



Universidade de Brasília

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária

SANDRO SOUZA CALDAS

ESTUDO MORFOLÓGICO DESCRITIVO DAS ESTRUTURAS
RELACIONADAS À CINÉTICA CRANIANA DO *RAMPHASTOS TOCO*

Monografia apresentada para a conclusão
do Curso de Medicina Veterinária da
Faculdade de Agronomia e Medicina
Veterinária da Universidade de Brasília.

Brasília DF

2014



Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária

SANDRO SOUZA CALDAS

ESTUDO MORFOLÓGICO DESCRITIVO DAS ESTRUTURAS
RELACIONADAS À CINÉTICA CRANIANA DO *RAMPHASTOS TOCO*

Monografia apresentada para a conclusão
do Curso de Medicina Veterinária da
Faculdade de Agronomia e Medicina
Veterinária da Universidade de Brasília.

Orientador

Marcelo Ismar Silva Santana

Brasília DF

2014

Caldas, Sandro Souza

Estudo morfológico descritivo das estruturas relacionadas à cinética craniana do *Ramphastos toco* / Sandro Souza Caldas; orientação de Marcelo Ismar Santana. – Brasília, 2014.

14p. : il.

Monografia – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2014.

1. Anatomia silvestre. 2. Anatomia funcional. 3. *Ramphastos toco*
4. Cinética craniana.

Cessão de Direitos

Nome do Autor: Sandro Souza Caldas

Título da Monografia de Conclusão de Curso: Estudo morfológico descritivo das estruturas relacionadas à cinética craniana do *Ramphastos toco*.

Ano: 2014

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Sandro Souza Caldas

037.512.481-02

SQN 312 BLOCO H APTO 403

70.765-080 - Brasília/DF - Brasil

(61) 9823 3637, sandroscaldas@hotmail.com.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome do autor: CALDAS, Sandro Souza.

Título: Estudo morfológico descritivo das estruturas relacionadas à cinética craniana do *Ramphastos toco*.

Monografia de conclusão do Curso de Medicina Veterinária apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

CALDAS, S. S. Estudo morfológico descritivo das estruturas relacionadas à cinética craniana no *Ramphastos toco* [Morphological descriptive study of the structures related to the cranial kinetics in the *Ramphastos toco*]. 2014. 14p. Monografia (Conclusão do Curso de Medicina Veterinária)- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

RESUMO

O estudo de caracteres morfológicos e suas funções biomecânicas na estrutura craniana das aves levanta debates de cunho evolutivo, taxonômico e morfofuncional. Com o objetivo de contribuir para tais discussões, foram submetidos à análise descritiva cinco crânios e um espécime fresco de *Ramphastos toco*. Algumas das estruturas descritas sugeriram a ausência de cinética craniana na espécie: a palpável ausência de motilidade crânio-facial nos espécimes dissecados, o formato e amplitude da sutura naso-frontal e zona flexora craniofacial e a presença dos sesamóides intracapsulares rostral e caudal na articulação do osso quadrado com a barra jugal e mandíbula. Além disso, o ligamento pós-orbital obteve duas regiões de inserção: na margem dorsal da barra jugal e face lateral da mandíbula, desafiando os modelos de transferência de força propostos durante estudos da cinética craniana. A discussão que emerge é a possibilidade dessas características limitadoras da cinética craniana descritas no *Ramphastos toco* tenham, em conjunto, a função de promover estabilidade funcional para uma estrutura cuja natureza dimensional, em si, gera instabilidade: a ranfoteca.

Palavras-chave - Anatomia das aves, anatomia funcional, *Ramphastos toco*, cinética craniana.

CALDAS, S. S. Morphological descriptive study of the structures related to the cranial kinetics in the *Ramphastos toco* [Estudo morfológico descritivo das estruturas relacionadas à cinética craniana no *Ramphastos toco*]. 2014. 14p. Monografia (Conclusão do Curso de Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

ABSTRACT

The study of morphological traits and their biomechanical roles in the cranial structure of birds raises evolutionary, taxonomic and morphofunctional debates. In order to contribute to such discussions, five skulls and a fresh specimen of *Ramphastos toco* were used for descriptive analysis. Some of the structures described suggested the absence of cranial kinetics within the species: the palpable absence of craniofacial motility on the dissected specimens, the shape and extent of the naso-frontal suture and zona flexora craniofacial, and the presence of the intracapsular rostral and caudal sesamoids in the joint of the quadrate bone with the jugal bar and jaw. In addition, the post-orbital ligament had itself inserted into two regions: the dorsal margin and of the jugal bar and the lateral aspect of the jaw, as a challenge to the strength transferring models proposed in kinetic studies. The discussion that emerges is the possibility of these limiting characteristics of the cranial kinetics, described in *Ramphastos toco* have, together, a single role promoting functional stability to a structure which has a dimensional nature that generates instability: the ranfoteca.

