

Osteologia craniana de *Micrastur semitorquatus* Vieillot, 1817 (Falconiformes: Falconidae)

Andreza Gomes da Silva¹, Guilherme José Bolzani de Ferreira²,
Reginaldo José Donatelli³, Anderson Guzzi^{1*}

Campus de Parnaíba, Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, PI, Brasil
Campus "Prof.ª Cinobelina Elvas", Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI, Brasil
Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, Brasil
*Autor correspondente, e-mail: aguzzi@ig.com.br

Resumo

Micrastur semitorquatus é popularmente conhecido como falcão-relógio, habitante das florestas da região Neotropical. Estudos sobre sua osteologia craniana são escassos na literatura. Procurou-se, neste trabalho, descrever sua osteologia craniana e, com base nesta descrição, comparar com outras espécies de aves de rapina, buscando ampliar o conhecimento sobre a anatomia dessa espécie. Foram utilizados três espécimes de *M. semitorquatus*, que fazem parte da coleção osteológica da Bird Division at the Smithsonian National Museum of Natural History (USNM), Washington, DC, EUA (USNM: 245788, USNM 013493 e USNM 289773). Apesar da relação entre a forma de uma estrutura e sua função não seja completamente estabelecida, muitas das adaptações do crânio de *M. semitorquatus* podem estar relacionadas aos seus hábitos de vida e comportamento, como o estreitamento da largura interorbital,; a robustez da pila supranasal aliado ao procinetismo do crânio; um desenvolvido processo pós-orbital, e a expansão do palatino. Além disso, a osteologia craniana de *M. semitorquatus* pode fornecer caracteres úteis à análise cladística, podendo sustentar hipóteses de relacionamento filogenético dessa espécie com outras do mesmo gênero ou da mesma família.

Palavras-chave: Aves, *Micrastur semitorquatus*, Falconidae, crânio, osteologia

Cranial osteology of *Micrastur semitorquatus* Vieillot, 1817 (Falconiformes: Falconidae)

Abstract

Micrastur semitorquatus, popularly known as Collared Forest-Falcon is an inhabitant of the rainforests of the Neotropical Region. Studies on the cranial osteology are scarce in the literature. To increase the knowledge about the anatomy of this species its cranial osteology was described and compared with other species of birds of prey. Three specimens of *M. semitorquatus* were examined at the Bird Division of the osteological collection at the Smithsonian National Museum of Natural History (USNM), Washington, DC (USNM: 245788, USNM 013493 and USNM 289773). Although the relationship between the form of a structure and its function is not fully established, many of the adaptations of the skull of *M. semitorquatus* may be related to this lifestyle and behavior, such as narrowing of the interorbital width, the robustness of *pila supranasalis* coupled with the prokinesis of the skull, a process developed post-orbital, and palatine expansion. In addition, the cranial osteology of *M. semitorquatus* can provide useful characters for cladistic analysis, sustaining the hypothesis of phylogenetic relationships with other species of the same genus or the same family.

Key words: Birds, *Micrastur semitorquatus*, Falconidae, skull, osteology

Recebido: 27 Junho 2011
Aceito: 30 Outubro 2011

Introdução

Segundo Sigrist (2009) e CBRO (2011) vinte e uma espécies de falconídeos ocorrem no Brasil. A família possui fósseis do Eo-oligoceno na França (37 milhões de anos) e Mioceno Inferior na Argentina (20 milhões de anos) (Sick, 1997). A hipótese biogeográfica derivada da filogenia proposta por Griffiths (1999) indica que sua origem e diversificação pode ter ocorrido na América do Sul. Com exceção da Antártica e partes muito altas do Ártico, os falcões são distribuídos mundialmente.

A sistemática dos Falconiformes produziu uma extensa literatura (Jollie, 1977; Cracraft, 1981; Sibley & Ahlquist, 1990; Sick, 1997; Livezey & Zusi, 2001; Ericson et al., 2006; Livezey & Zusi, 2006; Livezey & Zusi, 2007; Griffiths et al., 2004; Griffiths et al., 2007; Hackett et al., 2008), sendo que atualmente a ordem é composta apenas pela família Falconidae (CBRO, 2011). Contudo as relações filogenéticas dos membros desta família não são bem resolvidas.

Livezey & Zusi (2007) em um extenso trabalho sobre filogenia de aves aproximam Falconidae de Pandionidae, e Brito (2008) em seu trabalho sobre a filogenia dos Cathartidae, aproxima *Micrastur gilvicolis* de *Herpotheres cachinnans*, e levanta caracteres osteológicos importantes para a sistemática do grupo. Griffiths (1999) dividiu Falconidae em duas subfamílias, a mais basal, Herpotherinae, que inclui *Micrastur* e *Herpotheres*, e Falconini, composta pelas tribos Falconini (*Falco*, *Microhierax*, *Polierax* e *Spizapteryx*) e Caracarini (*Phalcoboenus*, *Milvago*, *Daptrius*, *Ibycter* e *Caracara*). Griffiths et al. (2004) propõe o monofiletismo de *Micrastur* quando comparado a outras espécies de Falconidae.

O gênero *Micrastur* pertence à família Falconidae (CBRO, 2011), sendo composto por sete espécies de falconídeos florestais exclusivamente neotropicais e que substituem as espécies de *Falco* em áreas densamente arborizadas (Sick, 1997). *Micrastur semitorquatus* habita as florestas da região neotropical, desde o México até o norte da Argentina (Bierregaard, 1994; Ferguson-Lees & Christie, 2001).

