação das

espécies, pois auxiliam na criação de bancos de dados morfoanatômicos que podem ser utilizados em reabilitação e manejo de fauna. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é analisar as estruturas da porção intermédia do crânio da perdiz, identificando estruturas e possíveis variações.

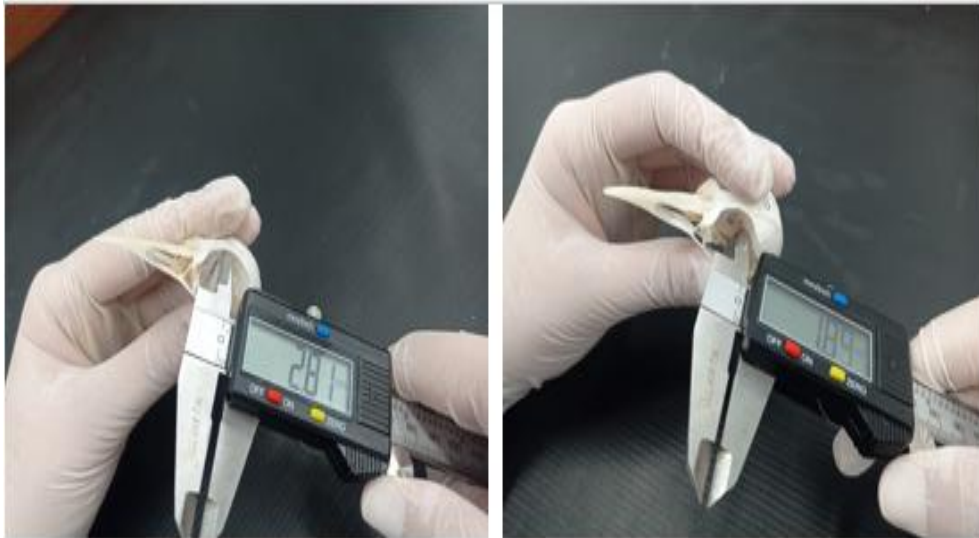
2 METODOLOGIA

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, campus de Botucatu-SP, sob o Protocolo nº 0412/2023. Foram analisados 20 crânios de *Rhynchotus rufescens* (perdiz), com idade estimada em aproximadamente um ano, sendo dez indivíduos do sexo masculino e dez do sexo feminino. As amostras foram provenientes do projeto intitulado Osteologia craniana de *Rhynchotus rufescens*: análise morfológica. Após a coleta, os espécimes foram armazenados em freezer até o momento do processamento anatômico.

A preparação osteológica consistiu na remoção dos tecidos moles por meio de técnicas padronizadas, incluindo maceração em água morna e imersão subsequente em solução enzimática para eliminação de resíduos orgânicos remanescentes. Após a limpeza, os crânios foram submetidos à secagem natural, à sombra, e em seguida identificados e codificados individualmente, assegurando a rastreabilidade durante todas as fases da análise.

A avaliação morfológica foi realizada por meio de mensurações lineares com o uso de um paquímetro digital de alta precisão (MTX®, 150 mm). As variáveis consideradas incluíram altura craniana (AL), largura craniana (LG) e comprimento total do crânio (CC), além dos diâmetros dos forames do nervo olfatório (FOF) e do nervo óptico (FOP), conforme demonstrado esquematicamente na Figura 1. Todas as medições foram efetuadas por um único observador, em triplicata, com o intuito de minimizar possíveis erros de aferição e garantir a reprodutibilidade dos dados.

Figura 1. Avaliação das medidas obtidas em crânios de perdizes.



Fonte: Próprio Autor, 2021.

A avaliação imagenológica dos crânios foi conduzida por meio de tomografia computadorizada (TC), empregando um tomógrafo helicoidal da marca Shimadzu, modelo SCT 7800 TC, com um canal de detecção. O exame teve início com a obtenção do Scout, utilizado para o planejamento anatômico detalhado da região de interesse - especificamente, o crânio e o bico das aves. Com base nesse planejamento, foram adquiridas imagens nos cortes axiais com espessura de 1 mm, utilizando parâmetros de exposição padronizados: 120 kVp e corrente elétrica variando entre 100 e 130 mAs, otimizando o contraste e a definição das estruturas ósseas.