Keywords – Avian anatomy, functional anatomy, *Ramphastos toco*, cranial kinetics.

Lista de figuras

FIGURA 1: Documentação fotográfica do crânio do *Ramphastos toco*. (A): vista lateral do crânio. (B) Vista lateral das estruturas latero-caudais do crânio. (C): Vista ventral do crânio, retirado o osso pterigoide direito para melhor visualização das estruturas a ele dorsais.

..... 6

FIGURA 2: Documentação fotográfica do crânio do *Ramphastos toco*. (A): Vista diagonal rostro-caudal da face lateral do crânio. (B): Vista dorsal do crânio.

..... 7

Abreviações

Ama: área muscular áspera;

Bj: barra jugal;

CLE: complexo lacrimal-ectetimóide;

CmPmOq: côndilo medial do processo mandibular do osso quadrado;

CNT: crista nugal transversa;

CNS: crista nugal sagital;

Cqj: cótila quadratojugal;

Ct: crista temporal;

FA: fissura antorbital;

Fc: fossa coanal;

Fro: forame óptico;

Ft: fossa temporal;

LP: lâmina paraesfenoidal;

MAE: meato acústico externo;

N: narina direita;

O: órbita óssea;

Of: osso frontal;

Op: osso parietal;

OPT: osso pterigoide;

Osc: osso sesamóide caudal;

Osr: osso sesamóide rostral;

Abreviações (cont.)

Pc: proeminência cerebelar.

PcOm: processo coronóide do osso mandíbula;

PIOm: processo lateral do osso mandíbula;

PmOm: processo medial do osso mandíbula;

PmOq: processo mandibular do osso quadrado;

PorOq: processo orbital do osso quadrado;

Ppo: processo pós-orbital;

Ppoc: processo paraoccipital;

PraOm: processo retroarticular do osso mandíbula;

PrcOp: parte coanal do osso palatino;

PrIop: parte lateral do osso palatino;

Pz: processo zigomático;

RP: rostro paraesfenoidal;

Zfcf: zona flexora crânio-facial;

Sumário

Introdução.....	
.....1	
Materiais e métodos.....	1
Resultados.....	
.....2	
Discussão.....	
.....8	
Conclusões.....	
.....10	
Referências bibliográficas.....	12

01. Introdução

O *Ramphastos toco* (Tucano toco) é uma espécie endêmica do cerrado brasileiro, e se destaca como a maior ave do gênero e por seu bico característico. Pertencente à ordem dos Piciformes e família Ramphastidae, o tucano toco possui uma dieta substancialmente baseada em frutos carnosos, apresentando função importante como dispersora de sementes e, portanto, corroborando pela manutenção da flora frutífera do ecossistema local (Patané, 2009; Ragusa-Netto e Fecchio, 2006; Galetti et al., 2000).

O estudo de caracteres morfológicos e suas funções biomecânicas na estrutura craniana das aves tem tomado espaço novamente entre pesquisadores, levantando debates de cunho evolutivo, taxonômico e morfofuncional e modificando o entendimento do crânio das aves (Pascotto, 2006; Zweers, 1999; Simonetta, 1960). Não são muitos os estudos de âmbito anatomo-morfológico da região craniana dos ramfastídeos, e ainda existem divergências entre os resultados disponíveis. Burton (1984) concluiu a ausência do ligamento pós-orbital nessa família, fato questionado posteriormente por Höfling (2004), que ressalta a problemática da generalização de caracteres anatômicos em grupos taxonômicos.

O conhecimento detalhado do esqueleto das aves é essencial para diagnóstico de doenças do sistema locomotor e estudos de estruturas e sistemas adjacentes. No entanto, muitos profissionais médicos veterinários ainda são relutantes quanto à prática do exame radiográfico em aves, o que, segundo Arnaut (2006), pode estar relacionado com a pouca familiaridade com os métodos de contenção, anatomia básica e interpretação radiográfica. O pouco conhecimento da anatomia básica é agravado pela escassez de literatura específica relacionada às particularidades anatomo-radiológicas do esqueleto de aves silvestres, o que dificulta o trabalho do clínico veterinário, por não contar com parâmetros referenciais adequados às diferentes espécies (Goulart, 2006).

Assim, foram levantados neste trabalho dados descritivos morfológicos do esqueleto do *Ramphastos toco*. Tais dados podem embasar discussões de âmbito taxonômico, evolutivo e descritivo, mantendo-se os critérios morfofuncionais adequados.

02. Material e métodos

Para análise e comparação das estruturas anatômicas cranianas foram analisados dois exemplares taxidermizados, cinco crânios e um espécime fresco doado, após o óbito natural, pelo IBAMA DF e mantido sob refrigeração, todos da espécie *Ramphastos toco* e pertencentes ao Museu de Anatomia Veterinária da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - UnB.