Os trabalhos mais abrangentes sobre *Micrastur* foram realizados por Thorstrom et al. (2000a, b) que estudaram a biologia reprodutiva de *M. ruficollis* e *M. semitorquatus*. Existem vários outros trabalhos sobre a biologia reprodutiva, ecologia (Cobb, 1990; Thorstrom et al., 1990; Guedes, 1993; Carvalho-Filho et al., 1998; López-Lanús, 2000; Thorstrom et al., 2000b; Carrara et al., 2007; Vallejos et al., 2008), alimentação (Antas, 2005), mas poucos trabalhos sobre osteologia comparada (Livezey & Zusi, 2006; Livezey & Zusi, 2007; Brito, 2008), mas nenhum que descrevesse a osteologia craniana dessa espécie.

Sendo assim, objetiva-se com este trabalho descrever a osteologia craniana de *M. semitorquatus* procurando ampliar os

conhecimentos acerca da anatomia da espécie e obter caracteres anatômicos para uma futura análise cladística.

Material e Métodos

O estudo foi realizado com base na descrição da osteologia craniana de três espécimes de *M. semitorquatus* Vieillot, 1817, que fazem parte da coleção osteológica da Bird Division at the Smithsonian National Museum of Natural History (USNM), Washington, DC, EUA (USNM: 245788, fêmea, Rio Paraguai, Mato Grosso, Brasil; USNM 013493, sexo indeterminado, Costa Rica; USNM 289773, macho, Magdalena, Colômbia).

Os espécimes estudados se encontravam previamente preparados (crânios e mandíbulas secos). A descrição da osteologia craniana foi ilustrada por fotos digitais em vistas dorsal, ventral, caudal e lateral, acompanhadas por legendas para facilitar a observação das estruturas.

Considerando que a maioria dos ossos cranianos é par e que existe simetria bilateral, a descrição osteológica se deu no singular. Para evitar subjetivismos buscou-se padronizar os termos utilizados na descrição anatômica, como "profundo", "desenvolvido", para estruturas osteológicas de difícil mensuração, como fossas ou cristas.

A nomenclatura para a descrição da osteologia e das demais estruturas associadas segue a *Nomina Anatomica Avium* (Baumel & Witmer, 1993), sendo citada em português com seu correspondente em latim, quando mencionada pela primeira vez no texto. Devido a fusão dos ossos nas aves, foram utilizadas as delimitações das regiões ósseas do crânio propostas por Jollie (1957). Quando não havia nomenclatura existente para determinadas estruturas, foram utilizados os trabalhos de Brito (2008) e Costa & Donatelli (2009). A nomenclatura e a classificação seguida é aquela apresentada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2011).

Resultados

Ossa cranii

A região frontal (os *frontale*, F: Figura 1A) ocupa cerca da metade do comprimento da caixa craniana, desde a zona flexoria craniofacial (Zusi, 1984) (*zona flexoria craniofacialis*) até próximo do início da fossa temporal, formando quase toda a abóbada do teto craniano, apresentando uma depressão frontal mediana (DF: Figura 1A) que se inicia rostralmente e termina em suas extremidades caudais. O osso frontal limita-se lateralmente com o osso lacrimal (os *lacrimales*, L: Figura 1A e 1C) através da sutura nasofrontolacrimal (SNLF: Figura 1A) não anquilosada, e este apresenta ainda um pequeno processo lacrimal do frontal (PrL: Figura 1A). A parte proximal do processo supraorbital do lacrimal tem 1/3 da largura da parte distal, sendo

que esta termina de forma afilada e atinge 1/4 da distância do arco da órbita até o arco jugal (AJ: Figuras 1C e 1D). A distância entre as partes distais dos dois lacrimais atinge 12/13 da largura parietal.

A ampla região parietal (os *parietale*, P: Figuras 1A e 1B) está confinada à porção mediocaudal do teto craniano. Limita-se caudalmente com a região occipital através da crista nuchal transversa (*crista nuchalis transversa*), que possui a forma de U invertido pouco conspícua e lateroventralmente com a região esquamosal, sendo fácil estabelecer os limites entre estas regiões, considerando que a crista temporal superior bem como a fossa temporal, em *M. semitorquatus*, são bem desenvolvidas. A razão encontrada entre o diâmetro interorbital e a região parietal varia de 2,35 vezes.

A região esquamosal (os *squamosum*, S: Figura 1C) é delimitada laterodorsalmente pela crista temporal superior (CrTS: Figuras 1B e 1C) que ocupa grande parte da porção lateral do crânio, caudalmente ao processo pós-orbital; ventrocaudalmente pelo processo suprameático (*proc. suprameaticus*, PrSM: Figura 1C) pouco desenvolvido e pelo meato acústico externo (*meatus acusticus externus*). A fossa temporal (*fossa temporalis*, FT: Figuras 1B e 1C) é mais profunda na parte proximal aos processos pós-orbital e zigomático e mais rasa na parte distal, sendo mais longa rostrocaudalmente que larga. A fossa temporal é delimitada dorsalmente pela conspícua crista temporal superior e ventralmente pela inconspícua crista temporal inferior.

