Diana da Silva

Considerações taxonômicas em Ardeidae (Aves), com base na osteologia

Taxonomic considerations in Ardeidae (Aves), based on the osteology

São Paulo
2011

Diana da Silva

Considerações taxonômicas em Ardeidae (Aves), com base na osteologia

Taxonomic considerations in Ardeidae (Aves), based on the osteology

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, para a obtenção de Título de Mestre em Ciências, na Área de Zoologia.

Orientadora: Elizabeth Höfling

São Paulo
2011

Ficha Catalográfica

Silva, Diana

Considerações taxonômicas em Ardeidae (Aves), com base na osteologia.

47p.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Zoologia.

1. Ardeidae2. Osteologia 3. Taxonomia I.Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. Departamento de Zoologia.

Comissão Julgadora

_____ _____

Prof(a). Dr(a). Prof(a). Dr(a).

_____

Profa. Dra. ElizabethHöfling

Orientadora

Dedicatória

Aos meus pais e

a minha querida irmã Daniela

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças para concretizar este trabalho.

À minha orientadora, Profa. Dra. Elizabeth Höfling, meus agradecimentos mais que especiais, principalmente pela paciência, orientação e total atenção a mim dispensadas nestes anos. Muito obrigada pelas sugestões e correçõesfundamentais para a realização e conclusão deste trabalho.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela bolsa de Mestrado concedida por intermédio do curso de Pós-Graduação, área de Zoologia, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e ao Instituto de Biociências pela assistência financeira com a impressão. Tal apoio foi essencial para que este trabalho pudesse ser realizado e concretizado.

Ao Dr. Herculano Alvarenga, uma pessoa que fez toda diferença em minha vida. Agradeço por toda ajuda na realização deste trabalho, pela confiança, pelas oportunidades oferecidas, pelos conselhos, agradeço até mesmo pelas broncas, pois tudo isto me ajudoumuito a crescer tanto profissional quanto pessoalmente. Muito Obrigada!

Ao coordenador do curso de pós-graduação em Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Prof. Dr. Marcelo Rodrigues de Carvalho.

Aos professores das disciplinas de pós-graduação da Universidade de São Paulo pela contribuição em minha formação profissional: Dra. Elizabeth Höfling, Dr. Renato Gaban-Lima, Dra. Sonia Aparecida Casari e Dr. Marcelo Duarte da Silva.

Aos amigos do Museu de História Natural de Taubaté (MHNT) agradeço pelos momentos de convivência: Graziella do Couto Ribeiro, Ricardo Mendonça, Ana Carolina de Souza Passos da Silva, Fernanda Porcari Molena, Thiago Rodrigues

Alves, Liliane Fernanda da Silva e Leila Diniz Abílio de Carvalho. Agradeço também às amigas Marília Alvarenga Costa, Maria de Fátima Godoy Valério e Joana Alexandra de Moura Pereira.

Agradeço, especialmente, à Graziella do Couto Ribeiro mais que amiga uma grande companheira, parceira com a qual compartilhei problemas, alegria, decepções, dúvidas. Alguém que me ajudou muito e me ensinou a sempre ver o lado bom das coisas.

Ao amigo Rafael Migotto pelas caronas, pelas dúvidas esclarecidas e pelo incentivo para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Peter Gibbs (Universityof St. Andrews, Escócia) por, atenciosamente, auxiliar na elaboração do Abstract.

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo: Dinarte Ramos da Silva, Ana Izabel da Silva, Aparecida Bertti da Silva, Daniela da Silva, Adriely Cristini Mamede da Silva, Davi Ramos da Silva. Em especial, agradeço aos meus pais que fizeram de tudo para a concretização de meus sonhos, minha irmã que sempre esteve ao meu lado e me ajudou muito. Muito obrigada!

Ao meu esposo Flávio Augusto pela compreensão e carinho nos momentos mais difíceis. Ao meu filho Paulo Henrique que apesar de minha ausência sempre me recebia com muito carinho e a minha filha Alice por propiciar uma gravidez tranquila e ser um bebê bem calmo, tornando possível a finalização deste trabalho.

A todos os demais que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução desse trabalho.

Índice

1- Introdução 01

1.1- Características Gerais 01

1.2- Caracteres Osteológicos 05

1.3- Taxonomia 07

1.3.1- Subfamília Ardeinae (as verdadeiras garças) 11

1.3.2- Subfamília Nycticoracinae (socós noturnos) 13

1.3.2.1- Tribo Nycticoracini 14

1.3.2.2- Tribo Cochlearini 14

1.3.3- Subfamília Tigrisomatinae 15

1.3.4- Subfamília Botaurinae 15

2- Objetivo 16

3- Materiais e Métodos 16

4- Resultados e Discussões 17

4.1- Subfamília ARDEINAE 18

4.2- Subfamília NYCTICORACINAE 28

4.3- Subfamília TIGRISOMATINAE 36

4.4- Subfamília BOTAURINAE 36

5- Conclusões 38

6- Resumo 40

7- Abstract 41

8- Referências Bibliográficas 42

9- Anexo 46

1. INTRODUÇÃO

1.1. Características Gerais

A família Ardeidae é constituída pelas garças e socós, aves de vasta distribuição no planeta, sendo que a maioria das espécies vive em regiões pantanosas ou próximas de água em todos os continentes exceto a Antártica; ocorrem especialmente em regiões tropicais e temperadas, inclusive em diversas ilhas oceânicas (Blake, 1977; Hancock & Elliott, 1978; Martínez-Vilalta & Motis, 1992; Sick, 1985).

São aves de porte médio a grande, variando o comprimento de 28 cm e 75 g de massa (*Ixobrychus involucris*) até 140 cm e 4.500 g (*Ardea goliath*) (Hancock & Elliott, 1978; Martínez-Vilalta & Motis, 1992). Entre as características mais marcantes estão o pescoço as pernas longos, e o bico quase sempre reto, longo, forte, mais alto do que largo, quase sempre pontiagudo e, na maioria dos casos, com minúsculas serrilhas, de grande importância na captura de peixes (Pinto, 1963).

Quanto à coloração da plumagem dos ardeídeos predominam as cores branca, cinza, preta e marrom. Na plumagem das garças diurnas quase não há dimorfismo sexual, nem distinção na plumagem juvenil da adulta. Na grande maioria dos socós, também, não há dimorfismo sexual na plumagem, exceto em algumas espécies de *Ixobrychus*, porém é comum diferenças na plumagem entre jovens e adultos, sendo os jovens geralmente estriados nas tonalidades de cinza, enquanto os adultos possuem coloração preta e cinza ou marrom e preta (Martínez-Vilalta & Motis, 1992). Também há casos de polimorfismo em garças, onde uma mesma espécie (*e.g. Egretta sacra*, *Egretta gularis* e *Ardea herodias*) apresenta formas claras e escuras (Itoh, 1991).

Na época de reprodução, geralmente, exibem plumas especiais tornando-as mais belas e notáveis. Tais plumas podem ser classificadas em três tipos básicos (Hancock & Elliot, 1978): 1- lanceoladas: caracterizadas por plumas longas e estreitas, com pequenos filamentos, comuns por exemplo na crista de *Cochlearius* (Fig. 1-A) e no dorso de *Butorides*; 2- filamentosas:

alongadas com aspecto de pelos, com as barbas livres, comuns em espécies do gênero *Ardeola* e *Bubulcus* (Fig. 1-B); e 3- egretas com longas barbas e bárbulas livres e flexíveis, típicas dos representantes de gênero *Egretta* (Fig. 1-C).

Os ardeídeos possuem no corpo algumas regiões conhecidas como áreas de plumas-de-pó. Além dos Ardeidae, o notável bico-de-sapato, da família Balaenicipitidae (*Balaeniceps rex*), também apresenta tais estruturas glandulares (Martínez-Vilalta & Motis, 1992). Tais estruturas são glândulas cutâneas anexadas a pequenas plumas especiais, cuja secreção é um pó levemente oleoso que é usado para a conservação e impermeabilização da plumagem, funcionado da mesma maneira que o óleo das glândulas uropigiais. Bock (1956) supõe que na condição basal, as garças teriam grandes áreas de plumas-de-pó conectadas em todo corpo e a tendência evolutiva seria a sua redução para determinadas regiões.

O número de áreas dessas plumas-de-pó varia dentro da família, sendo que socós-de-pântanos (*Botaurus, Ixobrychus*) possuem apenas dois pares e a maioria das garças três (*Ardea, Agamia, Egretta, Pilherodius*); é conhecido ainda, um quarto par para *Cochlearius* e para algumas espécies de *Tigrisoma*. Geralmente, estas áreas estão localizadas no peito, na lateral do corpo (sobre as coxas) e quando há o terceiro par ele se situa na região inguinal da ave (Fig. 2). O quarto par é muito questionado, pois se trata de um pequeno tufo na base da cauda, que poderia ser um remanescente da condição primitiva. Sempre representadas aos pares, em alguns casos podem estar unidas formando uma grande área bilobada e simétrica (Bock, 1956). Talvez por compensação dessas glândulas de pó, as glândulas uropigiais são relativamente pequenas nos Ardeidae.

Outra característica dos Ardeidae está na unha do 3º dedo, ou dedo médio, que se apresenta pectinada (Fig. 3). Parece ser uma ferramenta útil no acerto da plumagem e ajuda a espalhar o óleo das plumas-de-pó para as outras penas. Este caráter está presente em todos os Ardeidae (incluindo *Cochlearius*) (Bock, 1956).

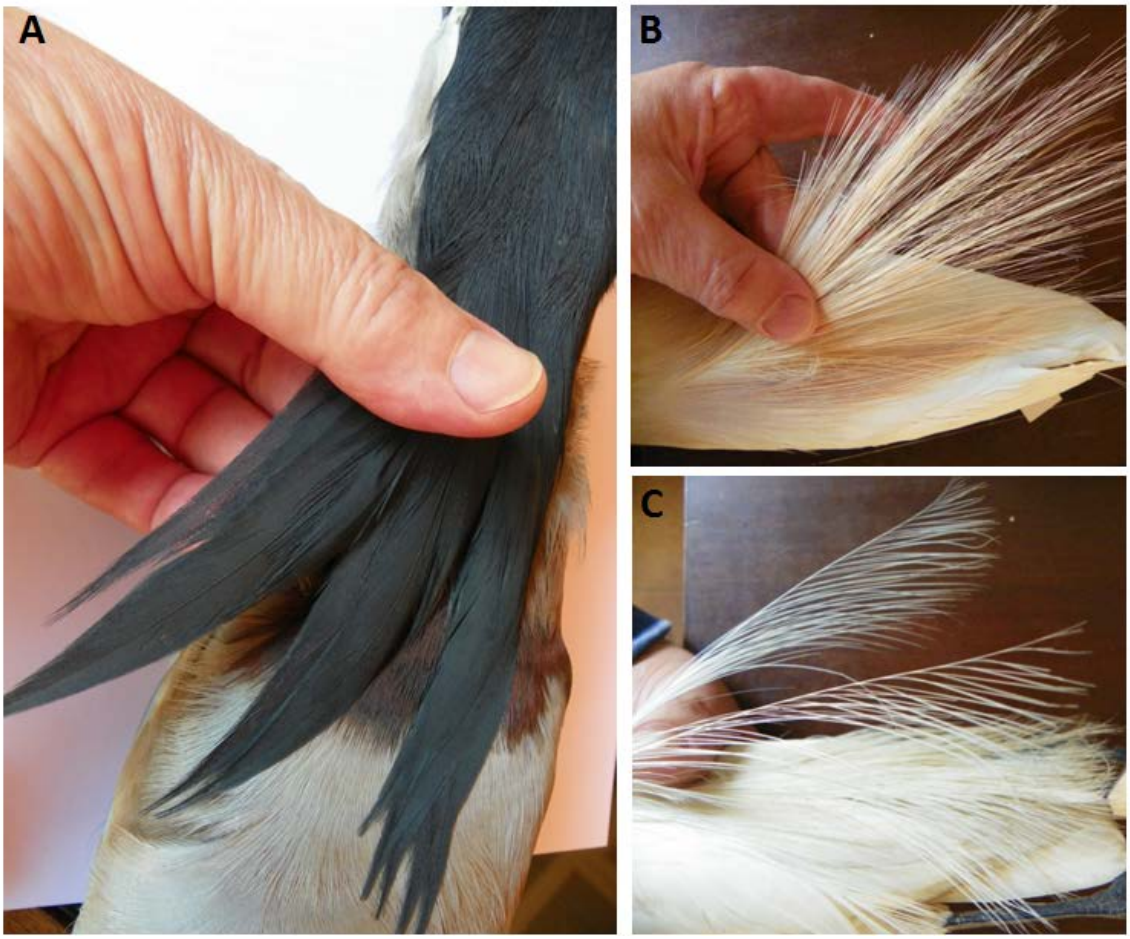

Fig. 1- Diferentes tipos de plumas da fase reprodutiva em ardeídeos: **A-** laceoladas (crista de *Cochlearius cochlearius* –MHNT- 3.949); **B-** filamentosas (dorso de *Bubulcus ibis* – MHNT-3.138) e **C-** egretas (dorso de *Egretta thula* – MHNT-9.045). Sem escala.

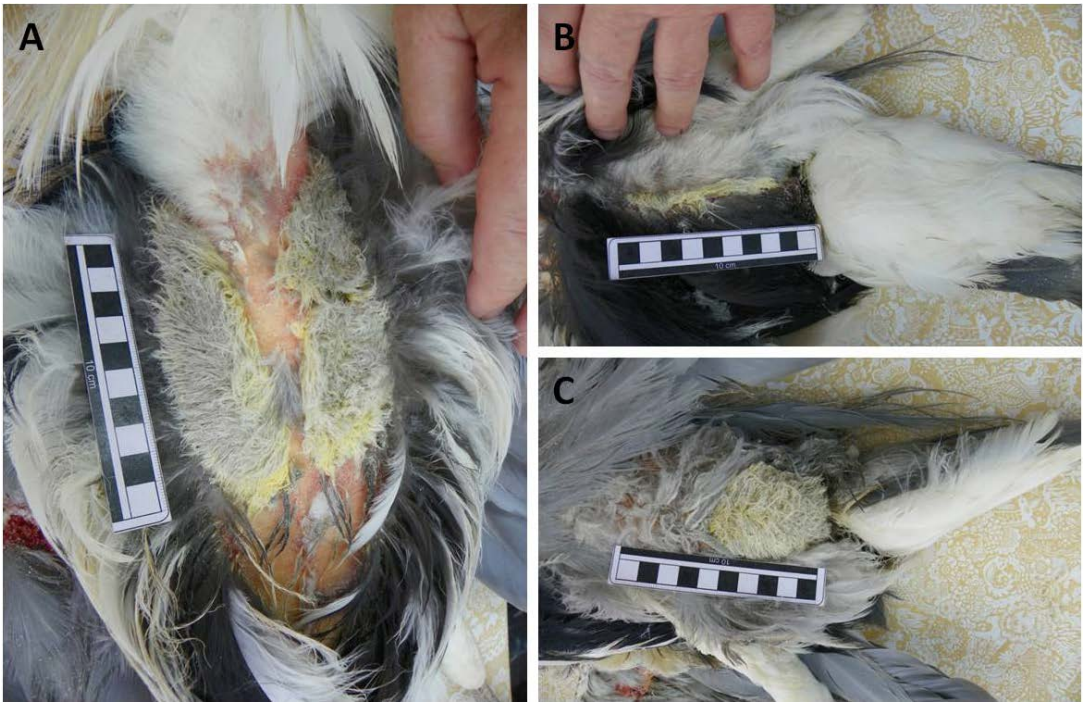

Fig. 2- Plumas-de-pó em *Ardea cocoi*. Essas estruturas glandulares pares são geralmente distribuídas nas regiões: **A-** parte anterior do tórax; **B-** na região inguinal; e **C-** na região lateral da pélvis, sobre as coxas Escala em centímetros.