Durante a descrição das estruturas ósseas cranianas, os esqueletos foram submetidos a minuciosa inspeção visual. O cadáver foi dissecado com o uso de pinças anatômicas, pinças hemostáticas, tesoura e bisturi, sendo rebatidos os tecidos superficiais para melhor visualização dos ligamentos da região mandibular. Globo ocular, músculos da face, tecido subcutâneo e pele foram excisados.

Os esqueletos foram fotografados a partir de diferentes ângulos, visando melhor visualização das características sob discussão e comparados entre si e em relação à bibliografia, segundo sua morfologia e localização de seus principais acidentes ósseos.

03. Resultados

Os espécimes aqui estudados foram de indivíduos adultos, impossibilitando a delimitação de grande parte dos ossos do neurocrânio. Sob vista dorsal (Fig. 1), o crânio do tucano apresentou formato irregular, evidenciando as narinas imediatamente caudais ao bico e uma crista nugal transversa extensa e bem delimitada, que se continuou como a crista nugal sagital, tomando uma posição paralela à linha sagital mediana. Também foi notada a ausência do sulco longitudinal frontal do osso frontal e uma fossa temporal caudal que não se estendeu à linha mediana, não se comunicando com o mesmo acidente contralateral. À região do término da fossa temporal caudal, houve a união entre a crista nugal sagital e a crista temporal, que seguia rostralmente à fossa temporal. A zona flexora craniofacial não foi notada nos espécimes, não havendo espaço articular entre o osso frontal e o osso nasal.

Com o crânio sob vista lateral (Fig. 2), o processo lacrimal do osso frontal mostrou poucos acidentes, formando uma borda orbital dorso-rostral bastante regular.

A parede rostral da órbita foi aqui construída pelo complexo lacrimal-ectetimóide, um complexo amplo que se articulou com os ossos frontal e mesetimoidal, além da barra jugal ventralmente. Imediatamente rostral ao complexo assinalou-se a presença da fenestra antorbital, uma abertura profunda e estreita, delimitada rostralmente pela maxila. O osso mesetimoidal formou um septo interorbital robusto e completo, com demonstrada ausência do fontículo orbitocranial. Não houveram indícios de que o osso mesetimoidal se continua rostralmente formando o septo nasal ósseo. O forame óptico residiu na região caudal da órbita, com delimitação rostral oval e um estreitamento caudal. Não foi possível definir a totalidade de ossos que participaram na formação do forame óptico, apesar de sua porção rostral adentrar a região mesetimoidal e de sua margem caudal conter nítida participação do osso laterosfenoidal. O conspícuo processo pós-orbital do osso laterosfenoidal se projetou em sentido ventral na região caudo-lateral da órbita e formou, em conjunto com o processo zigomático do osso escamoso, a fossa temporal rostral, que seguiu em sentido ventro-rostral. À parede caudal da órbita foi notada uma discreta elevação óssea ao nível do osso laterosfenoidal, a área muscular áspera (Fig. 1). Caudalmente ao processo zigomático evidenciou-se a região de articulação com o osso quadrado, cujo processo ótico, em conjunto com o processo paraoccipital, formou o meato acústico externo e a cavidade timpânica. O processo paraoccipital, por sua vez, teve aproximadamente metade do tamanho do osso quadrado e apresentou-se bastante delgado, sob vista lateral.

A região caudolateral (Fig. 1 e 2) do crânio apresentou um osso quadrado em formato irregular, cujo processo orbital se mostrou bem desenvolvido, projetando-se em sentido rostro-medial, rumo ao septo interorbital. O processo ótico do quadrado, por sua vez, teve sua articulação através de um único capítulo com uma pequena protuberância óssea arredondada, caudalmente ao processo zigomático do osso escamoso. A face caudal do processo ótico do quadrado formou a parede rostral da cavidade timpânica. O processo mandibular do quadrado apresentou três côndilos: o côndilo medial, que apresentou uma face articular convexa, lisa e larga, articulando-se com a cótila medial da mandíbula e representando o côndilo mais desenvolvido do quadrado; o côndilo lateral, imediatamente ventral à cótila quadratojugal do quadrado, apresentou formato levemente convexo e articulou-se com a cótila lateral da mandíbula e com um osso sesamóide, denominado aqui por sesamóide rostral da

articulação quadratojugomandibular e; o côndilo pterigoide que, situado na região medial ao côndilo medial, articulou-se com o osso pterigoide através de uma faceta articular convexa e limitada. A articulação entre o quadrado, a mandíbula e a barra jugal contou ainda com dois pequenos ossos discóides, sesamóides e intra-capsulares, albergados pelo ligamento jugomandibular (Fig. 1): o primeiro situou-se entre a face lateral do osso quadrado e uma rasa faceta articular lateral à cótila lateral da mandíbula, achatando-se e estendendo-se de modo que sua face cranial também articulou-se com o côndilo quadrático do osso quadratojugal, parte da barra jugal; o segundo osso sesamóide situou-se à margem caudal do quadrado, que não apresentou côndilo caudal.