A região esquamosal projeta-se rostralmente e forma o processo zigomático (*proc. zygomaticus*, PrZ: Figura 1C). Este processo é bem desenvolvido e apresenta-se alargado na base e tem a forma triangular, levemente torcido sobre si mesmo, ocupando 30% da distância entre a sua origem no crânio e a barra jugal. O processo zigomático possui as faces dorsal, ventral, lateral e medial bem delimitadas, evidenciando os locais de origem da musculatura adutora mandibular externa (*m. adductor mandibulae externus*, *rostralis lateralis* e *medialis*).

O processo pós-orbital (*proc. postorbitalis*, PrPO: Figura 1B e 1C) é longo, robusto, com base larga e levemente torcido sobre si mesmo. É formado pela fusão dos ossos parietal, esquamosal e laterosfenóide, sendo, ainda, o local de origem do ligamento pós-orbital. Limita-se dorsolateralmente com a região esquamosal através do meato acústico externo (*meatus acusticus externus*) e da pouco desenvolvida crista nuchal transversa (*crista nuchalis transversa*); dorsomedialmente, da região supra-occipital. A região do osso exoccipital delimita-se com a ala timpânica (*cavum tympanicum*) por meio do curto e arredondado processo paraoccipital (*proc. paraoccipitalis*, PrPA: Figura 1B).

A região do osso basioccipital abriga o conspícua côndilo occipital (*condylus occipitalis*,

CO: Figura 1D) e a rasa fossa subcondilar (*fossa subcondylaris*, FS: Figura 1D); é circundada por dois tubérculos basilares (*tuberculum basilare*), locais de origem da musculatura cervical. Caudomedialmente observa-se o forame magno (*foramen magno*, FoMa: Figura 1D) que possui abertura circular e direção ventral. A proeminência cerebelar (*proeminencia cerebellaris*, PCE: Figura 1C) da região do osso supra-occipital é pouco desenvolvida.

A região basioccipital continua-se rostralmente com a região basisfenóide através do tubérculo basilar (*tuberculum basilare*). A região basisfenóide (os *basisphenoidale*, BS: Figura 1D) é alargada em sua base, mas se estreita rostralmente para se fundir com a região paraesfenóide. Essas duas regiões, somadas à região basioccipital, formam praticamente todo o assoalho da caixa craniana.

Na região do osso paraesfenóide (os *parasphenoidale*) destaca-se o rostrum paraesfenóide (*rostrum parasphenoidale*, RP: Figura 1D) que alcança 40% da distância do côndilo occipital e o pés pterigóide, articulando-se rostralmente com o palatino; funde-se dorsalmente ao septo interorbital e rostralmente contata-se, ainda, com o vômer (*facies articularis vomeralis*).

Orbita

O osso ectetmóide (os *ectethmoidale*, E: Figura 1C) apresenta-se fundido ao lacrimal em quase toda sua extensão, apresentando o formato da letra a forma de "D", com sua porção distal em forma retangular. Rostrolateralmente funde-se com a face laterocaudal da região do osso frontal e lacrimal. Rostromedialmente funde-se com a região rostral do septo interorbital. O osso ectetmóide é bem desenvolvido e de fácil delimitação na órbita.

O septo interorbital (*septum interorbitale*, SIO: Figura 1C) apresenta dorsocaudalmente o fontículo interorbital (*fonticuli interorbitalis*) na parte medial da órbita (*pars medialis orbitae*) que se continua com a região laterosfenóide. O septo delimita-se dorsalmente com a região do osso frontal, rostralateralmente com o osso ectetmóide, ventromedialmente contata-se ao rostrum paraesfenóide e palatino e ventrolateralmente contata-se com o pterigóide.

A região laterosfenóide localiza-se na porção ventrocaudal da órbita; estende-se da porção caudal do septo interorbital até a face lateral da região esquamosal, processo pós-orbital e ala timpânica. Na parte medial da órbita (*pars medialis orbitae*), porção dorsomedial da região laterosfenóide, destaca-se o fontículo interorbital (*fonticuli interorbitalis*), que atinge também a parte medial da órbita (*pars medialis orbitae*), porção caudal do septo interorbital (SIO: Figura 1C). A região laterosfenóide é delimitada ventrolateralmente pelo processo zigomático da fossa temporal da região esquamosal e

medialmente delimita-se com o septo interorbital por meio do fontículo orbitocranial (*fonticuli orbitocranialis*).

Ossa faciei

Ossa maxillae

A maxila superior (MS: Figura 1A) é formada pela fusão dos ossos nasal (os *nasale*), maxilar (os *maxillare*) e premaxilar (os *premaxillare*). Funde-se ventrocaudalmente à barra palatina, dorsocaudalmente à região frontal e laterocaudalmente ao arco jugal. Em *M. semitorquatus* a maxila superior está disposta no mesmo plano que o frontal, sendo adunca rostralmente. Atinge 30% do comprimento total do crânio. As aberturas das narinas (AN: Figura 1C) têm formato oval, sendo do tipo holorrina. O septo nasal (SN: Figura 1C) é perfurado e ossificado. A zona flexória craniofacial ocupa somente a porção mediana entre as regiões frontal e nasal; lateralmente há uma nítida fusão entre essas regiões. A barra dorsal (*pila supranasalis*) encontra-se fusionada à face rostrolateral da região do osso frontal, o mesmo ocorrendo com a barra lateral lateralmente.

