



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL**

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA CABEÇA DE TUCANO-TOCO (*Ramphastos
toco*) ATRAVÉS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
CONVENCIONAL**

BEATRICE CRISTINA RIBEIRO BARBOSA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
EM SAÚDE ANIMAL**

**BRASÍLIA/DF
JULHO/2021**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE ANIMAL**

**DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA CABEÇA DE TUCANO-TOCO
(*Ramphastos toco*) ATRAVÉS DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA CONVENCIONAL**

BARBOSA, B. C. R.

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO ISMAR SILVA SANTANA

PUBLICAÇÃO: 182/2021

**BRASÍLIA/DF
JULHO/2021**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

BARBOSA, B. C. R. **Descrição anatômica da cabeça de tucano-toco (*Ramphastos toco*) através de tomografia computadorizada convencional.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2021, 27 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e acha-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

BARBOSA, Beatrice Cristina Ribeiro

Descrição anatômica da cabeça de tucano-toco (*Ramphastos toco*) através de tomografia computadorizada convencional /Beatrice Cristina Ribeiro Barbosa, orientação de Marcelo Ismar Silva Santana – Brasília, 2021. 27p.: il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2021.

1. Anatomia descritiva. 2. Aves. 3. Tomografia computadorizada.

I. Santana, M. I. S.

II. Doutor

CDD ou CDU

Agris/FAQ

FOLHA DE APROVAÇÃO

DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA CABEÇA DE TUCANO-TOCO (*Ramphastos toco*) ATRAVÉS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONVENCIONAL

BEATRICE CRISTINA RIBEIRO BARBOSA

Dissertação de mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Animal, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Saúde Animal.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Marcelo Ismar Silva Santana (FAV – UnB)
(ORIENTADOR)

Líria Q. Luz Hirano

Profa. Dra. Líria Queiroz Luz Hirano (FAV – UnB)
(EXAMINADOR INTERNO)

Jair Costa Jr.

Prof. Dr. Jair Duarte Da Costa Júnior (FAV – UnB)
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 30 de julho de 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar suporte, permitindo que todas as dificuldades fossem superadas.

Ao meu orientador Marcelo, que compartilhou seus conhecimentos desde o primeiro semestre da faculdade e sempre esteve disponível.

À amiga Ana Carolina Faillace que tornou esse trabalho possível por toda a sua ajuda dividindo seu tempo e conhecimento.

À minha família que me apoiou em todas as decisões, dificuldades e momentos. Em especial, minha mãe Fátima que é meu maior suporte físico e emocional além de incentivadora. Minha vó Benedicta que sempre trouxe toda a sua experiência de vida com bom humor e sabedoria. Ao meu pai por me ensinar que a calma é essencial em todos os momentos. À minha madrinha, Dinha que há alguns anos não está mais presente fisicamente mas que sempre foi fundamental em minha vida.

Ao meu noivo Anderson, que me ajudou em mais uma etapa da minha vida compreendendo todas as renúncias que esse período exigiu.

Obrigada a todos os amigos que dividiram o tempo, multiplicaram as alegrias e sempre foram grandes companheiros.

|
*“Diga-me, esquecerei. Mostre-me, talvez lembrarei.
Faça-me participar e compreenderei.” Provérbio Chinês*

RESUMO

O tucano toco (*Ramphastos toco*) é uma espécie com grande ocorrência no Brasil, que habita regiões neotropicais de diversos países da América do Sul. A grande variedade de espécies no grupo das aves faz com que os atendimentos a esses animais necessitem de informações precisas e específicas. Uma forma eficiente de obter dados expressivos é através do uso de diagnóstico por imagem. O uso de tomografia computadorizada nesses animais ainda não é tão frequente e a falta de estudos nessa área demonstra a necessidade desse tipo de conhecimento para um atendimento adequado a esses pacientes. O objetivo desse trabalho foi descrever anatomicamente a cabeça de tucanos usando o recurso das imagens geradas por tomógrafo computadorizado convencional helicoidal, visando auxiliar a conduta clínica e cirúrgica do Médico Veterinário responsável. Há pouca literatura disponível sobre anatomia craniana de tucanos, o que dificultou em alguns momentos a análise das imagens. De forma geral as imagens obtidas apresentaram estruturas semelhantes às descritas em outras aves. A principal diferença observada foi relativa a cavidade nasal, que apresentou formato arredondado, além de um seio nasal infraorbital trapezoidal e com disposição similar à outras aves, exceto psitacídeos. A utilização da tomografia possibilitou a identificação de diversas estruturas clinicamente relevantes, sendo considerada um bom método para avaliar o crânio de forma geral, mas apresentou limitações para identificação de alguns componentes da orelha, bem como para diferenciação das divisões do encéfalo.

PALAVRAS-CHAVE: Piciformes, Ramphastídeos, Anatomia das aves, Anatomia do crânio, Diagnóstico por imagens

ABSTRACT

The toco toucan (*Ramphastos toco*) is a typically Brazilian species, but also found in neotropical areas in other South American countries. The high diversity of avian species means the medical care to these animals needs to be more specific. A good way to obtain expressive data is using imaging techniques. The use of computed tomography in these animals was not frequent until now and few studies in this area show the necessity to generate knowledge for appropriate medical care to these patients. The objective of this paper is to describe the anatomy of the toucan head using tomographic image results, to help veterinary clinics and surgeons. There are few studies about cranial anatomy in toucans, which made it hard in some moments to analyse images. Almost all of the images obtained show similar structures described in other bird species. The most important difference seen was related to the nasal cavity and the nasal conchae that was very different in other birds, because in toucans the conchae are interlaced. The use of computed tomography was important to view different structures and is considered a good method of cranial examination. Although, considering small structures like middle and inner ear components and the nervous system, this technique was limited.

KEYWORDS: Piciformes, Ramphastidae, Avian anatomy, Cranial anatomy, Diagnostic imaging techniques.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reconstrução tomográfica em corte transversal (a – h), sentido rostrocaudal, com filtro ouvido interno e janela de pulmão (WW 1400; WL -500), do divertículo maxilar até a laringe. 1, Câmara maxilar; 2, divertículo maxilar; 3, mandíbula; 4, trabéculas ósseas; 5, cavidade oral; 6, língua; 7, meato nasal; 8, concha nasal rostral; 9, músculo pterigóide; 10, concha nasal média; 11, osso vômer; 12, parte lateral do osso palatino; 13, divertículo pré-orbital; 14, arco jugal; 15, osso basiial; 16, septo nasal; 17, abertura para o seio infraorbital; 18, divertículo infraorbital; 19, coana; 20, vestíbulo para a cavidade nasal; 21, bulbo ocular; 22, narina; 23, concha nasal caudal; 24, corno branquial; 25, glote; 26, crista ventral; 27, ossículos esclerais.

Figura 2. Reconstrução tomográfica em corte mediano (a) e sagital (b, c, d), sentido medial-lateral, com filtro ouvido interno e janela de pulmão (WW 1400; WL -500), do septo interorbital até a lateral esquerda. 1, septo interorbital; 2, concha nasal caudal; 3, concha nasal média; 4, cavidade nasal; 5, coana; 6, divertículo maxilar; 7, encéfalo; 8, concha nasal rostral; 9, divertículo infraorbital; 10, cavidade oral; 11, bulbo ocular; 12, narina. A linha tracejada delimita a câmara maxilar, enquanto a linha contínua delimita a cavidade nasal.