O osso mandíbula se mostrou largo sob vista lateral e estreito sob vista dorsal. A região dorso-caudal da mandíbula apresentou facetas articulares de difícil delimitação, sendo elas as cótilas lateral e medial e uma breve depressão na região do sesamóide rostral, que configuraram, juntas, a fossa articular quadrática da mandíbula. A região cranial ao processo lateral da mandíbula – que configurou a cótila lateral – serviu de inserção para o ligamento pós-orbital, de origem no processo pós-orbital e que se inseriu, também, no arco jugal. O processo retroarticular, caudal à fossa articular quadrática, aqui se mostrou pouco desenvolvido, sendo representado por uma leve inclinação da margem caudal da mandíbula, ao contrário do processo medial da mandíbula, largo e pontiagudo, que seguiu em direção medial e não se articulou com a base do crânio. Na região de seu ângulo, cranial à fossa quadrática, a mandíbula assumiu um formato largo sob vista lateral e estreito sob vista ventral, com dois pronunciados processos coronóides em sua borda dorsal, entre o terço médio e o terço rostral do osso (Fig. 2).

O ligamento pós-orbital (Fig. 1) se originou no processo homônimo e se configurou como uma tira fibrosa, firme e continuada por uma lâmina triangulada de tecido conjuntivo fibroso que cobriu parte da região ventro-lateral à órbita e se inseriu por toda a extensão da borda dorsal do arco jugal. O arco jugal ou barra jugal conectou o osso quadrado à maxila, apresentando-se como um osso cilíndrico, curto, largo e livre de acidentes. O côndilo quadrático do osso quadratojugal – elemento anquilosado do arco – apresentou dois capítulos pouco delimitáveis, para articulação com a cótila quadratojugal do quadrado e osso sesamóide rostral. Não foi notada articulação móvel entre o arco jugal e a maxila.

Sob vista caudal, o crânio evidenciou conspícua proeminência cerebelar, com ausência de delimitação entre os ossos supraoccipital e exoccipital e a presença de um par de sulcos laterais ao forame magno. Este forame se mostrou como uma abertura ovalada, grande e acompanhado de um pequeno côndilo do occipital, em sua borda ventral. Craniais ao forame magno residiram os tubérculos basilares do osso basioccipital: duas discretas proeminências ósseas ligadas medianamente pela crista basioccipital, que delimitou a margem caudal da lâmina paraesfenoidal. Esta lâmina óssea recobriu grande parte da base externa do crânio e projetou, em ambas margens laterais, discreta asa paraesfenoidal, que chegou a ser quase indiscriminável em um dos espécimes estudados (Fig. 2). Imediatamente cranial à lâmina paraesfenoidal, em plano mediano, se localizou a tuba auditiva comum, um óstio largo dividido ventralmente por uma pequena projeção óssea da lâmina. O rostro paraesfenoidal seguiu em sentido cranial à tuba, estreitando-se ao aproximar-se de seu ápice cranial. Este acidente se articulou com os ossos pterigoide e palatino através de tímido processo basipterigóide, formando uma faceta articular plana. Não houveram indícios de articulação entre o rostro paraesfenoidal e o osso vômer.

O osso pterigoide obteve posição diagonal na vista ventral do crânio (Fig. 2), apresentando formato cilíndrico, livre de zonas flexoras e uma pequena projeção óssea em sua margem medial, em direção à base do crânio. Em ambas extremidades, apresentou cótilas para articulação com o côndilo pterigoide do processo mandibular do osso quadrado (caudalmente) e com o processo pterigoide do osso palatino (rostralmente). O osso palatino, por sua vez, apresentou as seguintes estruturas: o processo pterigoide, que estreitou o palatino caudalmente em sua articulação com o osso pterigoide e rosto paraesfenoidal; a parte lateral, que projetou conspícuo ângulo caudomedial, em sentido caudo-lateral e; a parte coanal, que formou a fossa coanal na região mediana, estendendo-se de forma perpendicular à parte lateral, até a vista lateral do crânio, assumindo estreita relação com a região mesetmoidal do septo interorbital. O processo maxilar do palatino ocorreu já numa região inteiramente queratinizada do bico, impossibilitando sua avaliação.