Palati

A região do palato é formada principalmente pelos ossos palatinos e pterigóides. O processo maxilar do palatino (*proc. maxillaris*, PrM: Figura 1D) conecta a lamela caudolateral palatina à base da maxila superior. Este processo é longo e estreito até a metade da extensão. A lamela caudolateral palatina é delimitada medialmente pela proeminente crista ventral palatina (*crista ventralis*, CrV: Figura 1D) e lateralmente pela crista lateral palatina (*crista lateralis*, CrL: Figura 1D); entre as cristas lateral e ventral do palatino observa-se uma profunda fossa ventral (*fossa ventralis*, FV: Figura 1D). A fossa ventral palatina é estreita, profunda e forma a maior parte da lamela caudolateral palatina. As cristas ventrais palatinas são longas, bastante proeminentes e encontram-se na região de articulação com o rostro paraesfenóide. A articulação com o pterigóide faz-se dorsolaterocaudalmente.

De uma forma geral, o pterigóide (os *pterygoideum*, PT: Figura 1D) apresenta-se como uma lâmina relativamente achatada e disposta obliquamente na órbita. Articula-se caudalmente com o osso quadrado. O pterigóide tem uma expansão laminar rostral que se estreita medialmente, articulando-se com o palatino rostralmente.

O osso vômer (os *vomer*, V: Figura 1D) apresenta-se como uma lâmina longa e estreita, achatado lateralmente, pontiagudo rostralmente; articula-se caudalmente com o palatino e com o rostro paraesfenóide (*facies articularis vomeralis*).

O arco jugal (*arcus jugalis*, AJ: Figuras 1C e 1D) é constituído pelos ossos quadradojugal (os

quadratojugale) e jugal (os *jugale*) fundidos. É fino, delgado e reto, sem inclinação em relação ao crânio, padrão para as aves.

O osso quadrado articula a mandíbula, a caixa craniana e o pterigóide, desempenhando um papel fundamental na cinética craniana. Apresenta um corpo quadrático (*corpus ossi quadrati*, Q: Figura 1D) central, de onde partem três processos: orbital, ótico e mandibular.

O processo orbital do quadrado (*proc. orbitalis*) projeta-se rostromedialmente na órbita; apresenta-se curto e largo, afinando-se tênua e distalmente e terminando na forma de bulbo. Assume claramente uma posição oblíqua na órbita.

O processo ótico do quadrado (*proc. oticus*) é longo e alargado a partir do corpo quadrati. Articula-se com a caixa craniana em dois locais distintos: (1) por meio do processo ótico externo (*capitulum squamosum*), apoiado na face ventrocaudal do processo zigomático; e (2) por meio do processo ótico interno (*capitulum oticum*) que se articula com as *cotylae quadraticae otici* dos ossos proótico e opistótico.

O processo mandibular (*proc. mandibularis*) do quadrado apresenta quatro côndilos distintos: o côndilo medial (*condylus medialis*); o côndilo lateral (*condylus lateralis*), longo e mais robusto que o medial, articulando-se com a barra jugal lateralmente a partir de um processo dorsal; o côndilo caudal (*condylus caudalis*) é uma extensão do côndilo lateral, sendo fusionado a ele.

Ossa mandibulae

Quanto às suas dimensões, percebe-se que a mandíbula é comprida e larga, sendo que a largura máxima entre os ramos mandibulares atinge 2/3 do comprimento total da mandíbula.

A sínfise mandibular (*pars symphyialis*, PSI: Figura 1E) reúne os dois ramos mandibulares. Esta parte é curta atingindo 20% do comprimento total da mandíbula. Os ramos mandibulares são largos e apresentam uma expansão lateral (ExLM: Figura 1F) em sua parte dorsal. A parte intermediária (*pars intermedia*) possui uma fenestra mandibular (FecM: Figura 1E) bem desenvolvida, mas rasa em toda a sua extensão. Na parte caudal (*pars caudalis*) os ramos mandibulares, além de largos são mais espessos. Esta parte abriga a musculatura que movimenta as maxilas e é a área de articulação com o osso quadrado.

Na região dorsal da mandíbula observa-se o inconspícuo processo coronóide (*proc. coronoideus*, PrC: Figura 1F), região do osso supra-angular (os *supra-angulare*), na altura da porção caudal da fenestra mandibular.

Na face dorsal da porção caudal da mandíbula, constata-se a fossa articular quadrática (*fossa articularis quadratica*, FAQ: Figura 1E) delimitada pela cótila lateral (*cotyla lateralis*, CoL: Figura 1E) e pela cótila medial (*cotyla medialis*, CoM: Figura 1E), que se mostram-

se conspícuas na espécie analisada, e pelo bem desenvolvido processo medial (*proc. medialis mandibulae*, PrmM: Figuras 1E, 1F e 1G) que se projeta dorsomedialmente, sendo largo em sua base, padrão para as aves.

Na mandíbula está presente, ainda, o curto e pouco desenvolvido processo lateral da mandíbula (PrLt: Figuras 1E, 1F e 1G), disposto em sua parte caudal.

Na face caudal da mandíbula destaca-se a fossa caudal (*fossa caudalis*, FOC: Figura 1G), bem desenvolvida, sendo rasa e larga; delimita-se lateralmente com a cótila lateral, medialmente com a cótila medial e dorsalmente com a crista transversa (*crista transversa fossae*). O processo retroarticular (*proc. retroarticularis*) é reduzido, sendo de difícil visualização.

