



ASPECTOS MORFOFUNCIONAIS DE PÉS E BICOS EM AVES AQUÁTICAS - REVISÃO DE LITERATURA

(Morphofunctional aspects of feet and beaks in aquatic birds - A review)

(Aspectos morfofuncionales de patas y picos en aves acuáticas - Una revision)

Milena Pena Neumann¹; Joana de Bairros Neris²; Luiz Filipe Moreira Pereira³; Juliane Yurika
Alves Sato⁴; Pétala Souza Farias⁵ Iago Vinícius de Sá Fortes Junqueira⁶

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora, GEAS Brasil, GEAAB

² Universidade Federal de Pelotas, GEAS Brasil, GEAAB

³ Universidade Federal de Minas Gerais, GEAAB

⁴ Universidade de Brasília, GEAAB

⁵ Universidade Federal Rural da Amazônia, GEAS Brasil

⁶ The Wild Place Co. - Coorientador GEAS Brasil e GEAAB

As aves aquáticas apresentam adaptações morfofuncionais em bicos e pés resultantes das pressões ecológicas e necessidades comportamentais. A forma dos bicos reflete estratégias alimentares, enquanto a morfologia podal está relacionada à eficiência locomotora terrestre e/ou aquática. Estes caracteres morfológicos constituem exemplos de adaptações funcionais que permitem a exploração de diferentes nichos (Nelson, 2005; Proctor & Lynch, 1993). O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão sistemática de como os aspectos morfofuncionais de bicos e pés em aves aquáticas, destacando como variações estruturais se correlacionam com diferentes funções alimentares e estratégias locomotoras. Podemos classificar os bicos em categorias funcionais distintas: rede de pesca, pescador de superfície, mergulhador, pescador, limícola e filtrador. Os pelicanos (Pelecanidae), representantes do grupo “rede de pesca”, apresentam gnatoteca prolongada com bolsa gular elástica, permitindo capturar cardumes inteiros por imersão parcial. Essa característica demonstra a relação direta entre a forma do bico e a função de obtenção de alimento (Nelson, 2005). Aves como trinta-réis (Sternidae) e fragatas (Fregatidae), classificadas como pescadoras de superfície, possuem



bicos longos, finos e pontiagudos, com tomium retilíneo. Estas características favorecem capturas rápidas de peixes próximos à superfície, evidenciando como leveza e aerodinâmica do bico se correlacionam com eficiência de predação (Proctor & Lynch, 1993). Em contrapartida, atobás (Sulidae), biguás (Phalacrocoracidae) e pinguins (Spheniscidae), mergulhadoras, apresentam bicos mais robustos, retos ou levemente curvados, frequentemente providos de serrilhas tomiais para apreensão de presas escorregadias. Nestas espécies, a densidade óssea e a distribuição de tecido trabecular conferem resistência mecânica a impactos, evidenciando as relações entre estrutura e função (Carril *et al.*, 2024). As aves limícolas, como os maçaricos (Scolopacidae) e os talha-mares (Rynchopidae), apresentam bicos longos e finos, com a ponta sensível e a gnatoteca mais longa que a rinoteca. Essa estrutura permite a sondagem eficiente de substratos lodosos e a captura de invertebrados, demonstrando especialização tátil na alimentação (Segesdi *et al.*, 2020). Aves filtradoras, como flamingos (Phoenicopteridae) e patos (Anatidae), possuem bicos largos, achatados e com lamelas queratinizadas, adaptados à filtração de pequenos organismos aquáticos. Essas variações morfológicas evidenciam como a morfologia do bico possibilita estratégias alimentares diferenciadas (Madkour *et al.*, 2024). Em aves aquáticas, a classificação dos pés pode ser feita a partir de dois critérios: a disposição dos dedos e a existência de membranas interdigitais. Na disposição dos dedos, observa-se o anisodactilia, comum em gaivotas (*Larus spp.*); ou a sindactilia, como em martins-pescadores (Alcedinidae). Anisodactilia é quando o dedo I se orienta caudalmente e os dedos II–IV cranialmente, enquanto a sindactilia é quando há fusão parcial dos dedos II e III. Pés sindáctilos são mais rígidos, favorecendo o pouso próximo a ambientes aquáticos (Tokita *et al.*, 2020). Entre as aves aquáticas, apenas anisodactilia e sindactilia são registrados. Quanto às membranas interdigitais, existem quatro formas principais. Pés palmados, característicos de patos e marrecas (Anatidae), têm membranas unindo os dedos II–IV, formando uma superfície propulsora durante o nado. Pés semipalmados, como os de gaivotas e trinta-réis (Sternidae), têm membranas parciais, proporcionando equilíbrio entre a locomoção terrestre e aquática. Espécies totipalmadas, como albatrozes (Diomedidae) e pardelas (Procellariidae), têm membranas interligando os quatro dedos, aumentando a área de superfície e otimizando a propulsão em longas distâncias de voo planado associado ao nado. Por fim, temos os pés lobados, encontrados em mergulhões (Podicipedidae), cujos dedos apresentam expansões laterais em forma de lóbulos, que abrem na fase de propulsão e retraem na recuperação, aprimorando o mergulho (Carril *et al.*, 2024; Segesdi *et*



al., 2020). Estas adaptações relacionam diretamente a morfologia digital, presença de membranas digitais e funções locomotoras. Em síntese, cada morfologia possui estreita correlação entre forma e função, refletindo adaptações evolutivas específicas. Estudos morfológicos fornecem suporte para pesquisas em biomecânica, ecologia e conservação, elucidando como cada espécie ocupa nichos variados e desenvolvem suas estratégias de sobrevivência (Nelson, 2005; Carril *et al.*, 2024; Madkour *et al.*, 2024).

Palavras-chave: Anatomia; Membro pélvico; Ornitofauna; Ranfoteca.

Keywords: Anatomy; Pelvic limb; Ornitofauna; Ramphoteca.

Palabras clave: Anatomía; Miembros pelvinos; Ornitofauna; Ranfoteca.

Referências Bibliográficas

NELSON, B. J. Pelicans, Cormorants and Their Relatives: Pelecanidae, Sulidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae, Fregatidae, Phaethontidae. Oxford: **Oxford University Press**, 2005. Disponível em: <https://academic.oup.com/book/51182/chapter-abstract/422149408?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 30 set. 2025.

PROCTOR, N. S.; LYNCH, P. J. Manual of Ornithology: Avian Structure and Function. New Haven: **Yale University Press**, 1993. Disponível em: <https://www.nhbs.com/en/manual-of-ornithology-book>. Acesso em: 30 set. 2025.

CARRIL, J.; DE MENDOZA, R. S.; DEGRANGE, F. J.; BARBEITO, C. G.; TAMBUSI, C. P. Evolution of avian foot morphology through anatomical network analysis. **Nature Communications**, v. 15, art. 9888, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-54297-9>. Acesso em: 30 set. 2025.

SEGESDI, M. *et al.* How does the shape of the wing and hindlimb bones of aquatic birds respond to variation in locomotor ecology? **Wiley Online Library**. Disponível em: <https://anatomypubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ar.25512>. Acesso em: 30 set. 2025.

MADKOUR, F. A. *et al.* Unique insights into morphological characterization and functional adaptation of the scaly shank skin in aquatic and terrestrial birds. **Scientific Reports**, 2024.



Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-024-77650-w>. Acesso em: 30 set. 2025.

TOKITA, M. *et al.* Developmental mechanisms underlying webbed foot morphogenesis in waterbirds. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7229147/>. Acesso em: 30 set. 2025.