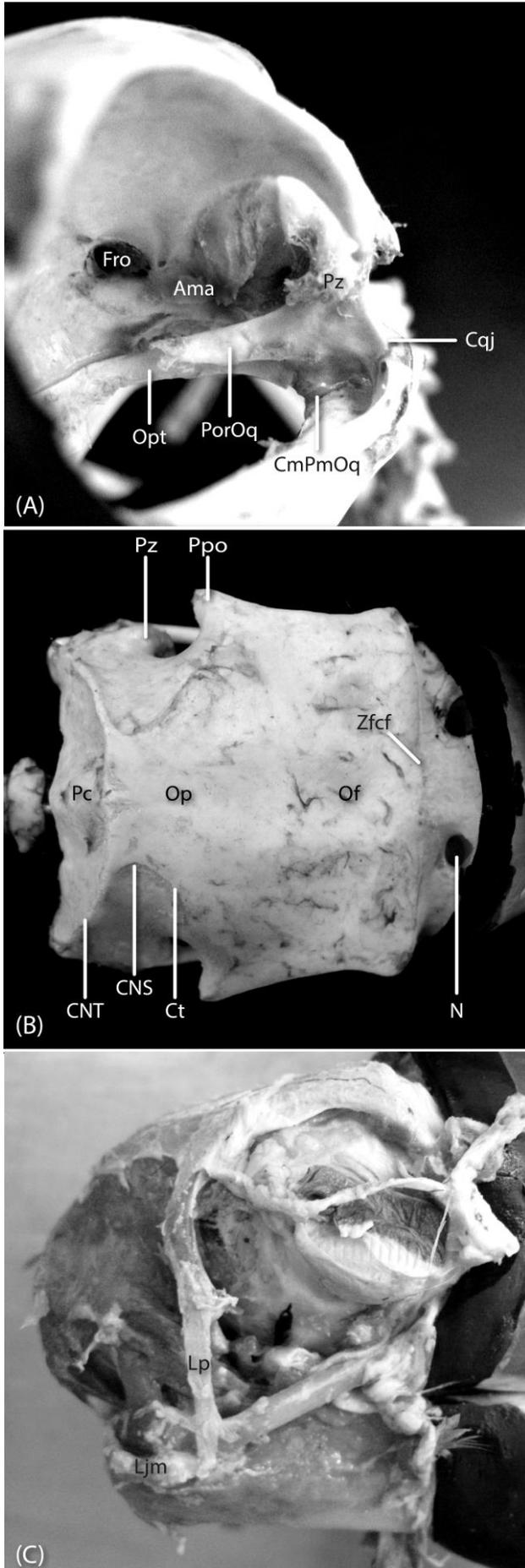


Figura 1: Documentação fotográfica do crânio e anexos do *Ramphastos toco*. (A): Vista diagonal rostro-caudal da face lateral do crânio. (B): Vista dorsal do crânio. (C): Vista lateral dos ligamentos da região lateral do crânio. Ama: área muscular áspera; CmPmOq: côndilo medial do processo mandibular do osso quadrado; Cqj: cótila quadratojugal; CNS: crista nuczal sagital; CNT: crista nuczal transversa Ct: crista temporal; Fro: forame óptico; Ljm: ligamento jugomandibular; Lp: ligamento pós-orbital; N: narina direita; Of: osso frontal; Op: osso parietal; Opt: osso pterigoide; Pc: proeminência cerebelar. PorOq: processo orbital do osso quadrado; Ppo: processo pós-orbital; Pz: processo zigmático; Zfcf: zona flexora crânio-facial.

