



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

**OSTEOLOGIA E FILOGENIA DE *ASIO* BRISSON, 1760 (STRIGIFORMES, STRIGIDAE)**

Camila Cardoso Salomão

Dissertação apresentada à Fundação  
Universidade Federal de Mato Grosso do  
Sul, como requisito à obtenção do título de  
Mestre em Biologia Animal.  
Área de concentração: Zoologia.

Orientador: Sérgio Roberto Posso

Campo Grande, MS  
Janeiro, 2015



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



RESOLUÇÃO Nº 03, DE 28 DE JANEIRO DE 2015.

**O COLEGIADO DE CURSO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no uso de suas atribuições, resolve:

Aprovar a composição da “Banca Examinadora de Dissertação” de **Camila Cardoso Salomão**, intitulada “**Filogenia de corujas do gênero *Asio* (Strigiformes, Strigidae) com base em caracteres osteológicos**”, sob a orientação do Prof. Dr. Sérgio Roberto Posso, conforme segue:

Dr. José Ragusa Netto (UFMS - Presidente)

Dr. Guilherme Renzo Rocha Brito (UFRJ)

Dr. Luís Fábio Silveira (USP)

Dr. Marcos André Raposo Ferreira (UFRJ)

Dr. Reginaldo José Donatelli (UNESP)

Vanda Lúcia Ferreira,

Presidente.

**Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal**

Av. Costa e Silva s/nº 79070-900 Caixa Postal 549 Campo Grande - MS

[www.posgraduacao.ufms.br](http://www.posgraduacao.ufms.br) [bioanimal.cbs@ufms.br](mailto:bioanimal.cbs@ufms.br)

Camila Cardoso Salomão

**OSTEOLOGIA E FILOGENIA DE *ASIO* BRISSON, 1760 (STRIGIFORMES, STRIGIDAE)**

Dissertação apresentada à Fundação  
Universidade Federal de Mato Grosso do  
Sul, como requisito à obtenção do título de  
Mestre em Biologia Animal.  
Área de concentração: Zoologia.

Orientador: Sérgio Roberto Posso

Campo Grande, MS

Janeiro, 2015

*“Os animais diferem uns dos outros em seus modos de subsistência, em suas ações, em seus hábitos e em suas partes.” (Aristóteles)*

# Agradecimentos

Primeiramente preciso agradecer ao meu orientador, Dr. Sérgio Posso, por ter aceitado me orientar sem sequer me conhecer e também ter aceitado encarar esse mundo das corujas tão pouco explorado junto comigo, e ter me dado toda ajuda possível e auxiliado na minha formação! Muito obrigada! Com certeza pude aprender muito nesse tempo e só fortaleceu minha vontade de seguir por essa linha e poder sempre aprender cada vez mais!

Agradeço desde já, também, aos professores da banca que aceitaram revisar este trabalho. Toda contribuição será muito importante para que eu possa melhorar!

Agradeço também às instituições Museu de Zoologia da USP, Museu Nacional do RJ, Museu de Ciência e Tecnologia da PUC-RS, e aos curadores, os quais me receberam com toda disponibilidade do mundo e me emprestaram material para que eu pudesse seguir com este trabalho. Agradeço ao Sérgio por ter ido aos EUA e ao National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, por ter concedido à ele o material que ele me enviou.

Agradeço à Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa concedida o que me proporcionou todas as viagens para os museus e congressos, bem como agradeço sempre a todos os amigos que me receberam calorosamente em suas casas em todos os lugares que precisei ir. Fernando, Fausto, Cássia, Maritza, muito obrigada, por essa e por (muitas) outras vocês são amigões pra vida toda!

Agradeço a pós-graduação da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, e aos professores por tudo que aprendi (o que seguir e também o que não) e toda a bagagem que me foi acrescentada nesses dois anos em que pude conviver com todos. E agradeço a secretária Liliane, salvadora da pátria sempre! Obrigada!!

Não posso deixar de lembrar e agradecer toda ajuda que tive desde que cheguei em Campo Grande, da minha prima Carina e sua família me acolhendo e recebendo em sua casa, bem como minhas outras primas, Karen, Carla e Kátia e também suas famílias, que em tantos momentos que tive saudade e vontade de estar em casa, ela me fizeram sentir como se estivesse em casa e acalmaram meu coração! Muito obrigada!!!

