

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ESTUDO ANATÔMICO E IMAGINOLÓGICO DOS ÓRGÃOS
CELOMÁTICOS DO TUCANO TOCO (*RAMPHASTOS TOCO* -
Müller,1776)**

JEANA PEREIRA DA SILVA

Botucatu, SP
2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**ESTUDO ANATÔMICO E IMAGINOLÓGICO DOS ÓRGÃOS
CELOMÁTICOS DO *TUCANO TOCO* (*RAMPHASTOS TOCO* -
Müller,1776)**

JEANA PEREIRA DA SILVA

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós-Graduação em
Animais Selvagens para obtenção do
título de Mestre.

Orientador: Prof Dr. Luiz Carlos
Vulcano

Botucatu, SP

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: LUCIANA PIZZANI-CRB 8/6772

Silva, Jeana Pereira da.

Estudo anatômico e imaginológico dos órgãos celomáticos do tucano *toco* (*Ramphastos toco* - Müller, 1776) / Jeana Pereira da Silva. - Botucatu, 2019

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Luiz Carlos Vulcano

Capes: 50501038

1. Ave. 2. Radiografia. 3. Tomografia. 4. Ultrassom. 5. Abdome.

Palavras-chave: Aves; Órgãos celomáticos; Radiografia; Tomografia computadorizada; Ultrassom.

Nome do Autor: **Jeana Pereira da Silva**

Título: ESTUDO ANATÔMICO E IMAGINOLÓGICO DOS ÓRGÃOS CELOMÁTICOS DO TUCANO TOCO (*RAMPHASTOS TOCO* - Müller, 1776)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano

Presidente e Orientador

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, FMVZ – UNESP, campus Botucatu

Prof^a. Dr^a. Sheila Canevese Rahal

Membro Titular

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária, FMVZ – UNESP, campus Botucatu

M.V. Dr^a. Danuta Pulz Doiche – Autônoma

Membro Titular

Data da defesa: 22 de Fevereiro de 2019.

Podemos acreditar que tudo que a vida nos oferecerá no futuro é repetir o que fizemos ontem e hoje. Mas, se prestarmos atenção, vamos nos dar conta de que nenhum dia é igual a outro. Cada manhã traz uma benção escondida; uma benção que só serve para esse dia e que não se pode guardar nem desaproveitar.

Se não usamos este milagre hoje, ele vai se perder.

Este milagre está nos detalhes do cotidiano; é preciso viver cada minuto porque ali encontramos a saída de nossas confusões, a alegria de nossos bons momentos, a pista correta para a decisão que tomaremos. Nunca podemos deixar que cada dia pareça igual ao anterior porque todos os dias são diferentes, porque estamos em constante processo de mudança.

Paulo Coelho

Agradecimentos

Com as experiências adquiridas no decorrer da vida, aprendemos a agradecer!! Agradecer por pequenas coisas, que um dia não foi considerada importante como chegar em casa e ter comida posta na mesa, ter um abraço dos seus pais, irmãos, amigos, ter com quem conversar todos os dias. Com o passar dos anos e com perdas que tive, aprendi a dar valor ao que antes considerava rotina. É por isso agradeço!!

A cada gesto de carinho e atenção que meus amigos e parentes me deram durante essa jornada até aqui!

Agradeço a Deus por ter me dado a vida e por permitir dela ainda desfrutar. Aos meus pais Joana (In Memoriam) e José (In Memoriam), sei o quanto lutaram e sofreram para sustentar a mim e meus irmãos, por mais difícil que seja seguir a vida sem vocês, sei que era o momento de partirem, que já tinham cumprido suas missões aqui na terra. Um dia nos encontraremos novamente. Agradeço por me ensinar a lutar honestamente para alcançar os meus objetivos, e a jamais desistir, independente do cansaço físico e mental.

À minha avó Bernardina ou apenas “vó Rosa” como gosta de ser chamada, que sempre esteve presente durante minha vida, me amparou nos momentos mais difíceis da minha infância e até hoje me acompanha. Te amo Vó.

Aos meus primos Andréia e Jose Nilton, que a bondade de vocês possa contagiar milhões de pessoas, obrigada por tudo.

Agradeço imensamente a quem não foi somente minha patroa, mas também minha amiga, mãe, companheira, Eliana Kawaguti, você me mostrou o caminho mais honesto que uma pessoa pode seguir e como você mesma sempre dizia “o conhecimento é a única coisa que ninguém jamais pode tirar de um ser humano”, obrigada por me ensinar, me direcionar e me obrigar a estudar nos momentos de cansaço, tudo valeu a pena.

Agradeço as minhas amadas professoras de Sinop que até hoje me acompanham Luanna Fasanelo, Paula Moreira e Kataoka, sou eternamente grata a vocês.

Aos meus irmãos, que por mais que não entendam o meu “jeito de viver” e minhas escolhas, me deixaram criar asas!. Aos meus sobrinhos e sobrinhas por entenderem minha ausência. Obrigada a minha “grande família”. E claro as minhas irmãs gêmeas do coração Dani Schorr e Lêle por mais que estejamos distantes, o amor e amizade jamais acabará.

Aos meus grandes amigos de Sinop, em especial David, Ricardo, Admilson, Liliani, Paty, Jéh, sou grata e muito feliz, mesmo distante, cada vez que retorno, tudo fica como antes, nada mudou. Obrigada por todo apoio de sempre.

Sou grata a minha família “Botucuda”!

Purê, obrigada por tudo! Obrigada por me receber, me ajudar, por me visitar no meu “castelinho” de Rubião, não foi uma fase fácil, mas você esteve presente, gesto que jamais esquecerei, obrigada!

Maria, obrigada por estar sempre ao meu lado, por mais que sejamos tão diferentes, nos acertamos, nos ajudamos, você é uma irmã para mim.

Danuta, obrigada pelo exemplo de pessoa e de profissional, pelas conversas, apoios e incentivos, obrigada por me amparar nos momentos de desespero.

Will, Fer, Michelin, Ixix, Xtelinha, Talitis, Michel, Jéssica, Joshua, Lidis, Rafha, Kapi e Mari, obrigada meus amores por tudo, todas as risadas, conversas, desesperos, pelos churras que tanto amamos, sou muito feliz com vocês. “Viva ao RadioCempas”!!

Agradeço imensamente ao meu Orientador Luiz Carlos Vulcano, que me aguentou desde meu estagio aqui em Botucatu, me incentivou, me ensinou, obrigada pela oportunidade de realizar o mestrado, pela confiança e compreensão, muito obrigada pela paciência.

Agradeço a professora Jaqueline Mamprim, obrigada por ser essa pessoa maravilhosa que és, obrigada por sempre se preocupar comigo, estar ao meu lado sempre.

Agradeço à professora Sheila Rahal que mesmo não sendo minha orientadora, está sempre presente, me ajudando em tudo que precisei e preciso, muito grata pela atenção e carinho.

Ao Tecnólogo Heraldo, obrigada pela paciência de sempre, seus ensinamentos foram fundamentais para realização do meu trabalho. Também agradeço aos técnicos João e Mauricio, por sempre me ajudarem em tudo que precisei.

Agradeço a equipe CEMPAS, todos os residentes em especial Luna, Rafael e Mariana, Ramiro e aos professores Sheila Rahal e Carlos Teixeira, obrigada por me deixarem fazer parte dessa equipe maravilhosa.

Agradeço à pós-graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu (FMVZ – UNESP Botucatu), por disponibilizar todos os recursos necessários para a realização desta pesquisa, e em especial ao Setor de Radiologia Animal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro por meio da Bolsa de Mestrado concedida.



GRATIDÃO.

SÚMÁRIO

RESUMO-----	10-
ABSTRACT-----	11-
CONSIDERAÇÕES INICIAIS-----	12-
TRABALHO CIENTÍFICO I-----	14-
Resumo-----	15-
Introdução-----	16-
Material e métodos-----	17-
Animais-----	17-
Exames de Imagem-----	17-
Tomografia Computadorizada-----	17-
Raios X-----	18-
Avaliação das Imagens-----	18-
Análise Estatística-----	18-
Resultados e Discussão-----	19-
Referências-----	30-
TRABALHO CIENTÍFICO II-----	32-
Resumo-----	33-
Introdução-----	34-
Material e métodos-----	35-
Amostra Populacional-----	35-
Exames Ultrassonográfico-----	35-
Análise Histológica-----	36-
Análise Estatística-----	37-
Resultados e Discussão-----	37-
Referências-----	44-

TRABALHO CIENTÍFICO III-----	46-
Resumo-----	47-
Introdução-----	48-
Material e métodos-----	49-
Seleção dos Animais-----	49-
Aquisição de Imagens-----	50-
Análise Estatística-----	51-
Resultados e Discussão-----	51-
Conclusão-----	55-
Referências-----	55-
REVISÃO DE LITERATURA-----	61-
As aves-----	61-
Ramphastos toco-----	61-
Características-----	61-
Comportamento-----	62-
Habitat-----	62-
Anatomia aviária-----	64-
Sistema Cardiorrespiratório-----	64-
Sistema Digestório-----	71-
Sistema Renal-----	74-
Baço-----	75-
Exame de Imagem-----	75-
Radiografia-----	76-
Tomografia Computadorizada-----	76-
Ultrassonografia-----	77-
Referências-----	78-

SILVA, J.P. **Estudo anatômico e imaginológico dos órgãos celomáticos do *Ramphastos toco* - Müller, 1776**. 2019. 88p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

RESUMO -GERAL

A obtenção de diagnóstico clínico em aves é um desafio, porque geralmente os sinais clínicos são inespecíficos e o exame físico é muito limitado por fatores fisiológicos e anatômicos em comparação aos mamíferos domésticos. Embora os exames de imagem possam ser de grande auxílio no diagnóstico *ante-mortem* das aves, justamente por serem métodos rápidos e não invasivos, os aspectos dos órgãos celomáticos nos exames de imagem são pouco valorizados na literatura. Portanto esse estudo teve por objetivo descrever e analisar os aspectos radiográfico, tomográfico e ultrassonográfico das estruturas celomáticas dos *Ramphastos toco*. Foram analisadas e descritas as imagens da porção final da traqueia, siringe, brônquios, pulmões, coração, proventriculo, ventrículo, alças intestinais, vesícula biliar, fígado, e baço de 15 exemplares de tucanos toco (*Ramphastos toco*), adultos (machos e fêmeas) e hípidos. Cada uma das técnicas usadas permitiu a avaliação dos órgãos celomáticos, no entanto, alguns exames se mostraram mais eficientes na avaliação de determinados órgãos e sistemas do que os outros. O sistema cardiovascular foi melhor avaliado pelo exame radiográfico. O sistema respiratório inferior foi melhor caracterizado pelo exame tomográfico, e o sistema digestório foi melhor avaliado pelo exame ultrassonográfico.

Palavras-chaves: aves, órgãos celomáticos, radiografia, tomografia computadorizada, ultrassom.

