



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal

Lívia Oliveira Guimarães (GUIMARÃES, L.O.)

**Aspectos macroscópicos e morfométricos dos crânios de aves silvestres
brasileiras**

Jaboticabal
2025

Lívia Oliveira Guimarães (GUIMARÃES, L.O.)

**Aspectos macroscópicos e morfométricos dos crânios de aves silvestres
brasileiras**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Lizandra Amoroso

Coorientador: Francine de Campos Silvério

Jaboticabal
2025

G963a Guimarães, Livia Oliveira
Aspectos macroscópicos e morfométricos dos crânios de aves
silvestres brasileiras / Livia Oliveira Guimarães. -- Jaboticabal, 2025
34 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências
Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Lizandra Amoroso
Coorientadora: Francine de Campos Silvério

1. Adaptação funcional. 2. Anatomia. 3. Dieta. 4. Ossos. 5.
Passeriformes. I. Título.

Lívia Oliveira Guimarães

Aspectos macroscópicos e morfométricos dos crânios de aves silvestres brasileiras

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em **Ciências Biológicas**.

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Lizandra Amoroso

Coorientador (se houver): Me. Francine de Campos Silvério

Área de Concentração: Morfologia Animal

Trabalho aprovado em 02/12/2025

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LIZANDRA AMOROSO**
Data: 04/12/2025 16:29:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a. Lizandra Amoroso

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
 **CAROLINE PAVONI CERANTOLA**
Data: 03/12/2025 14:40:55-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

MV Caroline Pavoni Cerantola

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
 **DANIELA OLIVEIRA**
Data: 02/12/2025 16:57:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Daniela Oliveira

UFAPE - Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Documento assinado digitalmente
 **FABRICIO SINGARETTI DE OLIVEIRA**
Data: 05/12/2025 09:17:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fabrício Singaretti De Oliveira
Chefe do Departamento

AGRADECIMENTOS

À minha família, que me deu o suporte necessário para chegar até o final, permitindo realizar o sonho de uma graduação em ciências biológicas. Me aconselhando e guiando por caminhos confusos, nunca me deixando desviar do meu real objetivo, é com muito amor e carinho, que digo que estou aqui hoje graças a vocês.

Ao meu parceiro, que esteve comigo em todos esses anos, nunca me permitindo desistir e me dando todo apoio que poderia pedir, mostrando que tudo era possível e sempre acreditando no meu potencial, em momentos em que até eu mesma duvidei. Agradeço imensamente por estar ao meu lado comemorando cada conquista e me mostrando que mesmo a menor delas, ainda vale ser celebrada com muito orgulho.

À minha orientadora, que me ajudou a trilhar por esse caminho e abriu muitas portas, me permitindo pesquisar na área que tanto almejo, tornando tudo mais descomplicado e mostrando uma área que agora desejo muito, a pesquisa.

Aos meus amigos, que ao longo desta jornada, me mostraram caminhos mais leves e alegres, e que mesmo em momentos de dificuldade, me arrancaram boas risadas. Me fizeram viver momentos inesquecíveis, que com toda certeza levarei para sempre comigo e com muito carinho.

Aos meus queridos companheiros de penas, pelos e escamas, que me permitiram conhecer um amor sincero e profundo, e sem nem saber ou pedir algo em troca, me ajudaram nessa jornada de anos. Eles nunca irão ler ou saber desses agradecimentos, porém não poderia deixar de dedicar minha gratidão aos meus pequenos por todos os anos de companhia.

“É preciso que eu suporte duas ou três larvas se quiser conhecer as borboletas.”

O Pequeno Príncipe (2006, p. 24.)

RESUMO

As estruturas cranianas das aves evidenciam aspectos fundamentais da sua história natural, incluindo estratégias de alimentação, mobilidade e relações evolutivas. O presente trabalho avaliou a anatomia macroscópica e morfométrica dos crânios de aves silvestres. Para isto, foram obtidas 14 aves do Centro de Triagem e Reabilitação de Animais Silvestres Morro de São Bento, sendo duas asas-brancas e três avoantes (Columbiformes); quatro graúnas, um João-de-Barro e um bem-te-vi (Passeriformes); um tucano (Piciformes) e um martim pescador (Coraciiformes). Após descongelamento e dissecação, os crânios foram submetidos à maceração, fotodocumentação e mensuração com paquímetro digital (comprimento rostrocaudal, largura máxima, altura craniana e comprimento do bico). Em seguida, as estruturas ósseas cranianas foram analisadas e descritas macroscopicamente. Os representantes da ordem Columbiformes apresentam crânios simétricos, bicos curtos e forame magno ventral; os Passeriformes exibem maior variação morfométrica intra-ordem, com processo orbital longo e maxilar delgado, relacionados com manipulação variável do alimento e vocalização complexa; o martim-pescador-grande (Coraciiformes) possui crânio alongado e bico extenso, processo orbital estreito, ossos jugal, lacrimal e temporal desenvolvidos, e narinas em fenda compatíveis com adaptações ao hábito piscívoro; e o tucano-toco (Piciformes) apresenta um amplo bico, osso temporal, processos incisivo e orbital desenvolvidos evidenciando particularidades craniofaciais. Os resultados da morfometria (PCA) aproximam Passeriformes e Columbiformes como um grupo coeso, de medidas semelhantes. O teste de PERMANOVA concluiu que os grupos (ordens) possuem forte distinção entre eles. Diante da escassez de descrições de algumas espécies, como a graúna, os resultados contribuem com o conhecimento da morfologia craniana de aves silvestres e fornecem subsídios para estudos em ecologia, evolução e conservação.

Palavras-chave: Adaptação funcional, Anatomia, Dieta, Ossos, Passeriformes.

ABSTRACT

The cranial structures of birds reveal fundamental aspects of their natural history, including feeding strategies, mobility, and evolutionary relationships. This study evaluated the macroscopic and morphometric anatomy of the skulls of wild birds. For this purpose, 14 birds were obtained from the Morro de São Bento Wildlife Screening and Rehabilitation Center, including two white-winged doves and three white-winged doves (Columbiformes); four great antshrikes, one rufous hornero, and one great kiskadee (Passeriformes); one toucan (Piciformes) and one kingfisher (Coraciiformes). After thawing and dissection, the skulls were subjected to maceration, photo documentation, and measurement with a digital caliper (snout-tail length, maximum width, cranial height, and beak length). Subsequently, the cranial bone structures were analyzed and described macroscopically. Representatives of the order Columbiformes have symmetrical skulls, short beaks, and a ventral foramen magnum; Passeriformes exhibit greater intra-order morphometric variation, with a long orbital process and slender maxilla, related to variable food manipulation and complex vocalization; the great kingfisher (Coraciiformes) has an elongated skull and extensive beak, narrow orbital process, developed jugal, lacrimal, and temporal bones, and slit nostrils consistent with adaptations to piscivorous habits; and the toco toucan (Piciformes) has a broad beak, temporal bone, and developed incisive and orbital processes, evidencing craniofacial particularities. The morphometric results (PCA) approximate Passeriformes and Columbiformes as a cohesive group with similar measurements. The PERMANOVA test concluded that the groups (orders) have strong distinctions between them. Given the scarcity of descriptions of some species, such as the great-tailed grackle, the results contribute to the knowledge of cranial morphology of wild birds and provide support for studies in ecology, evolution, and conservation.

Keywords: Anatomy, Bones, Diet, Functional adaptation, Passerines.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** Fotografia das espécies utilizadas no estudo, bem-te-vi, Passeriforme (A), 14
 graúna, Passeriforme (B), joão-de-barro, Passeriforme (C), asa-branca,
 Columbiforme (D), avoante, Columbiforme (E), martim-pescador-grande,
 Coraciiforme (F), tucano-toco, Piciforme (G). fotos de autoria própria.
- Figura 2:** representação das medidas morfométricas, sendo elas comprimento total 16
 (A), altura craniana (B), comprimento do bico (C) e largura máxima (D).
- Figura 3:** Vista caudal do crânio de tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), martim- 19
 pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), pomba-asa-branca (*Patagioenas
 picazuro*) (C), avoante (*Zenaida auriculata*) (D), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (E),
 joão-de-barro (*Furnarius rufus*) (F) bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (G). forame
 magno (*), côndilo occipital (+), basioccipital (BO), exoccipital (EX), supraoccipital
 (SO) e basisfenoide (BE).
- Figura 4:** Vista lateral do crânio das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), 20
 martin-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas
 picazuro*) (C), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*)
 (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Osso Parietal
 (P), Septo interorbital (SI), Forame óptico (FO), frontículo interorbital (FI), Quadrado
 (Q), Jugal (J), região escamosa do osso temporal (E), cápsula auricular do osso
 temporal (CA).
- Figura 5:** Vista lateral do crânio das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), 22
 martin-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas
 picazuro*) (C), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*)
 (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Intermaxilar
 (I), Pré-maxilar (PM), Nasal (N), Lacrimal (L), Maxilar (M).
- Figura 6:** Vista ventral do crânio das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), 24
 martin-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas
 picazuro*) (C), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*)
 (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Jugal (J),
 Palatino (P), Pterigoide (PT), Vômer (V).
- Figura 7:** Mandíbula das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), martin- 25
 pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas picazuro*) (C),

bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Angular (NA), articular (A), supra-angular (AS), dental (D).