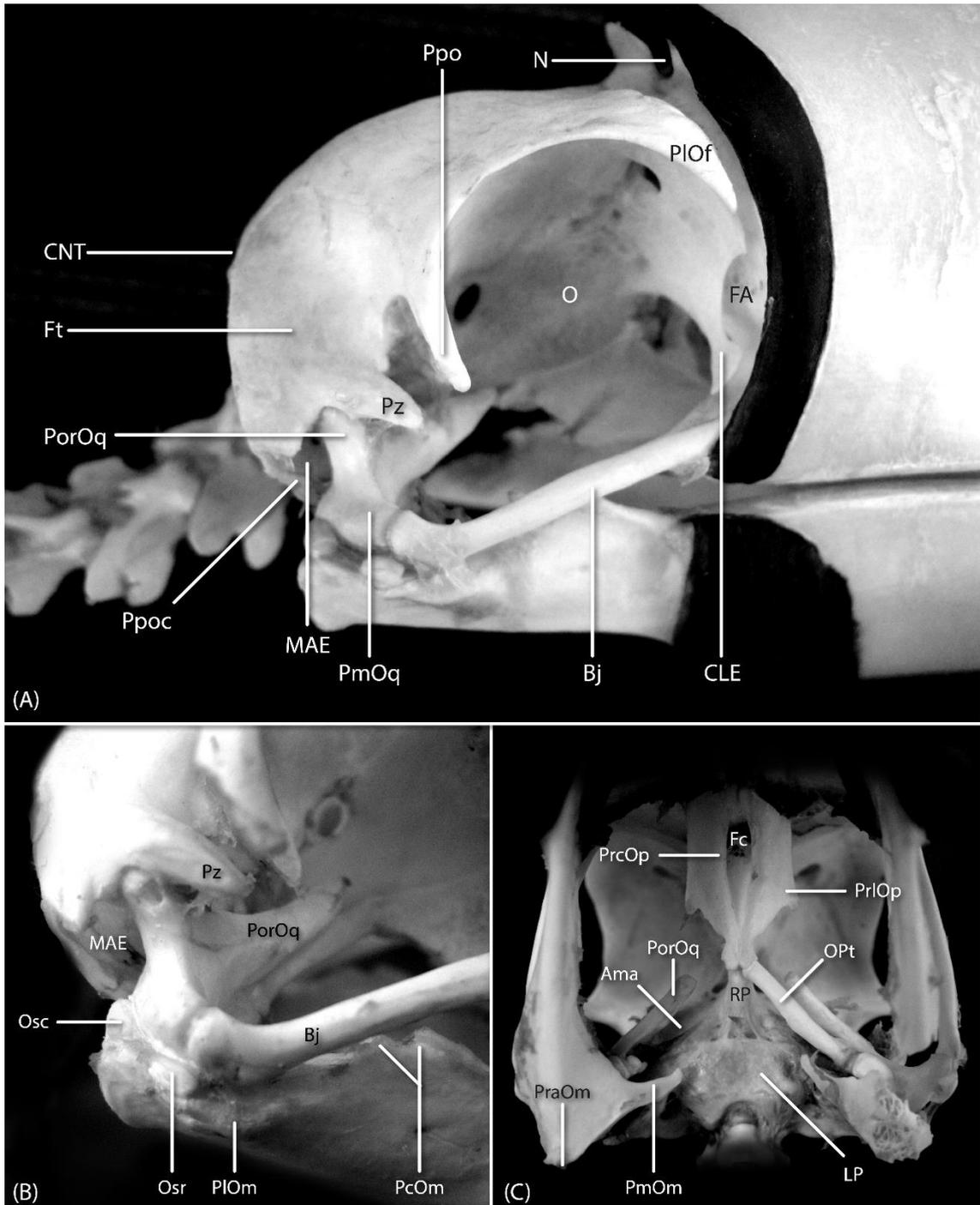


Figura 2: Documentação fotográfica do crânio do *Ramphastos toco*. (A): vista lateral do crânio. (B) Vista lateral das estruturas latero-caudais do crânio. (C): Vista ventral do crânio, retirado o osso pterigoide direito para melhor visualização das estruturas a ele dorsais. Ama: área muscular áspera; Bj: barra jugal; CLE: complexo lacrimal-ectetimóide; CNT: crista nuczal transversa; FA: fissura antorbital; Fc: fossa coanal; Ft: fossa temporal; LP: lâmina paraesfenoidal; MAE: meato acústico externo; N: narina direita; O: órbita óssea; OPt: osso pterigoide; Osc: osso sesamóide caudal; Osr: osso

sesamóide rostral; PcOm: processo coronóide do osso mandíbula; PLOf: processo lacrimal do osso frontal; PLOm: processo lateral do osso mandíbula; PmOm: processo medial do osso mandíbula; PmOq: processo mandibular do osso quadrado; PorOq: processo orbital do osso quadrado; Ppo: processo pós-orbital; Ppoc: processo paraoccipital; PraOm: processo retroarticular do osso mandíbula; PrcOp: parte coanal do osso palatino; PrlOp: parte lateral do osso palatino; Pz: processo zigomático; RP: rostro paraesfenoidal.

04. Discussão

As aves apresentam uma articulação naso-frontal móvel que, em conjunto com um complexo sistema de ligamentos e músculos, permite o movimento da rinoteca, independente ou não da gnatoteca (Hoese e Westneat, 1996) e em relação ao neurocrânio, aumentando o ângulo de abertura da ranfoteca e facilitando a ingestão de alimentos (Getty, 1986 e Berger, 1956). A área articular óssea correspondente a essa articulação (zona flexora craniofacial, segundo Baumel, 1993) nos espécimes de tucanos estudados se mostrou ossificada, com ausência de demonstrada articulação. Fisher, em 1955, já demonstrou que a ausência de uma articulação definida naso-frontal pode ser compensada pela mobilidade das finas lâminas ósseas nasais, frontais e premaxilares. Por outro lado, Zusi (1993) e Höfling e Gasc (1984) sugerem a rara situação de acinese onde o formato da articulação naso-frontal e o sistema de ligamentos impossibilitam a movimentação da mandíbula superior em relação ao neurocrânio. Alguns resultados descritos aqui embasam a ausência de cinética no crânio do *Ramphastos toco*, entre eles: a palpável ausência de motilidade nos espécimes dissecados; o formato e amplitude da sutura naso-frontal; o ligamento pós-orbital, que se inseriu não apenas na mandíbula, como também no arco jugal e; a presença dos sesamóides intracapsulares rostral e caudal na articulação do eixo quadrato-mandíbulo-jugal que, além de estabelecerem facetas articulares na região da fossa quadrática da mandíbula – possivelmente limitando a movimentação do osso quadrado -, adquiriram um posicionamento medial ao ligamento jugomandibular, fortalecendo-o. Estudos quanto a função da fenestra antorbital podem ser sugeridos, uma vez que a articulação naso-frontal pode ter ligação direta a essa estrutura,

presente nos tucanos (Zweers, 1999 e Baumel, 1988). Não obstante, o reduzido espaço articular jugomaxilar sugere uma menor movimentação dorso-ventral da rinoteca, com reduzida função de absorção de impacto, como sugere Hoese e Westneat (1996) para aves nas quais essa articulação é móvel.