SILVA, J.P. **Anatomical and imaging studies of the coelomic cavity organs of *Ramphastos toco* - Müller, 1776.** 2019. 88p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

ABSTRACT

To obtain clinical diagnosis in birds is a challenge because clinical signs are usually non-specific and the physical examination is very limited by physiological and anatomical factors compared to domestic mammals. Although the imaging exams can be of great assistance in the ante-mortem diagnosis of birds, because are fast and non-invasive method, the appearance of the celoma organs in the imaging examinations is little valued in the literature. Therefore, this study aimed to describe and analyze the radiographic, tomographic and ultrasonographic aspects of the celomic structures of the *Ramphastos toco*. The images of the end portion of the trachea, syrinx, bronchi, lungs, heart, proventriculus, ventricle, intestinal loops, gallbladder, liver, kidneys and cloaca of 15 specimens of toucan toucan (*Ramphastos toco*), adults (male and female). and healthy. Each of the techniques used allowed evaluation of the celoma organs, however, some tests were more efficient in evaluating certain organs and systems than the others. The cardiovascular system was better evaluated by radiographic examination. The lower respiratory system was better characterized by computed tomography examination, and the digestive system was better evaluated by ultrasonographic examination.

Keywords: birds, celoma organs, radiography, computed tomography, ultrasound.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O número de atendimento de aves em clínicas veterinárias tem aumentado nos últimos tempos, devido a fatores como a destruição do habitat natural, pela agropecuária ou desenvolvimento urbano, e pelo uso indiscriminado dos recursos biológicos, incluindo a caça e a captura ilegal. Por este motivo, torna-se primordial possuir maior conhecimento das peculiaridades anatômicas e fisiológicas dessas espécies de forma a auxiliar na manutenção e preservação.

Os estudos anatômicos topográficos das estruturas celomáticas das aves são de suma importância, pois auxiliam a interpretação do exame radiográfico ao facilitar a localização dos órgãos e possibilitar a detecção de desordens patológicas. Entretanto estudos caracterizando a normalidade destes órgãos celomáticos por meio dos exames de diagnóstico por imagem nas aves são escassos, em especial os das espécies do gênero *Ramphastos*.

O que se observa é que o diagnóstico por imagem é subutilizado no diagnóstico clínico das doenças de aves no cenário nacional, consequentemente a literatura nacional é escassa, pois poucos profissionais radiologistas se dedicam ao estudo anatômico desses animais.

Avaliações radiológicas são ferramentas úteis para avaliação dos órgãos celomáticos e podem auxiliar no diagnóstico de pacientes com sinais inespecíficos, como letargia persistente, perda de peso, leucocitose ou enzimas hepáticas elevadas.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva fazer uma avaliação descritiva dos órgãos celomáticos de tucanos tendo a fim de fornecer referências de normalidade desses por meio dos exames radiográfico, tomográfico e ultrassonográfico.

A primeira parte aborda os artigos científicos produzidos a partir dos dados coletados do tema proposto para o projeto de pesquisa. Neste capítulo, serão apresentados três artigos originais.

O primeiro artigo foi desenvolvido com ênfase na descrição anatômica do sistema cardiorrespiratório dos tucanos por meio dos exames tomográfico e radiográfico. O segundo teve por objetivo avaliar o trato gastrointestinal dos tucanos utilizando o ultrassom como método de imagem e o terceiro artigo enfatizou os exames de raios X e ultrassom na avaliação do fígado, vesícula biliar e baço.

Na segunda parte da dissertação é apresentada a revisão da literatura, no geral estão abordados os principais temas relacionados ao projeto de pesquisa como: A anatomia dos órgãos celomáticos das aves detalhando alguns pontos importantes para o desenvolvimento do trabalho para obter um comparativo com a anatomia dos tucanos; os exames de imagens utilizados na pesquisa abordando as funcionalidades básicas e indicações como modalidades diagnósticas.

Trabalhos Científicos

Trabalho a ser enviado para: Anatomia, Histologia, Embryologia

Artigo Original

School of Veterinary Medicine and Animal Science, Sao Paulo State University,
Botucatu, Brazil

**Características tomográficas e radiográficas do sistema cardiorrespiratório de
tucanos toco hígidos (*Ramphastos toco* - Müller,1776).**

**Radiography and Computed tomography of the cardiorespiratory
system in toco toucans (*Ramphastos toco* - Müller,1776).**

**J. P. Silva^{1*}, M.C.R. Castiglioni¹, R. N. D. Neto¹, D. P. Doiche¹, S. C. Rahal², M. J.
Mamprim¹, L. C. Vulcano¹**

Addresses of authors:

¹ School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP - São Paulo State
University, PO Box 560, Rubião Junior s/n, Botucatu, SP, Brazil, 18618-970;

² Department of Veterinary Surgery and Anesthesiology, School of Veterinary Medicine
and Animal Science, São Paulo State University (Unesp), Botucatu, Brazil

*Correspondence:

Tel.: +55 14 996969032

Fax: +55 14 38802130

E-mail: je_jeana@hotmail.com

jeanasilva@fmvz.unesp.br

With 4 figures and 2 table

Resumo

As aves são predispostas a diversas doenças cardiorrespiratórias, semelhante aos mamíferos, entretanto, o exame físico é limitado por vários fatores fisiológicos e anatômicos em comparação aos mamíferos domésticos. Essas causas dificultam a avaliação cardiorrespiratória e o diagnóstico de alterações principalmente em estágios iniciais ou leves.

As modalidades de imagem podem agregar informações importantes para o diagnóstico das doenças cardiorrespiratórias nas aves e no sentido de ampliar o auxílio dessas modalidades, no presente estudo objetivou-se analisar e descrever as particularidades de anatomia radiográfica e tomográfica do sistema cardiorrespiratório de tucanos *toco*. Foram realizados exames de imagem tomográfica (TC) e radiográfica (RX) da cavidade celomática de 15 exemplares de *Ramphastos toco*, adultos (machos e fêmeas), hígidos, com peso médio de aproximadamente 650 gramas sob contenção química (sedação). Nas imagens radiográficas a silhueta cardíaca foi facilmente avaliada, sendo possível mensurar o comprimento e a largura cardíaca. A correlação entre a largura do coração e o celoma não foi detectada, mas foi possível caracterizar facilmente a traquéia nas imagens radiográficas e tomográficas, enquanto a siringe e os brônquios primários só foram passíveis de caracterização nas imagens tomográficas. Os brônquios secundários e os parabronquios não foram facilmente caracterizados. Os pulmões foram melhor definidos na avaliação tomográfica, embora tenham sido visibilizados também na imagem radiográfica. Em ambas as modalidades de imagem, os sacos aéreos foram identificados devido ao seu conteúdo gasoso, mas não foi possível definir as paredes dos sacos aéreos. Em geral, a realização dos exames RX e TC em aves não é considerada um procedimento complexo, podendo ser facilmente aplicado na

rotina clínica de animais selvagens. Considerando que as estruturas que não foram identificadas ao RX, foram facilmente caracterizadas nas imagens de TC, pode-se dizer que estes exames se complementam e que a TC é indicada nos casos em que não são observadas alterações radiográficas significativas, mas possuem sinais clínicos sugestivos de pneumonia, aerossaculite, entre outros.

PALAVRAS-CHAVES: Aves, Coração, Pulmão, Sacos aéreos, Raios X, Tomografia computadorizada.

INTRODUÇÃO

O sistema cardiorrespiratório das aves apresenta algumas diferenças anatômicas em relação aos mamíferos como a mineralização dos anéis traqueais, volume pulmonar constante, presença da siringe e dos sacos aéreos (König *et al.*, 2016). Os sacos aéreos apresentam suma importância na respiração das aves, possuindo função semelhante ao diafragma de mamíferos (Fitzgerald, 1969). Devido ao fato de serem parcialmente conectados com as costelas, os sacos aéreos se expandem e contraem de acordo com o movimento das mesmas, permitindo a movimentação do ar no pulmão (Bezuidenhout, 2005; Bretz e Schmidt-Nielsen, 1971).

A respiração das aves pode ser dividida em quatro fases (dois ciclos inspiratórios e dois ciclos expiratórios) em que as fases I e III são executadas durante a inspiração e as fases II e IV são executadas simultaneamente durante a expiração, permitindo ventilação contínua do parênquima pulmonar, tanto durante a inspiração como na expiração (Konig e Liebich, 2001).

Semelhante aos mamíferos, as aves estão predispostas a diversas doenças cardiorrespiratórias (Krautwald-Junghanns *et al.*, 2004; Marietto-Gonçalves *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2008; Pees e Krautwald-Junghanns, 2009). Entretanto, o exame físico torna-se limitado por vários fatores fisiológicos e anatômicos em comparação aos mamíferos domésticos, dificultando a avaliação cardiorrespiratória e detecção de alterações em estágios iniciais ou leves (Krautwald-Junghanns *et al.*, 1993). O exame radiográfico (RX) é uma ferramenta de suma importância para avaliação do sistema cardiorrespiratório em aves, além de ser um método de diagnóstico rápido e não invasivo para diagnóstico *ante-mortem* (Krautwald-Junghanns *et al.*, 1993; Hanley *et al.*, 1997; Newell *et al.*, 1997; Straub *et al.*, 2002; Graham, 2004; Barbon *et al.*, 2010; Bortolini *et al.*, 2013; Velayati, *et al.*, 2015).

O contraste ocasionado pela presença de ar nos sacos aéreos facilita a avaliação dos órgãos na cavidade celomática, porém para isso é necessário o conhecimento do tamanho e posição dos órgãos de aves saudáveis, sendo uma avaliação subjetiva, a adequada avaliação depende da experiência do radiologista (Straub *et al.*, 2002; Rettmer *et al.*, 2011).

Ademais, usualmente são comparadas a anatomia derivada da radiologia de mamíferos, no entanto há uma grande diferença entre anatomia aviária e de mamíferos, principalmente relacionada ao sistema respiratório. Diante do exposto, e considerando diferenças anatômicas existentes entre espécies aviárias, o objetivo dessa pesquisa foi descrever a anatomia normal do sistema cardiorrespiratório por meio dos exames radiográfico e tomográfico de tucanos toco (*Ramphastos toco*) hígidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Foram utilizados 15 exemplares vivos, adultos de *Ramphastos toco* com peso médio de aproximadamente 650 gramas, oriundos de apreensão pela Polícia Ambiental e mantidos por tempo provisório no Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS, UNESP, Botucatu-SP) em recinto amplo, coletivo e com área de cambiamento.

Todas as aves utilizadas neste estudo foram consideradas saudáveis baseando-se nos exames físico, hemograma, função renal e hepática, além de não apresentarem sinais de doença cardiorrespiratória. Foi instituído jejum alimentar de aproximadamente três horas.

Este estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes para o cuidado e uso de animais de laboratório, sendo aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de

Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP de Botucatu (nº 039/2017) e o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO 57406)

Exames de Imagem

Os exames de imagem foram realizado por contenção química, utilizando associação de ketamina (20mg/kg) e midazolam (2mg/kg) por via intravenosa. Foi inicialmente realizado o exame tomográfico (TC) e na sequência o exame radiográfico (RX), aproveitando uma única contenção química.