Figura 8: Análise de Componentes Principais (PCA) das medidas morfométricas das espécies estudadas. 28

Figura 9: Distribu  es das medidas morfométricas (altura craniana, comprimento do bico, comprimento total e largura máxima) entre as espécies analisadas. 29

Quadro 1: Principais diferenças morfológicas e funcionais do crânio de aves das ordens Piciformes, Coraciiformes, Columbiformes e Passeriformes, utilizadas no estudo. 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Média (ou valor absoluto) e desvio padrão da morfometria do 27
crânio de aves (cm) da ordem Columbiformes (n=5), Passeriformes (n=6),
Piciformes (n=1) e Coraciiformes (n=2).

Tabela 2: Resultados da análise estatística da Análise Multivariada de 30
Variância Permutacional (PERMANOVA).

SUMÁRIO

RESUMO	4
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1 Obtenção dos espécimes	15
2.2 Metodologia	16
2.3 Análise estatística	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1 Análise macroscópica	17
3.2 Resumo das principais modificações dos exemplares das ordens Columbiformes, Passeriformes, Coraciiformes e Piciformes observadas no trabalho	25
3.3 Resultados da análise morfométrica	27
4 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXO	32

1 INTRODUÇÃO

As aves são diversas e cosmopolitas, e se adaptam a diferentes padrões ambientais. Apesar de ser um grupo monofilético, apresentam inúmeras variações morfológicas, dependendo do habitat e do estilo de vida (BENCKE, 2003). As estruturas cranianas refletem a história natural da ave, incluindo forma de apreensão de alimentos, dieta, capacidade sensorial, estratégias ecológicas e até mesmo relações evolutivas com outras espécies.

Os passeriformes constituem a maior ordem das aves modernas (Neornithes), representando cerca de 60% da diversidade existente (CRACRAFT, 2009). Em um estudo feito por Alessio e colaboradores (2005), retrata a ecologia alimentar dessa ordem em ambientes no Rio Paraná, consumindo insetos e sementes, alternando alimentos conforme a disponibilidade sazonal, indicando como a amplitude do nicho se modifica ao longo do ano, demonstrando uma grande plasticidade alimentar para o grupo (ALESSIO *et al*, 2005).

O tucano-toco (*Ramphastos toco*) é a maior espécie do gênero observada em cerrados e matas florestas no interior do Brasil. Possui alta plasticidade e se alimenta de frutos carnosos, ovos e pequenos vertebrados, incluindo filhotes de outras aves (FRANÇA, 2009).

Há aves que se beneficiam de algumas ações antrópicas, como o cultivo e a urbanização, entre elas, asa-branca (*Patagioenas picazuro*) e avoante (*Zenaida auriculata*), duas representantes da ordem columbiformes. A asa-branca é o maior columbídeo brasileiro, e ocorre desde o Nordeste até o sul do Brasil, já a avoante é uma ave de porte médio presente em toda América do sul, exceto florestas tropicais. Ambas as espécies são encontradas com facilidade nos centros urbanos e rurais, se aproveitando das sementes. Se alimentam basicamente no solo, ciscando em busca de pequenos invertebrados, sementes e frutos. Em áreas cultivadas, consomem sorgo, milho, arroz e soja (HIPOLITO, 2017).

Os martim-pescadores pertencem a família Alcedinidae, composta por 87 espécies. Possuem ampla distribuição geográfica, ocorrendo principalmente próximo de ambientes aquáticos (SICK, 1997). Pousam sobre galhos de árvores próximos a água, utilizando como base para seu mergulho a procura de peixes, seu principal alimento (LEOPOLDO, 2006).



Figura 1: Fotografia das espécies utilizadas no estudo, bem-te-vi, Passeriforme (A), graúna, Passeriforme (B), joão-de-barro, Passeriforme (C), asa-branca, Columbiforme (D), avoante, Columbiforme (E), martim-pescador-grande, Coraciiforme (F), tucano-toco, Piciforme (G). fotos de autoria própria.

Desde o século XIX, foram utilizados dados morfológicos baseados em esqueletos para se estabelecer relação ou semelhança entre os táxons das aves. Do conjunto esquelético, o crânio é a unidade que apresenta maiores variações entre famílias e ordens, refletindo as adaptações entre os mais variados hábitos alimentares (PASCOTTO, 2006).

O crânio das aves é dividido em duas partes, o neurocrânio e o esplancocrânio, que são separados pelas cavidades orbitais. O tamanho do esplancocrânio depende em grande parte do desenvolvimento do aparelho mandibular, e especialmente, do bico, cuja forma e tamanho estão ligados à dieta e aos hábitos alimentares da ave. O neurocrânio consiste nos ossos occipital, esfenoide, parietais, frontais e temporais. O esplancocrânio é formado pelos ossos lacrimais, nasais, pré-marilar, ossos maxilares, zigomáticos, palatinos, pterígideos, vômer, quadrados e a mandíbula. A mandíbula é formada pelos ossos angular, articular, supra angular e dental (NICKEL, 1973).

Para diagnóstico e reabilitação de condições ortopédicas em aves, se faz necessário o conhecimento sobre anatomia do esqueleto. Entretanto, a escassez de literatura pode inviabilizar ou dificultar o uso de técnicas de imagem, como a radiografia, dificultando o

trabalho clínico veterinário, devido à ausência de parâmetros adequados às diferentes espécies (CALDAS, 2019).

Desta forma, faz-se necessário descrever aspectos macroscópicos e morfométricos das estruturas cranianas, para a formulação de estratégias de manejo e conservação das espécies (COSTA, 2009). A análise morfométrica das estruturas cranianas permite a identificação de variações interespecíficas e auxilia em práticas de conservação e manejo de espécies silvestres. Em tempos de crescente perda de biodiversidade, o conhecimento anatômico de espécies nativas pode contribuir com a elaboração de políticas de proteção e na reabilitação de animais vítimas de tráfico ou acidentes.

Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar e descrever a morfologia dos crânios de aves silvestres das seguintes espécies, graúna (*Gnorimopsar chopi*), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*), joão-de-barro (*Furnarius rufus*), avoante (*Zenaida auriculata*), asa-branca (*Patagioenas picazuro*), tucano-toco (*Ramphastos toco*), martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*), além de investigar possíveis adaptações funcionais às estratégias alimentares e habitats. A hipótese é de que morfologia craniana de aves silvestres apresenta diferenças estruturais significativas relacionadas ao tamanho, forma e proporção do crânio e da ranfoteca, refletindo suas classificações taxonômicas e comportamentos distintos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos espécimes

Os espécimes utilizados no trabalho foram obtidos através da coleção biológica do museu de anatomia do “Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal” da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Câmpus de Jaboticabal, São Paulo, e, também por meio de doações realizadas pelo Bosque Zoológico Municipal Fábio Barreto, localizado em Ribeirão Preto, que integra o Centro de Triagem e Reabilitação de Animais Silvestres (CETRAS) Morro de São Bento, processo número: 000000008902. Os animais foram recebidos congelados, advindos de diversas *causa mortis*, como tráfico, colisão com vidros e carros.

Foram selecionadas aves de determinadas espécies, sendo elas, a graúna (*Gnorimopsar chopi*, Vieillot, 1819, ordem Passeriformes, subfamília Agelaiinae, n=4); o bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*, Linnaeus, 1766, ordem Passeriformes, subfamília Tyranninae, n=1); o joão-de-barro (*Furnarius rufus*, Gmelin, 1788, ordem Passeriformes, subfamília Furnariinae,

n=1); a avoante (*Zenaida auriculata*, Bonaparte, 1825, ordem Columbiformes, subfamília Columbinae, n=3); a pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*, Temminck, 1813, ordem Columbiformes, subfamília Columbinae, n=2); o tucano-toco (*Ramphastos toco*, Müller, 1776, ordem Piciformes, família Ramphastidae (n=1); e o martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*, Linnaeus, 1766, ordem Coraciiformes, subfamília Cerylinae, n=2).