Figura 3. Reconstrução tomográfica em corte horizontal (a - f), sentido dorsoventral, com filtro ouvido interno e janela de pulmão (WW 1400; WL -500), da cavidade nasal até a laringe. 1, cavidade nasal; 2, câmara maxilar; 3, concha nasal rostral; 4, concha nasal média; 5, concha nasal caudal; 6, fenestra anterorbital; 7, bulbo ocular; 8, encéfalo; 9, divertículo maxilar; 10, ossículos esclerais; 11, septo interorbital; 12, fenda palatina; 13, cavidade oral; 14, osso palatino; 15, divertículo infraorbital; 16, labirinto ósseo; 17, osso quadrado; 18, glote.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
INTRODUÇÃO.....	1
RESULTADOS	2
DISCUSSÃO	5
CONCLUSÕES.....	8
ANEXOS	14

INTRODUÇÃO

O Tucano-toco (*Ramphastos toco*) habita o interior do país, mais especificamente regiões de cerrado, matas de galeria e Pantanal. É a espécie de maior porte dentro da família Ramphastidae, composta por tucanos, araçaris e tucaninhos, a qual pertence à ordem dos Piciformes. Sua dieta é composta basicamente por frutas embora sejam capazes de ingerir artrópodes e pequenos vertebrados (MACHADO, 2014; PADULA, 2017).

As aves representam o grupo de animais terrestres vertebrados mais diversificado do planeta (JESÚS MARUGÁN-LÓB, 2004). Os atendimentos à estes animais vem crescendo tanto pela redução do seu habitat natural como comércio ilegal. Tal condição gera a necessidade de aprimoramento do estudo anatômico dessas espécies, com o objetivo de manutenção e preservação de seus indivíduos (SILVA, 2019).

Dentre as diversas enfermidades que podem afetar as aves silvestres, as relacionadas ao sistema esquelético ocupam grande destaque. A identificação de possíveis lesões deste sistema necessita de exames de imagem como parte crucial para o diagnóstico (CAVINATTO et al., 2016).

Pesquisas descrevem o uso de imagens radiográficas como auxílio no estudo descritivo anatômico de diversas espécies há algum tempo, incluindo as aves. Uma evolução dessa técnica que proporciona maior detalhamento diagnóstico e maior precisão é a tomografia computadorizada, que vem crescendo na clínica de aves por ser um método não invasivo (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001). Porém, não há um número significativo de referências dessa técnica nesse grupo animal (OROSZ, 1992).

A primeira imagem tomográfica foi produzida em 1972 por Godfrey Hounsfield e resolveu o problema de sobreposição em estruturas como o crânio. À época, a realização de um único corte transversal levaria de 4 a 5 minutos. Uma rotação helicoidal é feita em apenas 1 segundo (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001).

A imagem tomográfica é baseada em múltiplas sessões radiográficas sem que haja sobreposição de estruturas. A fonte radiográfica gira em torno do paciente que fica posicionado em uma mesa móvel emitindo fótons capazes de transmitir cada tecido durante o exame. O coeficiente de estrutura desses elementos de volume chamados voxels são transformados em imagens (pixels), por um computador formando uma imagem em tons de cinza. A variedade de tonalidades de cinza permite identificar os diferentes tipos de tecidos, o que equivale numericamente ao coeficiente de absorção, calculado em unidades de Hounsfield (HU) sendo que a água apresenta 0 HU, o ar -1.000 HU e porções em que não há osso + 1000 HU (GUMPENBERGER e HENNINGER, 2001).

O uso de tomografia computadorizada (TC) na medicina veterinária trouxe um ganho no desenvolvimento de pesquisas clínicas e anatômicas. A praticidade é outro ponto a favor da técnica, já que os materiais que são utilizados não necessitam de um tratamento específico antes de serem submetidos ao exame, nem se deterioram após o procedimento, e ao final podem ser reconstruídos em modelos 3D de alta qualidade no caso de carcaças porém se tratando de animais vivos deve-se considerar a anestesia como um risco (CARRIL, 2015).

O objetivo desse trabalho foi descrever a anatomia do crânio de *Ramphastos toco*, com o uso de imagens tomográficas, utilizando da descrição de outros crânios de aves como parâmetro, afim de criar imagens de referência para uso clínico e em pesquisa

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 10 carcaças de animais adultos, espécie tucano-toco (*Ramphastos toco*), que foram doados congelados pelo Centro de Triagem de Animais Silvestres do

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (CETAS/IBAMA – DF, Licenças 053/2019; 099/2019; 166/2019; 201/2019; 303/2019; 026/2020DF). A causa da morte das aves não teve nenhuma relação com este trabalho.

O estado de preservação de cada indivíduo foi critério de seleção, baseada na integridade da cabeça, no qual foram escolhidos indivíduos que não apresentaram alterações externas no crânio, como fraturas, deformidade no bulbo ocular ou a presença de nódulos superficiais. As aves foram acondicionadas em freezer (18°C negativos), no Laboratório de Pesquisa em Anatomia dos Animais Silvestres da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, até a realização das imagens.

Para realizar as imagens, as aves, ainda congeladas, tiveram as cabeças desarticuladas das primeiras vértebras cervicais com o objetivo de facilitar o posicionamento e a colimação das áreas desejadas. Cada animal foi identificado e novamente congelados até o momento da tomografia. Após oito horas de degelo, as cabeças seguiram para a tomografia. As imagens foram produzidas com auxílio de um tomógrafo computadorizado helicoidal *multislice* de 64 canais, modelo SOMATOM Definition AS+ *single source*.

As cabeças foram posicionadas com a mandíbula perpendicular à mesa, e a captura de imagens foi feita com cortes de espessura de um milímetro (reconstrução de 0,5 milímetros), com tempo de exposição de 0,725 segundos, voltagem de 120 kV e amperagem de 140 mA. O filtro de ouvido interno de alta resolução na janela de osso (window width/WW 4000 HU; window lenth/WL 700 HU) foi utilizado como padrão para captura de imagens. Após as obtenções das imagens, foi utilizado o software 3D Slicer (Fedorov et al., 2012) para auxiliar na visualização e identificação de estruturas de tecido mole, através da manipulação dos filtros (Fig. 1 a 3). Os filtros utilizados foram os de pulmão (WW 1400; WL -500), de osso (WW 1000; WL 400) e de ar (WW 1000; WL -426).

A Nomina Anatomica Avium (BAUMEL et al., 1993) foi utilizada como referência para a descrição da maioria das estruturas anatômicas e terminologias propostas por outros autores. Ossos, tecidos moles e cavidades pares foram descritas no singular por questões de uniformização.

RESULTADOS

Reconstruções multiplanares das cabeças dos tucanos-toco foram geradas a partir de secções: sagitais, horizontais e transversais (Fig. 1 a 3). O filtro de osso (W:1000; L: 400), considerado padrão para análise tomográfica da cabeça, foi eficiente para a identificação dos ossos do crânio em todas as imagens obtidas. Com os recursos disponíveis para ajustes do filtro, também foi possível identificar algumas estruturas de tecido mole como língua, bulbo ocular, encéfalo e grandes grupos musculares. Outros componentes como as trabéculas ósseas, as conchas nasais e a cavidade oral se mostraram evidentes quando o filtro de pulmão (W: 1400 L: -400) foi aplicado.

Como o crânio estava constituído basicamente por ossos fusionados e, portanto, sem delimitação nítida entre eles, os mesmos foram identificados por suas regiões correspondentes, exceção feita às zonas flexoras craniofacial, arco jugal e maxilopalatina, representadas nas imagens como delgadas linhas hiperatenuadas nos locais de articulações.

O tucano-toco apresentou cabeça alongada no eixo longitudinal, com ranfoteca leve e resistente, composto pelas regiões maxilar e mandibular. A porção maxilar estava formada pelos ossos pré-maxilar e maxilar, e a mandíbula pelos ramos da mandíbula,

unidos medialmente nos seus terços médio-rostral. O interior de ambas as regiões estavam constituídas por uma tênue rede de trabéculas ósseas, com amplos espaços entre elas, além de recobertas por uma densa camada de queratina, não diferenciada dos ossos nos planos tomográficos. No interior dos terços médio-caudal da pré-maxila foi encontrada uma cavidade de formato elíptico, a câmara maxilar, bem como estruturas finas e alongadas bilaterais, com aspecto sugestivo de vasos (Figuras 1a-1; 2a; 3a) .

Todas as aves da amostra analisada apresentaram órbita óssea incompleta, formada dorsalmente pelo osso frontal e seus processos (lacrimal e orbital), e delimitada caudoventralmente por músculos relacionados com a mandíbula. Ventralmente, o osso jugal foi a única estrutura óssea observada, tendo em vista a ausência do arco suborbital nessa espécie.