Aos meus novos e bons amigos do MS (e além), especialmente àqueles que, também sem me conhecer, me aceitaram como companheira de casa e pudemos dividir muitos momentos divertidos e alegres, Vivi, Marina, Naka, muito obrigada, vocês foram e são demais, ou melhor, vocês são TRI demais! Haha. Á Márcia Nakamura que sempre abriu sua casa para mim em Três Lagoas, e me ajudou muito sempre que eu precisei (e como precisei! Haha) É uma queridona!! Espero que possamos levar essa relação pra vida! Á Emilia, que dividiu a casa por pouco tempo, mas não é menos importante, muito obrigada pela amizade desde o primeiro dia!

Enfim, não posso ter nada menos do que minha eterna gratidão aos meus pais, Ní e Beto, por sempre me apoiarem nessa decisão de ir pra tão longe e mesmo com a saudade apertando sempre me incentivaram e incentivam. Além de terem segurado a barra dos primeiros meses

que não tive bolsa. Obrigada também à minha irmã, que se “ocupou” um pouco do meu lugar em casa e pode sanar um pouco minhas preocupações! Muito, muito, muito obrigada sempre!!!!

À todos meus amigos do Sul e de todos os estados, que para não esquecer ninguém não citarei nomes, pelo apoio, pela força, pelas palavras de conforto quando precisei, pelo simples ‘tudo bem contigo?’, e pelo carinho que me receberam sempre que voltava pra Pelotas para visitar. Vocês todos são demais e sabem a importância de cada um para mim, só posso agradecer por ter amigos tão especiais!

Com toda certeza, sem todas essas pessoas, esse trabalho não seria possível, por isso, a todos vocês, muito obrigada!

## Sumário

Resumo Geral.....	8
Abstract Geral.....	9
1 Introdução Geral.....	10
1.1 Ordem Strigiformes.....	10
1.2 Família Strigidae, tribo Asionini.....	12
2 Referências Bibliográficas.....	14
3 Artigo 1 – Análise morfométrica e morfofuncional do pós-crânio em <i>Asio</i> Brisson, 1760 (Strigiformes, Strigidae).....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
3.1 Introdução.....	19
3.2 Materiais e Métodos.....	21
3.3 Resultados.....	23
3.4 Discussão.....	25
3.5 Referências Bibliográficas.....	29
Tabelas.....	31
Lista de Figuras.....	35
Figuras.....	36
4 Artigo 2 – Filogenia de <i>Asio</i> Brisson, 1760 (Strigiformes, Strigidae) com base em caracteres osteológicos.....	42
Resumo.....	42
Abstract.....	43
4.1 Introdução.....	44
4.2 Materiais e Métodos.....	47
4.3 Resultados e Discussão.....	48
4.3.1 Caráteres.....	48
4.3.2 Análise filogenética.....	66
4.4 Referências Bibliográficas.....	70
Figura 4.....	73
5 Considerações Geral.....	76
Apêndice 1.....	77
Apêndice 2.....	78
Apêndice 3.....	81

## Resumo Geral

Asionini compreende uma tribo dentro de Strigidae, cujos representantes são as espécies de corujas do gênero *Asio*. Possuem distribuição cosmopolita, permitindo a ocupação de grande diversidade de ambientes e têm um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas por serem predadoras de topo da cadeia alimentar. No entanto, há uma escassez de trabalhos referentes à anatomia de *Asio*, particularmente a osteologia, e ainda existem controvérsias quanto ao número e reconhecimento de espécies no gênero. Além disso, características morfológicas são essenciais para discorrer sobre o modo de vida e como ferramenta para inferir relação de parentesco entre diferentes táxons. Assim, o presente estudo procura descrever a osteologia, abordar aspectos morfofuncionais e delimitar o número de espécies dentro de *Asio* e os limites entre elas. Portanto, este trabalho foi dividido em duas partes, a primeira cujo objetivo foi realizar morfometria e aspectos funcionais dos ossos do pós-crânio de cinco espécies de *Asio*, e a segunda realizar a filogenia deste grupo com base em caracteres osteológicos.



## **Abstract Geral**

Asionini comprises a tribe within Strigidae, whose members are those species of owls of the genus *Asio*. These birds have a crucial role in maintaining ecosystems for being top predators. They also present a widely geographical distribution, allowing the occupation of the large diversity of environments. In addition, morphological characteristics are essential for differentiation in all taxonomic levels as tools to infer relationships among different taxa. However, there is a lack of studies related to anatomy, particularly the osteology of owls and there is still controversy about the number and recognition of species in the genus. Thus, the present study aims to describe the osteology, to study morpho-functional aspects on the post cranial skeleton and attempt to define the number of species within *Asio*. Therefore, this study was divided into two parts: 1) morphometric analysis of bone components of five species of *Asio*, and; 2) phylogenetic analysis on this group, based on osteological characters.