2.2 Metodologia

Cada ave foi descongelada e desarticulada na região do atlas, separando-se a cabeça do restante do corpo. Em seguida, foi realizada a dissecação manual dos tecidos moles, com o auxílio de pinça e bisturi, removendo-se músculos, bulbos oculares, língua e encéfalo. Após essa realizou-se a maceração biológica com larvas de besouro *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774), e maceração por hidrólise, processo que necessitou de, aproximadamente, duas semanas para cada crânio ficasse completamente livre de tecidos.

Após esse processo, procedeu-se ao desgorduramento utilizando uma solução de água e bicarbonato de sódio. O clareamento foi realizado, de acordo com a necessidade de cada peça, onde as mais escuras foram submetidas a tratamento com peróxido de hidrogênio 10%, mantendo o material submerso por 24 horas em uma câmara de luz ultravioleta. Antes dessa etapa deve ser feita a avaliação do crânio, por se tratar de um procedimento prejudicial ao tecido ósseo, resultando em ocasionais lesões se não feito corretamente ou deixado por muito tempo.

Após a limpeza dos crânios foi realizada a análise macroscópica do crânio de cada ave, para posterior descrição e comparação de cada espécie. Em seguida, foi realizada a morfometria, utilizando um paquímetro digital Digimess, com resolução de 0,01 mm. As medidas corresponderam ao comprimento total, altura craniana e comprimento do bico, largura máxima. A nomenclatura osteológica seguiu as normas de “Handbook of avian anatomy: *Nomina Anatomica Avium*” (BAUMEL & WITMER 1993).

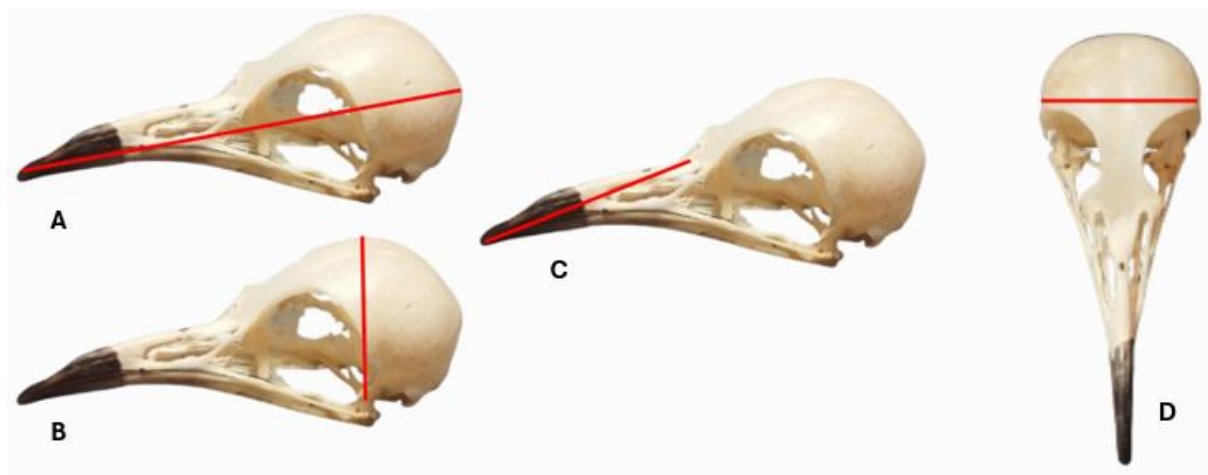


Figura 2: representação das medidas morfométricas, sendo elas comprimento total (A), altura craniana (B), comprimento do bico (C) e largura máxima (D).

Machos e fêmeas foram tratados em conjunto, uma vez que não foi identificado dimorfismo sexual em relação ao tamanho do crânio ou nas demais estruturas. As imagens dos crânios foram reproduzidas por meio de uma câmera fotográfica digital Canon EOS Rebel SL3 para ilustração posterior.

2.3 Análise estatística

Para a análise dos dados, inicialmente foram realizados testes de estatística descritiva (média, desvio-padrão), seguidos da verificação dos pressupostos por meio do teste de Shapiro–Wilk para normalidade.

Para avaliar as diferenças morfométricas entre as espécies analisadas, foram padronizadas todas as variáveis contínuas, garantindo comparabilidade entre medidas com escalas distintas. Em seguida, foi aplicado uma análise de variância Permutacional multivariada (PERMANOVA) utilizando o método de dissimilaridade euclidiana, para quantificar o quão diferentes são as medidas, e 9.999 permutações, para determinar a significância estatística dos resultados baseados nessa dissimilaridade, criando uma distribuição de referência empírica. Desse modo, é possível validar estatisticamente se essas diferenças são reais ou apenas fruto do acaso. Essa abordagem permitiu testar se o conjunto das medidas corporais diferia significativamente entre as espécies. A homogeneidade das dispersões multivariadas foi avaliada com o teste *betadisper*, assegurando que o resultado da PERMANOVA não fosse influenciado por variações desiguais dentro dos grupos. Além disso, representações gráficas das relações morfométricas foram obtidas por meio de uma Análise de Coordenadas Não-Métricas (NMDS) e uma Análise de Componentes Principais (PCA), permitindo visualizar a separação entre as espécies no espaço multivariado. Todas as análises foram conduzidas no software R (versão 4.5.1), utilizando os pacotes *vegan*, *ggplot2* e *dplyr*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise macroscópica

O osso occipital consiste na fusão de três componentes, a parte basal (basioccipital), os pares laterais (exoccipital), e a parte superior (supraoccipital), que se localizam acerca do forame magno (*Foramen Magnum*). As partes, basal e lateral participam na formação do côndilo

occipital (NICKEL, 1973). Nas espécies Columbiformes, *Zenaida auriculata* e *Patagioenas picazuro*, o occipital e o forame magno se encontram em uma posição mais basal do crânio (Figura 1C e D). O martim-pescador-grande (ordem Coraciiformes) e o tucano-toco (ordem Piciformes), tem o occipital em uma posição mais apical em relação aos columbídeos (Figura 1A e B). As espécies passeriformes, *Gnorimopsar chopi*, *Furnarius rufos* e *Pitangus sulphuratus*, apresentam occipital em posição intermediária, sendo ventral quanto em Columbiformes, e nem dorsal como em Coraciiformes e Piciformes. Em *Megaceryle torquata* é possível notar a crista nugal e sagital externa (Figura 1B), que permite ampla movimentação da cabeça, associada à adaptação ao hábito alimentar piscívoro que envolvem movimentos vigorosos do bico para apreensão e perfuração do alimento (BUCHMANN, 2024). A posição do forame magno reflete nos hábitos alimentares das espécies, como por exemplo, em Columbiformes que possuem um forame ventralizado, permitindo a flexão da cabeça para frente, devido ao seu hábito de forragear ao solo, ao ciscar (BOUT, 2001). Em Passeriformes, é possível que a posição intermediária esteja relacionada com a plasticidade dietética em que as aves se alimentam de sementes, frutos, invertebrados e pequenos vertebrados.

O osso esfenoide corresponde a parte da base do crânio e das cavidades oculares, podendo ser diferenciado em basisfenoide (base caudal), que possui um corpo e asas temporais, voltados rostralmente para a parte presfenoidal (paraesfenoide), que possui um corpo e asas orbitais (NICKEL, 1973). Na avoante, na pomba asa-branca e no martim-pescador-grande, o basisfenoide possui formato de triângulo, enquanto em Passeriformes e Piciformes um formato mais arredondado. O paraesfenoide, em *Megaceryle torquata* é mais achatado e longo, o que contribui para uma melhor distribuição do impacto no mergulho, enquanto em Passeriformes, Columbiformes e Piciformes é mais arredondado, resultando em uma maior mobilidade fina, para manipulação de alimento. Porém em columbídeos e no tucano-toco é encurtado, sugerindo uma maior estabilidade, sendo mais longo em Coraciiformes e Passeriformes (Figura 1).