As imagens obtidas foram posteriormente processadas com reconstruções multiplanares nos planos coronal e sagital, permitindo uma análise tridimensional precisa das estruturas anatômicas, com ênfase nos forames do nervo olfatório e óptico. Essa abordagem possibilitou a mensuração acurada dos diâmetros dos forames sob diferentes ângulos de incidência, ampliando a confiabilidade dos dados coletados e complementando as mensurações realizadas de forma direta nos espécimes secos.

Todos os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas para facilitar o tratamento estatístico. As variáveis morfométricas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), com o objetivo de verificar possíveis diferenças significativas entre os grupos avaliados. Além disso, foi aplicado o coeficiente de correlação de Spearman para investigar a existência de associações entre os valores mensurados nas diferentes estruturas cranianas. Em todas as análises, adotou-se um nível de significância de 5% ($P < 0,05$), garantindo a robustez estatística dos resultados obtidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A craniometria é uma ferramenta fundamental na anatomia comparada, permitindo a quantificação de estruturas ósseas e a identificação de padrões morfológicos dentro e entre espécies. No caso de aves silvestres como a *Rhynchotus rufescens*, popularmente conhecida como perdiz, esse tipo de análise fornece subsídios importantes não apenas para a sistematização taxonômica, mas também para a compreensão das adaptações funcionais relacionadas ao comportamento, ecologia e evolução. Ao investigar as proporções e correlações entre diferentes estruturas cranianas, é possível detectar variações sutis que refletem desde diferenças sexuais e etárias até respostas a pressões ambientais específicas.

Nesse contexto, os dados obtidos por meio da craniometria adquirem valor científico tanto para a biologia evolutiva quanto para aplicações práticas na medicina veterinária e conservação de espécies. As medidas avaliadas podem ser observadas na Tabela 1. A craniometria fornece dados quantitativos que permitem inferências sobre a biologia, comportamento e evolução das espécies, sendo amplamente utilizada em estudos taxonômicos, funcionais e adaptativos (Bookstein, 1991; Klingenberg, 2010).

Tabela 1. Média e limites mínimo e máximo das variáveis observadas na análise macroscópica do crânio de perdizes

Variável	Análise macroscópica		
	Média	Mínimo	Máximo
LG	27,51	25,44	29,10
AL	26,35	22,26	68,90
CC	70,08	65,66	74,67
FOF	1,89	1,32	3,20
FOP	2,86	1,80	3,61

LG: Largura; AL: Altura; CC: Comprimento do comprimento total do crânio; FOF: Forame do nervo olfatório e o FOP: Forame do nervo óptico.

A análise das variáveis apresentadas na Tabela 1 revela uma relativa uniformidade nas dimensões cranianas entre os indivíduos avaliados, sugerindo baixa variabilidade populacional dentro do grupo amostrado. No entanto, observa-se uma amplitude um pouco maior nas medidas relacionadas à altura do crânio, o que pode indicar a presença de variações morfológicas discretas possivelmente associadas ao dimorfismo sexual, à idade ou a fatores ambientais. As dimensões dos forames olfatório e óptico, embora também apresentem variação,

mantêm proporções consistentes entre si, o que pode refletir uma organização funcional estável dessas estruturas sensoriais. Esses dados reforçam a necessidade de investigações futuras com amostragens mais amplas e comparações entre sexos e faixas etárias, a fim de compreender possíveis padrões adaptativos ou evolutivos presentes na morfologia craniana da espécie (Smith; Skúlason, 1996, Goswami; Polly, 2010, Klingenberg, 2010).

Dentre os dados coletados, destacou-se a existência de uma correlação estatisticamente significativa entre os diâmetros do forame do nervo olfatório e do forame do nervo óptico ($r=0,47774$; $P=0,0285$), conforme demonstrado na Tabela 2. Essa associação pode indicar um possível vínculo funcional entre essas estruturas, sugerindo uma coevolução morfológica adaptativa vinculada ao estilo de vida da espécie. Considerando que a perdiz é uma ave de hábitos terrestres e comportamento ativo na busca por alimento, presume-se que tanto o sistema olfatório quanto o visual exercem papéis fundamentais na sua ecologia comportamental.