O osso quadrado (Figura 3f -17), identificado facilmente nas imagens obtidas, estava composto por um corpo e três processos definidos: mandibular, ótico e orbital. O processo mandibular articulou-se ventralmente com a mandíbula (articulação quadratomandibular), medialmente com o osso pterigóide (articulação quadratopterigóide) e lateralmente com o osso jugal (articulação quadrato-quadratojugal). Seu processo ótico articulou-se dorsalmente ao osso escamoso (articulação quadrato-escamoso-ótica), enquanto o proeminente processo orbital estava projetado medialmente em direção ao septo interorbital e serviu como ponto de origem para o músculo pseudotemporal profundo.

As narinas, do tipo holorrinas, estavam localizadas na extremidade dorsocaudal do osso nasal, caudalmente à base da porção maxilar do bico, com o opérculo nasal ausente (Figuras 1g-22; 2d-12). Cada narina se comunicou individualmente com um curto vestíbulo retilíneo, posicionado no interior do osso nasal, que se abriu diretamente numa pequena cavidade óssea com formato externo arredondado, localizada no interior do terço caudal da câmara maxilar (Figura 1f; 2a) . Em conjunto, estas estruturas formaram a cavidade nasal, que estava delimitada por uma fina camada de osso e trabéculas, sustentada ventralmente pelos ossos nasal e maxilar. Caudalmente foi limitada pelos ossos mesetmóide e lacrimal.

Um septo nasal ósseo dividiu medianamente a cavidade nasal em duas, sendo composto pelos ossos vômer, maxilar e nasal. A cavidade nasal foi subdividida em regiões vestibular, respiratória e olfatória, sendo a pequena crista nasal, localizada no assoalho da porção média da cavidade nasal, utilizada como referência para os limites das duas primeiras regiões. Foi encontrado um meato nasal, além de três conchas nasais, uma rostral, uma média e outra caudal. A concha nasal rostral estava na região vestibular, com formato bolhoso e alongado no corte horizontal (Figura 3a -3; 3b-3) e terminou em fundo cego na extremidade rostral da cavidade nasal (Figuras 1b-8, 1c-8, 1e-8; 2c-8, 2d-8;). Foi formada por duas lamelas basais dorsais oriundas, respectivamente, do teto da cavidade nasal e do septo nasal. A concha nasal média, a mais extensa de todas, estava localizada na região respiratória e apresentou formato tubular no corte horizontal (Figuras 1c-10; 1f-10 ;2b-3, 2c-3 ;3a-4; 3b-4). Teve origem no teto da cavidade nasal, através de uma lamela basal posicionada medial à lamela da concha nasal rostral. Sua lamela deu uma volta e meia e se projetou em direção a extremidade caudal da cavidade nasal. Uma segunda lamela, posicionada no terço caudal da cavidade nasal, sustentou a concha nasal média no osso mesetmóide. A concha nasal caudal foi encontrada na região olfatória, na extremidade caudal da cavidade nasal, associada ao osso lacrimal e com formato de domo (Figuras 1g-23; 2b-2; 3b-5). A extremidade rostroventral do septo interorbital se projetou para o terço final da cavidade nasal, dorsal a fenda palatina.

A coana, uma passagem alongada e estreita, estava delimitada pelas lamelas coanais, as paredes laterais da fossa coanal (Figuras 1f-19; 2b-5). Seu limite rostral estava

relacionado com o processo maxilar do osso palatino, enquanto seu terço caudal estava parcialmente separado pelo delgado osso vômer. Ventralmente a coana estava relacionada com a fenda palatina, responsável pela comunicação das cavidades nasal e oral (Figura 3e-12).

A cavidade oral foi delimitada dorsalmente pelos ossos pré-maxilar, maxilar e palatino, lateralmente pela mandíbula e ventralmente pela língua e músculo pterigóide. A faringe teve o mesmo arcabouço ósseo da cavidade oral, mas estava limitada dorsocaudalmente pelo osso pterigóide. A estreita língua ocupou o assoalho de toda a cavidade oral, onde seu ápice estava relacionado com o rostro mandibular, o corpo com o terço médio da cavidade oral e a raiz com seu terço caudal.

O aparelho hiobranquial também teve relação direta com a língua e a laringe. O osso paraglossos, seu componente mais rostral, estava localizado junto a raiz da língua e apresentou, na vista horizontal, formato semelhante ao da letra 'V'. O osso basiial foi caracterizado como uma curta haste fina, posicionado caudalmente ao paraglossos e rostral a laringe (Figura 1f-15). O corno branquial, a porção mais caudal do aparelho, estava localizado medialmente ao ângulo da mandíbula, com seu terço rostral lateral à laringe e aos primeiros anéis traqueais, enquanto seu terço caudal estava relacionado com a musculatura mastigatória da mandíbula (Figura 1g-24). O corno branquial estava composto pelos ossos ceratobranquial e epibranchial, que formaram uma estrutura fina e alongada, com o seu terço caudal levemente arqueado, devido a sua relação direta com o ângulo da mandíbula.

A laringe estava composta pelas cartilagens aritenoides, cricóide e procricóide. As aritenoides, as únicas pares, eram retíneas, delgadas e totalmente separadas por uma estreita fenda mediana, a glote (Figura 3f-18). A cartilagem cricóide, a maior de todas, estava articulada caudalmente ao primeiro anel traqueal. Seu corpo apresentou formato de anel, que estava associado rostroventralmente a um alongado processo rostral, além de duas pequenas asas, posicionadas laterodorsalmente ao corpo. A pequena procricóide, com formato de uma vírgula, estava posicionada caudalmente as duas aritenóides e medianamente as asas da cricóide. Em conjunto, as cartilagens da laringe formaram a cavidade da laringe, delimitada lateroventralmente pela cricóide, dorsalmente pela glote e aritenoides e dorsocaudalmente pela procricóide. No seu assoalho foi encontrada uma curta e mediana crista ventral, próximo a extremidade livre do processo rostral da cricóide (Figura 1h-26).

O bulbo ocular ocupou grande parte da cavidade orbital e apresentou formato ovoide. Os ossículos esclerais foram definidos como estruturas hiperatenuadas, com formato retilíneo nos cortes transversais e horizontais (Figuras 1h-27; 3d-10). Componentes como lente, câmaras oculares, glândulas lacrimais e musculatura associada não foram delimitadas nas imagens tomográficas.

O encéfalo foi visualizado em todos os planos tomográficos como uma estrutura única e levemente hiperatenuada. Regiões como a medula oblonga e os hemisférios telencefálicos foram identificados nos cortes transversal e sagital (Figuras 2c-7; 3c-8).

A ampla abertura da orelha externa foi facilmente identificada no corte sagital, com formato circular, seguida pelo meato acústico externo de conformação alongada. Uma fina estrutura levemente hiperatenuada sugestivo de membrana timpânica estava localizada no final do meato acústico externo. Estruturas de orelha média, como a columela, não foram identificadas. Entretanto, estruturas de orelha interna, como a cóclea e o labirinto ósseo, se mostraram hiperatenuadas nas imagens, permitindo sua identificação nos três planos. A cóclea apresentou seu interior hipoatenuado, sendo caracterizada com uma estrutura alongada no corte sagital. O labirinto ósseo estava constituído por três delicados canais semicirculares, o anterior, o posterior e o lateral.

De forma geral, a musculatura da cabeça se mostrou levemente hiperatenuada, fato que dificultou a individualização de seus ventres. Grupos musculares como os pterigóides (Figura 1b-9) e adutores foram identificados através de sua topografia craniana.

O seio infraorbital (Figura 1f-17) dos tucanos apresentou, na vista horizontal, um formato de trapézio, delimitado pelos ossos maxilar, palatino, pterigóide, mandíbula e quadrado, além de tecido mole. Estava composto por três divertículos: o maxilar, o pré-orbital e o infraorbital, sendo um ímpares e dois pares, respectivamente. Um reduzido divertículo conchal estava associado apenas com o divertículo pré-orbital.