Fig. 3 - Dedo médio (dedo III) do pé esquerdo de *Ardea cocoi* (MHNT- 6720). Observar o aspecto pectinado da borda medial da unha. Escala em centímetros.

Como quase todas as garças vivem próximas ao ambiente aquático, seu sucesso alimentar depende da especialização evolutiva de detalhes morfológicos para capturar as diversas formas que vivem neste meio. A dieta inclui peixes, crustáceos, anfíbios, moluscos pequenos mamíferos, aves (especialmente jovens), répteis e todos tipos de invertebrados aquáticos (Hancock & Elliott, 1978). Preferências alimentares e técnicas de forrageamento são diferenciadas entre as espécies, podendo ser classificadas em 12 tipos comportamentais diferentes, com base na posição da cabeça, pescoço, asas e movimentos usados para capturar suas presas (Meyrriec, 1962).

Os ardeídeos apresentam comportamento reprodutivo colonial ou solitário, sendo que o hábito solitário é característico, geralmente, dos socós e garças-tigres, (*Butorides, Botaurus*, *Gorsachius* e outros), sendo considerada a condição mais primitiva. A reprodução em colônias, seria a condição mais especializada encontrada no restante da família (*Ardea*, *Egretta*, *Bubulcus*, *Nycticorax*). Muitas características das garças, desde “display”, coloração, vocalização, estrutura dos dedos e unhas estão fortemente correlacionadas com os hábitos de nidificação, tendo grande importância na história evolutiva do grupo, podendo auxiliar nas grandes subdivisões da família (Bock, 1956).

A vocalização das garças é pouco estudada (Kushlan & Hancock, 2005), entretanto McCracken & Sheldon (1997) realizaram um estudo sobre a frequência da vocalização de ardeídeos e notaram que a frequência, o número e a estrutura das sílabas carregam informações filogenéticas importantes para o grupo.

1.2- Características osteológicas

Os Ardeidae podem ser caracterizados resumidamente, pelos seguintes caracteres osteológicos, assinalados por Mayr & Clarke (2003):

1.2.1- Crânio: narinas holorrinas; septo internasal não ossificado; processos maxilopalatinos fusionados, ou não, na linha mediana

(esquizognatas ou desmognatas); osso lacrimal bem desenvolvido, com o processo descendente próximo da barra jugal e processo supraorbital grande e articulado ao frontal; vômer presente; articulação basipterigoide ausente; processo zigomático ausente ou vestigial.

1.2.2- Vértebras e costelas: ausência de notário; processos uncinados presentes, porém não plenamente fusionados às costelas. Cabe aqui acrescentar que as vértebra cervicais são bastante alongadas com notáveis adaptações entre a 6ª e a 7ª cervicais, que permitem uma dobra em “S” do pescoço, característico da família.

1.2.3- Cinturas escapular e pélvica: coracoide com ausência do forâmen do nervo supracoracoide e pélvis com fenestra ilioisquiádica aberta.

1.2.4- Membros: no tibiotarso as cristas cnemiais são pouco desenvolvidas, no tarsometatarso as cristas e sulcos hipotarsais são desenvolvidos e complexos. O hálux é sempre desenvolvido.

A esses caracteres cabe ressaltar a estrutura da coluna cervical que possui particularidades funcionais especialmente entre as vértebras C-5 e C-8, responsáveis principais pela flexão e extensão do pescoço, possibilitando assim movimentos para frente e para trás, o que é fundamental na captura de presas que vivem no meio aquático e facilita a ingestão de presas especiais como as grandes e lisas (Harrison, 1978; Payne & Risley, 1976; Silva *et al*, 2010).

Grande número de caracteres osteológicos já foram utilizados para a resolução de taxonomia mais detalhada, como na diferenciação de gêneros e espécies. Exemplo disso está na diferenciação das espécies de *Botaurus* encontradas nas Américas do Sul e Central: *B. pinnatus* difere da espécie norte-americana, *B. lentiginosus*, em vários aspectos osteológicos como: processo supraorbital menos proeminente, extensão do forâmen interorbital menos desenvolvida, os sulcos no hipotarso são menos proeminentes e um único canal hipotarsal é formado. As duas espécies encontradas no Velho Mundo (B. *stellaris* e B. *poicilopitilus*) são similares, mas diferem das espécies

das Américas. Nas espécies do Novo Mundo o sinsacro possui uma projeção lateral proeminente na crista ilíaca; no crânio o lacrimal é “sulcado” e o ectetmoide tem uma bifurcação ventrolateral. Estas diferenças osteológicas entre os socós (*Botaurus*) do Velho e do Novo Mundo justificariam talvez até a colocação das espécies em gêneros diferentes, na opinião de Payne & Risley (1976).

Outro exemplo está nas características osteológicas que justificam a inclusão da espécie *Egretta alba* no gênero *Ardea* (Bock, 1956), como o formato do osso ectetmoide e a configuração do palatino (Payne & Risley,1976). Entretanto, Payne & Risley (*op. cit*.) ressaltam para *Egretta alba* várias outras características osteológicas exclusivas, que poderiam justificar a consideração desta espécie em um gênero monoespecífico (*Casmerodius*).

Ainda mais um exemplo pode ser lembrado em *Zebrilus* que, como nos demais Botaurini, apresenta forâmen supraorbital bem desenvolvido (Peters, 1931). Entretanto, o formato do forâmen interorbital, a bifurcação do lacrimal e as vértebras 16 e 17 assemelham-se às de *Gorsachius* (Payne & Risley, 1976). *Zebrilus* possui, também, características únicas entre as garças como o formato do bico e a forma da quilha do esterno (Payne & Risley, *op. cit.*).

1.3- Taxonomia

Tradicionalmente, a família Ardeidae é inserida na ordem Ciconiiformes, frequentemente junto com as íbis (Threskiornithidae), a cabeça-de-martelo (Scopidae), o bico-de-sapato (Balaenicipitidae) e as cegonhas (Ciconiidae) (Harrison, 1978; Fedducia, 1996; Martínez-Vilalta & Motis, 1992). Recentemente, diversos autores sugerem um polifiletismo para essa ordem de aves e tendem a uma separação da família Ardeidae dos demais Ciconiiformes, elevando esse grupo ao nível de ordem, no caso Ardeiformes (Olson, 1985; Livezey & Zusi, 2007). Outra questão taxonômica em relação à família refere-se à inclusão de *Cochlearius* em Ardeidae ou a sua separação

como família à parte, denominada Cochleariidae (Pinto, 1963; Verheyen, 1959; Livezey & Zusi, 2007).

A primeira organização sistemática das garças, feita por Lineu em 1758, reune todas as espécies em um único gênero *Ardea* (Sibley & Ahlquist, 1990). Em 1956 Bock fez uma das primeiras revisões taxonômicas da família, onde foram analisados caracteres morfológicos, comportamentais, reprodutivos e anatômicos. Neste estudo, Bock reconhece 64 espécies alocadas em 15 gêneros (Tabela 1), sendo a família Ardeidae dividida em duas subfamílias: Ardeinae composta por três tribos Nycticoracini (garças noturnas incluindo *Cochlearius*), Ardeini (garças diurnas), Tigriornithini (socós-tigres) e a subfamília Botaurinae (socós-de-pântanos).

Pinto (1963) considera Ardeae uma subordem de Ciconiiformes, e a divide em duas famílias: Ardeidae, cujos representantes possuem 12 rectrizes e Botaurinae apenas 10 rectrizes, e uma segunda família, Cochleariidae, monotípica constituída apenas por *Cochlearius cochlearius*, com base principalmente na estrutura singular do bico.

Em 1976, Payne & Risley apresentam um extenso estudo osteológico da família Ardeidae e por meio de análise fenética consideram como resultado um total de 62 espécies e 15 gêneros (Tabela 1); para estes autores a família deve ser dividida em quatro subfamílias: Ardeinae (garças diurnas), Nycticoracinae (garças noturnas, incluindo *Cochlearius*), Tigrisomatinae (socós-tigres) e Botaurinae (socós-de-pântanos). Esta mesma divisão de Ardeidae também é adotada por Martínez-Vilalta & Motis (1992), alterando apenas o número de gêneros e espécies, sendo reconhecidas 60 espécies distribuídas em 17 gêneros.

Com base em dados morfológicos, comportamentais e moleculares Kushlan & Hancock (2005) reconhecem 62 espécies distribuídas em 17 gêneros e dividem a família Ardeidae em cinco subfamílias: 1- Ardeinae, dividida em três tribos Ardeini, Egrettini e Nycticoracini; 2-Botaurinae; 3-

Tigrisomatinae; 4- Agamiinae, exclusiva para *Agamia agami*; e 5- Cochleariinae também exclusiva para *Cochlearius cochlearius*.

Tabela 1- Taxonomia da família Ardeidae segundo principais revisores.

Bock 1956	Payne & Risley 1976	Martinez -Vilalta & Motis 1992	Kushlan & Hancock 2005
ARDEINAE	**ARDEINAE**	**ARDEINAE**	**ARDEINAE**
Ardeini	*Syrigma sibilatrix*	*Syrigma sibilatrix*	**Ardeini**
Ardea purpurea	*Pilherodius pileatus*	*Pilherodius pileatus*	*Ardea cinerea*
Ardea navaehollandiae	*Ardea cinerea*	*Ardea cinerea*	*Ardea herodias*
Ardea pacifica	*Ardea herodias*	*Ardea herodias*	*Ardea cocoi*
Ardea cinerea	*Ardea cocoi*	*Ardea cocoi*	*Ardea pacifica*
Ardea herodias	*Ardea pacifica*	*Ardea pacifica*	*Ardea alba*
Ardea occidentalis	*Ardea melanocephala*	*Ardea melanocephala*	*Ardea modesta*
Ardea cocoi	*Ardea humbloti*	*Ardea humbloti*	*Ardea intermedia*
Ardea melanocephala	*Ardea imperialis*	*Ardea insignis*	*Ardea melanocephala*
Ardea humbloti	*Ardea sumatrana*	*Ardea sumatrana*	*Ardea humbloti*
Ardea imperialis	*Ardea goliath*	*Ardea goliath*	*Ardea insignis*
Ardea sumatrana	*Ardea purpurea*	*Ardea purpurea*	*Ardea sumatrana*
Agamia agami	*Ardea alba*	*Egretta alba*	*Ardea goliath*
Hydranassa picata	*Egretta rufescens*	*Egretta rufescens*	*Ardea purpurea*
Hydranassa ardesiaca	*Egretta picata*	*Egretta picata*	*Ardea ibis*
Hydranassa coerulea	*Egretta vinaceigula*	*Egretta vinaceigula*	*Butorides virescens*
Hydranassa tricolor	*Egretta ardesiaca*	*Egretta ardesiaca*	*Butorides striatus*
Hydranassa rufescens	*Egretta tricolor*	*Egretta tricolor*	*Ardeola ralloides*
Egretta sacra	*Egretta intermedia*	*Egretta intermedia*	*Ardeola grayii*
Egretta eulophotes	*Egretta ibis*	*Egretta navaehollandiae*	*Ardeola bacchus*
Egretta thula	*Egretta navaehollandiae*	*Egretta coerulea*	*Ardeola speciosa*
Egretta gularis	*Egretta coerulea*	*Egretta thula*	*Ardeola idae*
Egretta dimorpha	*Egretta thula*	*Egretta garzetta*	*Ardeola rufiventris*
Egretta garzetta	*Egretta garzetta*	*Egretta eulophotes*	**Egrettini**
Egretta intermedia	*Egretta gularis*	*Egretta sacra*	*Egretta rufescens*
Egretta alba	*Egretta dimorpha*	*Bubulcus ibis*	*Egretta picata*
Ardeola ralloides	*Egretta eulophotes*	*Ardeola ralloides*	*Egretta vinaceigula*
Ardeola grayii	*Egretta sacra*	*Ardeola grayii*	*Egretta ardesiaca*
Ardeola bacchus	*Ardeola ralloides*	*Ardeola bacchus*	*Egretta tricolor*
Ardeola speciosa	*Ardeola grayii*	*Ardeola speciosa*	*Egretta navaehollandiae*
Ardeola idae	*Ardeola bacchus*	*Ardeola idae*	*Egretta coerulea*
Ardeola rufiventris	*Ardeola speciosa*	*Ardeola rufiventris*	*Egretta thula*
Ardeola ibis	*Ardeola idae*	*Butorides striatus*	*Egreta garzetta*

(continuação)