A adequação anatômica dessas estruturas sensoriais pode, portanto, refletir um arranjo evolutivo voltado à otimização da percepção ambiental, essencial para a detecção de recursos, reconhecimento de parceiros reprodutivos e evasão de predadores. Esses achados reforçam a hipótese de que há uma interdependência funcional entre os sentidos do olfato e da visão em *Rhynchotus rufescens*, e abrem caminho para futuras investigações sobre a relação entre morfologia craniana, capacidade sensorial e comportamento adaptativo em aves campestres.

Tabela 2. Coeficientes de correlação Spearman e os níveis de significância obtidos entre as variáveis estudadas na análise macroscópica do crânio de perdizes

	LG	AL	CC	FOF	FOP
LG	1,000				
AL	0,00260	1,000	-0,02079	-0,01560	-0,17544
	0,9911		0,9287	0,9465	0,4469
CC	0,58701	-0,02079	1,000	0,19493	0,14940
	0,0051	0,9287		0,3971	0,5181
FOF	0,08512	-0,01560	0,19493	1,000	0,47774*
	0,7137	0,9465	0,3971		0,0285
FOP	0,09743	-0,17544	0,14940	0,47774*	1,000
	0,6744	0,4469	0,5181	0,0285	

LG: Largura; AL: Altura; CC: Comprimento do comprimento total do crânio; FOF: Forame do nervo olfatório e o FOP: Forame do nervo óptico.

*Estatisticamente significativas quando $P < 0,05$.

É importante destacar que a correlação significativa entre os forames olfatório e óptico pode indicar uma interdependência funcional entre os sentidos envolvidos, o olfato e a visão, essenciais para a sobrevivência da perdiz no ambiente natural. Essa hipótese pode ser sustentada

por estudos comportamentais que demonstram que aves terrestres necessitam de uma percepção espacial refinada para detecção de alimento e predadores, o que justificaria um desenvolvimento harmônico dessas estruturas. Ainda que a função olfativa em aves tenha sido historicamente subestimada, pesquisas recentes apontam que o olfato exerce papel relevante, inclusive em comportamentos sociais e reprodutivos (Bang; Cobb, 1968, Hagelin, 2007, Balthazart; Taziaux, 2009, Gutiérrez-Ibáñez *et al.*, 2014, Martin, 2017).

Adicionalmente, os dados obtidos por craniometria, apesar de próximos entre os indivíduos, sugerem uma leve variação sexual não explorada em profundidade neste estudo, abrindo margem para investigações futuras com maior número de amostras e abordagem comparativa entre machos e fêmeas. Essa diferenciação pode ser relevante não apenas do ponto de vista anatômico, mas também ecológico e comportamental. Estudos que explorem a relação entre dimorfismo sexual e variações morfológicas cranianas podem ampliar a compreensão sobre a evolução adaptativa dessas aves no ambiente campestre (Jehl; Murray, 1986, Badyaev, 2002, Livezey; Zusi, 2006, Lislevand *et al.*, 2007).

Ressalta-se que a tentativa de obtenção de imagens tomográficas do crânio das perdizes apresentou limitações técnicas. A baixa resolução das reconstruções impediu uma análise detalhada por tomografia computadorizada. Essa limitação pode estar relacionada à baixa densidade óssea dos crânios da espécie, dificultando a definição das estruturas em exames de imagem. Recomenda-se a adoção de parâmetros técnicos otimizados ou métodos alternativos de aquisição e reconstrução tridimensional para estudos futuros.

4 CONCLUSÕES

A mensuração dos forames do nervo olfatório e o forame do nervo óptico foram realizados com sucesso, sendo possível identificar padrões para a espécie através de paquímetro digital. Os dados obtidos reforçam a importância da craniometria como ferramenta para caracterização anatômica de espécies silvestres e sugerem a existência de uma correlação morfológica entre estruturas nervosas cranianas possivelmente associada a adaptações ecológicas. Futuras pesquisas com maior número de exemplares, melhores recursos de imagem e abordagem comparativa entre sexos poderão ampliar o conhecimento sobre a funcionalidade e variações dessas estruturas na perdiz.