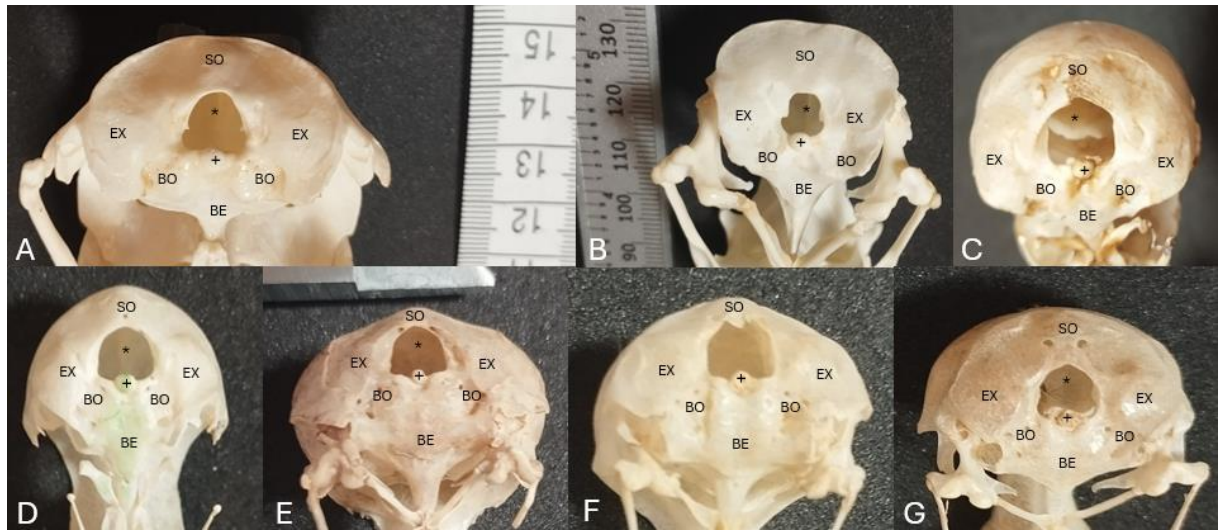


Figura 3: Vista caudal do crânio do tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), martim-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), pomba-asa-branca (*Patagioenas picazuro*) (C), avoante (*Zenaida auriculata*) (D), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (E), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) (F) bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (G). forame magno (*), côndilo occipital (+), basioccipital (BO), exoccipital (EX), supraoccipital (SO) e basisfenoide (BE).

Os parietais protegem o encéfalo, e são formados por delgada lâmina óssea. Estão inseridos entre o supraoccipital e os ossos frontais (NICKEL, 1973). O formato do neurocrânio é fortemente determinado pela expansão cerebral, espécies que possuem essa estrutura mais arredondada, estão associadas a maior motilidade de vôo, ou seja, apresentam uma maior manobrabilidade e uma maior encefalização, diferentemente de aves com crânios mais planos e alongados (LÓBON, 2025). O parietal nas espécies estudadas de Passeriformes, Columbiformes e Piciformes é mais arredondado e curto, enquanto em Coraciiformes é mais longo e plano.

Os ossos temporais são divididos em duas partes, a cápsula auricular (*os oticum*) e a parte escamosa. A cápsula auricular das aves corresponde à petrosa e à timpânica dos mamíferos. A cápsula se estende profundamente no crânio e compreende a parte lateral do osso occipital, parietal e basisfenoide. A porção escamosa participa da formação da parede lateral do crânio, ocupando espaço entre o osso parietal, frontal e esfenoidal. É responsável, também, pelo sulco articular do osso quadrado. Diferentemente dos mamíferos, nas aves não há o processo mastoide proeminente na porção temporal (NICKEL, 1973). Nos columbiformes, a parte escamosa não é evidente quanto nas outras, possuindo um processo orbital rudimentar (Figura 2 C e G). Em Passeriformes, há variação entre as espécies, sendo *Furnarius rufus* e *Pitangus sulphuratus* com região escamosa mais aparente, porém maior no bem-te-vi o que sugere maior força mandibular (Figura 2 D, E e F). A graúna (*Gnorimopsar chopi*) apresenta a parte escamosa reduzida (Figura 2F), e crista timpânica mais reta, semelhante ao martim-pescador-grande e

tucano-toco, ao contrário das outras espécies de passeriformes e Columbiformes, em que a crista é arredondada. Em tucano-toco (ordem Piciformes), tanto a cápsula auricular, quanto a escamosa são bem delimitadas, o processo orbital é desenvolvido (Figura 2 A). O martim-pescador-grande (Coraciiformes) apresentou a maior variação, e possivelmente, a maior força de mandíbula, provavelmente devido à grande área de inserção muscular presente na região escamosa (Figura 2 B).

Os ossos quadrados, se encontram entre o neurocrânio e o aparelho maxilopalatino possuem três processos óticos. O primeiro, forma uma articulação móvel com o sulco articular do osso temporal escamoso; o segundo articula-se com a mandíbula, constituindo a articulação quadratomandibular; e o terceiro, o processo orbital, projeta-se em direção à órbita, atuando como alavanca muscular (NICKEL, 1973). Em Passeriformes e no martim-pescador-grande (Coraciiformes) o processo orbital é mais longo e fino, evidenciando maior mobilidade craniana e movimentos rápidos precisos, característico de aves piscívoras e insetívoras, como o caso das utilizadas no presente estudo. Em Columbiformes o processo orbital é mais curto e robusto, aumentando a força mandibular e diminuindo a mobilidade craniana, ideal para a dieta granívora dos columbídeos (PROCTOR, 1993).

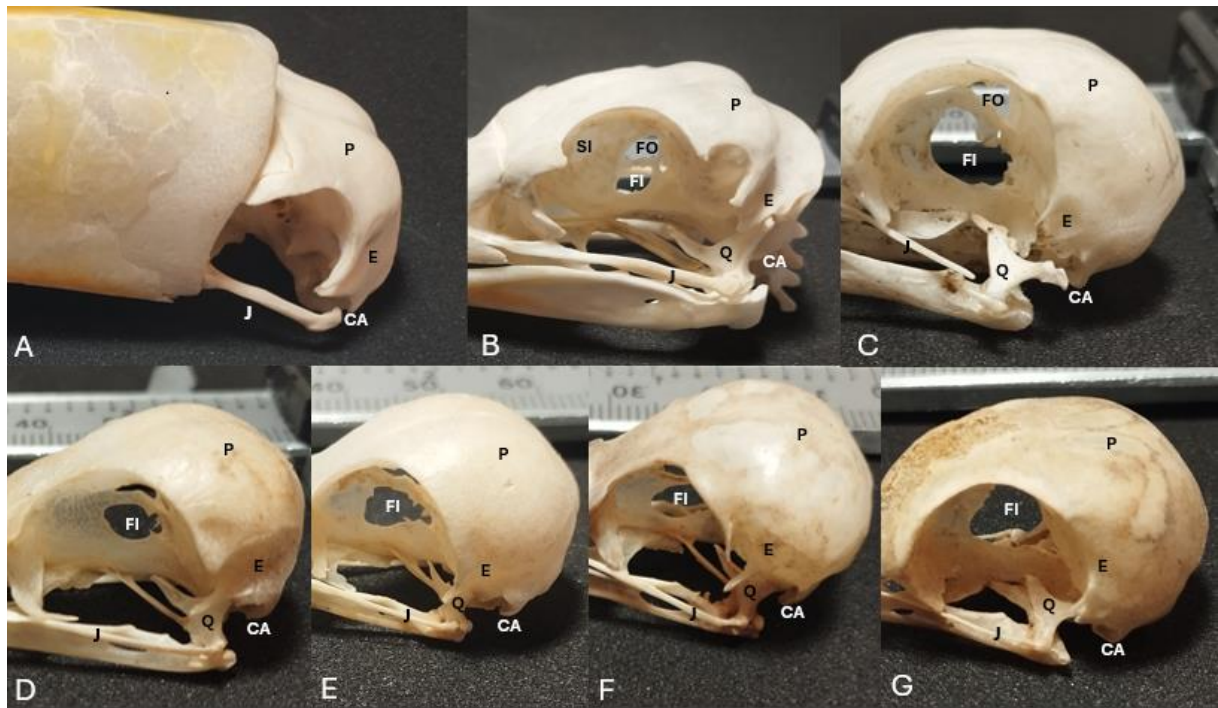


Figura 4: Vista lateral do crânio das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), martin-pescador-grande (*Megasceryle torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas picazuro*) (C), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Osso Parietal (P), Septo interorbital (SI), Forame óptico (FO), frontículo interorbital (FI), Quadrado (Q), Jugal (J), região escamosa do osso temporal (E), cápsula auricular do osso temporal (CA).