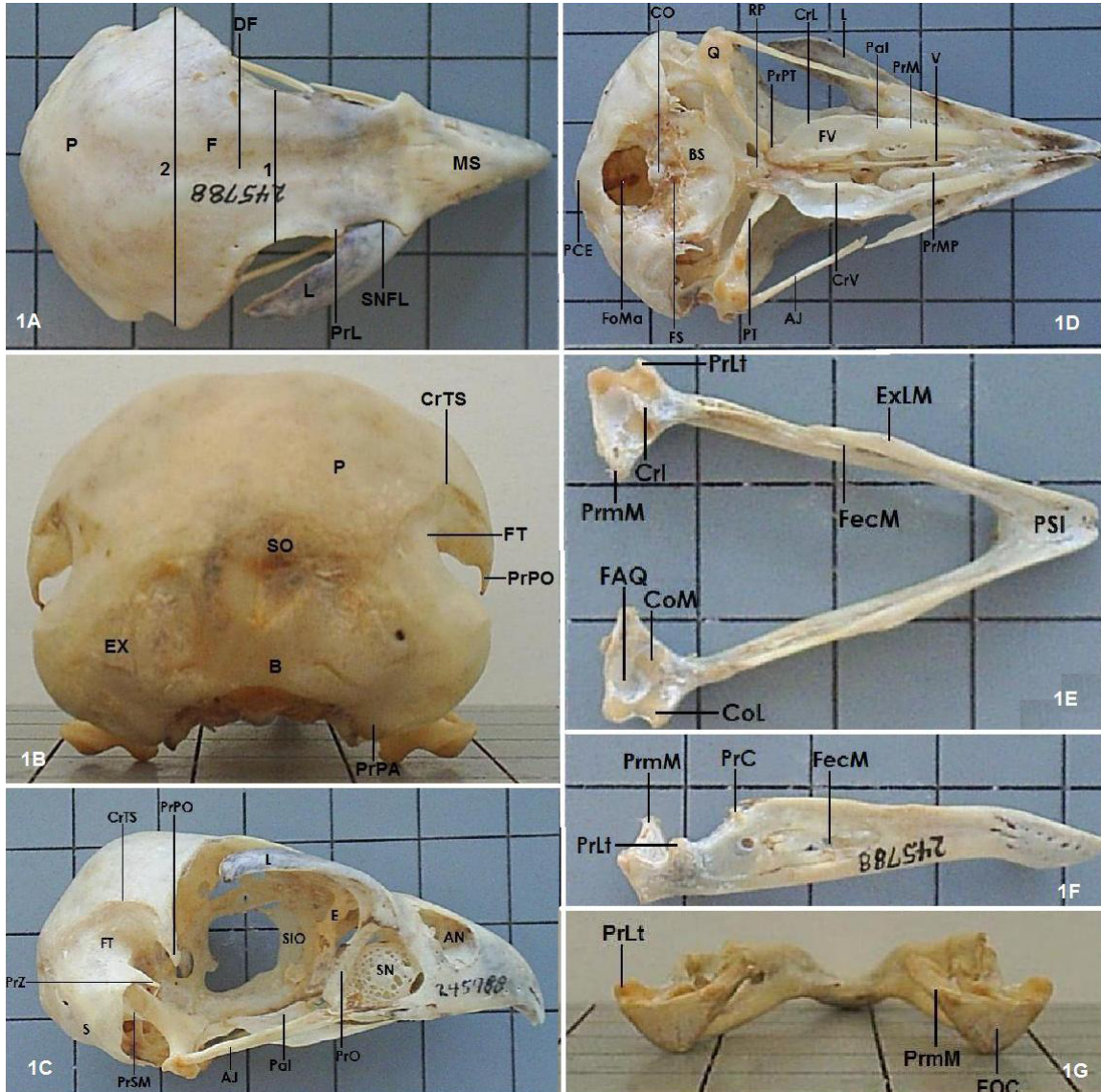


Figura 1(A-G). Vistas do crânio e mandíbula de *M. semitorquatus* (USNM 245788). O quadriculado do fundo possui 1 cm de lado. 1A. Vista dorsal do crânio. 1B. Vista caudal do crânio. 1C. Vista Lateral do crânio. 1D. Vista ventral do crânio. 1E. Vista dorsal da mandíbula. 1F. Vista lateral da mandíbula. 1G. Vista caudal dos ramos mandibulares. LEGENDA: 1- largura interorbital; 2- largura parietal. AJ: arco jugal; AN: abertura nasal; B: região basioccipital; BS: região basisfenóide; CO: côndilo occipital; CoL: cótila lateral da mandíbula; CoM: cótila medial da mandíbula; CrL: crista intercotilar; CrL: crista lateral palatina; CrTS: crista temporal superior; CrV: crista ventral palatina; DF: depressão frontal; E: ectemóide; EX: região exoccipital; ExLM: expansão lateral da mandíbula; F: frontal; FAQ: fossa articular quadrática; FecM: fenestra caudal da mandíbula; FOC: fossa caudal; FoMa: forame magno; FS: fossa subcondilar; FT: fossa temporal; FV: fossa ventral palatina; L: lacrimal; MS: maxila superior; P: parietal; Pal: palatino; PCE: proeminência cerebral; PrC: processo coronóide; PrL: processo lacrimal do frontal; PrLt: processo lateral da mandíbula; PrM: processo maxilopalatino; PrmM: processo medial da mandíbula; PrMP: processo maxilar do palatino; PrO: processo orbital do lacrimal; PrPA: processo paraoccipital; PrPO: processo pós-orbital; PrPT: processo pterigóide do palatino; PrSM: processo suprameático; PrZ: processo zigomático; PSI: parte sinfisial da mandíbula. PT: pterigóide; Q: quadrado; RP: rostro paraesfenóide; S: esquamosal; SIO: septo interorbital; SN: septo nasal. SNFL: sutura nasofrontolacrimal; SO: supraoccipital; V: vômer.