O divertículo maxilar, o compartimento mais rostral, estava limitado quase inteiramente pelo osso maxilar e localizado ventralmente à cavidade nasal (Figuras 1a-2; 1c-2 ; 2b-6 ; 3e-15). Se estendeu lateralmente pelo osso maxilar, dorsalmente ao processo maxilar do osso palatino. Medianamente ao terço caudal foi encontrado um fino septo incompleto, associado ao delicado osso vômer. Seu interior foi ocupado parcialmente pelo músculo pterigóide, originado do teto do divertículo maxilar, e com inserção na porção caudal do ramo da mandíbula. O divertículo maxilar se comunicou diretamente com o pequeno divertículo pré-orbital.

O divertículo pré-orbital ocupou o interior da fenestra anterorbital, limitado cranialmente pelos ossos nasal e maxilar, lateralmente pelo arco jugal e caudalmente pelo osso lacrimal (Figuras 1d-13; 3c-6). Apesar de pequeno, o divertículo pré-orbital apresentou uma expansão para o interior da concha nasal caudal, o divertículo conchal. Este divertículo conchal estava localizado medialmente na parte mais dorsal do divertículo pré-orbital, adjacente á extremidade caudal da cavidade nasal. O divertículo pré-orbital era bilateral e apresentou comunicação com os divertículos infraorbital e maxilar. A pequena e bilateral abertura para o seio infraorbital estava localizada rostral à concha nasal caudal e se abriu ventralmente ao divertículo pré-orbital (Figura 1f-17).

O divertículo infraorbital (Figura 2c-9; 3e-15) era bilateral e contínuo com o divertículo pré-orbital. Estava limitado dorsalmente pelo bulbo ocular (Figura 1f-21), medialmente pelo septo interorbital, ossos palatino (Figura 1f-12) e pterigoide e musculatura mastigatória, lateralmente pelo arco jugal e caudolateralmente pelo osso quadrado (Figura 3f-17). Sua cavidade estava parcialmente preenchida por músculos dos grupos pterigoide e adutor, que juntamente ao processo orbital do osso quadrado, dividiram a cavidade em pequenos compartimentos interligados.

DISCUSSÃO

A utilização da tomografia computadorizada convencional como ferramenta para avaliar estruturas cranianas em tucanos está de acordo com o descrito na literatura para outras espécies de aves, por não causar sobreposições das estruturas (Gumpenberg e Heninger, 2001) . A técnica está cada vez mais difundida na rotina clínica, cirúrgica e no estudo de animais selvagens pelas vantagens de não ser tão invasiva, apesar de apresentar riscos em pacientes vivos e, ser de curta duração (Bortolini *et al.* 2013).

O tucano-toco se destaca de outras espécies de aves pelo bico evidentemente maior, o que pôde ser visualizado em todas as imagens tomográficas obtidas (Viana *et al.* 2018; Comin, P. *et al.* 2018). A maioria das aves apresenta um modelo de bico curto e grosso ou alongado e fino, enquanto que nos tucanos o formato é longo e espesso, evidenciado principalmente na vista sagital (Fecchio *et al.*, 2010). Nas imagens, o bico se mostrou como uma estrutura proporcionalmente grande em relação ao restante da cabeça como constatou Seki (2006) característica que pode ser útil para a alimentação, já que possui funcionamento semelhante ao de uma pinça. Vale destacar que as bordas da ranfoteca

apresentaram projeções serreadas assim como outros ramphastídeos (Seki, Bodde, *et al.* 2010).

Da mesma forma que descrito por Joris *et al.* (2012) e Viana *et al.* (2018), trabéculas ósseas foram encontradas dispostas ao longo de todo o bico dos animais estudados. A presença de numerosas trabéculas certamente é justificada pelo fato do bico funcionar como uma excelente janela térmica, já que o sangue tende a percorrer adjacente ao ar circulante, garantindo assim uma troca de calor mais eficiente (COMIN, VIANA, *et al.*, 2018). Nas imagens foi possível visualizar estrutura sugestiva (Figura 2a) de vasos calibrosos na região de câmara maxilar, que corroboram os estudos com a troca de calor realizada no bico desses animais (Tattersall *et al.* 2009). (TATTERSALL, ANDRADE e ABE, 2009).

Através das imagens foi possível identificar a câmara maxilar, uma cavidade presente no terço médio caudal da porção maxilar do bico (Figura 2ª, linha tracejada), como uma região triangular com reduzida área trabeculada. Semelhante arcação foi descrito para arara-canindé (*Ara ararauna*), porém o tecido que compunha era mais grosso e as trabéculas menos ramificadas (Massari *et al.* 2020). Nos psitacídeos, o divertículo rostral ocupa esta região interna da rinoteca, entretanto, diferentemente do encontrado nos tucanos-toco desta amostra, esta cavidade é contínua com o seio infraorbital (Faillace *et al.* 2020).

Os ossos do crânio em aves adultas são fusionados desde as primeiras semanas de vida, portanto, suturas capazes de delimitar precisamente não puderam ser identificadas nas imagens, fato que levou a utilização do formato padrão das regiões correspondentes dos ossos como referência para a identificação dos ossos (LADEIRA e HÖFLING, 2007). No entanto, deve-se destacar que o osso quadrado (Figura 3f-17) foi facilmente identificado nas imagens obtidas, devido seu tamanho avantajado e pela presença dos processos mandibular, ótico e orbital, este bem desenvolvido quando comparado a outras espécies de aves (Marceliano; *et al.* 1997; Donatelli, 2012; Dawson *et al.* 2011). Além do mais, a posição caudal do osso quadrado nos tucanos pode influenciar o ângulo de abertura do bico, já que quanto mais caudal, mais rapidamente o bico será capaz de fechar, característica condizente com os hábitos alimentares desta espécie (Huynh *et al.* 2019).

Como constatado por Witmer (1990 e 1995) em diferentes espécies de aves, e por Faillace *et al.* (2020) nos papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*), a pneumatização dos ossos do crânio dos tucanos se mostrou extensa. No entanto, diferentemente dos relatos de Tahara e Larsson (2019), não foi possível confirmar a presença de forames pneumáticos nas imagens obtidas, responsáveis pela comunicação dos ossos com a cavidade timpânica.

As zonas flexoras de crânios altamente cinéticos, como os de psitacídeos, são caracterizadas nas imagens tomográficas como linhas fortemente hiperatenuadas, oferecendo os limites entre os ossos daquela articulação (Faillace *et al.* 2020). Nos tucanos desta amostra, as zonas flexoras craniofacial, maxilopalatino e arco jugal foram identificadas como linhas fracamente hiperatenuadas em todos os planos, o que condiz com a baixa cinética craniana descrita para esta espécie (CALDAS *et al.* 2019).

As narinas das aves podem ser localizadas na região dorsal ou lateral da base do rinoteca, sendo que nos tucanos ocupou a primeira posição, facilmente identificada nas imagens (Figura 1g-22; 2d-12) (Heard, 1997). Quanto à sua classificação, foram descritas como holorrinas, seguindo as mesmas características dos Bucconidae, pertencentes ao grupo dos Piciformes.

A cavidade nasal dos tucanos se mostrou singular, sendo seu formato arredondado, e posicionado de forma isolada na câmara maxilar, rodeada apenas por trabéculas ósseas e sustentada ventralmente pelos ossos maxilar e nasal. Na literatura consultada, tal

formato não foi descrito em outras espécies de aves. Entretanto, através de avaliações em dez espécies de Bucerotidae por Gamble (2007), e imagens realizadas por Gjeltema *et al* (2015) em *Bycanistes buccinator*, a cavidade nasal deste grupo aparenta ter formato similar. Ainda assim, são necessárias descrições anatômicas detalhadas de Bucerotidae para realizar um comparativo mais aprofundado.