Os ossos lacrimais são fundidos com os frontais e formam uma articulação móvel com o osso nasal. Formam as laterais nasais e ventrais da órbita ocular. Fornecem suporte estrutural para as glândulas e contém a primeira parte do ducto lacrimal, que é responsável por limpar e lubrificar os olhos (NICKEL, 1973). Esses ossos são mais desenvolvidos no martim-pescador-grande, sendo possível observar o processo lacrimal. Nas outras aves não há grande desenvolvimento do osso lacrimal, somente na espécie *Patagioenas picazuro*, que teve maior destaque (Figura 3).

Os ossos nasais constituem boa parte da cavidade nasal e da parte superior do bico. Possuem dois processos, o intermaxilar, que forma a borda dorsal e o processo maxilar, que forma as bordas aboral e inferior das narinas. Uma sutura escamosa une os processos frontais dos ossos nasais com o corpo rostral; essa parte flexível do bico é denominada sutura frontonasal, dobradiça craniofacial, que é responsável pela mobilidade do bico superior (NICKEL, 1973). Em Columbiformes (Figura 3 C e G) não é possível visualizar a sutura escamosa, diferente das outras espécies, no João-de-Barro foi observada maior semelhança com columbídeos do que com passeriformes, indicando, possivelmente, menor mobilidade na parte superior do bico. Nesses indivíduos e em martim-pescador-grande, a fossa nasal possui um formato de fenda, evidenciando uma maior proteção contra água e poeira, principalmente no martim, por se tratar de uma ave que captura seu alimento em mergulhos. Esse formato não foi observado nas outras espécies do estudo, tendo Tucano-toco, Graúna e Bem-te-vi, um formato arredondado, que permite uma maior passagem de ar (BAUMEL, 1993).

O osso incisivo (pré-maxilar e intermaxilar), forma a maior parte do bico superior e apresenta uma grande variedade de tamanho e formato em diferentes espécies. O osso da pré-maxila apresenta três processos de cada lado, o processo maxilar, que sustenta parte da borda do bico e é unido aos ossos maxilares; palatino, que forma o palato ósseo e é fundido caudalmente aos ossos palatinos; e frontais, que são fundidos medialmente e se estendem até os ossos frontais (NICKEL, 1973). A sua conformação e seu grau de fusão com outras estruturas cranianas representam indicadores morfofuncionais úteis para a interpretação do regime alimentar da espécie (PROCTOR, 1993). Em Columbiformes (Figura 3 C e G) o formato é curto e levemente curvado na extremidade, sendo robusto e ideal para captura de sementes, o grau de fusão é baixo, representando maior mobilidade. Em Coraciiformes o formato é alongado, fino e altamente fundido, resultando em um bico forte, bom para captura e apreensão de peixes (Figura 3 B). Nos Piciformes, o incisivo é extremamente longo e achatado dorso-lateral, com extremidade curva e grande fusão com outras estruturas ósseas, o que auxilia na sua alimentação onívora, com captura desde frutos até filhotes de outras aves (Figura 3 A). Em

passeriformes (Figura 3 D, E e F), foi observada maior diferença entre os indivíduos, o joão-de-barro, por se tratar de uma ave majoritariamente carnívora, apresenta um incisivo mais longo, fino e com menor grau de fusão, necessários para a sua alimentação a base de insetos e larvas. O bem-te-vi e a graúna, por sua vez, são aves onívoras, apresentam maior fusão com outros ossos e um intermaxilar mais achatado dorso-ventralmente, para aumentar a força do bico, já que se alimentam de sementes e frutos também.

Os ossos maxilares, são pequenos e formam a margem caudal do bico superior e parte do palato ósseo. São fundidos com os ossos nasais e pré-maxilares (NICKEL, 1973). Em Passeriformes, o maxilar é achatado dorso-ventralmente e mais delgado, conferindo maior mobilidade. No bem-te-vi, o maxilar é maior que nas demais espécies da ordem utilizadas na presente pesquisa. Em Piciformes e Coraciiformes possui maior ossificação, sendo mais robusto, fornecendo maior estabilidade e precisão para o bico. Em Columbiformes (Figura 3 C e G), o osso é mais arredondado, sendo um intermediário entre os dois outros exemplos, o que caracteriza maior mobilidade, mas não tão evidente quanto em passeriformes, e rigidez, porém menor do que Piciformes (Figura 3 A) e Coraciiformes (Figura 3 B).

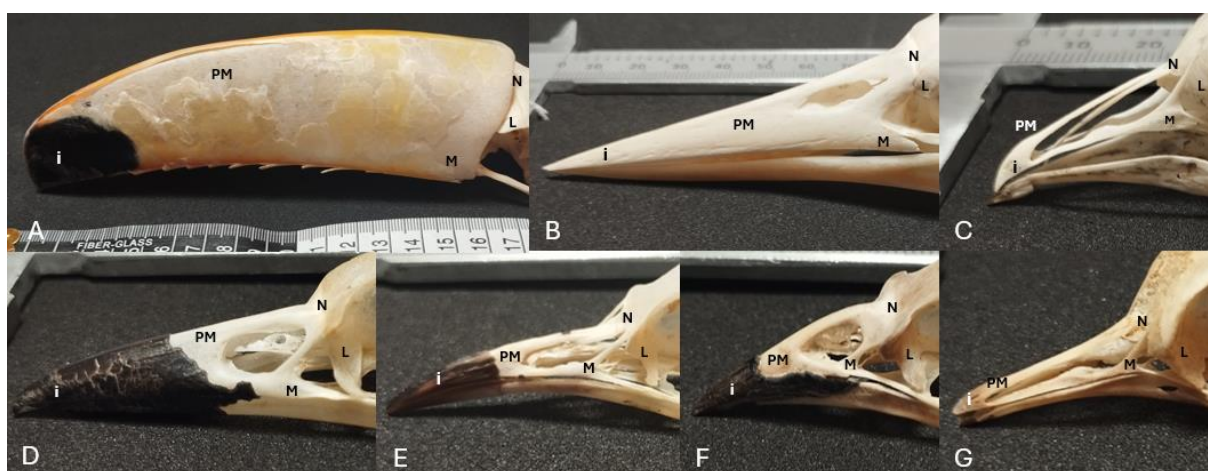


Figura 5: Vista lateral do crânio das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), martin-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas picazuro*) (C), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Intermaxilar (I), Pré-maxilar (PM), Nasal (N), Lacrimal (L), Maxilar (M).

O osso jugal, é um prolongamento fino em forma de bastão da margem do bico superior. Seguem caudalmente ao osso quadrado, formando articulações móveis. Consistem em três fusões, processo jugal do osso maxilar, jugal e quadrado-jugal (NICKEL, 1973). Somente na espécie Coraciiforme (Figura 4 B) foi possível observar um processo no início do osso zigomático, em um formato achatado dorso-ventralmente.

Os ossos palatinos variam em formato dependendo da espécie, possuem articulação rostralmente com a maxila e caudalmente com o osso pterigoide. Formam o teto ósseo da faringe, e possuem uma abertura em formato de fenda, as narinas posteriores (NICKEL, 1973). Em Columbiformes (Figura 4 C e G), é semelhante em ambas as espécies, com formato de bastão fino próximo à maxila, e aumentando conforme se aproxima dos pterigoides, tomando um formato achatado com uma curvatura côncava. A fenda das narinas é curta, porém mais larga em relação as outras espécies. Em Passeriformes, possui um formato achatado e fino. A fenda nasal é longa e estreita, e se une aos pterigoides. Em Coraciiformes (Figura 4 B), os ossos palatinos são achatados e curtos, com formato de placas ósseas. A fenda nasal é longa e estreita, como em Passeriformes. Em Piciformes (Figura 4 A), o formato é de placas ósseas côncavas, curtas e finas. A fenda nasal é curta e afunilada em cada extremidade.

O osso pterigoide, articula-se rostralmente com o palatino e com o esfenóide, e caudalmente com o quadrado (NICKEL, 1973). Em Columbiformes (Figura 4 C e G) são achatados, curtos e robustos, enquanto em Passeriformes (Figura 4 D, E e F) e Coraciiformes (Figura 4 B), apresentam-se mais alongados. Em *Furnarius rufos*, os ossos são mais achatados em comparação as outras espécies passeriformes utilizadas no estudo (Figura 4 E).