Butorides virescens	*Ardeola rufiventris*	*Agamia agami*	*Egretta eulophotes*
Butorides sundevalli	*Ardeola striata*	**NYCTICORACINAE**	*Egretta sacra*
Butorides striatus	*Agamia agami*	**Nycticoracini**	*Syrigma sibilatrix*
Tigriornithini	**NYCTICORACINAE**	*Nycticorax violaceus*	*Pilherodius pileatus*
Tigrisoma mexicanum	**Nycticoracini**	*Nycticorax nycticorax*	*Nyctanassa violacea*
Tigriornithini	*Nyctanassa violacea*	*Nycticorax caledonicus*	**Nycticoracini**
Tigrisoma mexicanum	*Nycticorax nycticorax*	*Nycticorax leuconotus*	*Nycticorax nycticorax*
Tigrisoma fasciatum	*Nycticorax caledonicus*	*Gorsachius magnificus*	*Nycticorax caledonicus*
Tigrisoma lineatum	*Nycticorax leuconotus*	*Gorsachius goisagi*	*Nycticorax leuconotus*
Zonerodius heliosylus	*Nycticorax magnificus*	*Gorsachius melanolophus*	*Gorsachius magnificus*
Tigriornis leucolophus	*Nycticorax goisagi*	**Cochlearini**	*Gorsachius goisagi*
Zebrilus undulatus	*Nycticorax melanolophus*	*Cochlearius cochlearius*	*Gorsachius melanolophus*
Nycticoracini	**Cochlearini**	**TIGRISOMATINAE**	**BOTAURINAE**
Nycticorax nycticorax	*Cochlearius cochlearius*	*Tigrisoma mexicanum*	*Botaurus pinnatus*
Nycticorax caledonicus	**TIGRISOMATINAE**	*Tigrisoma fasciatum*	*Botaurus lentiginosus*
Nycticorax pileatus	*Tigrisoma mexicanum*	*Tigrisoma lineatum*	*Botaurus stellaris*
Nycticorax violaceus	*Tigrisoma fasciatum*	*Zonerodius heliosylus*	*Botaurus poiciloptilus*
Nycticorax sibilator	*Tigrisoma lineatum*	*Tigriornis leucolophus*	*Ixobrychus involucris*
Cochlearius cochlearius	*Zonerodius heliosylus*	**BOTAURINAE**	*Ixobrychus exilis*
Gorsachius leuconotus	*Tigriornis leucolophus*	*Zebrilus undulatus*	*Ixobrychus minutus*
Gorsachius magnificus	**BOTAURINAE**	*Ixobrychus involucris*	*Ixobrychus sinensis*
Gorsachius goisagi	**Zebrilini**	*Ixobrychus exilis*	*Ixobrychus eurhythmus*
Gorsachius melanolophus	*Zebrilus undulatus*	*Ixobrychus minutus*	*ixoxbrychuscinnamomeus*
BOTAURINAE	**Botaurini**	*Ixobrychus sinensis*	*Ixobrychus sturmii*
Botaurus pinnatus	*Ixobrychus involucris*	*Ixobrychus eurhythmus*	*Ixobrychus flavicollis*
Botaurus lentiginosus	*Ixobrychus exilis*	*Ixoxbrychus cinnamomeus*	*Zebrilus undulatus*
Botaurus stellaris	*Ixobrychus minutus*	*Ixobrychus sturmii*	**TIGRISOMATINAE**
Botaurus poiciloptilus	*Ixobrychus sinensis*	*Ixobrychus flavicollis*	*Tigrisoma mexicanum*
Ixobrychus involucris	*Ixobrychus eurhythmus*	*Botaurus pinnatus*	*Tigrisoma fasciatum*
Ixobrychus exilis	*Ixoxbrychus cinnamomeus*	*Botaurus lentiginosus*	*Tigrisoma lineatum*
Ixobrychus minutus	*Ixobrychus sturmii*	*Botaurus stellaris*	*Zonerodius heliosylus*
Ixobrychus sinensis	*Ixobrychus flavicollis*	*Botaurus poiciloptilus*	*Tigriornis leucolophus*
Ixobrychus eurhythmus	*Botaurus pinnatus*		**AGAMIINAE**
Ixoxbrychus cinnamomeus	*Botaurus lentiginosus*		*Agamia agami*
Ixobrychus sturmii	*Botaurus stellaris*		**COCHLEARIINAE**
Ixobrychus flavicollis	*Botaurus poiciloptilus*		*Cochlearius cochlearius*
15 gêneros / 64 espécies	**15 gêneros / 62 epécies**	**17 gêneros / 60 espécies**	**17 gêneros / 62 espécies**

Como já mencionado, Livezey & Zusi (2007) consideram essas aves em uma ordem própria, Ardeiformes, sendo esta composta por duas famílias Cochleariidae, apenas com um gênero e uma espécie: *Cochlearius cochlearius* e a família Ardeidae, dividida em duas subfamílias: Botaurinae com as tribos Botaurini e Tigriornithini, e a subfamília Ardeinae composta pelas tribos Nycticoracini e Ardeini.

Nos últimos anos a concepção da família Ardeidae como um grupo monofilético, apresenta apenas uma discórdia (Livezey & Zusi, 2007) que consiste na inclusão de *Cochlearius* em Ardeidae ou a sua manutenção como um táxon-irmão. Por outro lado, permanecem muitas discórdias quanto ao número de gêneros e espécies considerados válidos o que tem variado entre 15 e 35 gêneros e entre 60 e 93 espécies (Sheldon, 1987). Entretanto, o número de gêneros reconhecidos é mais estável do que o número de espécies, dando espaço a outro tipo de divergência que é quanto à abrangência de alguns gêneros, como por exemplo, *Ardea*, *Egretta*, *Ardeola, Nycticorax* e outros (Kushlan & Hancock, 2005).

São apresentados abaixo, as subfamílias e os gêneros, dentro da proposta taxonômica de Martínez-Vilalta & Motis (1992), incluindo-se um comentário da literatura sobre as principais características destes táxons.

1.3.1 Subfamília Ardeinae (as verdadeiras garças)

Também conhecida como subfamília das garças diurnas é composta por 34 espécies distribuídas em oito gêneros (Tabela 1). Inclui os gêneros: *Syrigma*, *Pilherodius*, *Ardea*, *Egretta*, *Bubulcus*, *Ardeola*, *Butorides* e *Agamia* (Martínez-Vilalta & Motis, 1992).

Os gêneros *Syrigma* e *Pilherodius,* ambos monotípicos e sul-americanos, são considerados os mais basais entre os ardeídeos e apresentam uitas semelhanças entre si (Sick, 1985). Ambas as espécies, são de porte médio, possuem a face notavelmente azul, cristas occipitais

alongadas, porém com padrão da plumagem corpórea diferente. Afinidades distintas são propostas para *Syrigma sibilatrix* e *Pilherodius pileatus*, tanto com as garças diurnas como noturnas. Bock (1956) considera ambas como representantes do gênero *Nycticorax* (Tabela 1), porém, para Sheldon (1987) estariam mais relacionadas ao gênero *Egretta*. Porém, para a maioria dos autores, *Syrigma* e *Pilherodius* devem ser colocados dentro de Ardeinae (Payne & Risley, 1976; Martínez-Vilalta & Motis, 1992; Kushlan & Hancock, 2005).

No gênero *Ardea* encontram-se os maiores representantes da família, sendo eles distribuídos por todo o mundo; a maioria das espécies possui uma crista lanceolada no alto da cabeça e plumas escapulares. De acordo com Bock (1956) o gênero é dividido em dois grandes grupos, sendo que no primeiro as espécies apresentam as rêmiges primárias mais escuras que o restante da asa, longa crista e plumas escapulares; as espécies deste grupo são *Ardea purpurea*, *A. novaehollandiae*, *A. pacifica*, *A. cinerea*, *A. herodias*, *A. occidentalis*, *A. cocoi* e *A. melanocephala*; no segundo grupo encontram-se *A. sumatrana*, *A. imperialis e A. goliath* que possuem as primárias com a mesma coloração do restante da asa, pequenas plumas escapulares e pequena crista com poucas penas longas.

No gênero *Egretta,* também cosmopolita, inclui-se as garças de pequeno a médio porte, que nas classificações mais antigas são caracterizadas pela presença de um longo penacho filamentoso, não encontrado em outras espécies. Todos os seus representantes são brancos ou passam por uma fase de coloração branca (Bock, 1956). Um dos principais pontos de discórdia no gênero *Egretta* refere-se a *Egretta alba,* também denominada *Casmerodius albus* ou, ainda, *Ardea alba* (Payne & Risley, 1976).

O gênero *Ardeola* é constituído de seis espécies de pequeno porte, todas do Velho Mundo, bastante relacionadas entre si. Possuem uma crista occipital relativamente longa; o bico em duas cores, amarelo ou com tons de azul e a extremidade negra, é típico deste gênero. Na coloração geral do corpo,

formam contrastes entre o branco, o amarelo, o negro e o castanho (Martínez-Vilalta & Motis, 1992).

O gênero *Bubulcus*, é constituído por uma única espécie, *B. ibis*, de coloração branca com tons ferrugíneos, especialmente no período reprodutivo. As características que sustentam o gênero são baseadas em especializações ecológicas e comportamentais, também apresentados por outras espécies de garças (Bock, 1956). Para Hancock & Elliott (1978) a morfologia da espécie não difere de outros ardeídeos como *Egretta* e *Ardeola*. Trabalhos moleculares de DNA indicam que a espécie está mais correlacionada ao gênero *Ardea* (Martínez-Vilalta & Motis, 1992). Sendo assim, temos as seguintes propostas de classificação para a espécie: *Bubulcus ibis* (Martinez-Vilalta & Motis), *Ardeola ibis* (Bock, 1956); *Egretta ibis* (Payne & Risley, 1976) e ainda *Ardea ibis* (Kushlan & Hancock, 2005).

Butorides é outro gênero monotípico, caracterizado pelo porte pequeno, plumagem muito variegada, plumas lanceoladas e hábitos solitários (Martínez-Vilalta & Motis, 1992). *B. striatus* é uma espécie presente em todos os continentes, constituída de muitas subespécies, ou raças geográficas. Alguns autores (Blake, 1977) têm proposto a separação de algumas formas em espécies nominais. Outra discórdia neste gênero é proposta por Payne & Risley (1976) que incluem essa espécie no gênero *Ardeola*.

Finalmente nesta subfamília, o gênero monotípico *Agamia*, representado pelo socó-beija-flor, *A. agami* exclusivo do Neotrópico, difere de todos os demais ardeídeos pelo bico excessivamente longo e pelos tarsometatarsos relativamente curtos. Notável ainda pela plumagem ricamente colorida, sua posição genérica não tem sido controvertida (Martínez-Vilalta & Motis, 1992).

1.3.2. Subfamília Nycticoracinae (socós noturnos)

Inclui os gêneros *Nycticorax*, *Gorsachius* e *Cochlearius,* com oito espécies, sendo dividida em duas tribos (Martínez-Vilalta & Motis, 1992).

1.3.2.1. Tribo Nycticoracini

O gênero *Nycticorax*, com sua espécie tipo *N. nycticorax*, de distribuição cosmopolita, possui várias subespécies em diversos continentes, sendo que na região Australiana a população é reconhecida como espécie à parte, *N. caledonicus* (Bock, 1956; Payne & Risley, 1976; Martínez-Vilalta & Motis, 1992; Kushlan & Hancock, 2005). *Nycticorax violaceus*, do continente americano, é frequentemente colocada em um gênero à parte, no caso *Nyctanassa violacea*, devido a diferenças na plumagem e pelo bico mais largo que as outras espécies do gênero *Nycticorax* (Kushlan & Hancock, 2005; Payne & Risley, 1976). Entretanto, segundo Adams (1955), a partir de dados morfométricos do esqueleto de *Nycticorax violaceus* e *Nycticorax nycticorax*, as diferenças encontradas entre as espécies estão distribuídas por todo esqueleto e não apenas acumuladas no crânio em associação ao bico largo. A comparação destas diferenças por meio de métodos estatísticos favorece a colocação dessas espécies em gêneros distintos (Adams, 1955). Na África, a espécie *N. leuconotus* é, às vezes, considerada no gênero *Gorsachius* (Bock, 1956).

O gênero *Gorsachius*, com três espécies do sudeste asiático, além da possível forma africana anteriormente citada como *Nycticorax* (*N. leuconotus*), apresenta grandes afinidades com *Nycticorax*, porém com um padrão de colorido diferente e um bico mais curto. São relativamente raros e pouco conhecidos (Hancock & Elliott, 1978).

1.3.2.2. Tribo Cochleariini

O gênero *Cochlearius* é centro de muitas discussões devido à estrutura singular do bico, muito mais largo que do que alto. Tal gênero possui uma única espécie distribuída pelas Américas e apresenta pelo menos quatro raças geográficas (Hancock & Elliott, 1978). De acordo com Pinto (1963), a estrutura do bico é uma particularidade suficiente para justificar a separação da família Cochleariidae. Outra estrutura que o difere dos demais ardeídeos é a presença de uma área extra de plumas-de-pó (Harrison, 1978). Entretanto, estudos comportamentais (Bock, 1956), osteológicos (Cracraft, 1976; Payne & Risley, 1976) e a musculatura do aparelho apendicular (Vanden Berge, 1970) indicam

que *Cochlearius* está muito próximo das garças noturnas (em especial de *Nycticorax*). De acordo com Cracraft (1976) a conformação do crânio e do bico é suficiente para reconhecer *Cochlearius* como um gênero monotípico.

1.3.3-. Subfamília Tigrisomatinae

Inclui os gêneros *Tigrisoma* (três espécies da América), *Zonerodius* (uma espécie da Nova Guiné) e *Tigriornis* (uma espécie da África), todas de porte e aspecto similar, popularmente conhecidas como as grandes garças-tigres, devido a coloração listrada da plumagem (Payne & Risley, 1976).

1.3.4- Subfamília Botaurinae

Inclui os gêneros *Zebrilus*, *Ixobrychus* e *Botaurus*, num total de 13 espécies. Possuem o tarsometatarso relativamente curto, o dedo II é mais longo que o dedo IV (nos demais Ardeidae é o inverso) (Urban, 1982) e possuem 10 retrizes, contra as 12 retrizes dos demais Ardeidae (Pinto, 1963; Urban, 1982).

Zebrilus, monotípico, considerado um dos gêneros muito enigmático dentre os ardeídeos (Payne & Risley, 1976; Peters, 1931) e, como as garças diurnas (Ardeinae), possui três áreas de plumas-de-pó (Bock, 1956). *Zebrilus undulatus* é uma espécie de pequeno porte, pouco conhecida e vive apenas na região amazônica (Hancock & Elliott, 1978).

O gênero *Ixobrychus* é constituído por oito espécies de pequenos socós, entre os quais estão os menores ardeídeos, com plumagem variável, com tendências ao amarelo e marrom (Payne & Risley, 1976). São encontrados em todos os continentes em regiões temperadas e tropicais (Bock, 1956). Neste gênero, é comum a presença de dimorfismo sexual na plumagem, bem como diferenças na plumagem de jovens e adultos. Outra curiosidade neste gênero está no aparecimento de formas com tendência ao melanismo (Teixeira & Alvarenga, 1985).

No gênero *Botaurus* estão presentes quatro espécies de socós de tamanho relativamente grande e de aparência similares, que possuem coloração também marrom ou amarela com estrias escuras. Não apresentam dimorfismo sexual na plumagem, nem diferenças entre jovens e adultos (Bock, 1956). São reconhecidas quatro espécies, sendo *Botaurus lentiginosus* da América do Norte, *B. pinnatus* da América do Sul, *B. stellaris*, da Eurásia e África e *B. poiciloptilus* da Austrália e Nova Zelândia (Martínez-Vilalta & Motis, 1992).

2- OBJETIVO

Por meio do estudo da anatomia comparada de diversos gêneros de Ardeidae, o presente trabalho tem como objetivo encontrar caracteres osteológicos e articulares que possam elucidar alguns dos problemas taxonômicos da família, principalmente em relação aos gêneros *Ardea*, *Pilherodius*, *Syrigma*, *Egretta*, *Bubulcus*, *Nycticorax* e *Butorides.* Uma atenção especial foi dada à estrutura da coluna cervical, analisando diferenças no padrão de dobra do pescoço.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

Como principal fonte de estudo, foram observados 66 esqueletos completos de 22 espécies distribuídas em 13 gêneros pertencentes à família Ardeidae, depositados na coleção ornitológica do Museu de História Natural de Taubaté (Anexo 1), o equivalente a 76% dos gêneros atuais (Vilalta-Martínez & Motis, 1992). Os gêneros não encontrados nesta instituição são relativamente raros em museus de todo o mundo (Wood & Schnell, 1986) sobre os quais foram aproveitadas as informações constantes na literatura. Ainda, como suporte morfológico, foram examinadas peles de Ardeidae da coleção de aves do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e do Museu de História Natural de Taubaté (MHNT), representando todos os 12 gêneros do continente americano e todas as 16 espécies brasileiras.