A presença de um delgado septo nasal ósseo foi constatada no interior da cavidade nasal, responsável por separá-la em dois compartimentos, ocupados pelas conchas nasais rostral, média e caudal, assim como na maioria das ordens de aves (BANG, 1971). Pelas imagens, foi possível confirmar que o osso mesetmoide não participou da formação deste septo (CALDAS *et al.* 2019). Como relatado por Bouerka e Witmer (2016) para o perudoméstico (*Meleagris gallopavo*), a cavidade nasal dos tucanos também foi dividida pela crista nasal em regiões vestibular, respiratória e olfatória, sendo que esta crista também estava posicionada em seu assoalho, entre as duas primeiras regiões.

Da mesma forma que observado para a maioria das espécies de aves, a concha nasal média dos tucanos foi a maior entre as três conchas descritas (Bang, 1971; Yokosuka *et al.* 2009). Outra característica relevante foi a presença da concha nasal caudal (Figura 1g-23; 2b-2; 3b-5) bem delimitada, com forma característica de domo (BANG, 1971).

Como descrito em diferentes espécies de aves, a coana dos tucanos estudados foi definida como uma passagem alongada e estreita, responsável pela comunicação das cavidade nasal e oral, através da fenda palatina (Heard, 1997; Zuzi e Livezey, 2006; Madkour, 2019). Também, não foi encontrado indício referente à presença de um ducto nasofaríngeo, fato similar ao narrado por Tahara e Larson (2019) quando com estudos com codornas (*Coturnix japonica*) e mandarins (*Taeniopygia guttata*). Vale destacar que a presença de um ducto nasofaríngeo em aves modernas ainda é controverso, sendo que é descrito desde a total ausência desta estrutura em aves, até a sua presença, mas com tamanho reduzido (Parson, 1967; Witmer, 1990). Esses fatos reforçam a necessidade de novos estudos anatômicos em diferentes espécies de aves.

Com relação ao aparelho hiobranquial, pode-se informar que sua topografia é muito semelhante às diferentes espécies de aves, além de apresentar o osso paraglossopontagudo e osso basial alongado, características que também foram identificadas nos tucanos analisados (Silva, 2016; Jung *et al.* 2016). Por outro lado, pode-se citar que os psitacídeos possuem um paraglossoponto largo e achatado, condizente com o formato abaulado de sua língua (Faillace *et al.* 2020).

Nas imagens obtidas, a língua foi identificada como uma estrutura fina e alongada, ocupando praticamente toda a cavidade oral. Deve-se destacar que não foram identificados músculos intrínsecos da língua bem desenvolvidos e que se inserem no aparelho hiobranquial (Speer e Powers, 2016), fato que condiz com os hábitos alimentares dos tucanos, que utilizam primariamente o bico para apreensão do alimento.

Nos tucanos-toco a laringe apresentou topografia semelhante a de outras espécies de aves, com seu esqueleto composto pelas cartilagens cricoide, prócricoide e aritenoides (Faillace *et al.* 2020). No entanto, de forma comparativa, a cricoide apresentou um longo processo rostral, também descrito em corvos e pombos (Çevik-Demirkan *et al.* 2007; Kabak *et al.* 2007; Onuk *et al.* 2010). Outra característica observada foi a presença de duas pequenas asas da cricoide, que da mesma forma que descrito por Zweers e Berkhoudt (1987), são laterodorsais a cricoide e podem estar relacionadas com a sustentação de diferentes músculos da laringe (Marti, 1998).

O bulbo ocular também se mostrou bem desenvolvido nos tucanos analisados e ocupou boa parte da caixa craniana (MASSARI *et al.*, 2020). Como relatado por Faillace, Vieira e Santana (2020), estruturas internas do olho não foram identificadas nas imagens obtidas, porém, pequenos ossículos escleriais ovalados foram visualizados (VIEIRA *et al.*,

2019). Similar em outras aves, o bulbo ocular também serviu de limite para o seio infraorbital (Velediano, *et al.* 2016).

Da mesma forma que nos relatos de Veladiano *et al.* (2016) e Faillace *et al.*(2020) ,o osso columela não foi identificado nas imagens obtidas, fato que sugere a utilização de equipamento de alta resolução como a micro-TC para uma melhor visibilização desta estrutura. No entanto, a membrana timpânica, a cóclea, o labirinto ósseo e seus canais semicirculares puderam ser identificados pela TC convencional (MASSARI *et al.*, 2020). Com relação ao sistema nervoso central, vale destacar que se mostrou indiferenciado nas imagens obtidas, já que o tecido nervoso se apresentou com a mesma atenuação em diferentes regiões do crânio (Velediano *et al.* 2016; Faillace *et al.* 2020

Descrições anatômicas referentes ao seio infraorbital mostram que em diferentes espécies de aves seu formato é semelhante a de um triângulo (Heard, 1997). As imagens tomográficas obtidas evidenciaram a presença do seio infraorbital com um formato menos alongado no tucano-toco, semelhante a um trapézio, sendo uma possível causa o formato mais curto do osso maxilar, que compõe o compartimento mais rostral do seio infraorbital, neste caso o tamanho da rinoteca pode influenciar o formato do seio (Tahara e Larsson, 2019).

Como descrito em aves que não são psitacíformes, o seio infraorbital dos tucanos analisados possui um número menor de compartimentos quando comparado com psitacídeos, sendo eles limitados pelo osso maxilar, fenestra anterorbital e região infraorbital (Witmer,1990; Tahara e Larsson , 2019; Faillace *et al.*, 2020). Em tucanos, o divertículo maxilar é o compartimento mais rostral, e se comunica diretamente com o divertículo pré-orbital, que ocupa a região de fenestra anterorbital (Witmer, 1990). Este se comunica com o divertículo conchal, um reduzido divertículo associado com o interior da concha nasal caudal, porém, sem comunicação direta com a cavidade nasal (Tahara e Larsson, 2019). A porção caudal do divertículo infraorbital é preenchido parcialmente por músculos da mastigação, o que limita a visualização deste compartimento em toda a sua extensão (Faillace *et al.* 2020).

Diferentemente do descrito em psitacídeos, os tucanos não apresentam um divertículo cervicocefálico, sendo o osso quadrado o limite caudal do seio infraorbital (Faillace *et al.* 2020)

Nos tucanos, a abertura para o seio infraorbital ocupou uma posição similar ao relatado em outros grupos de aves, posicionada ventral na cavidade nasal, entre a concha nasal média e caudal (Bang, 1971).

CONCLUSÕES

A tomografia computadorizada convencional se mostrou satisfatória para a visualização, identificação e descrição de várias estruturas anatômicas da cabeça com relevância clínica, como ossos, rinoteca, cavidade nasal, cavidade oral, laringe e seio infraorbital, reforçando sua eficácia e uso em aves silvestres. De modo geral, as estruturas anatômicas presentes na cabeça dos tucanos são similares à de outras aves. Entretanto, a característica mais marcante foi relacionada com a cavidade nasal, sendo seu formato único, com intrincadas conchas nasais dispostas em seu interior. A maior limitação apresentada pela técnica utilizada foi na delimitação de estruturas muito delicadas, como os componentes da orelha média, e tecidos moles, com pouca diferenciação, como no caso dos músculos e encéfalo.