O vômer é uma placa óssea fina e única, situada no plano mediano, dividindo as narinas posteriores (NICKEL, 1973). Em Passeriformes (Figura 4 D e E) é uma estrutura fina e achatada, que se estende até o início do bico. Em Columbiformes (Figura 4 C e G) essa estrutura é semelhante, porém com contorno mais arredondado. No martim-pescador-grande (Coraciiformes) e no tucano toco (Piciformes), o vômer não se estende até o bico; em vez disso, forma uma curvatura dorso cranial. Na espécie Coraciiforme, o vômer termina em dois prolongamentos, os quais podem atuar como uma adaptação para proteção das narinas durante os mergulhos realizados para a captura de presas.



Figura 6: Vista ventral do crânio das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), martin-pescador-grande (*Megaceryle torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas picazuro*) (C), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Jugal (J), Palatino (P), Pterigoide (PT), Vômer (V).

A mandíbula, se distingue pelo comprimento de seus ramos, que são fundidos rostralmente e se molda ao formato da maxila. Os ramos mandibulares se fundem em uma única unidade, desaparecendo as demarcações de cada uma. Porém, em sequência caudoapical, são encontrados os ossos: angular, articular, supraangular, complementar, opercular e dental (NICKEL, 1973). Dentro de Passeriformes há variações entre as espécies estudadas, em *Gnorimopsar chopi* (Figura 5 F), o processo angular e o forame mandibular são maiores que nas demais espécies da ordem, além de possuir maior curvatura ventral que nas demais espécies estudadas. Todas essas modificações, em conjunto, podem contribuir com maior força e mobilidade de mandíbula, devido à dieta onívora e a ave apresentar grande capacidade vocal. Em Columbiformes (Figura 5 C e G) a fusão entre o supra-angular e o dental é menos consolidada em comparação com as outras ordens estudadas, apresentando separação entre esses dois. O osso articular do tucano-toco (Piciformes) (Figura 5 A) apresenta um pequeno processo, que ancora a musculatura e aumenta a força mandibular. O martin-pescador-grande

(Figura 5 B) apresentou a menor curvatura ventral, forame mandibular pequeno e um grau de fusão muito grande entre os ossos da mandíbula, como no tucano.



Figura 7: Mandíbula das espécies tucano-toco (*Ramphastos toco*) (A), martin-pescador-grande (*Megascops torquata*) (B), asa-branca (*Patagioenas picazuro*) (C), bem-te-vi (*Pitangus sulphuratus*) (D), joão-de-barro (*Furnarius rufus*) (E), graúna (*Gnorimopsar chopi*) (F), avoante (*Zenaida auriculata*) (G). Angular (NA), articular (A), supra-angular (AS), dental (D).

3.2 Resumo das principais modificações dos exemplares das ordens Columbiformes, Passeriformes, Coraciiformes e Piciformes observadas no trabalho

Ordem	Mobilidade craniana (BUCHMANN, 2024; BOUT, 2001)	Força mandibular	Características gerais do crânio e bico	Adaptações alimentares
Columbiformes	Intermediária a baixa	Moderada	Forame magno ventralizado; ossos robustos; processo orbital curto; maxilar intermediário; narinas em fenda	Granívoras → bico curto e forte, menor mobilidade craniofacial

Passeriformes	Alta	Variável (baixa a alta entre espécies)	Neurocrânio arredondado; processo orbital longo; maxilar fino e móvel; grande plasticidade morfológica	Dieta variada (sementes, frutos, insetos, vertebrados); adaptações específicas por espécie
Coraciiformes	Alta	Alta	Forame magno apical; regiões escamosas amplas; narinas em fenda; bico alongado e rígido	Piscívora → bico longo e fusão elevada; proteção nasal em mergulho
Piciformes	Baixa a moderada	Alta	Crânio robusto; incisivo muito alongado e achatado; grande fusão óssea; processo orbital desenvolvido	Onívora → bico forte para frutos, insetos e até pequenos vertebrados

Quadro 1: Principais diferenças morfológicas e funcionais do crânio de aves das ordens Piciformes, Coraciiformes, Columbiformes e Passeriformes, utilizadas no estudo.

As inferências sobre força mandibular foram feitas a partir de observações das estruturas cranianas das diferentes espécies.

As diferenças morfológicas observadas entre as ordens refletem padrões distintos de mobilidade craniana, força mandibular e especializações alimentares. Os Columbiformes apresentam estruturas cranianas mais robustas e menor mobilidade, com forame magno ventralizado e processos articulares curtos. As narinas são em formato de fenda, o que permite uma certa proteção contra entrada de partículas de terra e poeira. Todas são adaptações necessárias para aves que se alimentam no solo.

Os Passeriformes exibem maior plasticidade morfológica, marcada por mobilidade craniana acentuada e grande variação na força mandibular, refletindo sua dieta diversificada, em João-de-Barro, em que seu alimento consiste em invertebrados, principalmente artrópodes, o bico é mais afunilado que das outras espécies da mesma ordem, formato que serve como uma pinça para o animal capturar seu alimento. No Bem-te-vi e na Graúna, os bicos são mais largos e achatados dorso-ventralmente, permitindo a captura de uma maior variedade de alimentos, devido seu hábito onívoro.

O crânio do martim-pescador-grande (Coraciiformes) é alongado e altamente funcional, bico longo e robusto, comprimido dorsoventralmente; possui uma mandíbula forte, grande

inserção muscular na região temporal, processo orbital estreito e narinas em fenda, adaptações diretamente relacionadas ao hábito piscívoro e à necessidade de precisão na captura de presas aquáticas. O neurocrânio relativamente compacto, mas com rostro muito desenvolvido.

Por fim, o exemplar da ordem Piciformes, tucano-toco, demonstram forte rigidez craniana, com incisivo longo e fortemente fundido, além de alto desenvolvimento do processo orbital, resultando em grande força mandibular compatível com sua dieta onívora, que inclui frutos, invertebrados e pequenos vertebrados. Esses padrões destacam a relação estreita entre a morfologia craniana e os hábitos alimentares das diferentes ordens analisadas.

3.3 Resultados da análise morfométrica

As medidas do crânio das diferentes espécies analisadas encontram-se na tabela 1. As espécies estudadas da ordem Columbiformes apresentaram crânios relativamente equilibrados nas medidas de altura, largura e comprimento, sendo o bico relativamente curto, associado a hábitos granívoros. Nota-se que o crânio do martim-pescador-grande possui amplo comprimento rostrocaudal devido em relação aos Passeriformes e aos Columbiformes como adaptação para mergulhos rápidos e predação de presas aquáticas. O tucano-toco se destaca nesta medida em relação aos demais para facilitar a obtenção de frutas e sementes em galhos finos, sinalização social. Ainda, de acordo com Hughes (2014) o crescimento do bico é mais intenso que o corporal para facilitar a termorregulação, por isto, esta estrutura é bem vascularizada.

Tabela 1. Média (ou valor absoluto) e desvio padrão da morfometria do crânio de aves (cm) da ordem Columbiformes (n=5), Passeriformes (n=6), Piciformes (n=1) e Coraciiformes (n=2).

Aves	Comprimento total	Largura máxima	Altura craniana	Comprimento do bico
Columbiformes				
Asa-branca (n=2)	5,67±0,26	2,09±0,14	2,03 ±0,007	2,52±0,14
Avoante (n=3)	4,14±0,13	1,60±0,04	1,46±0,03	1,75±0,08
Passeriformes				
Bem-te-vi (n=1)	5,38	1,87	1,49	3,17
Graúna (n=4)	4,46±0,10	2,03±0,06	1,74 ±0,17	2,27±0,07
João-de-barro (n=1)	4,83	1,71	1,46	
Coraciiformes				2,54
Martim-pescador (n=2)	12.31±0,45	3,17±0,03	2.37±0,06	7,80±0,38

Piciformes

Tucano-toco (n-1)	20,00	4,50	3,70	15,50
-------------------	-------	------	------	-------

As análises de componentes principais (PCA) revelaram que o primeiro componente (PC1) explicou 97,3% da variação total dos dados, separando fortemente as espécies principalmente em função do porte corporal e das dimensões gerais das estruturas analisadas. Nesse eixo, observou-se um padrão nítido no qual *Ramphastos toco* (tucano-toco) apresentou valores extremamente elevados de PC1, destacando-se como a espécie mais discrepante da amostra, resultado de suas medidas morfométricas substancialmente maiores. Em contraste, *Patagioenas picazuro* (asa-branca), *Zenaida auriculata* (avoante), *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi), *Gnorimopsar chopi* (graúna) e *Furnarius rufus* (joão-de-barro) formaram um agrupamento coeso, refletindo similaridade nas proporções corporais e valores próximos das variáveis mensuradas. O segundo componente (PC2), responsável por apenas 2% da variação, capturou diferenças morfológicas mais sutis entre as espécies de tamanho semelhante, mas não contribuiu de forma expressiva para a separação dos grupos. No conjunto, o PCA demonstrou que a variação morfológica entre as espécies é dominada por diferenças de escala corporal, com apenas variações secundárias associadas a nuances anatômicas