Ainda como comparações foram examinados esqueletos de aves de outras famílias, especialmente de Anhingidae (biguatingas), já que possuem hábitos e estruturas similares, especialmente na coluna cervical, cujas estruturas são bem conhecidas na literatura (Bellairs, 1960). Esqueletos de *Balaeniceps rex* (Balaenicipitidae) e *Scopus umbretta* (Scopidae), devido à posição sistemática, não raro, relacionadas por alguns autores aos Ardeidae (Sibley & Ahlmquist, 1990). Esqueletos de Threskiornithidae (*Platalea* e *Eudocimus*) e Passeriformes das famílias Dendrocolaptidae e Tyrannidae para avaliação da variação da morfologia craniana. Tais exemplares estão também listados no Anexo 1.

A taxonomia adotada para o início de estudo foi a de Martinez-Vilalta & Motis (1992) e a terminologia anatômica é aquela da Nomina Anatomica Avium (Baumel *et al*., 1993). Eventualmente, foram utilizadas como complemento, as terminologias de Livezey & Zusi (2007) e Payne & Risley (1976).

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das observações feitas sobre o material estudado permitiram apresentar as discussões abaixo relacionadas:

A família Ardeidae forma um grupo relativamente homogêneo (Bock,1956; Payne & Risley, 1976; Martínez-Vilalta & Motis, 1992) pairando claramente uma dúvida apenas na inclusão ou não de *Cochlearius* (Pinto, 1938; 1964; 1978; Livezey & Zusi, 2006; 2007). As relações da família Ardeidae com outras famílias de Aves, ou seja, a posição no nível de ordem, não será analisada no presente estudo.

Dentro de Ardeidae, pesquisas envolvendo a morfologia externa, estudos comportamentais, osteologia e estudos moleculares, ainda não esclareceram algumas discórdias contínuas ou recorrentes.

A preocupação no presente estudo refere-se às discórdias taxonômicas intrafamiliares, as quais são discutidas abaixo, e a busca de contribuições que possam auxiliar a resolução dessas questões.

4.1- Subfamília ARDEINAE

São observadas algumas dúvidas taxonômicas com relação aos gêneros *Pilherodius* e *Syrigma*, que já foram associados às garças noturnas, ou seja à subfamília Nycticoracidae (Bock, 1956), pois ambos os gêneros também apresentam caracteres semelhantes aos Ardeinae e Botaurinae (Payne & Risley, 1976). Apresentam ainda estruturas osteológicas que diferenciam dos demais ardeídeos, mas são compartilhadas pelo dois gêneros como por exemplo: pequeno septo interorbital (Payne & Risley, 1976). Porém os gêneros diferenciam-se à primeira vista pelo osso lacrimal relativamente grande de *Pilherodius* geralmente com um grande forâmen pneumático na sua extremidade cranial (Fig. 4); diferem ainda pelas fossas temporais de *Syrigma*, que não se encontram dorsalmente na linha mediana (interparietal). Outra diferença importante entre esses gêneros está nas proporções dos membros: *Pilherodius* tem os membros inferiores um pouco mais robustos e longos quando comparados com os de *Syrigma sibilatrix* (Fig. 5). Muitos outros caracteres em diversos outros ossos podem diferenciar esses dois gêneros, entretanto, os caracteres acima mencionados parecem sustentar a separação dos dois gêneros, indicando *Pilherodius* e *Syrigma* como gêneros distintos e válidos.

Outro problema taxonômico importante em Ardeinae consiste na caracterização e na diferenciação dos gêneros *Ardea* e *Egretta*, assim como na discussão da validade do gênero *Casmerodius*.

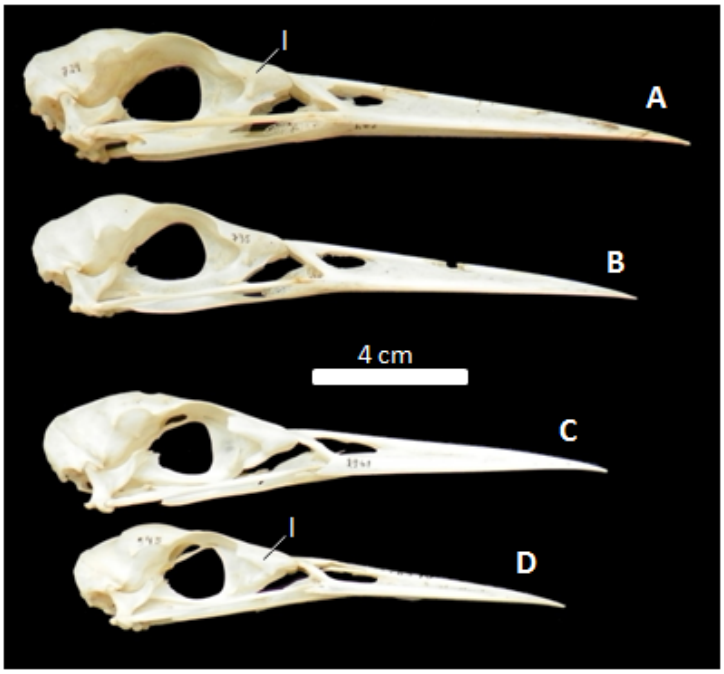

Fig. 4 – Crânios em vista lateral (acima) e dorsal (abaixo) de: **A-** *Pilherodius pileatus* (MHNT- 722) e **B-** *Syrigma sibilatrix* (MHNT-503). O osso lacrimal (l) de *Pilherodius* é relativamente maior e o ramo descendente é mais largo. Observar em vista dorsal que as fossas temporais (ft) de *Syrigma sibilatrix* não se encontram na linha mediana.

Fig. 5 – Ossos da asa (**A**) e do membro posterior (**C**) de *Syrigma sibilatrix* (MHNT- 503) comparados com os homólogos (**B** e **D**) de *Pilherodius pileatus* (MHNT- 722). Observar o tamanho similar das asas de ambas as espécies e os membros inferiores, especialmente o tibiotarso e o tarsometatarso de *Pilherodius pileatus*, relativamente maiores.

Pelo material examinado, algumas estruturas são bem diferenciadas entre as espécies do gênero *Ardea* (*A. cinerea*, *A. cocoi*, *A. herodias* e *A. purpurea*) e os representantes do gênero *Egretta* (*E. coerulea*, *E. garzetta*, *E. thula* e *E. tricolor*). No gênero *Ardea*, o osso lacrimal (Fig. 6, A, B e C) é distinto de todos os demais Ardeidae pelo grande tamanho e tendência de isolar (fechar) plenamente a fenestra anteorbital; o processo orbital é amplo e expandido no sentido longitudinal. Nos típicos representantes do gênero *Egretta* (Fig. 6 D, E e F) o lacrimal é bem mais discreto e o processo descendente é pequeno, achatado no sentido transverso e nunca fecha a fenestra anteorbital. Bock (1956) analisa a presente estrutura chamando-a de ectetmoide, cuja estrutura é difícil de diferenciar em algumas aves (Cracraft, 1968). Esse caráter é talvez o mais evidente observado em *Egretta alba* (Fig. 6 G e H) e que relaciona, evidentemente, esta espécie ao gênero *Ardea*.

Outro caráter interessante está nos palatinos. Em *Egretta* a extremimadade caudal da lâmina medial é mais curta e estreita que a lâmina lateral (Fig. 7 A, B, C e D). Em *Ardea* a porção caudal dos palatinos apresenta as lâminas medial e lateral, aproximadamente, do mesmo comprimento (Fig. 7 F e G). Em *Egretta alba* os palatinos (Fig. 7 E) possuem as lâminas lateral e medial praticamente do mesmo tamanho, à semelhança do gênero *Ardea*. Payne & Risley (1975) usam esse caráter na análise feita por eles, confirmando que apenas em *Egretta* a lâmina medial não alcança a lâmina lateral no extremo caudal.

A coluna cervical dos Ardeidae é notável pela sua capacidade retrátil, importante na captura de presas. Apenas as biguatingas (Anhingidae) possuem estrutura similar, porém, enquanto os Ardeidae dobram o segmento de C-6 a C-8 em “U” (hiperextensão), as biguatingas dobram em forma de “U” invertido (hiperflexão).

Na coluna cervical, tão notável dos Ardeidae, observam-se algumas características interessantes nos gêneros em questão. Na 5ª vértebra cervical, observa-se uma expansão caudal nas pós-zigapofises, bastante evidente nas

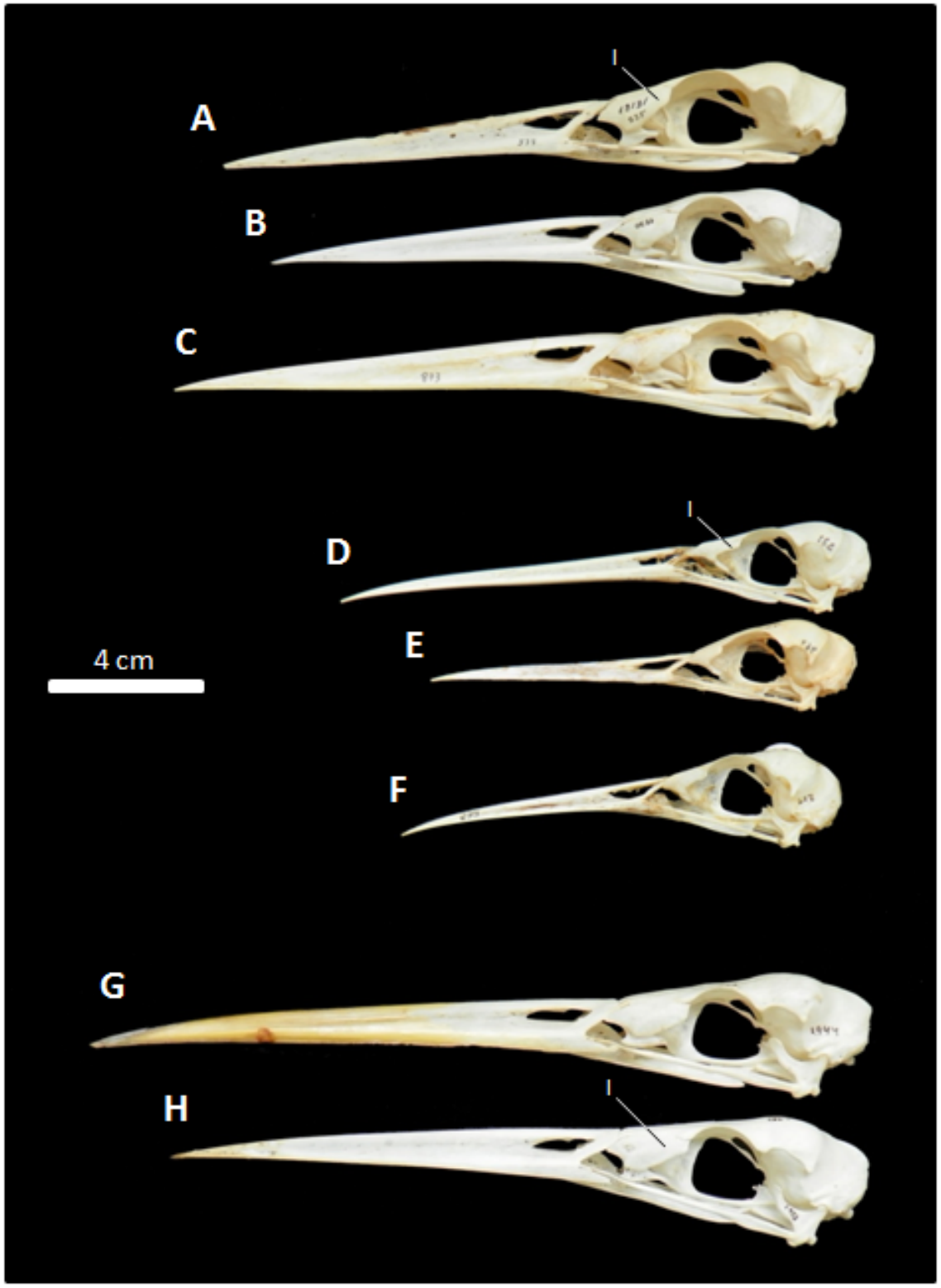

Fig. 6 – Crânios de Ardeinae em vista lateral: **A-** *Ardea herodias* (MHNT- 535); **B-** *Ardea cinerea* (MHNT-1930); **C-** *Ardea cocoi* (MHNT-873); **D-** *Egretta tricolor* (MHNT- 583); **E-** *Egretta thula* (MHNT-464); **F-** *Egretta coerulea* (MHNT- 532); **G-** *Egretta alba* (MHNT- 1944); **H-** *Egretta alba* (MHNT-1583). Observar o osso lacrimal (l) das espécies de *Ardea*, diferenciado daqueles de *Egretta*, e que em *E. alba* (**G** e **H**) tem a morfologia típica de *Ardea.*

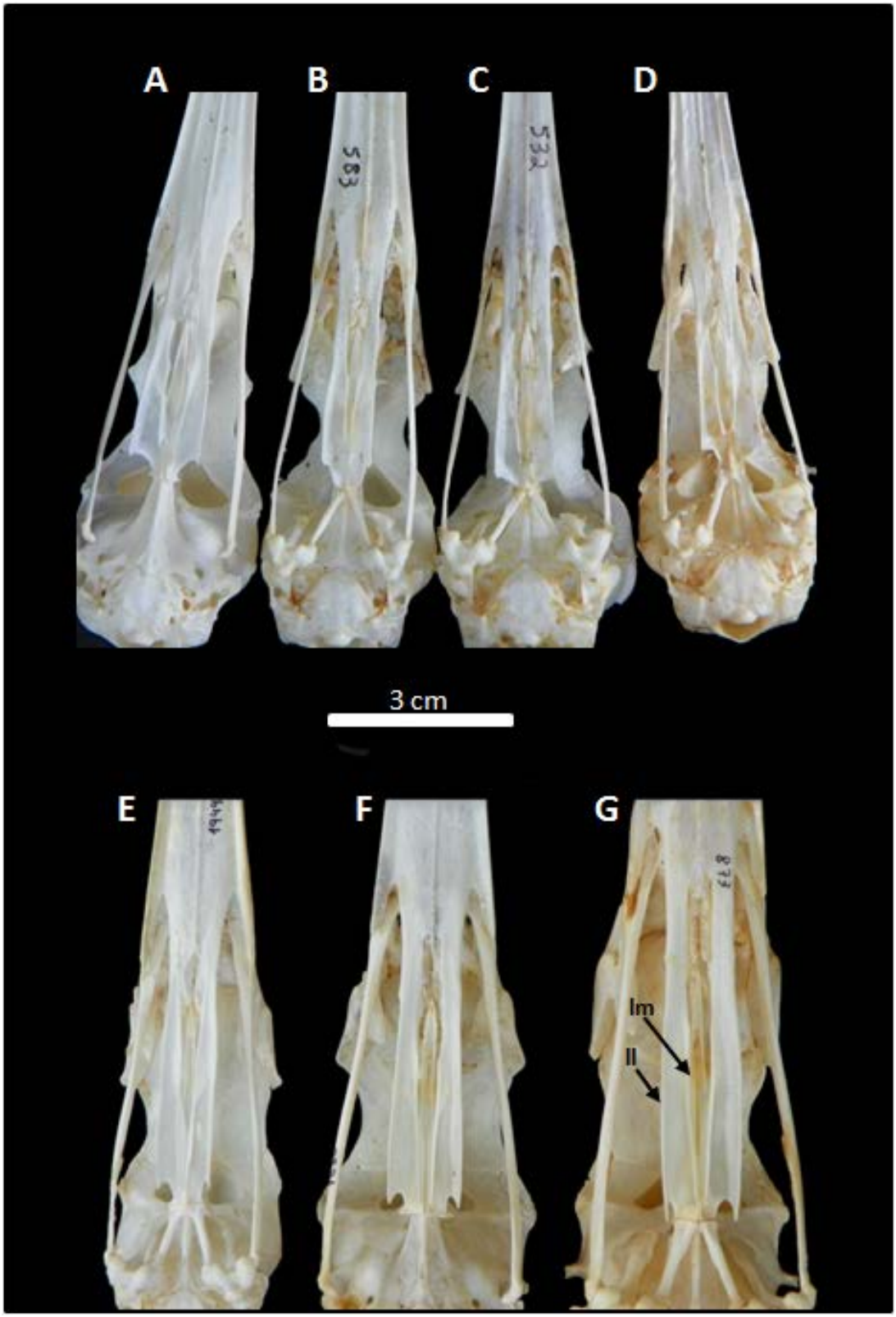

Fig. 7 - Crânios em vista ventral de Ardeinae. Observar a configuração dos palatinos: lm (lâmina medial) e ll (lâmina lateral). **A-** *Egretta garzetta* (MHNT-1153). **B-** *Egretta tricolor* (MHNT-583). **C-** *Egretta coerulea* (MHNT-532). **D-** *Egretta thula* (MHNT-464). **E-** *Egretta alba* (MHNT-1944). **F-** *Ardea cinerea* (MHNT-1930). G- *Ardea cocoi* (MHNT-873). Explicações no texto.