REFERÊNCIAS

- Baden, R. M. *et al.* Diagnosis and Treatment of a Swainson's Toucan (*Ramphastos ambiguus swainsonii*) With Rhinosinusitis. **Journal Of Avian Medicine And Surgery**, v. 33, n. 2, p. 155, 24 maio 2019. Association of Avian Veterinarians (AAV).
- Baussart, S. *et al.* Ballistic food transport in toucans. **Journal Of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology**, v. 311, n. 7, p. 465-474, 1 ago. 2009. Wiley.
- Bortolini, Z. *et al.* Casuística dos exames de diagnóstico por imagem na medicina de animais selvagens - 2009 a 2010. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, Botucatu (São Paulo), v. 4, n. 65, p. 1247-1252, ago. 2013.
- Bourke, J.M; *et al.*. Nasal conchae function as aerodynamic baffles: experimental computation fluid dynamic analysis in a turkey nose (Aves: Galliformes) **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v234, p.32-46, dez. 2016. Elsevier BV.
- CALDAS, S. S. *et al.* Estudo descritivo e morfométrico do crânio do *Ramphastos toco* (Aves: Piciformes). **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p. 2-14, 2019. FapUNIFESP (SciELO).
- Carril, J. *et al.* Jaw myology and bite force of the monk parakeet (Aves, Psittaciformes). **Journal Of Anatomy**, v. 227, n. 1, p. 34-44, 5 jun. 2015. Wiley.
- Cavinatto, C.C. *et al.* Descrição anatômica de esqueletos de papagaios do gênero *Amazona* através da utilização de radiografias: anatomical description of amazona gender parrot's skeletons through the use of radiography. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 2, p. 123-130, fev. 2016. FapUNIFESP (SciELO)
- Cevik- Demirkan *et al.* Gross morphological and histological features of larynx, trachea and syrinx in Japanese quail. *Anatomy Histology and Embryology*. 2007 Jun;36(3):215-9.
- Cobb, S. Observations on the Comparative Anatomy of the Avian Brain. **Perspectives In Biology And Medicine**, v. 3, n. 3, p. 383-408, 1960. Project Muse
- Comin C.H *et al.*, "Characterizing the Trabecular Bone Tissue of the Toco Toucan Bill," 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2018, pp. 1228-1232.
- Dawson, M.M. *et al.* Kinematics of the quadrate bone during feeding in mallard ducks. **Journal Of Experimental Biology**, v. 214, n. 12, p. 2036-2046, 15 jun. 2011. The Company of Biologists. 4, n. 12, p. 2036-2046, 15 jun. 2011. The Company of Biologists.
- Donatelli, R. J. *et al.* Cranial Osteology of Meiglyptini (Aves: piciformes). **Anatomy Research International**, v. 2012, p. 1-9, 22 jan. 2012. Hindawi Limited.
- Lima F. C. *et al.* Anatomy of the scleral ossicles in brazilian birds. **Brazilian Journal of Morphology Sci**, Uberlândia, Mg, v. 26, n. 3-4, p. 165-169, Jan. 2009.

Faillace *et al.*, 2020. Computed tomographic and gross anatomy of the head of the bluefronted Amazon parrot **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 50, n. 1, p. 192-205, 15 set. 2020.

Fecchio, R. S. *et al.* Mechanical behavior of prosthesis in Toucan beak (Ramphastos toco). **Materials Science And Engineering: C**, v. 30, n. 3, p. 460-464, abr. 2010. Elsevier BV.

Gamble, K. C. Internal Anatomy of the Hornbill Casque Described by Radiography, Contrast Radiography, and Computed. **Journal Of Avian Medicine And Surgery**, v. 21, n. 1, p. 38-49, mar. 2007. Association of Avian Veterinarians (AAV).

Gonçalves, I. S. V.. **Medicina e Cirurgia de Animais Exóticos**. Porto: Universidade do Porto, 2014. 44 p.

Gumpenberger, M.; Henninger, W. The use of computed tomography in avian and reptile medicine. **Seminars In Avian And Exotic Pet Medicine**, v. 10, n. 4, p. 174-180, out. 2001. Elsevier BV.

Heard, D. J. Avian respiratory anatomy and physiology. **Seminars In Avian And Exotic Pet Medicine**, v. 6, n. 4, p. 172-179, out. 1997. Elsevier BV.

Huynh *et al.* . Avian Skull Orthopedics. **Veterinary Clinics Of North America: Exotic Animal Practice**, v. 22, n. 2, p. 253-283, maio 2019. Elsevier BV.

Jung, Jae-Young *et al.* Structural analysis of the tongue and hyoid apparatus in a woodpecker. **Acta Biomaterialia**, v. 37, p. 1-13, jun. 2016. Elsevier BV.

Ladeira, *et al.* . Osteología craniana de Bucconidae. **Ciência Natural**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 117-153, abr. 2007.

Machado, G. D. **Estudos sobre capilarirose em psittacídeos e ramfástídeos oriundos da fundação jardim zoológico da cidade do Rio de Janeiro- RIOZOO**. 2014. 56 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Microbiologia e Parasitologia Aplicadas, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2014.

Madkour, F.. Anatomical Descriptions Of The Nasal Cavity Of The Aquatic And Non-Aquatic Birds. **Svu-International Journal Of Veterinary Sciences**, v. 2, n. 2, p. 101-110, 1 jul. 2019. Egypt's Presidential Specialized Council for Education and Scientific Research.

Marceliano *et al.* . Osteologia e Miologia cranianas em Psophiidae (AVES GRUIFORMES). **Zoologia**, v. 1, n. 13, p. 39-76, Jan. 1997.

Marti, F. M. **Morfologia comparada da laringe dos Pelecaniformes (Aves)**. 1998. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biológicas, Ufrj, Rio de Janeiro, 1998.

Marugán-Lobón *et al.* . Geometric morphometrics in macroevolution: morphological diversity of the skull in modern avian forms in contrast to some theropod dinosaurs. **Morphometrics**, p. 157-173, 2004. Springer Berlin Heidelberg.

Massari, C. H. de A. L. *et al.* Comparative Anatomy of Blue-and-Yellow Macaw (*Ara ararauna*) and Toco Toucan (*Ramphastos toco*) Beaks. **International Journal Of Morphology**, v. 38, n. 6, p. 1591-1596, dez. 2020. SciELO Agencia Nacional de Investigacion y Desarrollo (ANID).

Orosz, S. E.; *et al.* Tomographic Anatomy of the Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*). **Journal Of Zoo And Wildlife Medicine**, v. 23, n. 1, p. 39-46, June 1992.

Padula, C. R. **Comportamento e preferência alimentar de tucanuçus (*Ramphastos toco*) criados em cativeiro visando subsidiar programas de soltura**. 2017. 43 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Pós-Graduação em Animais Selvagens, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2017.

Pascotto *et al.* Osteologia craniana de Coraciiformes (Aves). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, n. 23, p. 841-864, set. 2006.

Seki, Y. *et al.* The toucan beak: structure and mechanical response. **Materials Science And Engineering: C**, v. 26, n. 8, p. 1412-1420, set. 2006. Elsevier BV

Silva, F. A. **Análise histológica da porção superior do trato digestório do gavião-carijó: (*rupornis magnirostris* gmelin, 1788)**. 2016. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2016.

Silva, J. P. **Estudo anatômico e imaginológico dos órgãos celomáticos do tucano toco (*ramphastos toco* - Müller,1776)**. 2019. 12 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Pós-Graduação em Animais Selvagens, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

Soons, J. *et al.* Multi-layered bird beaks: a finite-element approach towards the role of keratin in stress dissipation. **Journal Of The Royal Society Interface**, v. 9, n. 73, p. 1787-1796, 15 fev. 2012. The Royal Society.

Speer, B *et al.* Anatomy and Disorders of the Beak and Oral Cavity of Birds. **Veterinary Clinics Of North America: Exotic Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 707-736, set. 2016. Elsevier BV.

Tahara, R.; Larrsson. Head pneumatic sinuses in Japanese quail and zebra finch. **Zoological Journal Of The Linnean Society**, Canada, p. 1-51, 24 jan. 2019. Oxford University Press (OUP).

Tattersall, *et al.* Heat Exchange from the Toucan Bill Reveals a Controllable Vascular Thermal Radiator. **Science**, v. 325, n. 5939, p. 468-470, 23 jul. 2009. American Association for the Advancement of Science (AAAS).

Velediano, I. A. *et al.* Computed tomographic anatomy of the heads of blue-and-gold macaws (*Ara ararauna*), African grey parrot. **American Journal Of Veterinary Research**, v. 77, n. 12, p. 1346-1356, dez. 2016. American Veterinary Medical Association (AVMA).

Yokosuka, M. *et al.* Histological Properties of the Nasal Cavity and Olfactory Bulb of the Japanese Jungle Crow *Corvus ma.* **Chemical Senses**, v. 34, n. 7, p. 581-593, 20 jul. 2009. Oxford University Press (OUP)

Zusi, R. L.; *et al* Variation in the os palatinum and its structural relation to the palatum osseum of birds (aves). **Annals Of Carnegie Museum**, v. 75, n. 3, p. 137, 2006.