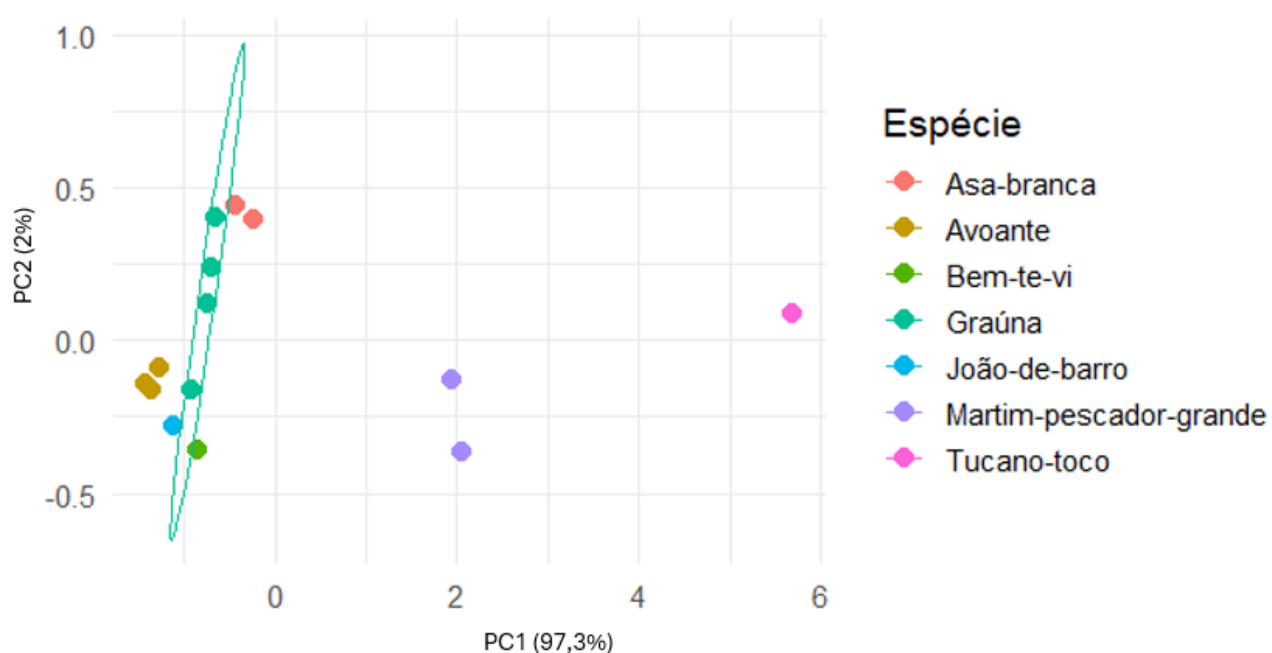


Figura 8. Análise de Componentes Principais (PCA) das medidas morfométricas das espécies estudadas.

As distribuições morfométricas evidenciaram diferenças consistentes entre as espécies para todas as variáveis analisadas. A altura craniana mostrou baixa variação dentro das espécies, com valores concentrados em faixas estreitas; entretanto, observou-se um aumento gradual entre as espécies menores (como avoante e bem-te-vi) até espécies de maior porte, destacando-se o tucano-toco, que apresentou a maior altura craniana da amostra. Padrão semelhante foi observado para o comprimento do bico, no qual a maioria das espécies exibiu valores relativamente próximos, enquanto o tucano-toco novamente se destacou por apresentar um comprimento muito superior aos demais. O comprimento total mostrou-se particularmente informativo para discriminar grupos, revelando três blocos morfométricos: espécies de pequeno porte com valores entre 5 e 8 cm, espécies intermediárias como o martim-pescador-grande, e o tucano-toco, que apresentou medidas muito superiores, ultrapassando 20 cm. Já a largura máxima exibiu baixa variação intragrupo, porém manteve a tendência geral de aumento proporcional ao porte das espécies, com o ranfastídeo novamente apresentando os maiores valores. No conjunto, esses gráficos demonstram que as espécies apresentam perfis morfométricos distintos, com diferenças especialmente expressivas entre as espécies de pequeno porte e *Ramphastos toco*, cuja morfologia se destaca em todas as dimensões mensuradas.

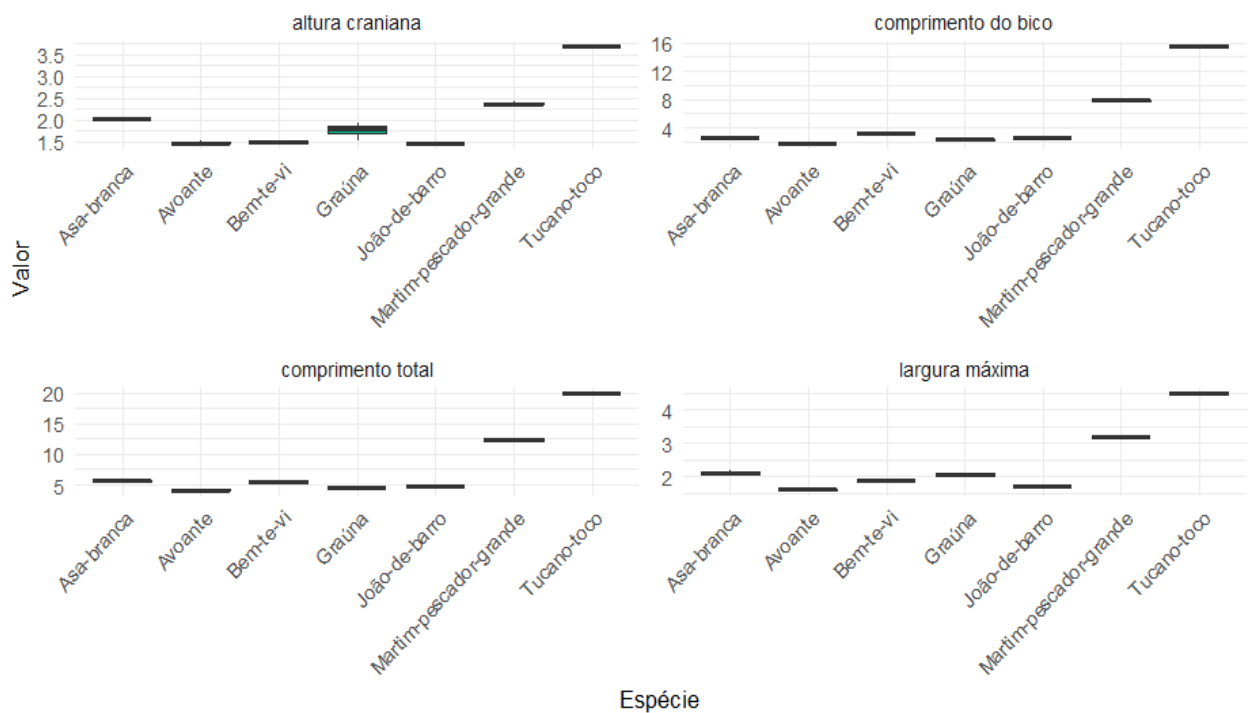


Figura 9. Distribuições das medidas (altura craniana, comprimento do bico, comprimento total e largura máxima) entre as espécies analisadas.

A análise revelou que o modelo utilizado explicou praticamente toda a variação observada nos dados, apresentando um coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,993$), indicando forte ajuste entre as variáveis preditoras e a resposta. A soma dos quadrados atribuída ao modelo (51,64) foi substancialmente maior do que a soma dos quadrados residuais (0,359), evidenciando que apenas uma fração mínima da variação permaneceu não explicada. O valor de F (167,52) foi extremamente elevado, refletindo um contraste robusto entre a variabilidade explicada pelo modelo e a variabilidade residual. A significância estatística foi confirmada pelo valor de $p = 1e-04$, indicando que o efeito do modelo é altamente significativo ($p < 0,001$). Esses resultados demonstram que as diferenças entre os grupos avaliados são estatisticamente expressivas e que o modelo adotado possui excelente capacidade explicativa.