espécies do gênero *Ardea* (Fig. 8) e também em *Egretta alba*, porém, tal expansão não ocorre nas demais espécies do gênero *Egretta*. Na 6ª vértebra cervical, observa-se, ainda, um *processus costalis* pequeno nas espécies de *Egretta*, porém este é grande nas espécies de *Ardea* e também em *Egretta alba* (Fig. 8). Outra característica osteológica presente nos representantes do gênero *Ardea* e compartilhadas com a espécie *Egretta alba* é a crista sagital nucal evidente. Esses caracteres aqui apontados reforçam muito a ideia de que *Egretta alba* deve ser considerada no gênero *Ardea*.

Egretta alba possui ainda outras estruturas que não são compartilhadas com *Ardea* nem *Egretta*. Exemplo disso é o *angulus postocularis* e o *processus postorbitalis* altos em Ardea, com uma *crista postocularis* em forma de "U" invertido; já em *Egretta* o *angulus postocularis* é bem pequeno, quase imperceptível, mas o *processus postorbitalis* é bem evidente. Em *Egretta alba* ambos processos são pequenos e a distância entre eles é maior, formando uma *crista postocularis* sutil, quase em linha reta.

Pelas comparações demonstradas acima, *Egretta alba* não deve ser incluída no gênero *Egretta* e são poucos os caracteres que justificam tratá-la em gênero próprio, ou seja *Casmerodius albus*. Deve sim ser incluída no gênero *Ardea*, como *Ardea alba*.

Outra dúvida taxonômica em Ardeinae recai sobre os gêneros *Butorides*, *Ardeola* e *Bubulcus*.

Butorides foi sinonimizado ao gênero *Ardeola* (Payne & Risley, 1976) e na ornitologia brasileira, durante algum tempo, o conhecido socozinho foi chamado de *Ardeola striata* por alguns ornitólogos. Importante observar que as espécies de *Butorides* são sempre solitárias e também não possuem a cor branca, comum aos outros gêneros supracitados. *Butorides* reproduz-se em ninhos isolados, não em colônias como *Ardeola* e *Bubulcus*. Na comparação feita entre *Butorides striatus* e *Ardeola ralloides*, nota-se que *A. ralloides* possui um esqueleto muito maior que o de *B. striatus*, enquanto os crânios são de

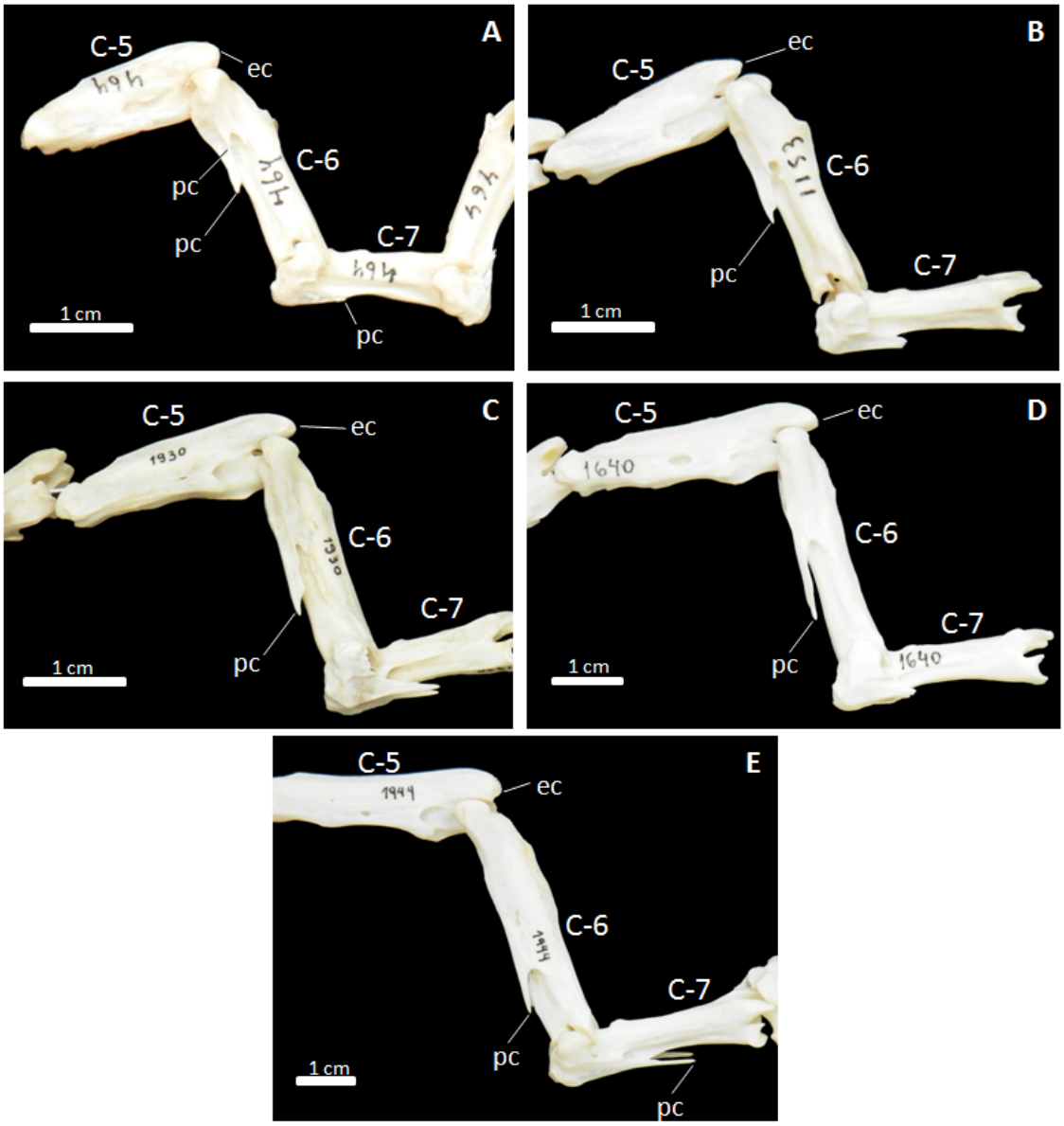

Fig. 8 – Coluna cervical em vista lateral, mostrando as articulações entre as vértebras C-5, C-6 e C-7. **A-** *Egretta thula* (MHNT-464); **B-** *Egretta garzetta* (MHNT-1153); **C-** *Ardea cinerea* (MHNT-1930); **D-** *Ardea purpurea* (MHNT-1640); **E-** *Egretta alba* (MHNT-1944). Observar a expansão caudal (ec) nas pós-zigapófises das espécies de *Ardea* e também de *Egretta alba*. Observar ainda o *processus costalis* (pc) mais desenvolvido nas espécies do gênero *Ardea* e em *Egretta alba*.

tamanho equivalente (Fig. 9), ou seja *Butorides striatus* tem o crânio relativamente maior que *Ardeola ralloides*. Ainda mais, na mandíbula, a sínfise mandibular de *Butorides striatus* é bem maior que a de *Ardeola ralloides*. Apesar da pequena amostragem de esqueletos, especialmente do gênero *Ardeola*, justifica-se a validade do gênero *Butorides*.

Por outro lado, o gênero *Bubulcus*, com sua única espécie, *Bubulcus ibis*, já foi sinonimizado ao gênero *Ardeola*, como *Ardeola ibis* (Bock, 1956) e também ao gênero *Egretta*, como *Egretta ibis* (Payne & Risley, 1976) e ainda ao gênero *Ardea* como *Ardea ibis* (Kushlan & Hancock, 2005). No crânio de *Bubulcus ibis* nota-se que as fossas temporais são bem separadas (Fig. 10), algo semelhante ao que ocorre em *Syrigma* (Fig. 4 B), enquanto em *Ardea* e *Egretta* as fossas temporais encontram-se dorsalmente, formando uma crista evidente. A morfologia dos lacrimais e a proporção dos membros também não permitem relacioná-lo a *Ardea* ou a *Egretta*.

Sobre o gênero monotípico *Agamia*, parece haver acordo entre os autores como Bock (1956), Payne & Risley (1976) e Martinez-Vilalta & Motis (1992) em considerá-lo como um Ardeinae, não longe de *Ardea* e *Egretta*, mais mantido em gênero à parte. *A. agami* é uma garça com muitas particularidades externas, destacando-se a plumagem muito colorida, certamente o Ardeidae de mais bela plumagem. Notável pelo bico e pescoço extremamente longos que levaram Kuslan & Hancock (2005) a considerá-la em subfamília à parte, no caso Agamiinae. A coluna cervical de *Agamia* difere daquela dos representantes do gênero *Ardea* pela ausência de expansão caudalmente às pós-zigapófises da 5ª cervical. Como compensação possuem um processo espinhoso alto e saliente na 6ª cervical que fortalece a musculatura extensora entre C-6 e C-7. Essa compensação acontece de forma similar em *Botaurus* e *Tigrisoma*. No restante do esqueleto, parece que *Agamia* aproxima-se mesmo aos Ardeinae, inclusive pelas plumas lanceoladas adquiridas na fase reprodutiva.

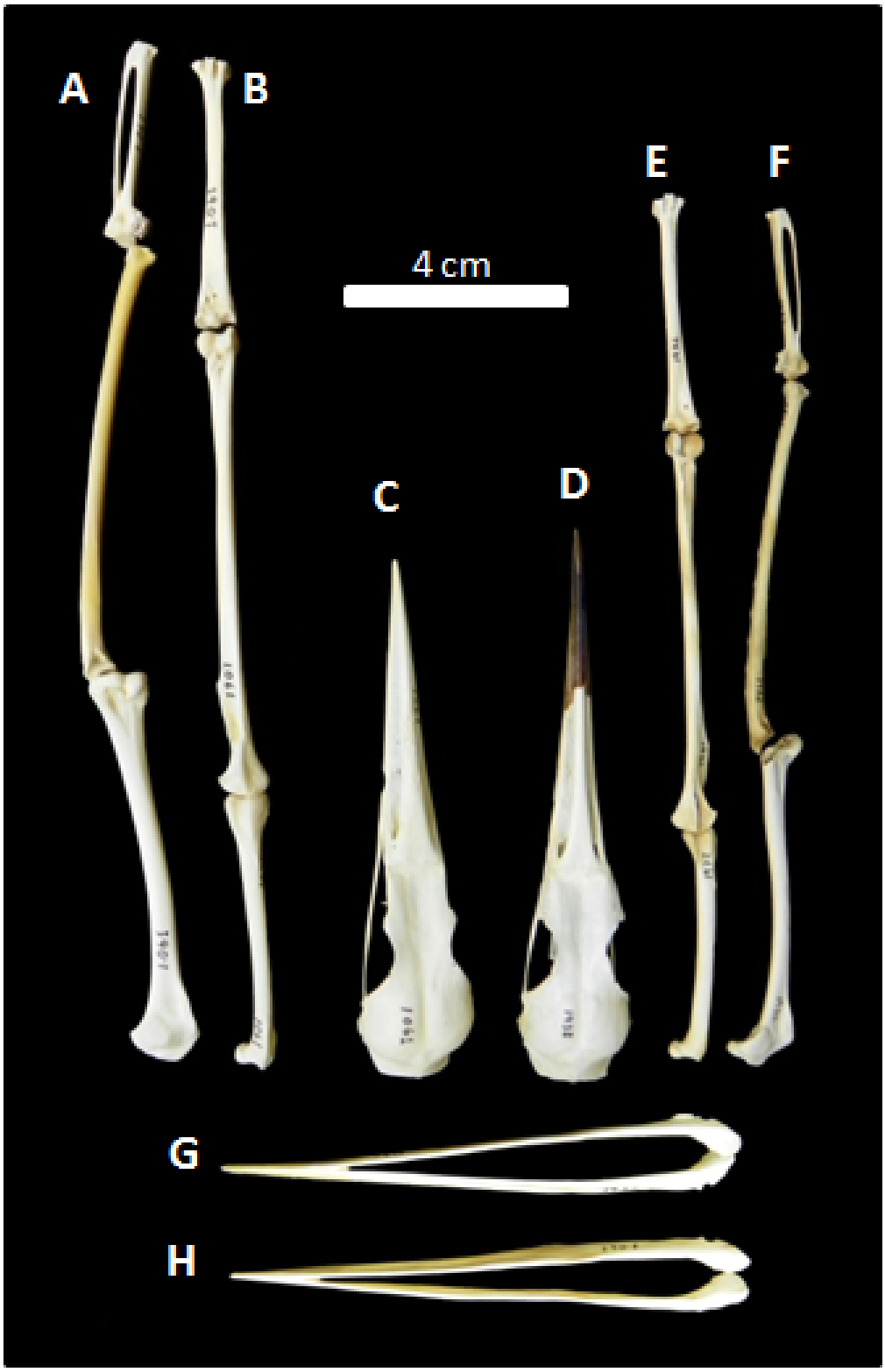

Fig. 9 - Comparação quanto à proporção do esqueleto de: **A, B e C:** *Ardeola ralloides* (MHNT- 1061) com **D, E e F**: *Butorides striatus* (MHNT- 1932). Observar que o crânio de *Ardeola ralloides* (**C**) é de similar tamanho ao de *Butorides striatus* (**D**). Entretanto, as asas e os membros posteriores são bem maiores. Observar ainda que a mandíbula de *Butorides striatus* (**G**) possui a sínfise bem maior que a de *Ardeola raloides* (**H**).