Tomografia computadorizada

Para a aquisição das imagens foi utilizado o aparelho tomográfico helicoidal SCT-7800 TC (Shimadzu; Kyoto, Japão). O protocolo de aquisição foi de 120kVp, 100mA (pitch 1,5 com incremento de 1mm e tempo de rotação do tubo de 1 segundo), com campo de visão (FoV) de 350x350mm e usando janela de tecidos moles e pulmonar. A espessura de corte foi de 1mm com inicio na região cranial a entrada da cavidade celomática até a cloaca. As aves foram posicionadas em decúbito dorsal com os membros pélvicos relaxados e as asas estendidas lateralmente por fita adesiva. Foi realizado o topograma para localização dos cortes, demarcando os limites cranial e caudal das aquisições das imagens definitivas (axiais). Após, as imagens tomográficas foram transferidas para o software Voxar-3D (Barco; Edinburgh, Escócia) para a reconstrução de imagens multiplanares (MPR) em planos sagital e dorsal.

Exame Radiográfico

A aquisição das imagens radiográficas foi realizada utilizando aparelho de radiografia digital direto (DR-F; GE Health Care Unit, Brasil) com técnica de 45 kV, 200mA, 5mAs e foco grosso. Foram obtidas as projeções lateral direita e ventrodorsal,

com colimação para cavidade celomática. Na projeção ventrodorsal as aves foram posicionadas em decúbito dorsal com as asas estendidas lateralmente e as pernas estendidas caudalmente em uma posição simétrica, já para a projeção lateral, estas foram posicionadas em decúbito lateral direito e esquerdo, com as asas estendidas dorsalmente e sobrepostas e as pernas estendidas caudalmente, assegurando que ambas as cabeças femorais estivessem sobrepostas.

Avaliação das imagens

Tanto as imagens tomográficas como radiográficas foram analisadas por meio de ferramentas de mensuração do sistema PACS (Synapse, Fuji Medical System, Tokyo, Japan), sendo os sacos aéreos, pulmão e coração localizados e seu aspecto radiográfico e tomográfico avaliado de acordo com a literatura disponível em outras espécies aviárias (McLelland, 1990; Baumel *et al.*, 1993; Veladiano *et al.*, 2016; Casteleyn *et al.*, 2017).

Foram também realizadas as mensurações da silhueta cardíaca nas imagens radiográficas, por três radiologistas experientes, obtendo-se o comprimento do coração (CC) da base ao ápice, a largura do coração (LC) na região biatrial e a largura máxima da cavidade celomática (LCCe) (Figura 1, 2 (B)) seguindo protocolos já estabelecidos (Hanley *et al.*, 1997; Newell *et al.*, 1997; Krautwald-Junghanns *et al.*, 1993; Straub *et al.*, 2002; Barbon *et al.*, 2010; Velayati, *et al.*, 2015;).

Análise estatística.

Foram realizadas usando o programa computacional GraphPad Prism v.7.00 para Windows (GraphPad Software, San Diego, CA), considerando valor $P < 0.05$. As variáveis LC e LCCe foram inicialmente submetidas à análise de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e à análise descritiva, obtendo-se Média, Desvio padrão (DP), Intervalo de confiança 95% (IC 95%), valor mínimo e máximo. Posteriormente as variáveis foram submetidas ao teste de correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tucanos pertencem à ordem Piciformes, família Ramphastidae, e gênero *Ramphastos* (IUCN Red List of Threatened Species, 2016). Segundo Worell (2009) o gênero *Ramphastos*, possui aproximadamente 42 espécies, dentre elas o *Ramphastos toco*. Popularmente conhecida como tucano toco é considerada a maior espécie dentro deste gênero (Höfling, 1995). Os tucanos são espécies aviárias de curta a média longevidade em cativeiro, sendo que o tucano toco é uma das espécies de Ramphastideos mais comuns e que vivem apenas em torno de 20 anos nessas condições (Cornelissen e Ritchie, 1994). Como as demais espécies de animais silvestres, devido ao estresse do cativeiro, os tucanos tornam-se mais suscetíveis a aquisição de doenças e desordens, entretanto, estudos anatomofisiológicos desta espécie ainda são escassos, gerando um déficit de literatura que auxilie o diagnóstico e tratamento (Cornelissen e Ritchie, 1994).

Embora o coração aviário seja similar ao de mamíferos, ele também apresenta certas peculiaridades morfológicas (McLelland, 1990). No presente trabalho, o coração do tucano toco se apresentou como uma estrutura ovalada localizada na porção cranioventral da cavidade celomática, possuindo íntimo contato com os pulmões em seu aspecto dorsal e com o esterno no seu aspecto ventral, estendendo-se da 2ª a 5ª costela e apresentando um ápice ligeiramente voltado à esquerda (Figura 1, 2). A topografia e morfologia observadas no RX e TC são semelhantes aos descritos na literatura e estão dentro do padrão esperado nas aves (Figura 1 a 4) (Pees e Krautwald-Junghanns, 2009; Cubas *et al.*, 2014).

Diferentemente dos mamíferos, as aves não possuem diafragma e o ápice cardíaco é circundado pelos lobos hepáticos resultando na sobreposição da silhueta cardíaca e hepática no exame radiográfico (McLelland, 1990; Farrow, 2009). Essa

sobreposição dificulta a delimitação caudal da silhueta cardíaca, e por este motivo, muitos radiologistas consideram difícil ou impraticável a mensuração do comprimento cardíaco pela projeção lateral (Hanley *et al.*, 1997; Straub, *et al.*, 2002; Lumeij *et al.*, 2011). Neste trabalho, devido ao tipo de aparelho utilizado e a obtenção de contraste necessário com ferramentas de manipulação dadas pelo software foi possível a identificação do ápice cardíaco.

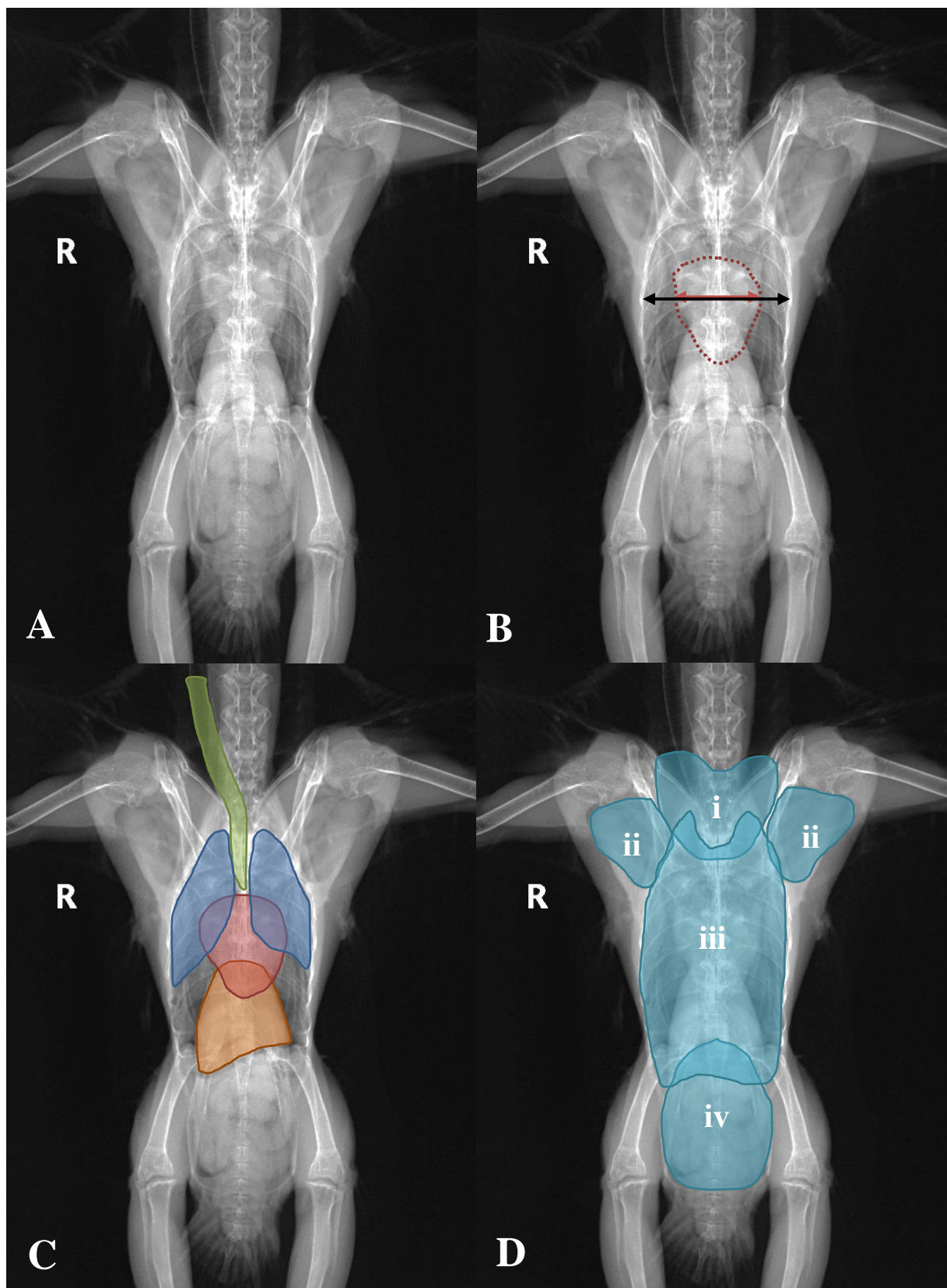


Figura 1. Imagens radiográficas da cavidade celomática de tucano toco (*Ramphastos toco*), projeção ventrodorsal (A-D). B) Determinação da espessura da silhueta cardíaca (seta vermelha) e da cavidade celomática (seta preta). C) Delimitação da traqueia (verde), pulmões (azul escuro), silhueta cardíaca (vermelho) e hepática (laranja). D) Delimitação dos sacos aéreos (azul claro), sendo: i, cervical; ii, clavicular; iii, torácico; e iv, abdominal.