Tabela 2: Resultados da análise estatística da Análise Multivariada de Variância Permutacional (PERMANOVA).

	Graus de liberdade	Soma dos Quadrados	R2	F	Pr(>F)
Model	6	51,64	0,993	167,5	1e-04
Residual	7	0,359	0,006	NA	NA
Total	13	52,00	1,00	NA	NA

5 CONCLUSÕES

Foram encontradas características morfológicas associadas à taxonomia e às adaptações alimentares. *Megaceryle torquata* e *Ramphastos toco* exibiram padrões anatômicos mais distintos, associados ao hábito piscívoro e generalista, respectivamente. Passeriformes mostraram variações morfométricas e anatômicas associadas à plasticidade alimentar, enquanto Columbiformes apresentaram maior uniformidade morfológica intra-ordem.

O estudo amplia o conhecimento sobre anatomia craniana de aves silvestres, podendo subsidiar pesquisas aplicadas em taxonomia, biologia da conservação, medicina de fauna silvestre e reabilitação de animais.

REFERÊNCIAS

- ALESSIO, Viviana G. *et al.* **Ecología alimentaria de algunas espécies de Passeriformes (Furnariidae, Tyrannidae, Icteridae y Emberizidae): consideraciones sobre algunos aspectos del nicho ecológico.** Miscelánea, v. 14, n. 1, p. 441-482, 2005.
- BAUMEL, J.J. & L.M. WITMER. 1993. Osteologia, p. 45-132. In: J.J. BAUMEL; A.S. KING, J.E. BREAZILE; H.E. EVANS & J.C.V. BERGE (Eds). **Handbook of avian anatomy: Nomina Anatomica Avium.** Cambridge, Nuttall Ornithological Club, 2nd ed., 793p. 1993.
- BENCKE, Glayson A. *et al.* **Aves. Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre,** Edipucrs, p. 189-479, 2003.
- BUCHMANN, Richard; RODRIGUES, Taissa. **Cervical anatomy and its relation to foraging habits in aquatic birds (Aves: Neornithes: Neoaves).** The Anatomical Record, v. 307, n. 10, p. 3204-3229, 2024. DOI: 10.1002/ar.25446
- CALDAS, Sandro Souza *et al.* **Estudo descritivo e morfométrico do crânio do Ramphastos toco (Aves: Piciformes).** Ciência Animal Brasileira, v. 20, p. e-44970, 2019.
- COSTA, Thiago Vernaschi Vieira da; DONATELLI, Reginaldo José. **Osteologia craniana de Nyctibiidae (Aves, Caprimulgiformes).** Papéis Avulsos de Zoologia, v. 49, p. 257-275, 2009.
- CRACRAFT, J. *et al.* Passerine birds (Passeriformes). In: **The timetree of life.** New York: Oxford University Press, 2009. p. 423-431.
- DAN WEBSTER, J. **Skeletal characters and the genera of blackbirds (Icteridae).** The Condor, v. 105, n. 2, p. 239-257, 2003.
- FRANÇA, Leonardo Fernandes; RAGUSA-NETTO, Jose; PAIVA, Luciana Vieira de. **Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (Ramphastos toco) em dois habitats do Pantanal Sul.** Biota Neotropica, v. 9, p. 125-130, 2009.
- HIPOLITO, Juliana Vaz. **História natural de " e; Patagioenas picazuro" e; e" e; Zenaida auriculata" e;(Aves, Columbiformes) em um parque urbano em Campinas, São Paulo: um estudo comparativo.** 2017. Tese de Doutorado. [sn].
- HUGHES, Austin L. Evolution of bill size in relation to body size in toucans and hornbills (Aves: Piciformes and Bucerotiformes). **Zoologia**, v. 31, n. 3, p. 256-263, 2014. DOI: 10.1590/S1984-46702014000300007
- Jesús Marugán-Lobón, Sergio M. Nebreda, **Craniocervical morphological integration in birds**, Geobios, 10.1016/j.geobios.2024.11.007, **90**, (77-85), 2025.
- LEOPOLDO, R. S. **Aspectos ecológicos e abundância dos martim-pescadores no rio dos Sinos, São Leopoldo, RS.** Neotropical Biology and Conservation, v. 1, n. 1, p. 42, 2006.
- NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. **Anatomy of the Domestic Animals.** 1. ed. Berlin: Verlag Paul Parey, 1973. v. 1

PASCOTTO, Márcia C.; HÖFLING, Elizabeth; DONATELLI, Reginaldo J. **Osteologia craniana de Coraciiformes (Aves)**. Revista Brasileira de Zoologia, v. 23, p. 841-864, 2006.

PROCTOR, N. S.; LYNCH, P. J. **Manual of ornithology: avian structure & function**. New Haven: Yale University Press, 1993

Ron G Bout, Gert A Zweers, **The role of cranial kinesis in birds**, **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, Volume 131, Issue 1, 2001, Pages 197-205, ISSN 1095-6433, [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00470-6](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00470-6).

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 912 p.

ANEXO



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
COORDENADORIA DE FAUNA SILVESTRE
AUTORIZAÇÃO DE TRANSPORTE DE ANIMAIS SILVESTRES

**AUTORIZAÇÃO**

Número/Ano: **Número: 0000054788 Ano: 2024 Data Emissão: 24/06/2024 Data Validade: 24/07/2024**
 Processo: **Sigla: SMA Número: 000000008902 Ano: 2023**
 Interessado: **CPF/CNPJ: 56.024.581/0001-56 Nome: MUNICIPIO DE RIBEIRAO PRETO**
 Finalidade: **SÃO PAULO - SÓ IDA - Necropsia ou Uso em atividade didática de animais mortos**
 Destinação de carcaças de avifauna recebida no CETRAS para a UNESP Jaboticabal visando a pesquisa científica.

EMPREENHIMENTO

Tipo: **CETAS - Centro de Triagem de Animais Silvestres**
 Nome: **CETRAS - Morro de São Bento**
 Endereço: **Avenida Capitão Salomão**
 Número: **1850**
 Complemento: **Parque Municipal do Morro do São Bento**
 Bairro e CEP: **Campos Elíseos CEP: 14085440**
 Município e UF: **RIBEIRÃO PRETO - SP**
 Responsável: **Laurindo Antonio da Silva (CPF: 020.646.638-27)**

DESTINO

Destinatário: **CPF/CNPJ: 286.547.158-63 Nome: Lizandra Amoroso**
 Endereço: **Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, s/n**
 Município: **Jaboticabal UF: SP País: BRASIL CEP: 14884900**
 Telefone/Email: **(17) - 981375188**
 Localização: **Latitude: -21,24496 Longitude: -48,29927**

FAUNA AUTORIZADA (INDIVÍDUOS)

Espécie do Indivíduo	Sexo	Estado	Identificação	Número
Columbina buckleyi (ROLINHA)	I	Morto	REGISTRO	R 0205/24
Columbina buckleyi (ROLINHA)	I	Morto	REGISTRO	R 0258/24
Eupsittula aurea (PERIQUITO REI)	I	Morto	REGISTRO	R 0324/24
Eupsittula aurea (PERIQUITO REI)	I	Morto	REGISTRO	R 0325/24
Eupsittula aurea (PERIQUITO REI)	I	Morto	REGISTRO	R 0326/24
Eupsittula aurea (PERIQUITO REI)	I	Morto	REGISTRO	R 0327/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0270/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0271/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0272/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0273/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0274/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0275/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0276/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0277/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0278/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0279/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0280/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0282/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0283/24



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, INFRAESTRUTURA E LOGÍSTICA
COORDENADORIA DE FAUNA SILVESTRE
AUTORIZAÇÃO DE TRANSPORTE DE ANIMAIS SILVESTRES



Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0284/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0285/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0286/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0287/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	0288/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0289/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0290/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0291/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0292/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0293/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0294/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0295/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0296/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0297/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0298/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0299/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0300/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0301/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto		
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0303/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0304/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0305/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0306/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0307/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0308/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0309/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0310/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0311/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0312/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0313/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0314/24
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto		
Gnorimopsar chopi (GRAÚNA)	I	Morto	REGISTRO	R 0316/24
Nyctidromus albigollis (BACURAU)	I	Morto	REGISTRO	R 0269/24
Ramphastos toco (TUCANUÇU)	I	Morto	REGISTRO	R 0568/24

TRANSPORTE

Modo Transporte	Tipo de Veículo	Identificação	CPF/CNPJ	Nome Transportador
Rodoviário	Carro	Veículo oficial da UNESP	28654715863	Lizandra Amoroso