## 2 Referências Bibliográficas

- Aguiar, K. M. O. & Naiff, R. H. (2009) Aspectos reprodutivos e dieta alimentar dos ninhegos de *Rhinoptynx clamator* (Aves: Strigidae) no campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP. *Acta Amazonica*, 39, 221-224
- Banks, R. C., Fitzpatrick, J. W., Howell, T. R., Jonhson, Monroe, B. L., Ouellet, H., Remsen, J. V. & Strorer, R. W. (1997) Forty-first supplement to the American Ornithologist's Union checklist of North American birds. *The Auk*, 114, 542-552.
- Belton, W. (1984) Birds of Rio Grande do Sul. Part 1. Rheidae through Furnariidae. American Museum of Natural History, New York, 369-636.
- BirdLife International (2014). The BirdLife checklist of the birds of the world: Version 7. Disponível em: <http://www.birdlife.org/datazone/userfiles/file/Species/Taxonomy/BirdLifeChecklist.Versão7.0>, acesso em: 04 de agosto de 2014.
- Cracraft, J. (1981) Toward a phylogenetic classification of recent birds of the world (Class, Aves). *The Auk*, Chicago, 98, 681-714.
- Clements, J. F., Schulenberg, T. S., Iliff, M. J., Sullivan, B. L., Wood, C. L. & Roberson, D. (2013) The eBird/Clements checklist of birds of the world. Versão 6.8. Disponível em: <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download>, acesso em: 21 de setembro de 2014.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2014) Listas das aves do Brasil. 11ª Edição. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>, Acesso em: 21 de setembro de 2014.
- Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1999) Handbook of the Birds of the World. Volume 5. Barn-owls to Hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, 759 pp.
- Dyke, G. & Van Tuinen, M. (2004) The evolutionary radiation of modern birds (Neornithes): reconciling molecules, morphology and fossil record. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 141, 153-177.
- Einoder, L. & Richardson, A. (2007) The digital tendon locking mechanism of owls: variation in the structure and arrangement of the mechanism and functional implications. *Emu*, 108, 223-230.
- Ericson, G., Anderson, C., Britton, T., Elzanowsk, A., Johansson, U., Källersjö, M., Ohlson, J., Parsons, T., Zuccon, D. & Mayr, G. (2006) Diversification of Neoaves: integration of molecular sequence data and fossils. *Biology Letters*, 2, 543-547.
- Eyton, T. C. (1867) Osteology avium or a sketch of the osteology of birds. R. Hobson, Salop, England, 229 pp.
- Fowler, M. E. & Cubas, Z. S. (2001). *Biology, medicine, and surgery South American wild animals*. 1 ed. Wiley – Blackell: Ames. 536p.

- Hackett, S. J., Kimball, R. T., Reddy, S., Bowie, R. C. K, Braun, E. L. *et al.* (2008) A phylogenomic study of birds reveals their evolutionary history. *Science*, 320, p. 1763-1767.
- IUCN (2014) The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org), Acesso em 21 de setembro de 2014.
- König, C. & Weick, F. (2008) *Owls of the World*. Christopher Helm, Londres, 529 pp.
- Livezey, B. C. & Zusi, R., L. (2007) Higher-order phylogeny of modern birds (Theropoda, Aves: Neornithes) based on comparative anatomy. II. Analysis and discussion. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 149, 1-95.
- McCormack, J. E., Harvey, M. G., Faircloth, B. C., Crawford, N. G., Glenn, T. C., Brumfield, R. T. (2013) A Phylogeny of Birds Based on Over 1.500 Loci Collected by Target Enrichment and High-Throughput Sequencing. *Plos One*, 8, 1-11.
- Motta-Junior, J. C. (2006) Relações tróficas entre cinco Strigiformes simpátricas na região central do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 14, 359-377.
- Mayr, E. & Amadon, D. (1951) A classification of recent birds. *American Museum Novitates*, New York, 1496, 1-42.
- Mayr, G. & Clarke, J. (2003) The deep divergence of neornithine birds: a phylogenetic analysis of morphological characters. *Cladistics*, 19, 527-553.
- Pascotto, M. C., Höfling, E. & Donatelli, R. J. (2006) Osteologia craniana de Coraciiformes (Aves). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23, 841-864.
- Pons, J.-M., Kirwan, G. M., Porter, R. F. & Fuchs, J. (2013) A reappraisal of the systematic affinities of Socotran, Arabian and East African scops (Otus, Strigidae) using a combination of molecular, biometric and acoustic data. *Ibis*, 155, 518-533.
- Pycraft, W. P. (1902) A contribution towards our knowledge of the morphology of the owls. Part II. Osteology. *Transactions of the Linnean Society. Serie Zoology*, 7, 223-275.
- Randi, E., Fusco, G., Lorenzini, R. & Spina, F. (1991) Allozyme divergence and phylogenetic relationships within the Strigiformes. *The condor*, 93, 295-301.
- Shufeldt, R. W. (1900) On the osteology of the Striges (Strigidae e Bubonidae). *Proceedings of the American Philosophical Society*, 39, 665-722.
- Sick, H. (1997) Ordem Strigiformes. In: Sick, H. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira S.A. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 393-405.
- Weick, F. (2006) *Owls Strigiformes, Annotated and Illustrated Checklist*. Springer, Alemanha, 350 pp.