Discussão

As características gerais da osteologia craniana de *M. semitorquatus* que parecem ser comuns a várias aves de rapina (Sibley & Ahlquist, 1990; Baumel & Witmer, 1993; Migotto, 2008) são: articulação frontolacrimal não anquilosada; extensão média da margem do frontal em contato com o lacrimal; processo supraorbital longo com porção terminal afilada; contato entre o processo orbital do lacrimal e o ectetmóide presente e articulado formando o complexo lacrimal-ectetmóide; forma da margem inferior do ectetmóide retangular; fontículo interorbital presente; processo pós-orbital robusto e inflado com extremidade distal paralela a do processo zigomático; processo zigomático desenvolvido e maior que o processo suprêmeático; processo paroccipital curto e arredondado; pterigóides articulam-se apenas aos palatinos; fossa subcondilar rasa; forame magno com direção ventral; proeminência cerebelar pouco diferenciada; crista nugal transversa em forma de U invertido e inconspícua; septo nasal perfurado e ossificado; forma da margem anterior da fenestra anterorbital larga e achatada; crista lateral do palatino inclinada ventralmente; regiões rostrais dos processos maxilopalatinos separadas; vômer presente e atingindo a porção rostral dos processos maxilopalatinos; posição da articulação quadrado-quadratojugal em relação ao processo pós-orbital verticalmente alinhada; côndilo caudal do quadrado saliente; processo lateral da mandíbula curto, como observado em outras espécies de aves.

Outras características observadas em *M. semitorquatus* e já citadas para falconídeos por Sibley & Ahlquist (1990) são: palato desmognato (processos maxilopalatinos unidos diretamente); osso vômer terminando anteriormente em uma dilatação oval e tocando a porção rostral dos processos maxilopalatinos; superfície do palato com um sulco longitudinal e processo mandibular presente.

Com relação à região nasal, observa-se uma condição holorrina (Garrod, 1873) em *M. semitorquatus*. Geralmente esta condição é encontrada quando o osso mesetmóide não está associado ao septo nasal (condição procinética, segundo Bock, 1964; Zusi, 1984), corroborando com o observado em *M. semitorquatus*. O crânio procinético típico apresenta a maxila superior em si inflexível, apenas movimentando-se em relação à zona flexória craniofacial (Zusi, 1984). Nesse caso, a maxila superior pode ser definida como uma estrutura rígida onde a única região de flexão existente ocorre na região nasal-frontal, a qual conecta a maxila superior à caixa craniana (Bock, 1966).

O septo nasal das aves de rapina dos gêneros *Buteo* e *Strix* é referido por Baumel & Witmer (1993) como extensamente ossificado, o que foi confirmado em *M. Semitorquatus*, que, além disso, o apresenta côncavo e perfurado.

Assim como as corujas (*Strigidae*), que são crepusculares e forrageiras noturnas que confiam em seus olhos e ouvidos para localizar presas, *M. semitorquatus* também apresenta seus grandes olhos e ouvidos orientados para frente e uma pequena largura interorbital, o que aumenta a binocularidade da visão. Em muitas aves esse estreitamento na região rostral das órbitas está associado a uma maior amplitude de visão (Burton, 1984). Antas (2005) cita que os grandes olhos de *M. semitorquatus* auxiliam nas caçadas dentro da mata e em horário de pouca luz. Corujas e *M. semitorquatus* apresentam também um grande e achatado processo pós-orbital, que se expande lateralmente à extensão da órbita como proteção para os olhos (Norberg, 1978) e como as aves comedoras de insetos aéreos (*Caprimulgiformes*) apresentam expansão dos palatinos o que também protege a porção ventral dos olhos do impacto da presa na região palatina, como observado por Costa & Donatelli (2009), em seu estudo sobre a osteologia craniana de *Nyctibiidae*. Estas características são citadas por Zusi (1993) como convergências adaptativas.

Cracraft (1968) comenta a importância do complexo lacrimal-ectetmóide para as aves, e Costa & Donatelli (2009) relacionam sua forma e posição com o provimento de um suporte aos grandes olhos das espécies de *Nyctibiidae*. Essa observação também pode ser extrapolada a *Micrastur semitorquatus*, visto que o mesmo também possui grandes olhos voltados anteriormente.

O osso palatino é uma área de inserção para vários músculos e ligamentos, sendo de grande importância na cinética craniana transmitindo força e direcionando os movimentos dos ossos quadrado e pterigóide para a maxila superior. Sua forma e espessura estão associadas também ao tamanho e força da maxila superior, bem como à resistência da musculatura (Bock, 1964, 1966).