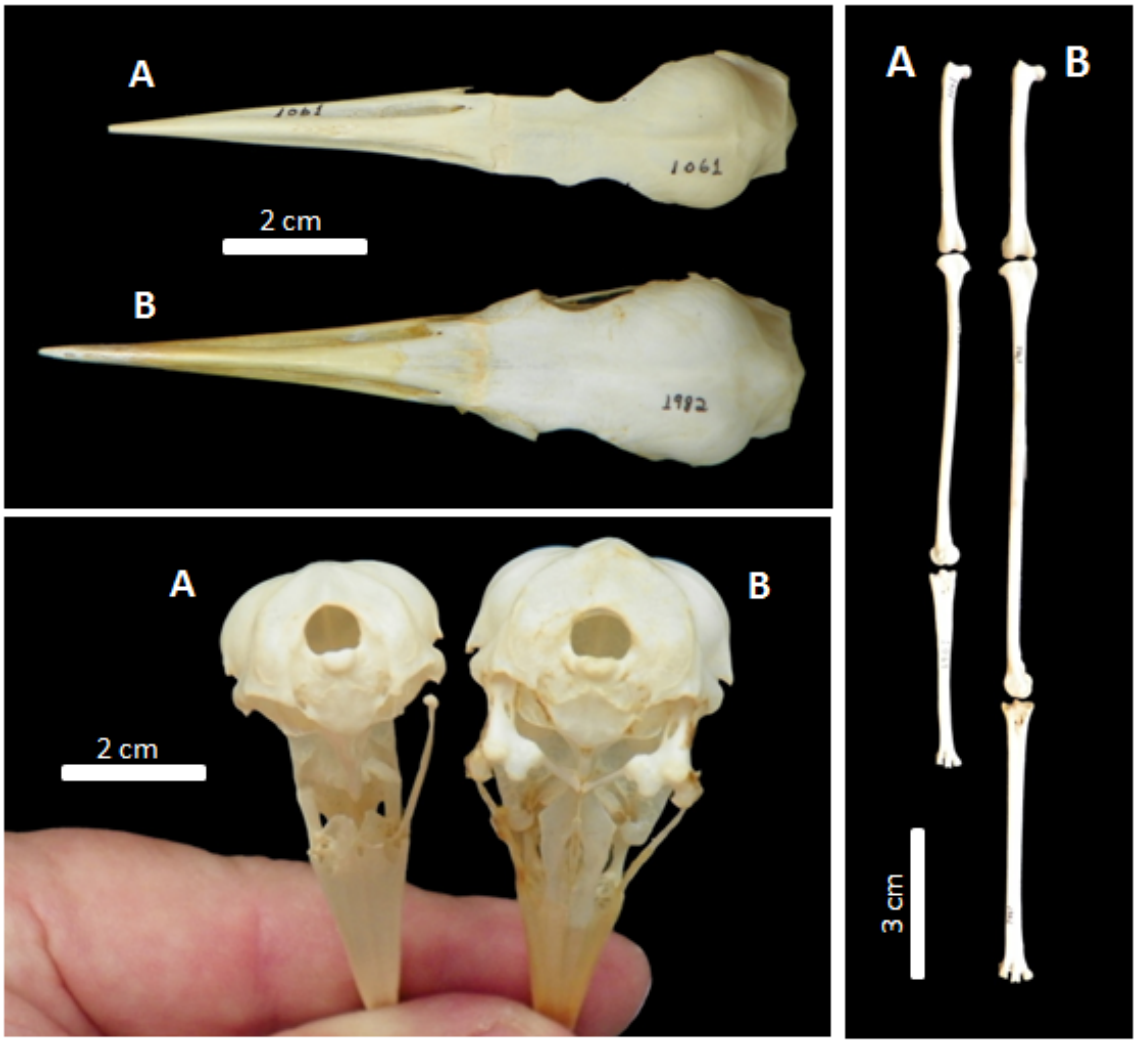

Fig. 10 - Comparação dos crânios e proporção dos membros posteriores de: **A -** *Ardeola ralloides* (MHNT-1061) e **B -** *Bubulcus ibis* (MHNT-1982). Observar no crânio em vista dorsal, que apenas em *Bubulcus* as fossas temporais não se encontram na linha mediana. Observar ainda as diferentes proporções dos membros posteriores entre os gêneros em questão.

4.2- Subfamília NYCTICORACINAE

O conhecido arapapá (*Cochlearius cochlearius*) espécie única no gênero que ocorre em grande parte da América tropical, apresenta algumas variações geográficas sendo descritas cinco subespécies desde o México até o extremo norte da Argentina (Martínez-Vilalta & Motis, 1992).

Cochlearius é reconhecido por todos os autores como relacionado aos Ardeidae, porém alguns autores como Olivério Pinto (1938; 1964; 1978) e Livezey & Zusi (2006; 2007), preferem colocá-lo em uma família a parte (Cochleariidae) separada de todos os demais Ardeidae. Essa visão é suportada por vários caracteres (Livezey & Suzi, 2006; 2007), sendo todos eles localizados no crânio. Por outro lado, outros autores (Cracaft,1967; Payne & Risley,1976) reconhecem no arapapá, uma grande afinidade com as garças noturnas (Nycticoracinae), com base também em caracteres anatômicos, na plumagem (especialmente dos jovens) e comportamentais.

Nos esqueletos examinados, foi notada uma grande diferença do crânio em relação aos demais ardeídeos, inclusive quando comparado às espécies de *Nycticorax* (*N. nycticorax* e *N. violaceus*) (Fig. 11). Entretanto, essas diferenças poderiam ser resumidas apenas por um intenso alargamento do crânio (mais ainda na sua porção rostral), palato profundamente côncavo, osso lacrimal mais reduzido, e as outras estruturas modificadas em menor intensidade.

O exame osteológico do pós-crânio de *Cochlearius* evidencia uma grande afinidade com os representantes do gênero *Nycticorax* examinados. As semelhanças osteológicas e a proporção dos membros anteriores e posteriores (Figs. 12 e 13) também não suportam a ideia de separá-los em famílias diferentes. Ainda o exame feito em peles das três espécies aqui mencionadas, mostra que a plumagem dos jovens de *Cochlearius* possui grandes semelhanças com a de *Nycticorax* (igualmente jovem). Também os hábitos noturnos, levando à existência de olhos grandes, a preferência alimentar e o comportamento geral, aproximam esses táxons.

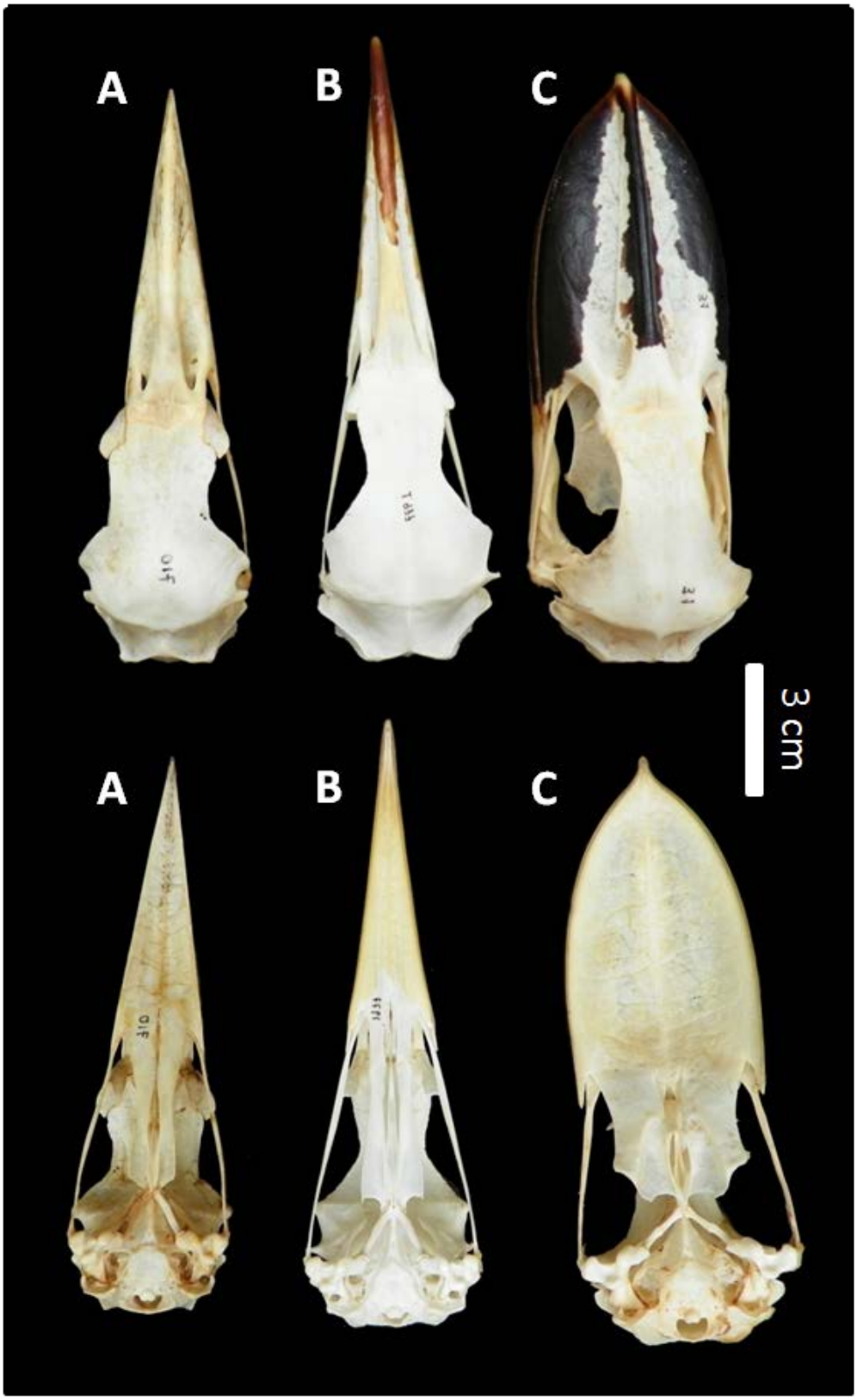

Fig. 11- Crânios em vista dorsal (acima) e ventral (abaixo) de: **A-** *Nycticorax violacea* (MHNT-710); **B-** *Nycticorax nycticorax* (MHNT-1977) e **C-** *Cochlearius cochlearius* (MHNT-31). A porção caudal e a região temporal do crânio de *Cochlearius* apresentam o mesmo padrão anatômico de *Nycticorax*.

Fig. 12 - Ossos das asas de **A-** *Nycticorax violaceus* (MHNT-710); **B-** *Cochlearius cochlearius* (MHNT-31) e **C-** *Nycticorax nycticorax* (MHNT-1974). As proporções dos ossos das asas de *Cochlearius* são as mesmas de *Nycticorax*.

Fig. 13- Ossos dos membros posteriores de **A-** *Nycticorax violaceus* (MHNT-710); **B-** *Cochlearius cochlearius* (MHNT-31) e **C-** *Nycticorax nycticorax* (MHNT-1993). As proporções dos membros posteriores de *Cochlearius* são muito semelhantes às de *Nycticorax.*

Apenas para exclusão da possibilidade de um parentesco maior, *Cochlearius* foi comparado com *Balaeniceps* (Fig. 14). Foi observado que a semelhanças se restringem a porção rostral do crânio, enquanto na porção caudal, as diferenças se acentuam. As diferenças aparecem mais nos processos pós-orbital e zigomático, fossas temporais (bastante separadas) e a região occipital. É evidente uma convergência na forma geral do bico e outras adaptações do crânio (Fig.14), porém *Balaeniceps* possui outras particularidades no pós-crânio que o distancia bastante de *Cochlearius* e demais ardeídeos. Entre estas diferenças, cabe notar a morfologia derivada do estribo (ossículo do ouvido) que caracteriza *Balaeniceps* como um Ciconiidae (Feduccia, 1977); por outro lado a fúrcula anquilosada ao esterno, não existente em Ardeidae e demais ciconiformes, parece relacioná-lo mais aos Pelecaniformes.

O grande problema morfológico a ser interpretado é a nítida diferenciação da morfologia do bico e, consequentemente, do crânio de *Cochlearius*.

O fato evolutivo pode ser comparado ao que se observa nas aves da família Threskiornithidae onde o bico e mesmo o crânio diferenciam-se muito entre os colhereiros (*Platalea*) e demais gêneros da família, como o guará (*Eudocimus*) (Fig.15), nos quais encontramos uma notável diferenciação na porção rostral do crânio, sendo a porção caudal mais conservadora, e um esqueleto pós-craniano muito similar. Outro caso que pode servir de exemplo pode ser observado em esqueletos de alguns Passeriformes das famílias Dendrocolaptidae e também Tyrannidae, entre outras, com importantes transformações na porção rostral e poucas modificações na porção caudal do crânio (Fig. 16).