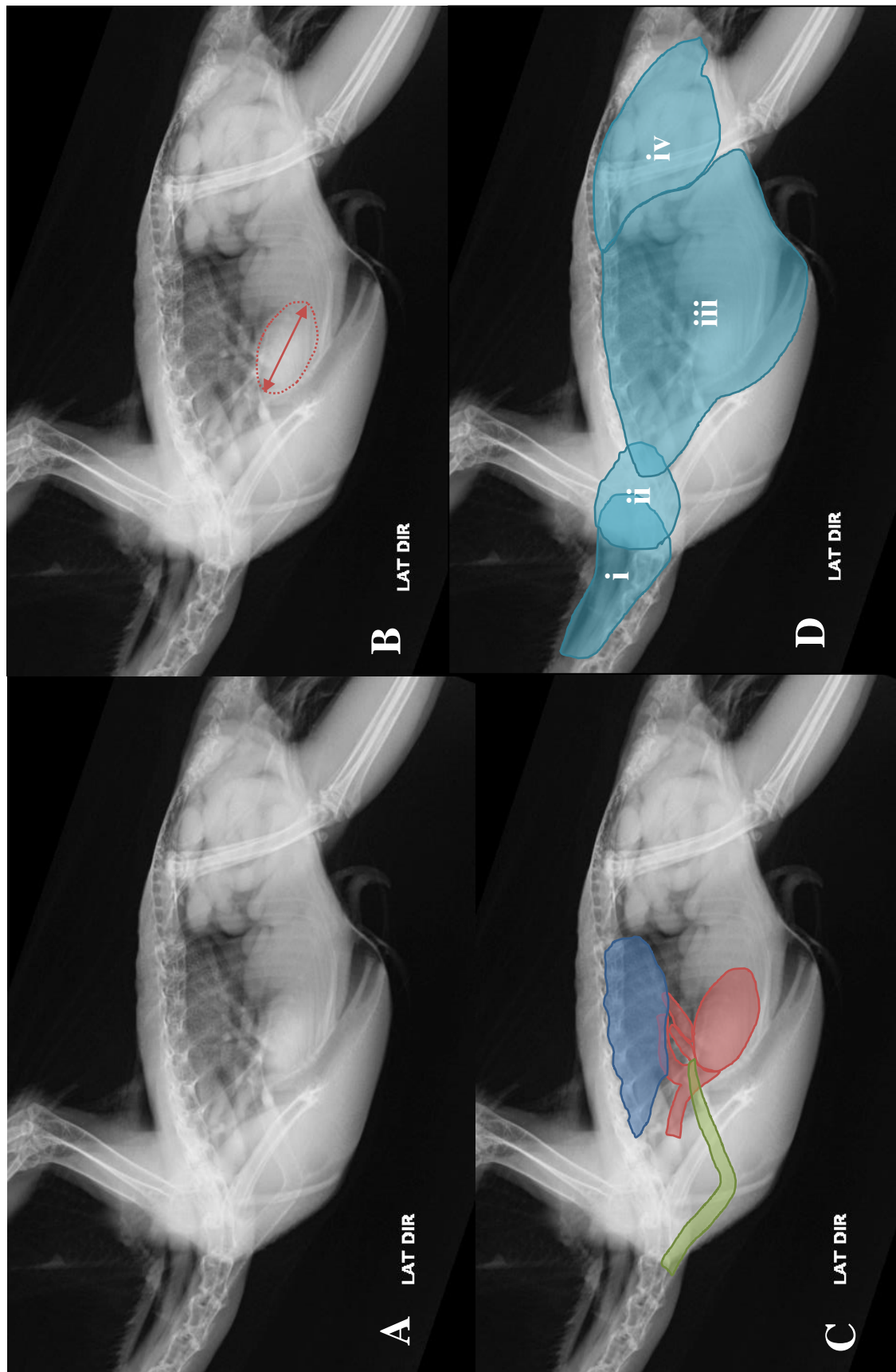


Figura 2. Imagens radiográficas da cavidade celomática de tucano toco (*Ramphastos toco*), projeção lateral direita (A-D). B) Determinação do comprimento da silhueta cardíaca (seta vermelha). C) Delimitação da traqueia (verde), pulmões (azul escuro), silhueta cardíaca (vermelho) e hepática (laranja). D) Delimitação dos sacos aéreos (azul claro), sendo: i, cervical; ii, clavicular; iii, torácico; e iv, abdominal.

Como nas demais espécies aviárias (Smith *et al.*, 1990), foi possível observar nos tucanos toco que pela projeção ventrodorsal essa “junção fígado-coração” possui um formato semelhante a uma “ampulheta” (Figura 1). Segundo Schmidt e colaboradores (2003) alterações no tamanho cardíaco ou hepático podem resultar na mudança desta silhueta, ou pela evidenciação ou diminuição da “ampulheta”. Entretanto, considerando a grande variedade de espécies aviárias, a ausência desse formato não indica necessariamente alterações cardíacas ou hepáticas (Pees e Krautwald-Junghanns, 2009). Algumas espécies aviárias, como grandes galináceos não possuem esse formato mesmo em condições normais, tornando necessários outros métodos de análise como a correlação do tamanho cardíaco com a cavidade celomática (Smith, 1997).

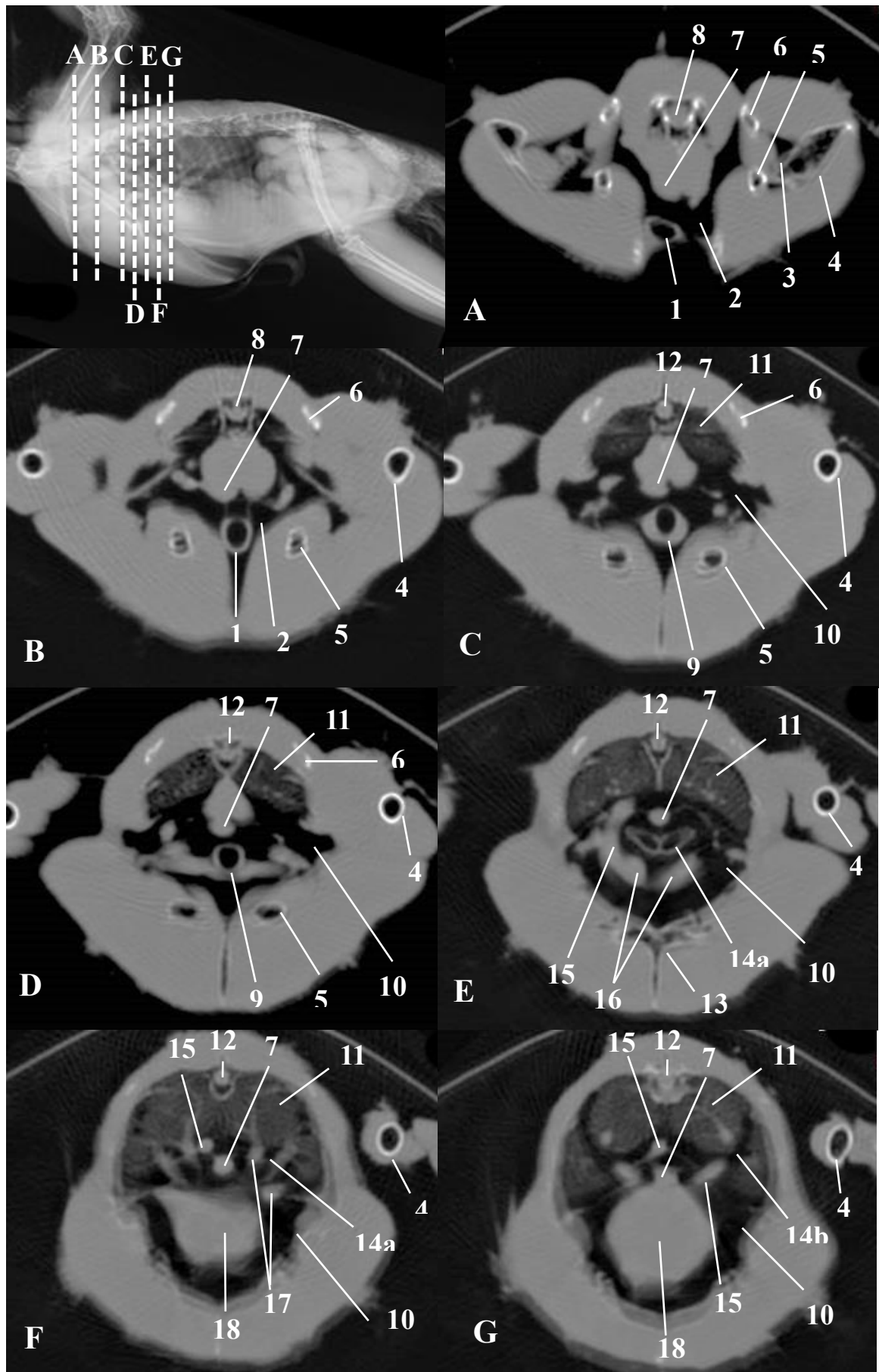


Figura 3. Imagens tomográficas no corte transversal da cavidade celomática de tucano toco (A-G); 1, traqueia; 2, saco aéreo cervical; 3, saco aéreo clavicular; 4, úmero; 5, coronóide; 6, escápula; 7, esôfago; 8, coluna vertebral cervical; 9, siringe; 10, saco aéreo torácico; 11, pulmão; 12, coluna vertebral torácica; 13, esterno; 14, brônquio primário extrapulmonar (a) e intrapulmonar (b); 15, aorta; 16, veia cava cranial; 17, tronco pulmonar; 18, coração.