A articulação da mandíbula com a caixa craniana é realizada nas aves principalmente por meio do osso quadrado, o qual tem fundamental função na cinesia craniana (Zusi, 1984), originando a força que será transmitida pelos ossos pterigóide e palatino à maxila superior.

De acordo com Zusi (1993), a superfície externa do crânio das aves pode assumir várias formas como apoio aos músculos e ligamentos da mandíbula. O observado em *M. semitorquatus* foi uma fossa temporal profunda o que indica que o músculo adutor mandibular é bem desenvolvido, auxiliando-o na caça de presas bem maiores que ele em tamanho e peso (Antas, 2005), como observado em campo por Röhe & Antunes (2008) no litoral do Estado de São Paulo, onde indivíduos de *M. ruficollis*, em ocasiões distintas foram observados predando aves como *Patagioenas plumbea*; *Chaunus ictericus* e *Crypturellus obsoletus*, ou até lagartos com mais de 1 kg (*Tupinambis merinae*). Outra estrutura

presente na mandíbula que reforça esta função é processo medial mandibular bem desenvolvido que impede a mandíbula de se desarticular perante um grande esforço.

Conclusões

Apesar da relação entre a forma de uma estrutura e sua função não seja completamente estabelecida, muitas das adaptações do crânio de *M. semitorquatus* podem estar relacionadas aos seus hábitos de vida e comportamento, como o estreitamento da largura interorbital, que proporciona um aumento da sobreposição do campo visual; a robustez da pila supranasal, aliado ao procinetismo do crânio, que confere resistência a maxila superior durante a predação; um desenvolvido processo pós-orbital, que, além de abrigar potentes músculos adutores mandibulares, pode conferir proteção aos olhos, e a expansão do palatino que pode proteger a porção ventral dos olhos do impacto da presa na região palatina, como observado em outras aves.

Além disso, a osteologia craniana de *M. semitorquatus* pode fornecer caracteres úteis à análise cladística, podendo sustentar hipóteses de relacionamento filogenético dessa espécie com outras do mesmo gênero ou da mesma família.

Referências

- Antas, P.T.Z. 2005. *Pantanal, guia de aves: espécies da Reserva Particular do Patrimônio Natural do SESC Pantanal*. SESC, Rio de Janeiro, Brasil. 246 p.
- Baumel, J.J., Witmer, L.M. 1993. Osteologia. In: Baumel, J., King, A.S., Lucas, A.M., Breazile, J.E., Evans, H.E. *Handbook of Avian Anatomy: Nomina anatomica avium*. Academic Press, London, UK. p. 45-132
- Bierregaard, R.O. 1994. Collared Forest-falcon *Micrastur semitorquatus*. In: Hoyo, J.A. del., Elliot, J., Sargatal, J. (orgs.) *Handbook of the Birds of the World: New World Vultures to Guineafowl*. Lynx Editions, Barcelona, Espanha. p. 254.
- Bock, W.J. 1964. Kinetics of the avian skull. *Journal of Morphology*. 114: 1-52.
- Bock, W.J. 1966. An approach to the functional analysis of bill shape. *Auk* 83: 10-51.
- Brito, G.R.R. 2008. *Análise Filogenética de Cathartidae (Aves) com base em caracteres osteológicos*. 319f. (Tese de Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Burton, P.J.K. 1984. Anatomy and evolution of the feeding apparatus in the avian orders Coraciiformes and Piciformes. *Bulletin of the British Museum of Natural History* 47: 331-443.
- Carrara, L.A., Antas, P.T.Z., Yabe, R.S. 2007. Nidificação do gavião-relógio *Micrastur semitorquatus* (Aves: Falconidae) no Pantanal Mato-grossense: dados biométricos, dieta dos ninhegos e disputa com araras. *Revista Brasileira de Ornitologia* 15: 25-33.
- Carvalho-Filho, E.P.M., Carvalho, C.E.A., Carvalho, G.D.M. 1998. Descrição da nidificação de *Micrastur semitorquatus* (Falconiformes: Falconidae) no interior de uma habitação rural, no Município de Sete Lagoas, MG. *Atualidades Ornitológicas* 86: 12.
- CBRO. Comitê brasileiro de registros ornitológicos. 2011. <http://cbro.org.br/CBRO/pdf/AvesBrasil2011.pdf> <Acesso em 12 Mar. 2011>
- Cobb, J. 1990. A nest of the Collared Forest-Falcon (*Micrastur semitorquatus*). *Aves Mexicanas* 2: 8.
- Costa, T.V.V., Donatelli, R.J. 2009. Osteologia craniana de Nyctibiidae (Aves, Caprimulgiformes). *Papéis Avulsos de Zoologia* 49(21): 257-275.
- Cracraft, J. 1968. The lacrimal-ectethmoid bone complex in birds: a single character analysis. *American Midland Naturalist* 80(2): 316-359.
- Cracraft, J. 1981. Toward a phylogenetic classification of the recent birds of the world (class Aves). *Auk* 98(4): 681-714.
- Ericson, P.G.P., Anderson, C.L., Britton, T., Elzanowski, A., Johansson, U.S., Källersjö, M., Ohlson, J.I., Parsons, T.J., Zuccon, D., Mayr, G. 2006. Diversification of neoaves: integration of molecular sequence data and fossils. *Biology Letters* 2: 543-547.
- Ferguson-Lees, J., Christie, D.A. 2001. *Raptors of the world*. Houghton Mifflin Company, New York, USA. 995 p.
- Garrod, A.H. 1873. On the value in classification of a peculiarity in the anterior margin of the nasal bones of certain birds. *Proceedings of the Zoological Society of London* 30(3): 33-38.
- Griffiths, C.S. 1999. Syringeal morphology and the phylogeny of the Falconidae. *Condor* 96: 127-140.
- Griffiths, C.S., Barrowclough, G.F., Groth, J.G., Mertz, L. 2004. Phylogeny of the Falconidae (Aves): a comparison of the efficacy of morphological, mitochondrial, and nuclear data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 32: 101-109.
- Griffiths, C.S., Barrowclough, G.F., Groth, J.G., Mertz, L.A. 2007. Phylogeny, diversity, and classification of the Accipitridae based on DNA sequences of the RAG-1 exon. *Journal of Avian Biology* 38: 587-602.
- Guedes, N.M.R. 1993. Nidificação do gavião-relógio (*Micrastur semitorquatus*) no Pantanal. In: III Congresso Brasileiro de Ornitologia. *Anais...* Pelotas, Brasil. p. 57.