Zweers *et al.* Larynx and Pharynx of Crows (*Corvus Corone* L. and *C. Monedula* L., Passeriformes Corvidae). **Netherlands Journal Of Zoology**, v. 37, n. 3-4, p. 365-393, 1986. Brill.

ANEXOS

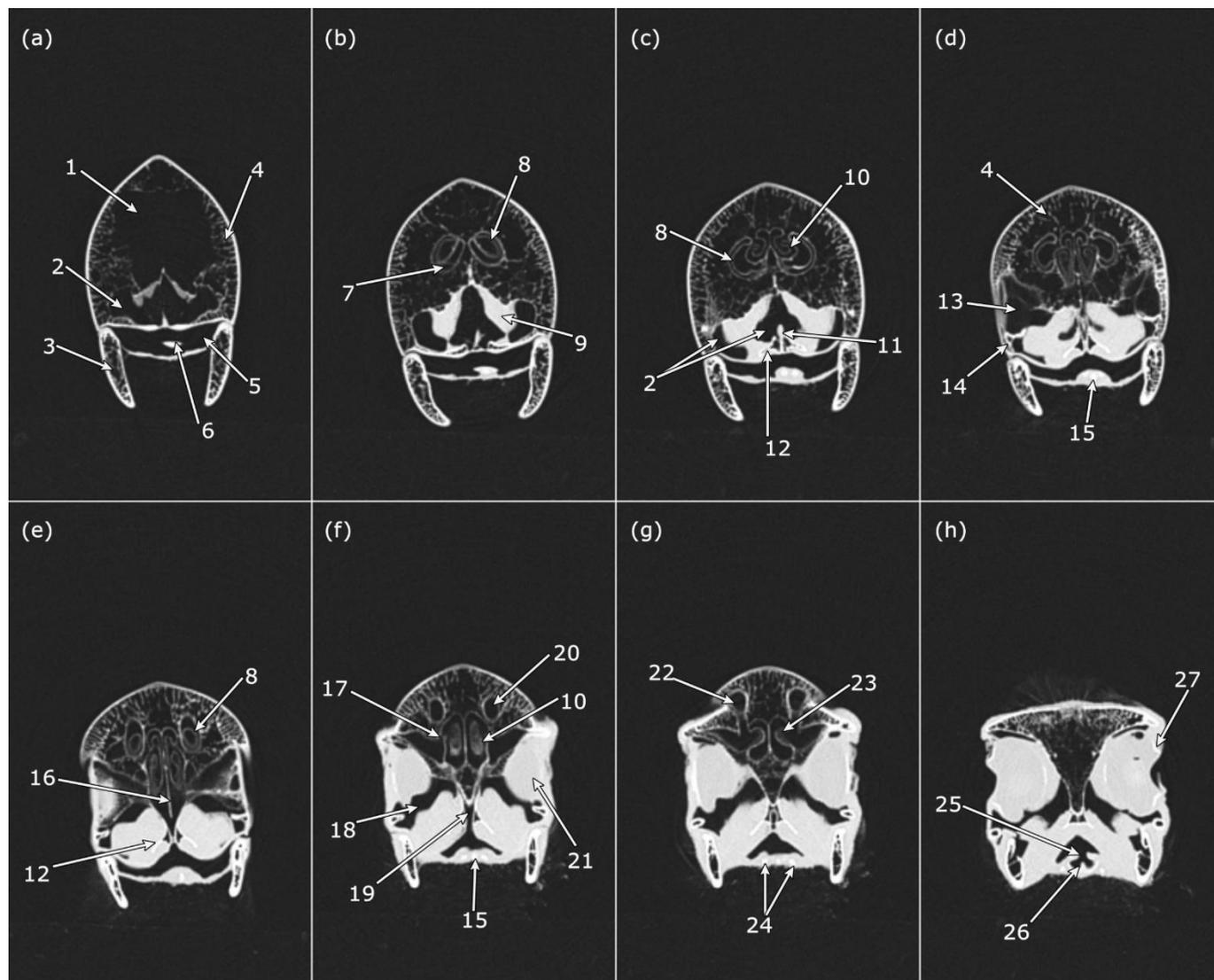


FIGURA 1 – Reconstrução tomográfica em corte transversal (a – h), sentido rostrocaudal, com filtro ouvido interno e janela de pulmão (WW 1400; WL -500), do divertículo maxilar até a laringe. 1, Câmara maxilar; 2, divertículo maxilar; 3, mandíbula; 4, trabéculas ósseas; 5, cavidade oral; 6, língua; 7, meato nasal; 8, concha nasal rostral; 9, músculo pterigóide; 10, concha nasal média; 11, osso vômer; 12, parte lateral do osso palatino; 13, divertículo pré-orbital; 14, arco jugal; 15, osso basiial; 16, septo nasal; 17, abertura para o seio infraorbital; 18, divertículo infraorbital; 19, coana; 20, vestíbulo para a cavidade nasal; 21, bulbo ocular; 22, narina; 23, concha nasal caudal; 24, corno branquial; 25, glote; 26, crista ventral; 27, ossículos esclerais.