Wink, M., El-Sayed, A., Sauer-Gürth, H. & Gonzalez, J. (2009) Molecular phylogeny of owls (Strigiformes) inferred from DNA sequences of the mitochondrial cytochrome b and the nuclear RAG-1 gene. *Ardea*, 97, 581-591.

Wink, M. & Heidrich, P. (2000) Molecular systematic of owls (Strigiformes) based on DNA-sequences of the mitochondrial cytochrome b gene. In *Raptors at Risk*. Chancellor WWGBP, Hancock House, UK, 819-828pp.

#### 4.4 Referências Bibliográficas

- Aguiar, K. M. O. & Naiff, R. H. (2009) Aspectos reprodutivos e dieta alimentar dos ninhegos de *Rhinoptynx clamator* (Aves: Strigidae) no campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP. *Acta Amazonica*, 39, 221-224.
- Amorin, D. S. (1997) Elementos básicos de sistemática filogenética. 2 ed., Holos, Ribeirão Preto, 276p.
- Banks, R. C., Fitzpatrick, J. W., Howell, T. R., Jonhson, Monroe, B. L., Ouellet, H., Remsen, J. V. & Storer, R. W. (1997) Forty-first supplement to the American Ornithologist's Union checklist of North American birds. *The Auk*, 114, 542-552.
- Baumel, J., King, A. S., Breazile, J. E., Evans, H. E. & Berge, J. C. V. (1993) Handbook of Avian Anatomy: Nomina anatomica avium, Nuttall Ornithological Club, Cambridge Massachusetts
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2014) Listas das aves do Brasil. 11ª Edição. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>, Acesso em: 21 de setembro de 2014.
- Clements, J. F., Schulenberg, T. S., Iliff, M. J., Sullivan, B. L., Wood, C. L. & Roberson, D. (2013) The eBird/Clements checklist of birds of the world. Versão 6.8. Disponível em: <http://www.birds.cornell.edu/clementschecklist/download>, Acesso em: 21 de setembro de 2014.
- Cracraft, J. (1981) Toward a phylogenetic classification of recent birds of the world (Class, Aves). *The Auk*, Chicago, 98, 681-714.
- Del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (1999) Handbook of the Birds of the World. Volume 5. Barn-owls to Hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, 759 pp.
- Hackett, S. J., Kimball, R. T., Reddy, S., Bowie, R. C. K, Braun, E. L. *et al.* (2008) A phylogenomic study of birds reveals their evolutionary history. *Science*, 320, p. 1763-1767.
- Hong, Y. J., Kim, Y. J., Murata, K., Lee, H. & Min, M. S. (2013) Determining the specific status of Korean Collared Scops Owl, *Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 29, 136-143.
- Kitching, I. J., Forey, P. L., Humphries, C. J. & Williams, D. M. (1998) *Cladistics: The theory and practice of parsimony analysis*. 2.ed. Oxford University Press. New York, 228p.
- König, C. & Weick, F. (2008) *Owls of the World*. Christopher Helm, Londres, 529 pp.
- Livezey, B. C. & Zusi, R., L. (2007) Higher-order phylogeny of modern birds (Theropoda, Aves: Neornithes) based on comparative anatomy. II. Analysis and discussion. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 149, 1-95.
- Mayr, E. & Amadon, D. (1951) A classification of recent birds. *American Museum Novitates*, New York, 1496, 1-42.
- Mayr, G. (2005) The postcranial osteology and phylogenetic position of the middle Eocene *Messelasturgratulator* Petters, 1994 – A morphological link between owls (Strigiformes) and Falconiformes birds? *25*, 635-645.