As análises filogenéticas feitas por Livezey & Suzi (2006; 2007), demonstram uma separação basal de *Cochlearius* pela quantidade de caracteres cranianos que o diferencia dos demais Ardeidae. Isso pode ser interpretado apenas como um representante de garças noturnas

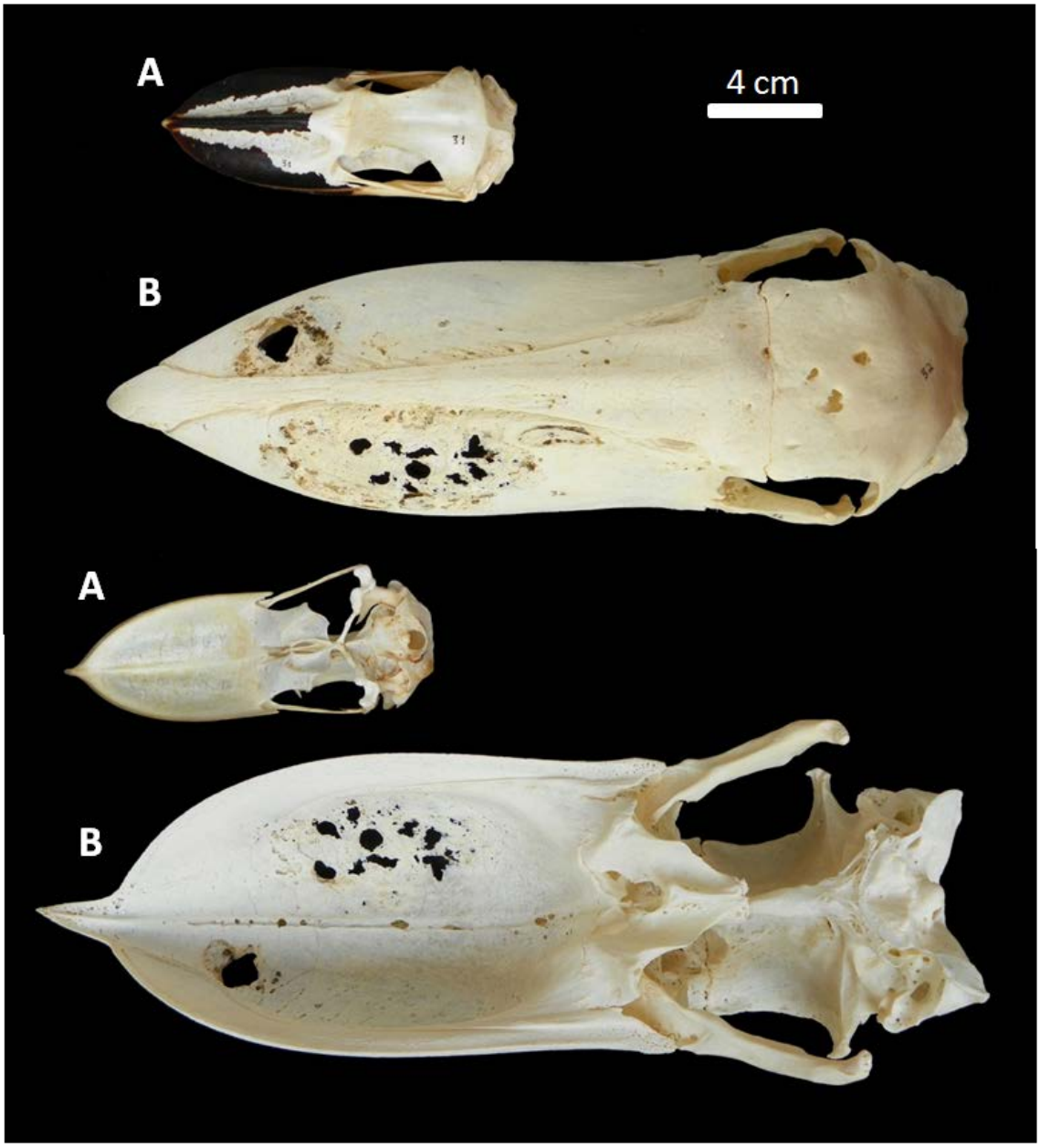

Fig. 14 – Comparação dos crânios de **A -** *Cochlearius cochlearius* (MHNT- 31) e **B-** *Balaeniceps rex* (MHNT-32) em vista dorsal (acima) e ventral (abaixo). A morfologia na porção rostral é muito semelhante, porém existem diferenças acentuadas na porção caudal. Em *Balaeniceps* as fossas temporais não se encontram na linha mediana como em *Cochlearius* e *Nycticorax*.

Fig. 15 – Crânios em vista dorsal de Threskiornithidae: **A -** *Platalea ajaja* (MHNT- 38) e **B-** *Eudocimus ruber* (MHNT-37). Observar a grande diferenciação da porção rostral e o aspecto conservador da porção caudal dos crânios.

Fig. 16 – Crânios de Passeriformes, família Dendrocolaptidae: **A-** *Campylorhamphus falcularius* (MHNT-1078) e família Tyrannidae: **B-** *Rhynchocyclus olivaceus* (MHNT-1904). Apenas alguns exemplos de adaptações morfológicas que modificam a anatomia rostral do crânio.

(Nycticoracinae), com diferenciações no bico e, consequentemente, no crânio, como resultado de evolução mais recente.

Portanto, dentro da taxonomia de Ardeidae, a proposta de Martínez-Vilalta & Motis (1992), onde *Cochlearius* representa uma tribo (Cochleariini) na subfamília Nycticoraciinae da família Ardeidae, parece a mais acertada.

Outra questão que envolve os Nycticoracinae está em outra discórdia taxonômica a ser considerada. *Nycticorax violaceus* é por muitos autores separada em gênero próprio, ou seja, *Nyctanassa violacea*. Nesta questão, deparamos com a impossibilidade, ou inacessibilidade de incluir formas do gênero *Gorsachius* no presente estudo, o que seria muito interessante em uma análise de todo o grupo.

Entretanto, diferenças osteológicas são facilmente observáveis entre as duas espécies acima mencionadas, levando-se a crer que a separação em gênero distinto de *Nyctanassa violacea* parece perfeitamente suportada por caracteres como: no crânio, o osso lacrimal se mostra proporcionalmente muito maior, especialmente no sentido crânio-caudal em *Nycticorax violaceous*, em relação a *N. nycticorax* (Fig. 17), e seu processo descendente é também diferenciado. Ainda no crânio, apenas *Nycticorax violaceus* não apresenta fontículo interorbital caudal (Fig. 17). Outro caráter que distingue essas espécies está na fúrcula, onde o hipocleido é muito pronunciado em *Nyctanassa violacea* e ausente em *Nycticorax nycticorax* (Fig. 18); curiosamente, *Cochlearius* tem a fúrcula muito semelhante à de *Nycticorax nycticorax*, faltando-lhe também o hipocleido (Fig. 18 C).

Fig. 17 – Crânios em vista lateral direita de: **A-** *Nycticorax violaceus* (MHNT-710) e **B-** *Nycticorax nycticorax* (MHNT-1993). Notar o osso lacrimal maior e distinto em *N. violaceus*. Notar ainda a ausência do fontículo interorbital caudal em *N. violaceus*.

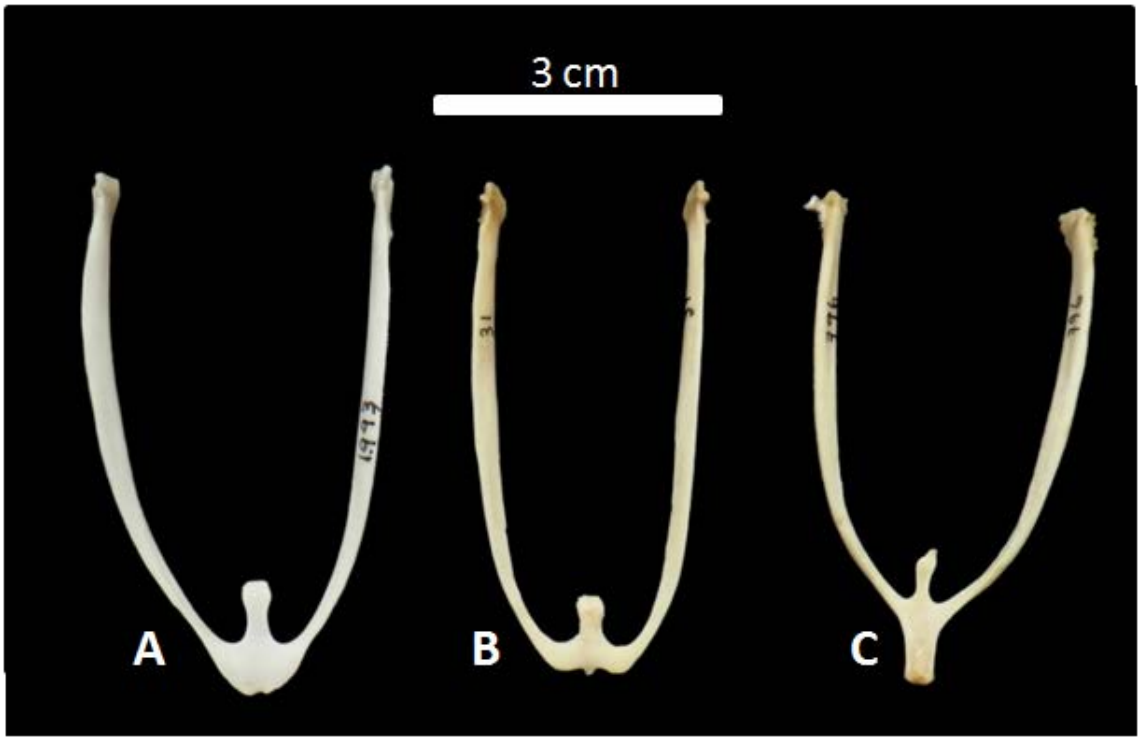

Fig. 18 – Comparação das fúrculas de: **A-** *Nycticorax nycticorax* (MHNT-1993), B- *Cochlearius cochlearius* (MHNT-31) e **C-** *Nycticorax violaceus* (MHNT-796). Observar o hipocleido proeminente em *Nycticorax violaceus.*

4.3- Subfamília TIGRISOMATINAE

As garças-tigre, dos gêneros *Tigrisoma*, *Zonerodius* e *Tigriornis*, são muito semelhantes quanto à aparência externa. A grande dúvida nesse grupo está na inclusão de *Zebrilus* entre elas (Bock, 1956) ou não. Infelizmente, o único gênero disponível para esse estudo (em osteologia) é *Tigrisoma* e pela observação dos dois esqueletos disponíveis, foi notado que o crânio não apresenta fontículos na porção caudal do septo interorbital e os lacrimais são grandes com o processo descendente encontrando o jugal e fechando a fenestra interorbital (Fig. 19 A e B).

4.4- Subfamília BOTAURINAE

Outro grupo com poucas discórdias taxonômicas. *Botaurus* e *Ixobrychus* são realmente muito semelhantes (apesar da grande diferença de tamanho). Uma característica desses gêneros está no processo orbital do quadrado que é muito grande e plano (não perceptível na figura 19). Esses dois gêneros realmente possuem os pés muito grandes, onde o dedo médio com a unha ultrapassa o comprimento do tarsometatarso. Como visto acima, a única discórdia taxonômica importante está na inclusão de *Zebrilus* neste grupo, o que é apoiado pela maioria dos autores (Martinez-Vilalta & Motis, 1992; Kushlan & Hancock, 2005; Pinto, 1938; 1964; 1978; Blake, 1908; Sick, 1985), ou na inclusão deste gênero entre os Tigrisomatinae. A impossibilidade da inclusão de um esqueleto de *Zebrilus* no presente estudo, não permite uma opinião osteológica, porém o exame de algumas peles permite apenas observar que os tarsometatarsos, dedos e unhas de *Zebrilus* são notavelmente curtos, principalmente comparados com *Botaurus* e *Ixobrychus*, e sua plumagem, muito variegada, mantém um padrão “zebrado” ou listrado, contrariando a ideia de inclui-lo entre os Botaurinae.

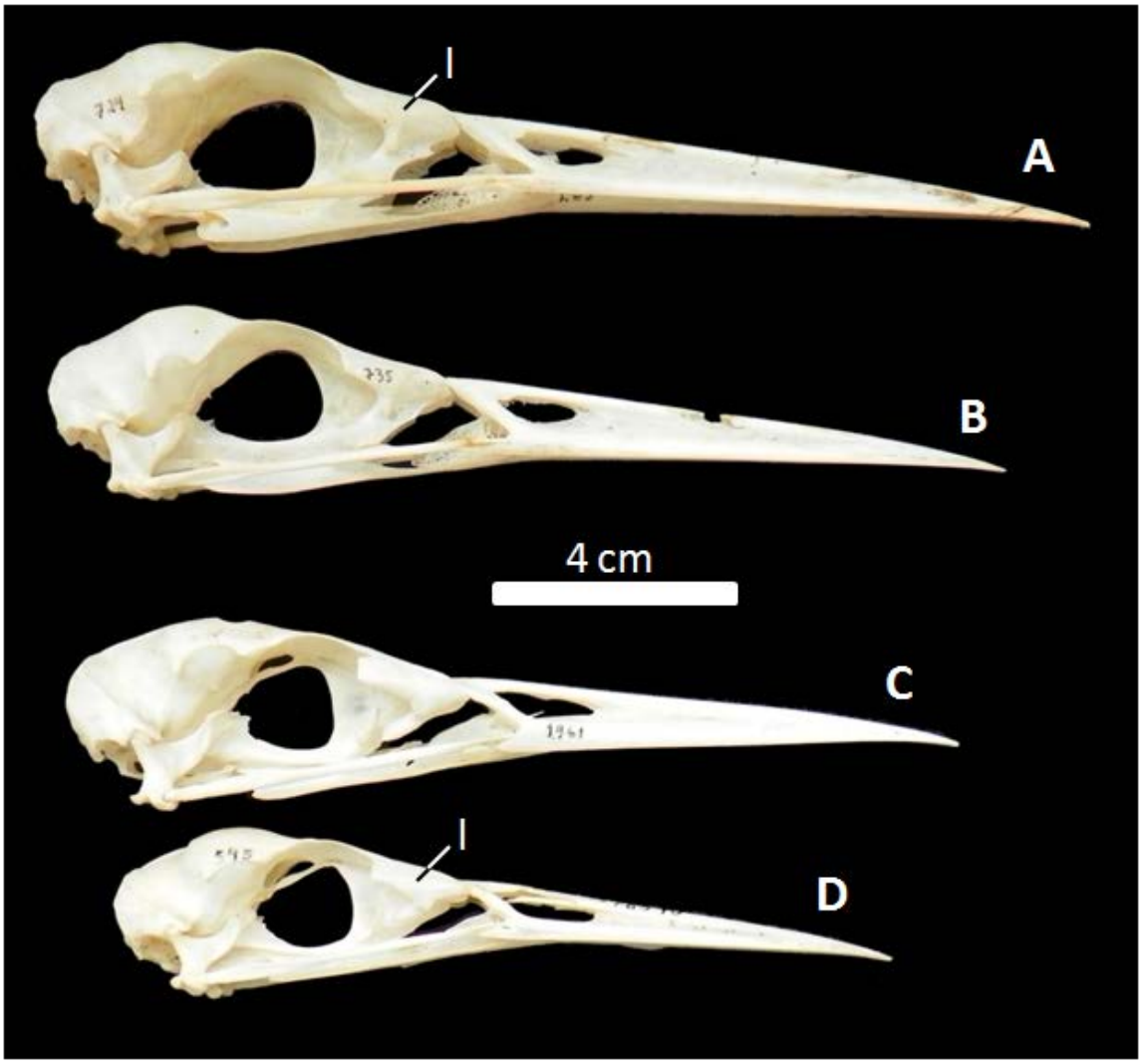

Fig. 19 - Crânios em vista lateral de: **A-** *Tigrisoma lineatum* (MHNT-724); **B-** *Tigrisoma lineatum* (MHNT-735); **C-** *Botaurus pinnatus* (MHNT-1961); **D-** *Botaurus lentiginosus* (MHNT-545). Em *Tigrisoma* (**A** e **B**), observar a ausência de fontículo interorbital caudal e o lacrimal (l) com processo descendente grande, fechando a fossa anteorbital. Em *Botaurus* (**C** e **D**) observar o lacrimal (l) com o processo descendente relativamente pequeno.

5. CONCLUSÕES

As conclusões obtidas do presente estudo permitiram assumir as seguintes posições taxonômicas:

1- Das quatro classificações clássicas para as garças e socós aqui dispostas na Tabela 1, a taxonomia adotada por Martinez-Vilalta & Motis, 1992, é a mais aceitável.

2- *Syrigma* e *Pilherodius* devem ser incluídos em Ardeinae e não em Nycticoracinae. Apesar de algumas semelhanças externas (Sick, 1985) os dois gêneros são distintos, especialmente pelo tamanho e morfologias distintas do lacrimais e diferentes proporções dos ossos dos membros.