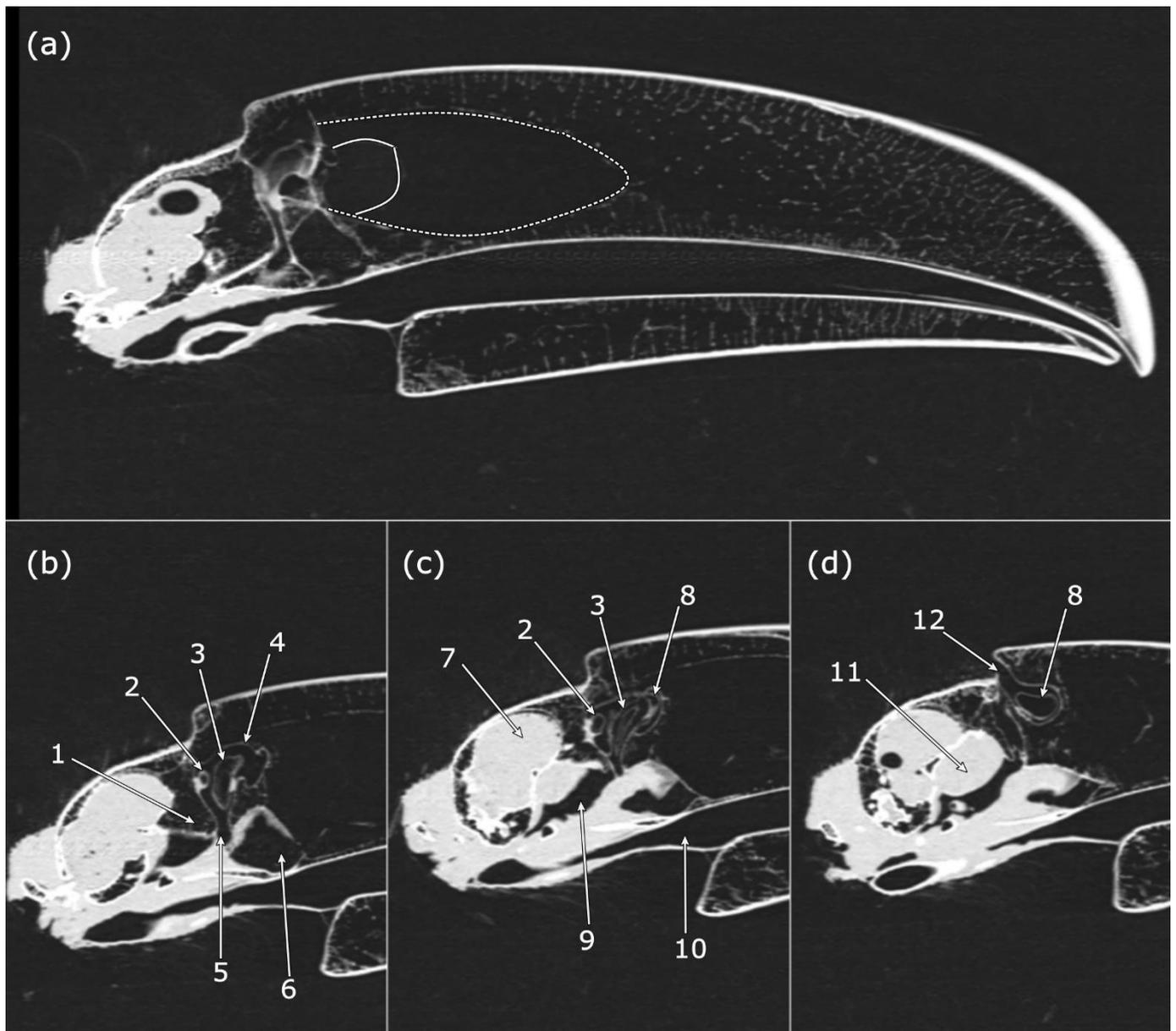


FIGURA 2 - Reconstrução tomográfica em corte mediano (a) e sagital (b, c, d), sentido medial-lateral, com filtro ouvido interno e janela de pulmão (WW 1400; WL -500), do septo interorbital até a lateral esquerda. Área pontilhada: câmara maxilar; 1, septo interorbital; 2, concha nasal caudal; 3, concha nasal média; 4, cavidade nasal; 5, coana; 6, divertículo maxilar; 7, encéfalo; 8, concha nasal rostral; 9, divertículo infraorbital; 10, cavidade oral; 11, bulbo ocular; 12, narina. A linha tracejada delimita a câmara maxilar, enquanto a linha contínua delimita a cavidade nasal.

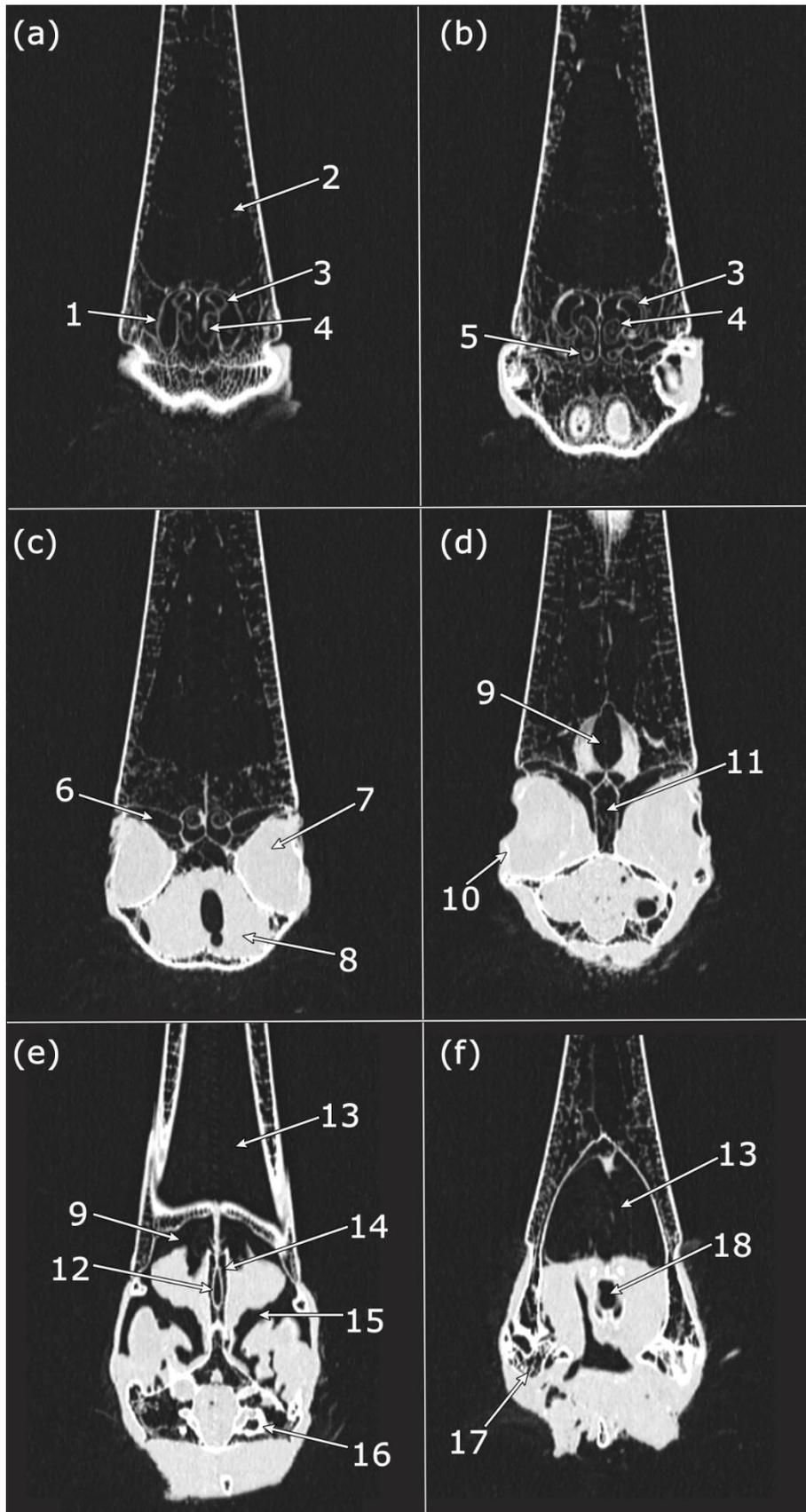


FIGURA 3 - Reconstrução tomográfica em corte horizontal (a - f), sentido dorsoventral, com filtro ouvido interno e janela de pulmão (WW 1400; WL -500), da cavidade nasal até a laringe. 1, cavidade nasal; 2, câmara maxilar; 3, concha nasal rostral; 4, concha nasal média; 5, concha nasal caudal; 6, fenestra

anterorbital; 7, bulbo ocular; 8, encéfalo; 9, divertículo maxilar; 10, ossículos esclerais; 11, septo interorbital; 12, fenda palatina; 13, cavidade oral; 14, osso palatino; 15, divertículo infraorbital; 16, labirinto ósseo; 17, osso quadrado; 18, glote.

Signature: Jair Costa Jr.
Jair Costa Jr. (Aug 24, 2021 18:21 ADT)

Email: jaircosta@unb.br

Signature: Líria Queiroz Hirano
Líria Queiroz Hirano (Aug 24, 2021 18:47 ADT)

Email: liriahirano@unb.br

BEATRICE_BARBOSA-Dissertação mestrado

Final Audit Report

2021-08-24

Created:	2021-08-24
By:	Marcelo Ismar Silva Santana (marceloismar@gmail.com)
Status:	Signed
Transaction ID:	CBJCHBCAABAABOwDHV59bffcDD8Q-5ogaY5NaOAuCmC0

History

-  Document created by Marcelo Ismar Silva Santana (marceloismar@gmail.com)
2021-08-24 - 8:08:56 PM GMT- IP address: 177.54.149.120
-  Document emailed to Jair Costa Jr. (jaircosta@unb.br) for signature
2021-08-24 - 8:12:32 PM GMT
-  Email viewed by Jair Costa Jr. (jaircosta@unb.br)
2021-08-24 - 8:45:16 PM GMT- IP address: 191.176.27.173
-  Document e-signed by Jair Costa Jr. (jaircosta@unb.br)
Signature Date: 2021-08-24 - 9:21:14 PM GMT - Time Source: server- IP address: 191.176.27.173
-  Document emailed to Liria Queiroz Hirano (lirahirano@unb.br) for signature
2021-08-24 - 9:21:16 PM GMT
-  Email viewed by Liria Queiroz Hirano (lirahirano@unb.br)
2021-08-24 - 9:37:41 PM GMT- IP address: 189.6.30.24
-  Document e-signed by Liria Queiroz Hirano (lirahirano@unb.br)
Signature Date: 2021-08-24 - 9:47:49 PM GMT - Time Source: server- IP address: 177.54.149.41
-  Agreement completed.
2021-08-24 - 9:47:49 PM GMT