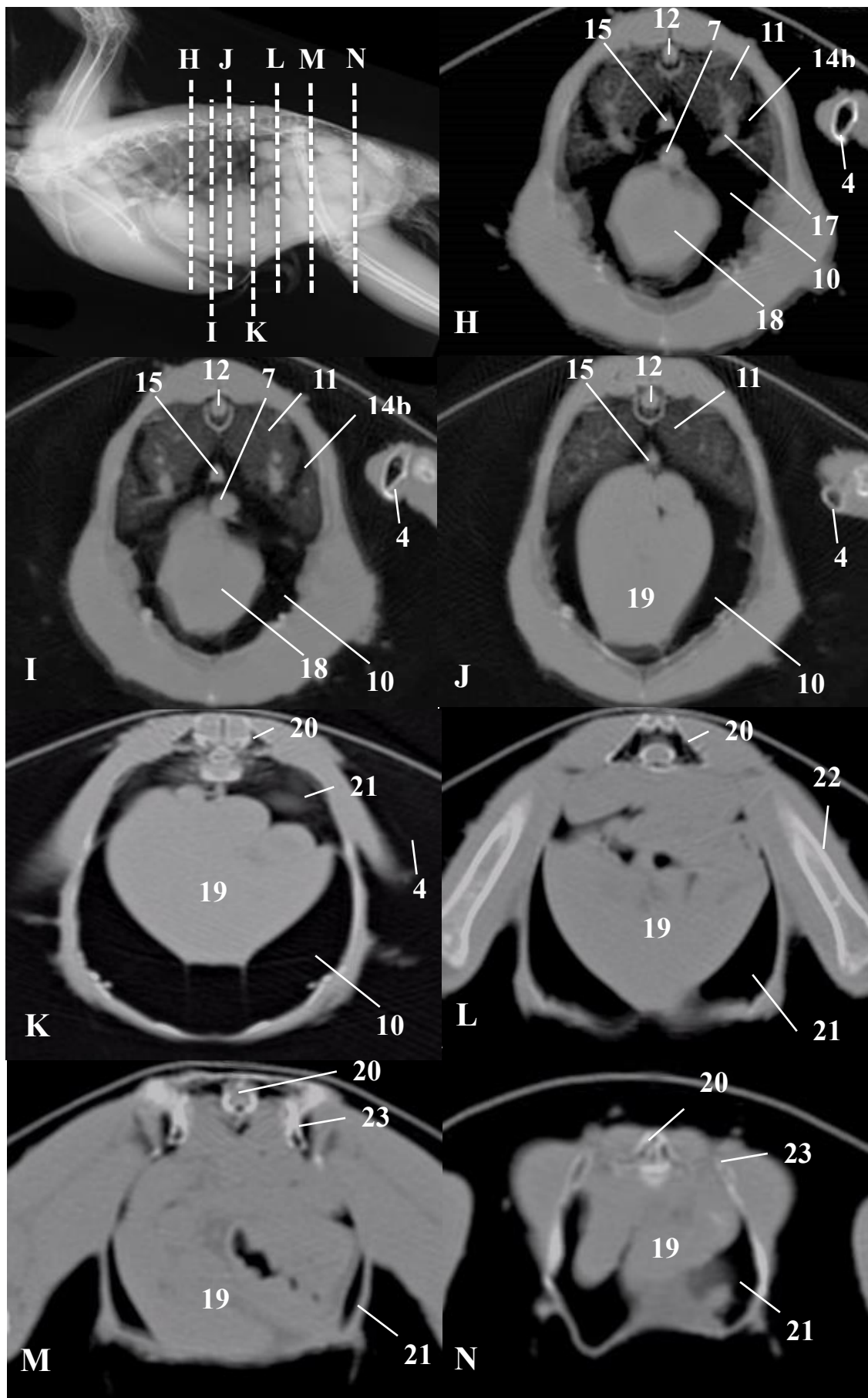


Figura 4. Imagens tomográficas no corte transversal da cavidade celomática de tucano toco (H-N); 4, úmero; 7, esôfago; 10, saco aéreo torácico; 11, pulmão; 12, coluna vertebral torácica; 14, brônquio primário intrapulmonar (b); 15, aorta; 17, tronco pulmonar; 18, coração; 19, fígado, baço, trato gastrointestinal e genitourinário; 20, sinsacro; 21, saco aéreo abdominal; 22, fêmur; 23, pelve.

Em algumas espécies aviárias, por meio do RX, correlaciona-se o comprimento e a largura do coração ao comprimento do esterno e a largura da cavidade celomática para avaliar as dimensões cardíacas (Figura 1, 2) (Hanley *et al.*, 1997; Straub *et al.*, 2002; Barbon *et al.*, 2010; Velayati *et al.*, 2015). No presente trabalho, obteve-se um comprimento de 23,76 +/- 2,91 mm da silhueta cardíaca (Tabela 1), no entanto, foi difícil definir o limite cranial do esterno, impossibilitando uma mensuração acurada e a sua correlação com a silhueta cardíaca. A LC e LCCe foram facilmente mensuradas e ambas as variáveis apresentaram distribuição normal (Tabela 1). Entretanto, diferentemente do observado em algumas espécies de coruja, falcão, papagaios, periquitos e gansos, não foi possível observar correlação significativa entre elas (valor $P > 0,05$) (Hanley *et al.*, 1997; Straub *et al.*, 2002; Barbon *et al.*, 2010; Velayati *et al.*, 2015). Uma possível explicação para esta diferença, embora sem comprovação, poderia estar relacionada ao fato do tucano toco ser uma espécie de ave com hábitos completamente diferentes das aves previamente estudadas pela literatura. Essa diferença poderia resultar em alterações anatômicas significativas, explicando na ausência da correlação entre LC:LCCe.

Tabela 1 – Análise descritiva do comprimento e largura da silhueta cardíaca e da largura da cavidade celomática de 15 tucanos tocos (*Ramphastos toco*) hígidos

	CC (mm)	LC (mm)	LCCe (mm)
Mínimo	19,65	20,74	44,48
Máximo	27,72	28,93	55,56
Média	23,76	25,94	48,87
DP	2,08	2,259	2,774
IC 95%	22,50 – 25,02	25,03 – 26,85	47,75 – 49,99

Sendo: CC, comprimento do coração LC, largura do coração; LCCe, largura da cavidade celomática; DP, desvio padrão; IC 95%, intervalo de confiança 95%

Semelhante aos mamíferos, o coração aviário recebe o sangue pela veia cava e as veias pulmonares e o envia pela aorta e artérias pulmonares. O tronco pulmonar surge do ventrículo direito, dividindo-se logo em seguida nas artérias pulmonares direita e esquerda, que posteriormente se dividem dentro do pulmão e que possuem curso independente à árvore brônquica (König *et al*, 2016). Por sua vez a aorta se origina do ventrículo esquerdo, e devido a ausência de diafragma, a aorta descendente não é dividida entre os componentes torácicos e abdominais, curvando-se para a direita e não para o lado esquerdo como nos mamíferos (König *et al*, 2016). Neste trabalho os grandes vasos e tronco pulmonar foram facilmente caracterizados, tanto no RX quanto na TC (Figura 2 a 4), semelhante ao descrito por Veladiano e colaboradores (2016).

Antes deste trabalho, não existiam relatos do aspecto radiográfico e tomográfico do sistema respiratório inferior em tucanos. Semelhante as demais espécies aviárias, o sistema respiratório inferior do tucano toco é composto pela traquéia, siringe, brônquios, parabônquios, pulmão e sacos aéreos. Nas imagens de TC e RX a traqueia foi identificada ventral ao esôfago, fazendo uma curva com formato de “V” imediatamente na entrada do tórax (Figura 2), que se apresentou desviada lateralmente para a direita na projeção radiográfica ventrodorsal (Figura 1). Em 1997, Newell e colaboradores descreveram o mesmo trajeto e em 1986, King já havia relatado que em algumas espécies de aves a traqueia forma uma curva antes da entrada do tórax, devido ao seu maior comprimento em relação ao pescoço. A traqueia, no tucano toco, bifurca-se ao nível da 3ª vértebra torácica, dando origem à parte extrapulmonares dos brônquios primários direito e esquerdo. Segundo König *et al* (2016) as aves possuem mineralização dos anéis traqueais, o que pôde ser observado no RX mas não na TC (Figura 1 a 3).

Por sua vez, na TC foi possível identificar a siringe, estrutura não caracterizada no RX (Figura 3). De acordo com McLelland (1990) a siringe é o órgão responsável pela vocalização e canto nas aves, sendo composta basicamente por cartilagens, membranas vibratórias e músculos. Nas imagens radiográficas essa estrutura provavelmente não foi identificada devido a sua composição associado a sobreposições regionais. Na TC a siringe é caracterizada como uma região de espessamento focal da parede da traqueia, localizada cranialmente à bifurcação traqueal (Figura 3).

A traqueia bifurca nos brônquios primários que seguem para os pulmões e são divididos em parte extrapulmonar e intrapulmonar (Tullyo, 2009). No RX não foi possível caracterizar a bifurcação e os brônquios primários, no entanto, foi possível caracteriza-las na TC, sendo observada a porção extrapulmonar dos brônquios primários penetrando os pulmões no aspecto ventromedial, originando a porção intrapulmonar (Figura 3). A porção intrapulmonar do brônquio primário apresenta parede delgada e de difícil caracterização em relação a porção extrapulmonar, com trajeto inicialmente adjacente aos vasos pulmonares, como relatado na literatura (Nickel *et al.*, 1977). Cada brônquio primário se estende até a borda caudal do pulmão originando quatro grupos de brônquios secundários que suprem partes específicas do pulmão e originam posteriormente os parabronquios (McLelland, 1990). Neste trabalho não foi possível delimitar os brônquios secundários e os parabronquios, embora tenha sido possível observar nas imagens de TC diminutas áreas circulares radiolucidas mal definidas entremeadas ao parênquima pulmonar (Figura 3, 4). Esta dificuldade de delimitação pode estar associada às limitações do aparelho tomográfico utilizado associado ao fato que os parabronquios apresentam um diâmetro entre 0,5 a 2mm (Schummer, 1973; King e McLelland, 1975).

No RX os pulmões foram observados no aspecto dorsocranial da cavidade celomática pela projeção lateral, do nível da 1ª costela ao aspecto cranial da silhueta renal (Figura 2). Na projeção ventrodorsal foi localizada lateralmente a silhueta cardíaca, estendendo-se da 1ª a 5ª costela (Figura 1). O parênquima pulmonar apresenta-se como uma região de limites mal definidos e de aspecto reticulado com padrão de “favo de mel”, sendo esta aparência oriunda da combinação da densidade dos tecidos moles regionais, brônquios e parabronquios preenchidos por ar (McMillan MC, 1986; Tully e Harrison, 1994). Em comparação à cães, o parênquima pulmonar do tucano toco apresentou uma trama mais evidente, dando um aspecto de maior radiopacidade (Figura 1). Uma possível explicação seria a diferença entre o arcabouço ósseo regional entre aves e mamíferos. Diferentemente da cavidade torácica, a cavidade celomática possui um formato côncavo que limita a expansão, resultando em um pulmão relativamente menos aerado e, portanto, mais radiopaco (McMillan, 1986; McLelland, 1990; Tully e Harrison, 1994).

Na TC os lobos pulmonares foram mais bem caracterizados que no RX, em mesma topografia, mas que se estende do nível da 1ª até a 7ª costela, ocupando uma área maior do que a vista pelo RX (Figura 3, 4). Comparando com cães, o parênquima pulmonar do tucano toco apresentou maior densidade, dado que neste estudo observou-se uma densidade média de – 679 HU (Tabela 2) enquanto que cães apresentam uma densidade que varia entre – 846 HU (inspiração) e – 713 HU (expiração) (Schawrz, Johnson, 2011). Foi também possível observar irregularidade no aspecto dorsal da borda pulmonar, representando os sulcos oriundos da íntima relação do pulmão com as costelas (Figura 3, 4) (McLelland, 1990).

Tabela 2. Análise descritiva da densidade do parênquima pulmonar de 15 tucanos tocos (*Ramphastos toco*) hígidos, pelo exame tomográfico. Comparação com cães domésticos

	Densidade (HU)
Mínimo	- 663,54
Máximo	- 699,40
Média	- 679,41
DP	- 11,80
IC 95%	- 670,34 a - 688,48

Sendo: HU, unidades de Hounsfield; DP, desvio padrão; IC 95%, intervalo de confiança 95%

Outra particularidade das aves que foi facilmente caracterizada em ambos os exames foram os sacos aéreos, os quais foram identificados pela presença do conteúdo gasoso, radioluciente nas imagens de RX e hipodenso nas de TC (Figura 1 a 4). Em ambas as modalidades, a caracterização de suas paredes foi difícil, não sendo possível diferenciar entre os sacos aéreos ou definir sua conexão ao sistema bronquial. Semelhante ao observado neste trabalho, Smith e Smith (1997) também relataram que em pacientes normais as paredes dos sacos aéreos não eram passíveis de visualização. Devido à dificuldade de delimitação, a identificação dos sacos aéreos se deu pela localização topográfica, baseando-se na literatura disponível. Essa dificuldade de avaliação poderia ser secundária ao fato que nas aves, as paredes dos sacos aéreos são finas, consistindo de um único epitélio escamoso suportado por uma fina camada de tecido fibroso, conectivo elástico e fibras musculares (Nickel *et al.*, 1977). Entretanto, Veladiano e colaboradores (2016) visualizaram essa parede nas imagens de TC em araras azul e papagaio cinza africano, mas não em periquitos-monge, e acreditam que essa diferença pode estar relacionada com o tamanho da ave. Baseando-se nesta hipótese e que o tucano toco trata-se de uma espécie aviária de médio porte, acredita-se

que a visualização das paredes dos sacos aéreos sejam mais dependentes do aparelho de TC e técnica utilizadas, do que do tamanho da ave em questão.