- Hackett, S.J., Kimball, R.T., Reddy, S., Bowie, R.C.K., Braun, E.L., Braun, M.J., Chojnowski, J.L., Cox, W.A., Han, K., Harshman, J., Huddleston, C.J., Marks, B.D., Miglia, K.J., Moore, W.S., Sheldon, F.H., Steadman, D.W., Witt, C.C., Yuri, T. 2008. A phylogenomic study of birds reveals their evolutionary history. *Science* 320:1760.
- Jollie, M. 1957. The head skeleton of the chicken and remarks on the anatomy of this region in other birds. *Journal of Morphology* 100(4): 389-436.
- Jollie, M. 1977. A contribution to the morphology and phylogeny of the Falconiformes – Part 1. *Evolutionary Theory* 1: 285-298.
- Livezey, B.C., Zusi, R.L. 2001. Higher-order phylogenetics of modern Aves based on comparative anatomy. *Netherlands Journal of Zoology* 51(2): 179-205.
- Livezey, B.C., Zusi, R.L. 2006. Higher-order phylogenetics of modern Aves based on comparative anatomy. I Methods and characteres. *Bulletin Carnegie of Museum of Natural History* 37: 1-544.
- Livezey, B.C., Zusi, R.L. 2007. Higher-order phylogenetics of modern Aves based on comparative anatomy. II Analysis and discussion. *Zoological Journal of the Linnean Society* 149: 1-95.
- López-Lanús, B. 2000. Collared Forest-falcon *Micrastur semitorquatus* courtship and mating, with take-over of a macaw nest. *Cotinga* 14: 9-11.
- Migotto, R. 2008. *Inferência Filogenética em Gaviões Buteoninos (Aves: Accipitridae), com base em caracteres osteológicos cranianos*. 99f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Norberg, R.A. 1978. Skull asymmetry, ear structure and function, and auditory localization in Tengmalm's owl, *Aegolius funereus* (Linne). *Philosophical Transaction of the Royal Society of London* 282: 325-410.
- Röhe, F., Antunes, A.P. 2008. Barred forest falcon (*Micrastur ruficollis*) predation on relatively large prey. *The Wilson Journal of Ornithology* 120(1): 228:230.
- Sibley, C.G., Ahlquist, J.E. 1990. *Phylogeny and classification of birds*. Yale University Press, London, UK. 976 p.
- Sick, H. 1997. *Ornitologia Brasileira*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, Brasil. 912 p.
- Sigrist, T. 2009. *Guia de Campo Avis Brasilis-Avifauna Brasileira: Descrição das Espécies*. Avis Brasilis, São Paulo, Brasil. 600 p.
- Thorstrom, R., Turley, C.L., Ramirez, F.G., Gilroy, B.A. 1990. Description of nests, eggs, and young of the Barred Forest-falcon (*Micrastur ruficollis*) and of the Collared Forest-falcon (*M. semitorquatus*). *Condor* 92: 237-239.
- Thorstrom, R., Ramos, J.D., Morales, C.M. 2000a. Breeding biology of Barred Forest-falcons (*Micrastur ruficollis*) in northeastern Guatemala. *Auk* 117: 781-786.
- Thorstrom, R., Ramos, J.D., Castillo, J.M. 2000b. Breeding biology and behavior of the Collared Forest-falcon (*Micrastur semitorquatus*) in Guatemala. *Ornitologia Neotropical* 11: 1-12.
- Vallejos, M.A.V., Lanzer, M., Aurélio-Silva, M., Silva-da-Rocha, L.F. 2008. Nidificação de gavião-relógio *Micrastur semitorquatus* (Vieillot, 1817) em uma gruta no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 16(3): 268-270.
- Zusi, R.L. 1984. A functional and evolutionary analysis of rynchokinesis in birds. *Smithsonian Contributions to Zoology* 395: 1-40.
- Zusi, R.L. 1993. Patterns of diversity in the avian skull. In: Haken, J., Hall, B.K. (Eds.). *The skull*. Chicago University Press, Chicago, USA. p. 391-437.