O osso quadrado é o eixo gerador de todos os movimentos cinéticos cranianos (Pascotto, 2006; Miller, 2002; Fisher, 1955). O processo orbital do osso quadrado, como discutido por Pascotto (2006), pode ter a função de limitação da protração da mandíbula superior, através de seu contato com a parede caudal da órbita. Sendo assim, o processo orbital do quadrado nos espécimes de tucano, que se mostrou bem desenvolvido, poderia ser mais um fator limitador da cinética nessa espécie, apesar de representar um papel diminuto se comparado ao formato da articulação naso-frontal dos espécimes, por exemplo. Sendo assim, a associação do processo orbital do quadrado à função primária de limitação da elevação da mandíbula superior é questionável, tratando-se, aqui, de um crânio acinético. Esse debate já foi levantado por Burton, em 1984, quando seus resultados demonstraram a ausência de correlação entre o tamanho do processo orbital com o tamanho da superfície com a qual ele entraria em contato durante a cessação da protração – a área muscular áspera. Incitam-se, aqui, estudos morfofuncionais mais aprofundados sobre as características ósseas limitadoras do processo de cinética, acompanhados pela ampliação do debate acerca da função do processo orbital do osso quadrado.

O ligamento pós-orbital obteve duas regiões de inserção, o que diferiu o *Ramphastos toco* de grande parte das aves, inclusive outros Ramphastídeos (Bout e Zweers, 2001; Burton, 1984). Sua inserção na margem dorsal do arco jugal modifica a transmissão de força entre mandíbula e maxila, não se adequando ao modelo de cinética acoplada proposto por Bock (1964), onde o ligamento pós-orbital gera o ponto de tensão necessário para que a movimentação da mandíbula provoque o deslocamento cranial do osso quadrado, condicionando a depressão da mandíbula à protração da maxila. Sublinha-se, ainda, a presença de uma lâmina fibrosa que seguiu por toda a extensão do ligamento e inseriu-se na margem dorso-lateral do arco jugal que, em conjunto com a inserção do ligamento, poderia limitar ainda mais os mecanismos de cinética craniana. Miller (2002), enquanto criava modelos matemáticos de cinética craniana, demonstrou que a presença de um elemento de tamanho tão destoante quanto o bico do *Ramphastos*, provoca deficiências nesses

modelos, tornando-os incongruentes. Durante a projeção desses modelos, um ligamento pós-orbital de origem no processo pós-orbital e inserção na face lateral da mandíbula foi tomado como parâmetro.

Somado às características acima, a articulação entre o rostro paraesfenoidal e os ossos pterigoide e palatino também limitariam a cinética do crânio, uma vez sendo necessária a movimentação em pivô do pterigoide para a completa transferência de força entre o quadrado e a mandíbula superior (Brusaferro e Simonetta, 1998). Assim, a discussão que emerge é a possibilidade dessas características limitadoras da cinética craniana descritas no *Ramphastos toco* tenham, em conjunto, a função de promover estabilidade funcional para uma estrutura cuja natureza dimensional, em si, gera instabilidade.

As consequências funcionais do arranjo craniano podem ser associadas ao comportamento alimentar do tucano - que inclui frutos carnosos, ovos, filhotes de animais, insetos e flores (Ragusa-Netto e Fecchio, 2006; Short e Horne, 2002; Galetti et al., 2000; Mindell e Black, 1984). Como descrito por Mikich (1991), à apreensão do alimento essas aves jogam a cabeça para cima e para trás, de modo a lança-lo para o interior da cavidade oral mesmo sem grande abertura da ranfoteca. Ao se alimentar de frutos carnosos, a ave pode realizar uma manobra que consiste na ligeira abertura do bico para, então, enterrá-lo na fruta retirando a parte da fruta que ficou represada no bico, sendo essa a porção deglutida. Essa manobra é auxiliada pela margem serrilhada e o formato de losango do bico. O tucano apresenta, ainda, outros comportamentos de fragmentação das presas que poupam a utilização do bico, como o roçar do alimento em galhos e outras estruturas rígidas (Mikich, 1991).

05. Conclusões

De modo geral, o crânio do *R. toco* apresenta características que o diferem de outras aves, até mesmo dentro de sua família. Essas diferenças estão dispostas de forma a evidenciar uma ranfoteca especializada, com um crânio acinético, o que foi de encontro à bibliografia disponível.