Embora o exame radiográfico seja indubitavelmente a modalidade de imagem de triagem para a avaliação de qualquer estrutura celomática, a avaliação do sistema respiratório inferior das aves por este exame é muitas vezes dificultada devido a baixa capacidade de insuflação pulmonar e pela sobreposição dos demais tecidos moles e órgãos. Já para avaliação cardíaca o exame radiográfico mostrou-se ser um exame adequado para a avaliação do tamanho, levando sempre em conta a espécie em estudo e conhecendo os valores das medidas, embora não seja mais indicado do que o exame ecocardiográfico para a avaliação da função cardíaca.

Por sua vez, o exame tomográfico demonstrou-se ser valioso para a realização de uma avaliação mais minuciosa do trato respiratório inferior, dado que permite a avaliação sem a interferência das demais estruturas. Entretanto, a TC não demonstrou ser eficaz na avaliação do coração, devido à alta frequência cardíaca que resultou na criação de artefatos de movimentação significantes. No presente estudo, optou-se realizar a TC com o paciente apenas sedado e não sob anestesia geral, mimetizando uma rotina prática, por este motivo, não foi realizada a administração do meio de contraste intravenoso. Em 2016, Veladiano e colaboradores demonstraram a ausência de diferença dos pulmões e sacos aéreos nas imagens pré e pós administração do contraste, sendo assim não obrigatória a administração do meio de contraste para a avaliação inicial do trato respiratório inferior.

Em geral a realização do RX e TC em aves não é um procedimento complexo, podendo ser aplicado na rotina clínica de animais selvagens. Considerando que as estruturas que não foram identificadas ao RX, foram facilmente caracterizadas nas imagens de TC, pode-se dizer que estes exames se complementam e que a TC é

indicada nos casos em que não são observadas alterações radiográficas significativas, mas possuem sinais clínicos sugestivos de doença respiratória. Além disso, o conhecimento anatômico normal das variações anatômicas em diferentes espécies de aves é essencial para identificar lesões com sucesso.

As descrições radiográficas e tomográficas das estruturas anatômicas, assim como as mensurações radiográficas da silhueta cardíaca apresentadas neste trabalho são de suma importância para a interpretação das estruturas que compõem o sistema cardiorrespiratório no tucano toco e podem ser utilizadas para as outras espécies de Ramphastideos.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Agradecemos ao Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS) pela ajuda na obtenção dos animais.

REFERÊNCIAS

- Barbon, A. R., Smith, S., Forbes, N. (2010). Radiographic evaluation of cardiac size in four Falconiform species. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 24, 222-226. <https://doi.org/10.1647/2008-041.1>.
- Casteleyn, C., Cornillie, P., Van Cruchten, S., Van den Broeck, W., Van Ginneken, C., & Simoens, P. (2107). Anatomy of the lower respiratory tract in domestic birds, with emphasis on respiration. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 47, 89-99. <https://doi.org/10.1111/ahe.12332>.
- Farrow, C. S. (2009). *Veterinary diagnostic imaging: birds, exotic pets, and wildlife*. Mosby Elsevier
- Fitzgerald, T. C. Respiratory system. In: Fitzgerald T. C. 1969.
- Hanley, C. S., Murray, H. G., Torrey, S., & Pokras, M. A. (1997) Establishing cardiac measurement standards in three avian species. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 11, 15-19.
- Krautwald-Junghanns, M-E. (2007). Aids to diagnosis. In B. H. Coles (Ed.), *Essentials of avian medicine and surgery* (pp. 56-102). Oxford: Blackwell Science Ltd.
- König, H. E., & Liebich, H. G. (2001). *Anatomie und Propädeutik des Geflügels* (p. 253). Stuttgart: Schattauer.
- Krautwald-Junghanns, M-E., Schumacher, F., & Tellehelm, B. (1993). Evaluation of the lower respiratory tract in psittacines using radiology and computed tomography. *Veterinary Radiology & Ultrassound*, 34, 382-390. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1993.tb02025.x>.
- Krautwald-Junghanns, M-E., Pees, M., Reese, S., & Tully, T. (2011). *Diagnostic imaging of exotic pets*. Hannover: Schlütersche.

- Lumeij, J. T., Shaik, M. A. S., & Ali, M. (2011). Radiographic reference limits for cardiac width in peregrine falcons (*Falco peregrinus*). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238, 1459-1463. <https://doi.org/10.2460/javma.238.11.1459>.
- Marietto-Gonçalves, G. A., Lima, E. T., & Andreatti Filho, R. L. (2008). Avian respiratory diseases attended in the Ornitopathology Laboratory of the FMVZ-UNESP/Botucatu-SP, Brazil, during the years 2005 and 2006. *Archives of Veterinary Science*, 13, 40-45.
- McMillan, M. C. (1994). Imaging techniques. In B. W. Ritchie, G. J. Harrison, & L. R. Harrison (Eds.). *Avian medicine: principles and application* (pp. 246-326). Lake Worth: Wingers Publishing.
- Newell, S. M., Roberts, G. D., & Bennett, R. A. (1997). Imaging techniques for avian lower respiratory diseases. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 6, 180-186. [https://doi.org/10.1016/S1055-937X\(97\)80003-5](https://doi.org/10.1016/S1055-937X(97)80003-5).
- Pees, M., & Krautwald-Junghanns, M-E. (2009). Cardiovascular physiology and diseases of pet birds. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 12, 81-97. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2008.08.003>.
- Straub, J., Valerius, K-P., Pees, M., & Krautwald-Junghanns, M-E. (2002). Morphometry of the heart of budgerigars (*Melopsittacus undulatus*), Alisterus parrots (*Alisterus s scapularis*) and common buzzards (*Buteo buteo*). *Research in Veterinary Science*, 72, 147-151. <https://doi.org/doi.org/10.1053/rvsc.2001.0540>.
- Straub, J., Pees, M., & Krautwald-Junghanns, M-E. (2002). Measurement of the cardiac silhouette in psittacines. *Am Vet Med Assoc* 2002;221:76–79
- Strunk, A., & Wilson, G. H. (2003). Avian cardiology. *Veterinary Clinics Exotic Animal Practice*, 6, 1-28.

- Smith, J. M., Smith, S. A., Flammer, K., Spaulding, K. A., & Smallwood, J. E. (1990). The normal xeroradiographic and radiographic anatomy of the orange-winged Amazon Parrot (*Amazona amazonica amazonica*). *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 31, 114-124. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.1990.tb01849.x>.
- Schmidt, R. E., Reavill, D. R., & Phalen, D. N. *Pathology of pet and aviary birds*. 2nd ed. Wiley Blackwell.
- Veladiano, I. A., Banzato, T., Bellini, L., Montani, A., Catania, S., & Zotti, A. (2016). Normal computed tomographic features and reference values for the coelomic cavity in pet parrots. *BMC Veterinary Research*, 12, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0821-6>.

Trabalho a ser enviado para a revista: Anatomia, Histologia, Embryologia

School of Veterinary Medicine and Animal Science, Sao Paulo State University,
Botucatu, Brazil

**Ultrassonografia do trato gastrointestinal de *Ramphastos toco* (Müller,
1976)**

J. P. Silva^{1*}, M.C.R. Castiglioni¹, D. P. Doiche¹, S. C. Rahal¹, B. C. Shimming², L. C. Vulcano¹

Addresses of authors:

¹ School of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP - São Paulo State University, PO Box 560, Rubião Junior s/n, Botucatu, SP, Brazil, 18618-970;

² Bioscience Institute, UNESP - Sao Paulo State University, Prof Dr Antonio Celso Wahner Zanin s/n, Rubião Junior, Botucatu, SP, Brazil, 18618-689

*Correspondence:

Tel.: +55 14 996969032

Fax: +55 14 38802130

E-mail: je_jeana@hotmail.com

jeanasilva@fmvz.unesp.br

With 5 figures and 2 table

Resumo

O tucano toco (*Ramphastos toco*) é uma das espécies de *Ramphastos* mais domesticadas, possuindo comportamento geralmente agressivo, curioso e ativo. Quando mantido em cativeiro pode apresentar uma natureza destrutiva que pode resultar em consumo de corpo estranho, como pedaços de corda, pedras, farpas de madeira e até mesmo parafusos, podendo resultar em compactação, perfuração ou obstrução do trato gastrointestinal. O objetivo deste estudo foi descrever as características ultrassonográficas do trato gastrointestinal (TGI) de tucanos toco, fornecendo referências de normalidade para auxiliar no diagnóstico e tratamento de alterações gastrointestinais. Dez tucanos tocos hípidos foram submetidos ao exame de ultrassom, onde foram avaliadas as estruturas do TGI, quanto a espessura das paredes e suas características. O proventrículo e ventrículo foram facilmente localizados, sendo que o primeiro apresentou paredes espessas, regulares, ecogênicas, homogêneas e sem estratificação mural evidente, e o segundo apresentou paredes finas, irregulares pela presença de pregas, com estratificação mural parcialmente caracterizadas. No exame ultrassonográfico as alças do intestino delgado encontravam-se distribuídas homogeneamente na região caudal da cavidade celomática. As paredes se apresentaram regulares e bem definidas, com estratificação bem identificada semelhante aos segmentos intestinais encontrados em mamíferos domésticos, com evidência da camada mucosa. Ao exame histológico foi observado quatro camadas no pró-ventrículo e alças intestinais (mucosa, submucosa, muscular e serosa) e duas camadas no ventrículo (mucosa e muscular). A camada mucosa foi mais espessa em todos os segmentos do intestino delgado (duodeno/jejuno) e mais espessa no duodeno. Não houve diferença estatística entre as dimensões da parede do duodeno e pro-ventriculo (valor $P > 0.05$), porém se observou diferença significativa entre duodeno e jejuno, duodeno e ventrículo, pro-ventriculo e ventrículo, jejuno e pró-ventrículo e jejuno e ventrículo (valor $P < 0.05$).