REFERÊNCIAS

- ARNAUT, L. S. **Estudo Radiográfico das Afecções do Sistema Esquelético de Aves**. 2006. 123 f. Dissertação (Mestrado Clínica Cirúrgica Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- BADYAEV, A. V. Sex-biased ontogeny of sexual size dimorphism in birds: The role of developmental constraints. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.33, p.645-678, 2002.
- BALTHAZART, J.; TAZIAUX, M. The underestimated role of olfaction in avian reproduction? **Behavioural Brain Research**, v.200, n.2, p. 248-259, 2009. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2692081/pdf/nihms113966.pdf>. Acesso 13/02/2026.
- COBB, Stanley. The size of the olfactory bulb in 108 species of birds. **The auk**, v. 85, n. 1, p. 55-61, 1968. Disponível em: <https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=18750&context=auk>. Acesso 13/02/2026.
- BAUMEL, J. J. (Ed.). **Handbook of Avian Anatomy: Nomina Anatomica Avium** (2nd ed.). Cambridge, MA: Nuttall Ornithological Club, 1993.
- BOOKSTEIN, F. L. **Morphometric Tools for Landmark Data: Geometry and Biology**. Cambridge University Press. 456 p.
- CORREIA, L. E. C. S. **Avaliação da endogamia, características reprodutivas e de crescimento em perdizes (*rhynchotus rufescens*) criadas em cativeiro**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2017. 01p
- GOSWAMI, A.; POLLY, P. D. The influence of modularity on cranial morphological disparity in birds and mammals. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, 365(1556), 679-690, 2010.
- GUTIÉRREZ-IBÁÑEZ, C., IWANIUK, A. N., WYLIE, D. R. The independent evolution of the visual and olfactory systems in birds. **Brain, Behavior and Evolution**, 84(3), 157-170, 2014.
- JEHL JR., J. R.; MURRAY JR., B. G. The evolution of normal and reverse sexual size dimorphism in shorebirds and other birds. **Current Ornithology**, 3, 1-86, 1986.
- HAGELIN, J. C. **Odors and chemical signaling**. In: Jamieson, B. G. M. (Ed.), **Reproductive Biology and Phylogeny of Birds** (Vol. 6A). CRC Press. 2007.
- KING, A. S. Introdução Às Aves. In: GETTY, R. **Anatomia Dos Animais Domésticos 2**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1986. 1677-1679 p.
- KLINGENBERG, C. P. Evolution and development of shape: integrating quantitative approaches. **Nature Reviews Genetics**, v.11, n.9, p. 623-635, 2010.

- LISLEVAND, T., FIGUEROLA, J., SZÉKELY, T. Avian body sizes in relation to sexual selection and mating system: a comparative analysis. **The American Naturalist**, v.169, n.1, p.77-89, 2007.
- LIVEZEY, B. C.; ZUSI, R. L. Higher-order phylogeny of modern birds (Theropoda, Aves: Neornithes) based on comparative anatomy. II. Analysis and discussion. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v.149, n.1, p.1-95, 2006.
- MARQUES, M. V. R. Tinamiformes (Codorna, Inhambu, Macuco, Jaó e perdiz In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária**. 2.ed. São Paulo: Roca, 2014. Cap. 19. p. 343-375.
- MARTIN, G. R. **The Sensory Ecology of Birds**. Oxford University Press. 2017.
- MORO, M. E. G.; *et al.* **Rendimento de carcaça e composição química da carne de perdiz antiva (*Rhynchotus rufescens*)**. *Ciência Rural*, v. 36, n. 1, p. 258-262, 2006.
- PASCOTTO, M. C. *et al.* Osteologia craniana de coraciiformes (aves). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 3, p. 841-864, 2006.
- ROMER, A.S.; PARSONS, T.S. **Anatomia Comparada Dos Vertebrados**. São Paulo: Editora Atheneu, São Paulo, 1985.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. 153-167 p.
- SMITH, T. B.; SKÚLASON, S. Evolutionary significance of resource polymorphisms in fishes, amphibians, and birds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, 27, 111-133, 1996.