3- A garça-branca-grande deve ser incluída no gênero *Ardea* e tratada como *Ardea alba*, pela morfologia do osso lacrimal e palatinos e também pela morfologia e articulação das vértebras cervicais, especialmente C-5 e C-6, entre outras razões menores.

4- O gênero *Butorides* é perfeitamente válido, diferindo de *Ardeola* (Payne & Risley, 1976) pela plumagem que não possui o branco, pelo hábito de reprodução isolado (não em colônias) e também no esqueleto onde se nota uma diferente proporção do crânio, muito menor em *Ardeola,* e uma sínfise mandibular maior em *Butorides*.

5- O gênero *Bubulcus* também é um gênero válido para sua única espécie *Bubulcus ibis*, sinonimizada com *Ardeola* (*Ardeola ibis*) por Bock (1956). Embora comparada apenas com *Ardeola garzetta*, *Bubulcus* diferencia-se de *Ardeola* (*A. garzetta*) pelas fossas temporais bem separadas, pela morfologia dos lacrimais e diferentes proporções dos membros.

6- *Cochlearius cochlearius* deve ser incluído na família Ardeidae, subfamília Nycticoracinae. Sua diferenciação em relação aos demais Nycticoracinae é apenas quanto à largura do bico e outras deformações secundárias a esta. *Cochlearius* não apresenta diferenciação importante de *Nycticorax* no pós-

crânio, e nem mesmo na porção caudal do crânio, que não seja consequente apenas do alargamento do bico.

7- O gênero *Nyctanassa* Stejneger, 1887 deve ser mantido como válido para sua espécie única: *Nyctanassa violacea*. *Nyctanassa* difere de *Nycticorax* pelo osso lacrimal proporcionalmente maior e com o processo descendente bastante diferenciado; difere ainda pela ausência do fontículo interorbital caudal. Outro caráter está na fúrcula com um grande hipocleido em Nyctanassa o qual é ausente em *Nycticorax* e *Cochlearius.*

8- As afinidades taxonômicas de *Zebrilus* são ainda enigmáticas. Apesar da maioria dos autores inclui-lo como um Botaurinae, seu tarsometatarso, dedos e unhas são muito mais reduzidos quando comparados com *Botaurus* e *Ixobrychus*. A falta de um esqueleto disponível, não permitiu melhores análises.

6- RESUMO

As garças e os socós, aves da família Ardeidae, são pernaltas com tamanho médio ou grande, possuem hábitos solitários ou gregários e estão distribuídas por todos os continentes exceto a Antártica. Tradicionalmente, a família é colocada dentro da ordem Ciconiiformes, juntamente com Scopidae (ave-cabeça-de-martelo), Threskiornithidae (íbis), Balaenicipitidae (bico-de-sapato) e Ciconiidae (cegonhas). Entretanto, vários autores propõem a separação das garças e socós em ordem à parte, no caso, Ardeiformes. Outro problema relacionado à taxonomia da família Ardeidae refere-se à divergência dos autores quanto à validade ou à abrangência de alguns gêneros. O presente estudo tem como objetivo novos exames morfológicos, especialmente do esqueleto, visando a obtenção de dados que possam prover soluções para a taxonomia dessa família. Foram utilizados 66 esqueletos completos de Ardeidae, representando 22 espécies distribuídas em 13 gêneros. Os dados indicam que *Syrigma sibilatrix* e *Pilherodius pileatus* possuem caracteres suficientes para serem mantidas em gêneros monotípicos, dentro da subfamília Ardeinae. *Egretta alba* possui caracteres que suportam a sua inclusão no gênero *Ardea*, como *Ardea alba*. Os gêneros *Butorides* e *Bubulcus* também possuem características suficientes que são válidas e monotípicas. Em relação a *Cochlearius* fica claro ser um autêntico ardeídeo, embora possua estrutura singular no crânio, e deve ser tratado como uma garça noturna (Nycticoracinae). O gênero *Nyctanassa* é outro gênero válido, pois *Nyctanassa violacea* difere de *Nycticorax* por importantes detalhes osteológicos. A classificação de Martinez-Villalta & Motis (1992) é mais coerente com os resultados obtidos, apesar de algumas discordâncias, na qual a família é dividida em quatro subfamílias: Ardeinae, Nycticoracinae, Tigrisomatinae e Botaurinae.

7-ABSTRACT

Herons and bitterns are medium to large sized birds of the family Ardeidae. With long bills, neck and legs they are adapted for wading and feeding on fishes and other kinds of small animals that occur near water. They live in all regions of the world except Antarctica. Traditionally, the family is included in the order Ciconiiformes, together the Scopidae (hammerheads), Threskiornithidae (ibises), Balaenicipitidae (whalebills) and Ciconiidae (storks). However, some authors have proposed a new order, Ardeiformes, for these birds. Another taxonomic problem in the family Ardeidae concerns the validity and the limits of some genera. This study presents a new approach to the morphology, mainly of the skeleton, of this group looking for new data that may provide insights for the taxonomy of this family. Sixty six complete skeletons of Ardeidae, representing 13 genera and 22 species were studied. Our studies indicate that the species *Syrigma sibilatrix* and *Pilherodius pileatus* have sufficient characters to be maintained in their monotypic genera within the subfamily Ardeinae. *Egretta alba* has several characters that support its inclusion in the genus *Ardea*, as *Ardea alba. Butorides* and *Bubulcus* also have particular features that are valid and monotypical. For *Cochlearius*, it is very clear that it is an Ardeidae, and despite its special bill and skull structure, it must be included in the night-heron group (Nycticoracinae). The genus *Nyctanassa* is another valid genus and differs from species of the genus *Nycticorax* in several osteological characters. The classification of the Ardeidae by Martinez-Villalta & Motis (1992) is the most consistent with this study, in spite of some differences, and that the family Ardeidae should be divided in four subfamilies: Ardeinae, Nycticoracinae, Tigrisomatinae and Botaurinae.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams, C. T. 1955. Comparative osteology of the night herons. *Condor*, 57:55-60

Baumel, J. J.; Witmer, L. 1993 Osteology. *In*: Baumel, J. J.; King, A. S.; Breazile, J. E.; Evans, H. E.;Vander Berge, J. C. (eds) *Handbook of Avian Anatomy: Nomina Anatomica Avium*, 2 ed. Cambrige, Publications of Nuttall Ornithologist Club. P. 45-132.

Bellairs, A.; Jenkin, C. R. 1960. The skeleton of birds, p. 245-249 *In*: A. J. Marshall, *Biology and comparative physiology of birds*. New York and London, Academic Press.

Blake, E. R. 1977. Manual of Neotropical birds. V. 1, Spheniscidae to Laridae. Chicago, University of Chicago Press, 674 p.

Bock, W. J. 1956. A generic review of the family Ardeidae (Aves). *American Museum Novitates,* 1779: 1-49.

Cracraft, J. 1967. On the systematics position of the Boat-billed Heron. *Auk*, 84:529-533.

Cracraft, J. 1968. The lacrimal-ectethmoid bone complex in birds: a single character analysis. *American Midland Naturalist*, 80(2): 316-359.

Feduccia, A. 1996. *The origin and evolution of birds*. London, Yale University Press, 420 p.

Feduccia, A. 1977. The whalebill is a stork. *Nature, 266* (5604):719-720.

Hancock, J.; Elliott, H. 1978. *The herons of the world.* London, Editions, 304 p.

Harrison, C. J. O. 1978. *Bird families of the world*. New York, Abrams, 321 p.

Itoh, S. 1991. Geographical variation of the plumage polymorphism in the Eastern-reef Heron (*Egretta sacra*). *Condor,* 93: 383-389.

Kushlan, J. A.; Hancock, J.A. 2005. *The herons* - systematic and evolution Oxford, Oxford University Express, 304 p.

Livezey B. C.; Zusi, R. 2006. Higher-order phylogeny of modern birds base on comparative anatomy: I. Methods and Characters. *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History*, n. 37, 544 p.

Livezey, B. C.; Zusi, R. 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.

Martínez-Vilalta, A.; Motis, A. 1992. Family Ardeidae, p. 376-429 In: J. del Hoyo, Elliot, A; Sargatal, J. (Eds). *Handbook of the birds of the world*, v.1. Barcelona, Lynx Edicions.

Meyerriecks, A. J. 1962. Diversity typifies heron feeding. *Natural History*, 71 (6): 48-59.

Mayr, G.; Clarke, J. 2003. The deep divergences of neornithine birds: a phylogenetic analysis of morphological characters. *Cladistics,* 19: 527-553.

McCracken, K. G.; Sheldon, F.H. 1997. Avian vocalizations and phylogenetic signal. *Evolution*, 94: 3833-3836.

McCracken, K. G.; Sheldon, F.H. 1998. Molecular and osteological heron

phylogenies: sources incongruence. *Auk*, 115(1):127-141.

Olson, S. L. 1985. The fossil record of birds. p. 165-168 In: A.D. Farner, J.R. King (Eds). *Avian Biology*, v. 8. New York, Academic Press.

Pinto, O. M. 1938. *Catálogo das aves do Brasil*. Parte I. Separata da Revista do Museu Paulista, tomo XXII. São Paulo, Imprensa oficial do Estado. 566 p.

Pinto, O. M. 1964. *Ornitologia Brasiliense*, primeiro volume. São Paulo, Imprensa Oficial do Estado, 182 p.

Pinto, O. M. 1978. *Novo catálogo das aves do Brasil.* Parte I. Aves não Passeriformes e Passeriformes não Oscines, com exclusão da família Tyrannidae. São Paulo Empr. Graf. da Rev. dos Tribunais, S.A. 44p. +24 pl.

Parkes, K. C. 1955. Systematics notes on north american birds. The herons and ibises (Ciconiiformes) *American Carnegie Mus*, 33: 287-291.

Payne, R. B.; Risley, C.J. 1976. Systematics and evolutionary relationships among the herons (Ardeidae). *Misc. Publ. Univ. Michigan Mus. Zool*. Publ., n. 150: 1-115.

Peters, J. L. 1931. *Check-list of birds of the world*. Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, v.1.

Ridgway, S. 1878. Studies of the American Herodiones. *Bull. U. S. Geol. Surv. Territories,* 4: 226-237.

Sheldon, F. H. 1987. Phylogeny of herons estimated from DNA-DNA hybridization data. *Auk*, 104: 97-108.

Sibley, C. G.; Ahlquist, J. E. 1990. *Phylogeny and classification of birds*. New Haven, Yale University Press, 976 p.

Sick, H. 1985. *Ornitologia brasileira, uma introdução*. Brasília, Editora Universidade de Brasília, v. 1, 481 p.

Silva, D.; Alvarenga, H.; Höfling, E. 2010. Funcional morphology of the neck in the Ardeidae. *In*: Abstract of the 25th International Ornithological Congress. Campos do Jordão, Brazil, p 683.

Teixeira, D.; Alvarenga, H. 1985. The first recorded Cory's Bittern (*Ixobrychus* "*neoxenus*") from South America. *Auk*, 102: 413.

Urban, E. K. 1982. Family Ardeidae, p. 132-168. In: L. H. Brown, E. K. Urban, K. Newman (Eds). The birds of Africa. v. 1. London, Academic Press.

Vanden Berge, J. C., 1970. A comparative study of the appendicular musculature of the order Ciconiiformes. *Amer. Midl. Natl*, 84: 289-369.

Verheyen, R. 1959. Contribuition à l'anatomie et à la systématique de base des Ciconiiformes *Bull. Inst. Royal Sci,* 35: 1-34.

Wood, D. S.; Schnell, G. D. 1986. *Revised world inventory of avian skeletal specimens*. American Ornithologists' Union and Oklahoma Biological Survey, Norman, Oklahoma, 296 p.

ANEXO 1- Material osteológico (esqueletos completos) examinado.

Família Ardeidae		
Espécie	**Coleção MHNT**	**Sexo**
Syrigma sibilatrix	1793	Macho
Syrigma sibilatrix	1945	Indeterminado
Syrigma sibilatrix	503	Fêmea
Syrigma sibilatrix	210	Macho
Pilherodius pileatus	722	Macho
Pilherodius pileatus	381	Fêmea
Ardea cinerea	1635	Fêmea
Ardea cinerea	1652	Fêmea
Ardea cinerea	1930	Indeterminado
Ardea cinerea	1344	Indeterminado
Ardea cocoi	684	Fêmea
Ardea cocoi	873	Macho
Ardea purpurea	1475	Indeterminado
Ardea purpurea	1640	Indeterminado
Ardea herodias	535	Indeterminado
Egretta alba	28	Fêmea
Egretta alba	204	Indeterminado
Egretta alba	496	Fêmea
Egretta alba	1976	Macho
Egretta alba	1983	Macho
Egretta alba	1986	Macho
Egretta alba	1944	Macho
Egretta alba	1951	Macho
Egreta coerulea	532	Macho
Egretta garzetta	1153	Macho
Egretta thula	259	Indeterminado
Egretta thula	464	Indeterminado
Egretta thula	1952	Macho
Egretta tricolor	583	Indeterminado
Ardeola ralloides	1061	Indeterminado
Agamia agami	1906	Fêmea
Agamia agami	776	Macho
Bubulcus ibis	360	Indeterminado
Bubulcus ibis	1982	Macho
Bubulcus ibis	10.035	Macho
Bubulcus ibis	10.042	Fêmea

Bubulcus ibis	511	Macho
Nycticorax nycticorax	357	Fêmea
Nycticorax nycticorax	29	Fêmea
Nycticorax nycticorax	1977	Macho
Nycticorax nycticorax	1985	Macho
Nycticorax nycticorax	1993	Macho
Nycticorax nycticorax	1990	Macho
Nycticorax nycticorax	1974	Fêmea
Nycticorax nycticorax	10007	Indeterminado
Nycticorax violaceus	796	Fêmea
Nycticorax violaceus	710	Fêmea
Cochlearius cochlearius	31	Macho
Cochlearius cochlearius	10.504	Fêmea
Cochlearius cochlearius	245	Indeterminado
Tigrisoma lineatum	735	Fêmea
Tigrisoma lineatum	724	Fêmea
Ixobrycus involucris	1215	Macho
Ixobrycus involucris	338	Indeterminado
Ixobrycus involucris	30	Fêmea
Botaurus lentiginosus	545	Macho
Botaurus pinnatus	1902	Fêmea
Botaurus pinnatus	1961	Indeterminado
Butorides striatus	1932	Macho
Butorides striatus	1823	Macho
Butorides striatus	1996	Fêmea
Butorides striatus	203	Fêmea
Butorides striatus	1981	Macho
Butorides striatus	10.105	Macho
Butorides striatus	477	Macho
Família Balaenicipitidae		
Balaeniceps rex	32	
Família Anhingidae		
Anhinga anhinga	1039	Fêmea
Anhinga anhinga	2856	Fêmea
Anhinga novaehollandiae	1195	Indeterminado
Família Scopidae		
Scopus umbretta	512	Indeterminado
Família Dendrocolaptidae		
Campilorhamphus falcularius	1078	Macho
Família Tyrannidae		
Rhynchocyclus olivaceus	1904	Macho