Introdução

Os tucanos são aves de bico chamativo, grande e colorido, com tômiás serrilhadas, pertencendo à ordem Piciformes, da família Ramphastidae e gênero *Ramphastos* (Höfling, 1995; IUCN Red List of Threatened Species, 2016). O tucano toco (*Ramphastos toco*) é a espécie de tucano mais domesticada, possuindo hábito arborícola, diurno, e dieta onívora, composta principalmente de frutas, insetos, aranhas, ovos de pássaros e pequenos vertebrados (Worell, 1988; Sick, 1997). Possuem comportamento geralmente agressivo, curioso, ativo, com natureza destrutiva que pode resultar em consumo de corpo estranho, principalmente quando mantido em cativeiro. Entre os principais corpos estranhos consumidos, observam-se pedaços de corda, pedras, farpas de madeira e até mesmo parafusos, que podem resultar em compactação, perfuração ou obstrução do trato gastrointestinal, além de injúrias de seus bicos (Worell, 1988).

Diferentemente dos mamíferos, as aves apresentam uma anatomia gastrointestinal peculiar, sendo o estômago dividido em duas partes: proventrículo (estômago glandular) e ventrículo (estômago mecânico) (Lumeij, 1994; König *et al.*, 2016). Além disso, existem algumas diferenças entre as espécies de aves, sendo que os tucanos não possuem inglúvio e ceco, e apresentam intestino curto e mais largo do que os psitacíformes (Andrade, 2012). Doenças envolvendo o trato gastrointestinal também são descritas, sendo as mais comuns alterações secundárias à presença de corpo estranho (impactação, obstrução, intussuscepção), doença da dilatação do pró-ventrículo (PDD), enterites parasitárias, entre outras (Detweiler *et al.*, 2000; Langlois, 2003; Hadley, 2005; Aichinger, 2007; Marietto *et al.*, 2009; Dennison *et al.*, 2008; Gancz *et al.*, 2010).

O exame ultrassonográfico (US) é uma ferramenta útil e não invasiva no diagnóstico de alterações do trato gastrointestinal (TGI) de pequenos mamíferos domésticos e selvagens, que também pode ser utilizada nas aves, sem necessitar de anestesia geral (Krautwald-Junghans e Trinkhaus, 2000). Atualmente a literatura referente à anatomia ultrassonográfica do TGI em aves é escassa e generalista, não especificando particularidades espécies específicas, e por essas razões também não é recomendado utilizar referências ultrassonográficas de mamíferos. Sendo assim este trabalho tem como

propósito descrever os aspectos ultrassonográficos do TGI de tucanos tocos hígidos, de forma auxiliar a interpretação correta dos achados US, evitando diagnósticos errôneos e auxiliando a escolha de um tratamento adequado.

Material e métodos

Amostra populacional

Foram utilizados 10 exemplares de tucano toco (*Ramphastos toco*), adultos, com peso médio de aproximadamente 630 gramas, oriundos de apreensão pela Polícia Ambiental e mantidos provisoriamente no Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS, UNESP, Botucatu-SP). Todas as aves utilizadas neste estudo não apresentaram sinais sugestivos de doença gastrointestinal e foram consideradas hígidas baseando-se no exame físico, hemograma, perfil renal e hepático.

Este estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes para o cuidado e uso de animais de laboratório, sendo aprovado pela comissão de Ética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP de Botucatu (nº 039/2017) e o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO 57406)

Exame ultrassonográfico

Para evitar artefatos nas imagens ultrassonográficas os tucanos foram submetidos à jejum alimentar de 3 horas. O exame foi realizado com aparelho ultrassonográfico móvel modelo LogiqV2 (GE, Reino Unido), com transdutor linear de média frequência (8 a 10 MHz). Para o exame optou-se por realizar contenção física dos tucanos, mantendo-os em decúbito dorsal. Inicialmente a penugem da região abdominal (região entre o aspecto caudal da quilha e cranial a abertura da cloaca) foi umedecida com álcool isopropílico para agrupar as penas e expor o plano cutâneo, sendo em seguida aplicada abundante quantidade de gel ultrassonográfico como meio de contato (Figura 1). Foram realizadas imagens longitudinais e transversais de todo o TGI, avaliando-se a morfologia e estratificação mural. Foram mensuradas as seguintes variáveis: espessura total da parede do duodeno (EDt), da camada mucosa do duodeno (EDm), do total do jejuno/íleo (EJIt), da mucosa do

jejuno/íleo (EJIm), da parede total do pro-ventriculo (EPV), ventrículo (EV) e cloaca (EC). Posteriormente foi realizada razão entre EDt:EDm e EJIt:EJIm.

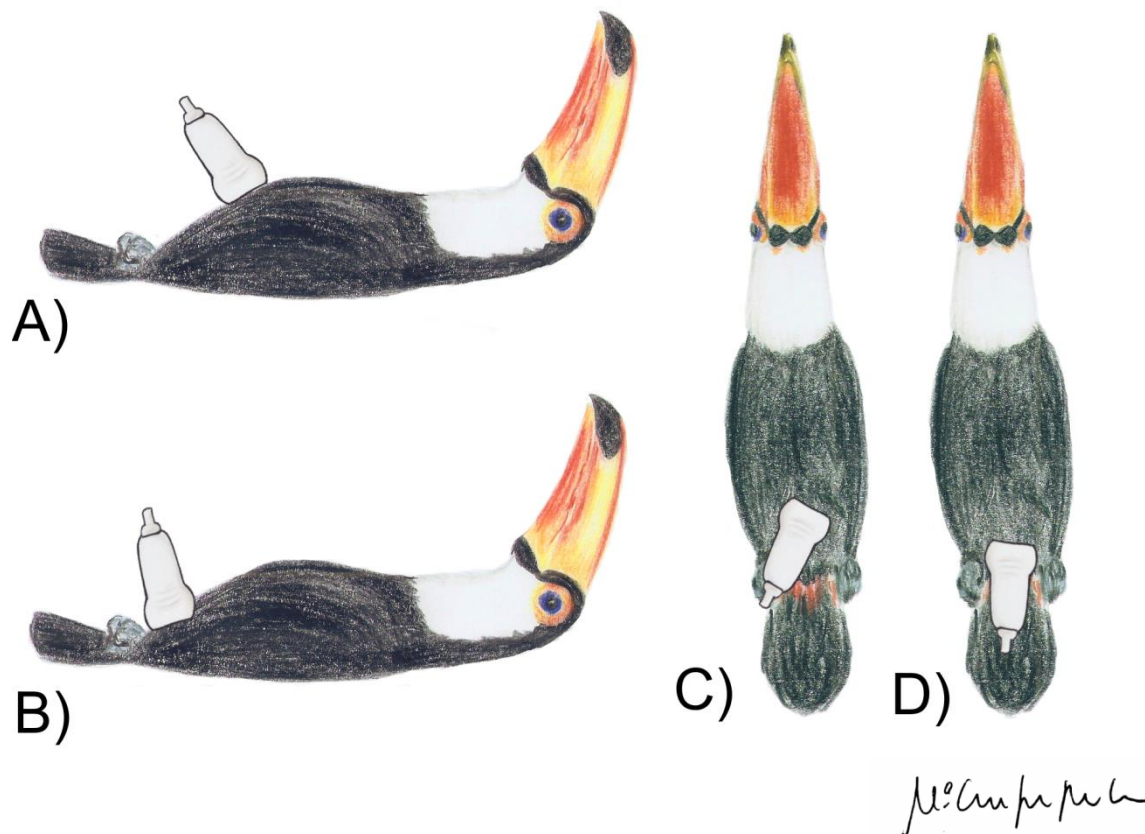


Figura 1. Ilustração do posicionamento e acoplamento do transdutor na região caudal ao esterno para avaliação do trato gastrointestinal em tucano toco (*Ramphastos toco*).

Análise estatística

Foi utilizado o programa estatístico GraphPad Prism v.7.00 para Windows (GraphPad Software, San Diego, CA), considerando valor $P < 0,05$. As variáveis (EDm, EDt, EJIt, EJIm, EPV, EV e EC) foram inicialmente submetidas a análise de normalidade (teste Shapiro-Wilk) e a análise descritiva, obtendo-se Média, Desvio padrão (DP), Intervalo de confiança 95% (IC 95%), valor mínimo e máximo. Foi realizado teste T não pareado para verificar se há diferença estatística entre as variáveis estudadas.

Resultados e Discussão

Atualmente existem poucos relatos utilizando métodos de imagem para avaliação do sistema digestório em aves, sendo que a maioria dos estudos são

referentes ao exame radiográfico. Diferentemente dos pequenos animais domésticos, a contenção física das aves necessita de um nível diferente de delicadeza e experiência, para não estressar além do necessário o paciente e não restringir seu movimento respiratório. Associado a pequena janela disponível para a avaliação das estruturas celomáticas e as grandes diferenças anatômicas que as aves têm em relação aos mamíferos, existem poucos profissionais que realizam o exame US celomático de aves e, por este motivo, poucos estudos sobre a anatomia ultrassonográfica celomática.

Nos mamíferos a melhor abordagem para a avaliação do TGI é pela região abdominal ventral, região de ampla extensão. Por sua vez, nas aves, os sacos aéreos restringem a região disponível para avaliação, sendo normalmente esta localizada no espaço que abrange desde o aspecto caudal do esterno ao aspecto cranial da pelve e da abertura da cloaca (Figura 1).

Esta região naturalmente possui menor quantidade de penas, possuindo apenas uma camada de plumagem externa que protege a pele, sendo que a aplicação de uma pequena quantidade de álcool ou água suficiente para agrupar lateralmente estas penas e expor a pele. Por meio desta região, foi possível observar todo o TGI, sendo o limite dorsocranial determinado pelos sacos aéreos e dorsocaudal pela pelve e sinssacro.

Nas aves o TGI é composto pelo esôfago, estômago, intestino delgado, intestino grosso e cloaca, sendo que algumas espécies aviárias podem apresentar o inglúvio (divertículo do esôfago cervical) e o ceco (Dyce *et al.*, 1997; König *et al.*, 2016). O tucano toco não apresenta nenhuma destas duas estruturas, e o esôfago não foi passível de caracterização pela abordagem utilizada no presente estudo. (Mitchell, Tully, 2009; Andrade *et al.*, 2012).

O estômago das aves é composto pelo proventriculo (estômago glandular) e o ventrículo (estômago muscular). O proventrículo é responsável pela maior parte do processo digestivo na ave, produzido ácido clorídrico e pepsina (Mitchell, Tully, 2009). Este órgão foi facilmente acessado pelo exame ultrassonográfico, apresentando localização dorsomedial ao ventrículo e caudal ao lobo hepático esquerdo (Figura 2). O conteúdo observado foi predominantemente mucoide a discreta quantidade de fluido intraluminal. Não foi observada diferenciação evidente entre as camadas murais, sendo as paredes regulares e bem definidas, levemente ecogênicas homogêneas

embora tenha sido possível observar em alguns animais, uma fina camada hiperecogênica adjacente ao lúmen e parede, que poderia corresponder a interface mucosa-luminal. A espessura da parede do proventrículo foi facilmente mensurada (Tabela 1), embora não tenha sido possível mensurar cada camada separadamente. Foi observada diferença significativa entre a espessura do proventrículo e do ventrículo, sendo o proventriculo mais espesso (valor $P < 0,05$).