06. Referências bibliográficas

ARNAUT, L. S, 2006: Estudo radiográfico das afecções do sistema esquelético em aves. M.V.Sc. Thesis: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Departamento de Cirurgia, Universidade de São Paulo.

BAUMEL, J. J; Witmer. M. L., 1993: *Nomina Anatomica Avium*. Nuttall Ornithological Club, Cambridge.

BERGER, A. J. *Anatomical Variation and Avian Anatomy*. University of California Press on Behalf of the Cooper Ornithological Society, v.58, n.6, p. 433-441, 1956.

BOCK, W.J. Kinetics of the avian skull. *J. Morphol.* Vol.114, Ed.1, 1964.

BOUT, R. G.; ZWEERS G. A. The role of cranial kinesis in birds. In: *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*. Institute of Evolutionary and Ecological Sciences, The Netherlands, p. 197-205. 2001.

BRUSAFERRO, A.; SIMONETTA, A. M. Morphology of the feeding apparatus in nestlings of *Merops*. *Italian Journal of Zoology*. Vol.65, 249-259. 1998.

BURTON, P.J.K. Anatomy and evolution of the feeding apparatus in the avian orders Coraciiformes and Piciformes. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Londres, Vol. 47, N. 6, pag. 331-443. 1984.

FISHER, H. I, Some aspects of the kinetics in the jaws of birds. *The Wilson Bulletin*. 67, 175-188. 1955.

GALETTI, M., LAPS, R.; PIZO, M.A. Frugivory by toucans (*Ramphastidae*) at two altitudes in the Atlantic forest of Brazil. *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 842-850, 2000.

GETTY, R. *Anatomia dos Animais Domésticos*. 5ed., v.2, 1986, p.1680-1684.

GOULART, C. E. S, 2006: Valores hematológicos de referência para papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva* – Psittacidae) mantidos em cativeiro. M.V. Sc. Thesis: Universidade Federal de Minas Gerais.

HALL, M. I; IWANIUK, A. N; GUTIÉRREZ-IBÁÑEZ, C. N. Optic Foramen Morphology and Activity Pattern in Birds. *The Anatomical Record*, Vol. 292, pp. 1827–1845. 2009.

HOESE, W. J.; WESTNEAT, M. W. Biomechanics of cranial kinesis in birds: testing linkage models in the white-throated sparrow (*Zonotrichia albicollis*). *J. Morph.* v.227, 305–320, 1996.

HÖFLING, E. Recent anatomical studies on neotropical birds. *Ornitologia Neotropical*, 15 (Suppl.): 73–81, 2004.

HÖFLING, E., GASC, J.P. Biomechanics of the skull and the beak in Ramphastos (Ramphastidae, Aves) I. Description of anatomical elements]. *Gegenbaurs Morphol Jahrb.* 130 (1) 125-47, 1984.

MILLER, S. S. B. A. Dynamical models of cranial kinesis. Tese (Mestrado em Matemática) - Graduate Faculty of Texas Tech University, Maio, 2002.

MINDELL, D. P.; BLACK, H. L. Combined-effort hunting by a pair of Chestnut-mandibled Toucans. *Wilson Bull*, v. 96, n. 2, p. 319-321, 1984.

MIKICH, S.B. Etograma de *Ramphastos toco* em cativeiro (Piciformes: Ramphastidae). Ararajuba, *Revista Brasileira de Ornitologia*, v.2, p.3-17, 1991.

PATANÉ, J.S.L. et al. Molecular Phylogenetics and Evolution. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Vol.53. p.923–934, 2009.

PASCOTTO, M. C. et al. Osteologia craniana de Coraciiformes (Aves). *Rev. Bras. Zool.* vol.23 no.3, Curitiba, 2006.

RAGUSA-NETTO, J., FECCHIO, A. Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the southern Pantanal (Brazil). *Braz. J. Biol.*, v. 66, n. 4, p. 1021-1032, 2006.

SIMONETTA, A. M.. On the Mechanical Implications of the Avian Skull and Their Bearing on the Evolution and Classification of Birds. *The Quarterly Review of Biology*, Vol. 35, No. 3, 1960. pp. 206-220.

SHORT, L. L., HORNE, J. F. M. Family Ramphastidae (Toucans). In: delHoyo, J.; A. Elliot & J. Sargatal (eds.). *Handbook of the Birds of the World. Vol 7. Jacamars to Woodpeckers*. Lynx Edicions: Spain, Pp 220-272, 2002.

ZUSI, R.L. Patterns of diversity in the avian skull. In: Hanken, J., Hall, B.K., *The Skull. Patterns of Structural and Systematic Diversity*, vol. 2. University of Chicago Press, Chicago, USA, pp. 391-437. 1993.

ZWEERS, G.A. Cranial kinesis in birds: Consequences for the evolution of the jaw apparatus. In: Adams, N.J. & Slotow, R.H. (eds), *Proc. 22 Int. Ornithol. Congr., Africa*, pp. 82-93. 1999.