- Olson, S. L. (1995) The genera of owls in the Asininae, *Bulletin of the British Ornithologists' Club*, 115, 35-39.
- Omote, K., Nishida, C., Dick, M. H. & Masuda, R. (2012) Limited phylogenetic distribution of a long tandem-repeat in the mitochondrial control region in *Bubo* (Aves, Strigidae) and cluster variation in Blakiston's fish owl (*Bubo blakistoni*), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66, 889-897.
- Page, R. D. M. (2001) NDE: NEXUS Data Editor 0.5.0. University of Glasgow. Disponível em: <http://taxonomy.zoology>. (Acesso em 20 de maio de 2014).
- De Pinna, M., G., G. (1991) Concepts and tests of homology in the cladistic paradigm, *Cladistics*, 7, 367-394.
- Pons, J. M., Kirwan, G. M., Porter, R. F. & Fuchs, J. (2013) A reappraisal of the systematic affinities of Socotran, Arabian and East African scops owl (*Otus*, Strigidae) using a combination of molecular, biometric and acoust data, *Ibis*, 155, 518-533.
- Posso, S. R. & Donatelli, R. J. (2005) Skull and mandible formation in the cuckoo (Aves, Cuculidae): Contributions to the nomenclature in avian osteology and systematics. *European Journal of Morphology*, 42, 163-172.
- Proctor, N. S. & Lynch, P. J. 1993. *Manual of Ornithology: Avian Structure & Function*. New Haven e London: Yale University Press.
- Proudfoot, G. A., Gehlback, F. L. & Honeycutt, R. L. (2007) Mitochondrial DNA variation and phylogeography of the Eastern and Western Screech-owls. *The Condor*, 109, 617-628.
- Pycraft, W. P. (1902) A contribution towards our knowledge of the morphology of the owls. Part II. Osteology. *Transactions of the Linnean Society. Serie Zoology*, 7, 223-275.
- Randi, E., Fusco, G., Lorenzini, R. & Spina, F. (1991) Allozyme divergence and phylogenetic relationships within the Strigiformes. *The condor*, 93, 295-301.
- Shufeldt, R. W. (1900) On the osteology of the Striges (Strigidae e Bubonidae). *Proceedings of the American Philosophical Society*, 39, 665-722.
- Sick, H. (1997) Ordem Strigiformes. In: Sick, H. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira S.A. Rio de Janeiro, Brasil, pp. 393-405.
- Swofford, D.L. (2014). PAUP\*. *Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods)*. Version 4.0a136 Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- Ward, A. B., Weigl, P. D. & Conroy, R. M. (2002). Functional morphology of raptor hindlimbs: implications for resource partitioning. *The Auk*, 119: 1052-1063.
- Weick, F. (2006) *Owls Strigiformes, Annotated and Illustrated Checklist*. Springer, Alemanha, 350 pp.
- Willey, E. O., Siegel-Causey, D., Brooks, D. R. & Funk, V. A. (1991) *The complete cladist. A primer of phylogenetic procedures*. American Museum of Natural History, Kansas, 158p.

Wink, M., El-Sayed, A., Sauer-Gürth, H. & Gonzalez, J. (2009) Molecular phylogeny of owls (Strigiformes) inferred from DNA sequences of the mitochondrial cytochrome b and the nuclear RAG-1 gene. *Ardea*, 97, 581-591.

Wink, M. & Heidrich, P. (2000) Molecular systematic of owls (Strigiformes) based on DNA-sequences of the mitochondrial cytochrome b gene. In *Raptors at Risk*. Chancellor WWGBP, Hancock House, UK, 819-828pp.

Wright, T. F., Schirtzinger, E. E., Matsumoto, T., Eberhard, J. R., Graves, G. R., Sanchez, J. J., Capelli, S., Müller, H., Scharpegge, J., Chambers, G. K., & Fleischer, R. C. (2008) *Molecular Biology and Evolution*, 25, 2141-2156.