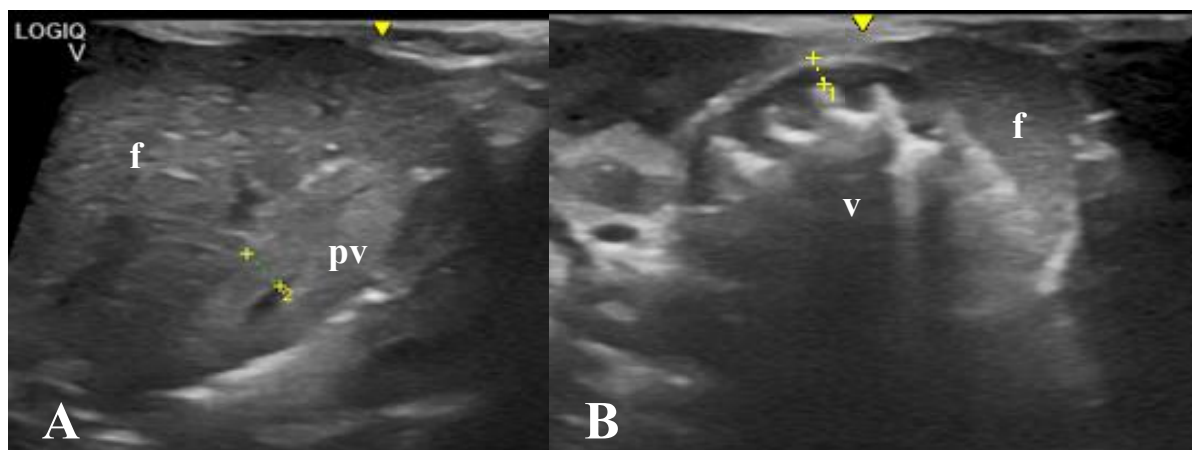


Figura 2. Imagem ultrassonográfica do proventriculo (A) e ventrículo (B) de tucano toco (*Ramphasto toco*). Sendo: pv, proventriculo; v, ventrículo; f, fígado. Parede do proventriculo e ventrículo delimitadas pelas linhas pontilhadas.

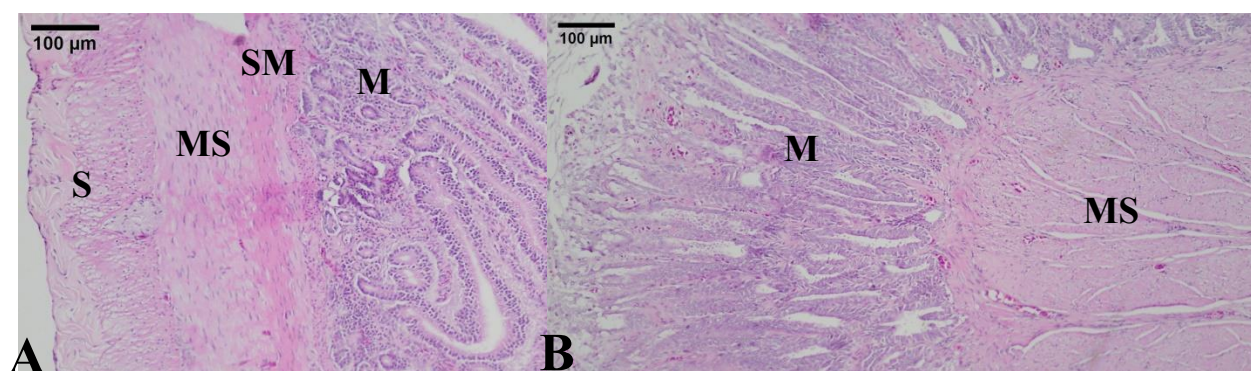


Figura 3. Imagem histológica do proventriculo (A) e ventrículo (B) de tucano toco (*Ramphasto toco*). Sendo: M –Mucosa; SM- Submucosa; MS- Muscular; S- Serosa.

Tabela 1. Análise descritiva da espessura (cm) do trato gastrointestinal de 10 tucanos tocos (*Ramphastos toco*) hígdos

	Proventriculo	Ventrículo	Duodeno		Jejuno/Íleo		Cloaca
			Total	Mucosa	Total	Mucosa	
Mínimo	0,26	0,14	0,24	0,19	0,21	0,13	0,07
Máximo	0,38	0,25	0,39	0,33	0,30	0,25	0,20
Média	0,32	0,19	0,32	0,27	0,25	0,20	0,11
DP	0,030	0,026	0,04	0,04	0,028	0,033	0,03
IC 95%	0,30 - 0,34	0,18 - 0,20	0,29 - 0,35	0,24 - 0,30	0,23 - 0,26	0,18 - 0,22	0,09 - 0,13

Sendo: DP, desvio padrão; IC 95%, intervalo de confiança 95%

De fácil abordagem, o ventrículo possuiu aspecto arredondado, paredes irregulares pela presença de pregas murais intraluminais e evidente estratificação mural (Figura 2). Krautwald-Junghanns (2009) descreve o ventrículo das aves como uma área arredondada com bordos hiperecogênicos, mas não relata estratificação mural, diferente do observado neste estudo, no qual a estratificação parietal é bem definida, com proporções aparentemente semelhantes entre as camadas e que se assemelha ao estômago do gato doméstico quando vazio. Entretanto, Krautwald-Junghanns (2009) não especifica a espécie aviária em questão, logo a diferença observada poderia estar relacionada a diferenças interespecies ou a limitações do aparelho US utilizado. O ventrículo foi localizado caudal ao proventriculo e cranioventral as alças intestinais, possuindo íntimo contato com o fígado, semelhante ao descrito por Andrade e colaboradores (2012).

De acordo com Mitchell e Tully, (2009) o ventrículo é mais desenvolvido em espécies como galinhas, pombos e pavões, que possuem hábito de ingerir pedras ou outro tipo de material não digestivo, no qual ajuda a triturar os alimentos. Nestas espécies o ventrículo pode ser separado em quatro quadrantes devido à variação de espessura da camada muscular, sendo mais grosso na região cranioventral e mais fino na craniodorsal, essa diferença de espessura ajuda no processo de digestão, no entanto dificulta a remoção de corpos estranhos quando ingeridos (Mitchell e Tully, 2009). Neste estudo não foi possível observar evidente diferença do espessamento entre as regiões do ventrículo (Tabela 2), que poderia estar relacionado ao fato que o tucano toco não possui o mesmo hábito que as espécies citadas por Mitchell e Tully (2009). Embora tenha sido possível diferenciar as camadas do ventrículo, não foi possível no presente estudo mensurar cada camada individualmente, devido à fina espessura total da parede (0,19 +/- 0,02 cm).

Semelhante aos mamíferos, o intestino das aves é dividido em porção delgada e grossa. O intestino delgado é subdividido entre duodeno e jejuno-íleo, no qual o jejuno-íleo é o maior segmento, equivalente a uma média de 30.06% do comprimento total da espécie Tucano toco (Andrade *et al.*, 2012).). O íleo termina no reto e a região de intersecção de ambos é o local do ceco (Mitchell e Tully, 2009). Diferente dos mamíferos, não foi possível discernir os segmentos do jejuno/íleo e intestino grosso pelo US. O duodeno foi localizado

por sua contiguidade com o ventrículo, e o reto pela relação com a cloaca (Figura 3). No exame ultrassonográfico as alças do intestino delgado encontravam-se distribuídas homoganeamente na região caudal da cavidade celomática (Figura 3). As paredes se apresentaram regulares e bem definidas, com estratificação bem identificada semelhante aos segmentos intestinais encontrados em mamíferos domésticos, com evidenciação da camada mucosa (Figura 3). Foi possível observar diferença significativa de espessura entre o duodeno e o jejuno/íleo (valor $P < 0,05$), sendo o duodeno mais espesso (tabela 1). A razão entre EDt:EDm e EJIt:EJIm foi realizada, obtendo-se uma média de 83,15% e 80,07% respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Relação (%) entre a espessura total e a espessura da mucosa do duodeno e segmentos de jejuno/íleo de 10 tucanos tocos (*Ramphastos toco*) hígidos

	Duodeno	Jejuno/íleo
Mínimo	79,17	59,10
Máximo	94,29	91,70
Média	83,15	80,07
Desvio padrão	4,815	8,416

Ao exame histológico o pró-ventrículo e alças intestinais apresentaram-se divididos em quatro camadas (mucosa, submucosa, muscular e serosa) e o ventrículo apresentou duas camadas (mucosa e muscular).

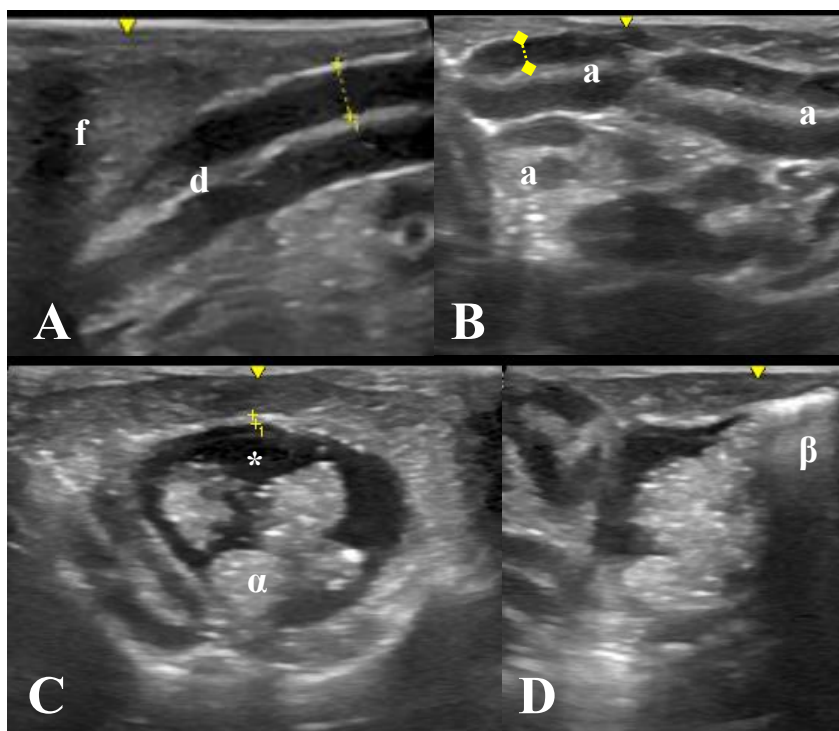


Figura 3. Imagem ultrassonográfica do duodeno (A), alças de jejuno/íleo (B) e reto/cloaca (C, D) de tucano toco (*Ramphasto toco*). Sendo: f, fígado, d, duodeno; a, alça intestinal (jejuno/íleo); *, conteúdo fluido em cloaca; α, conteúdo fecal; β, conteúdo gasoso. Parede do duodeno, intestino e cloaca delimitada pelas linhas pontilhadas.

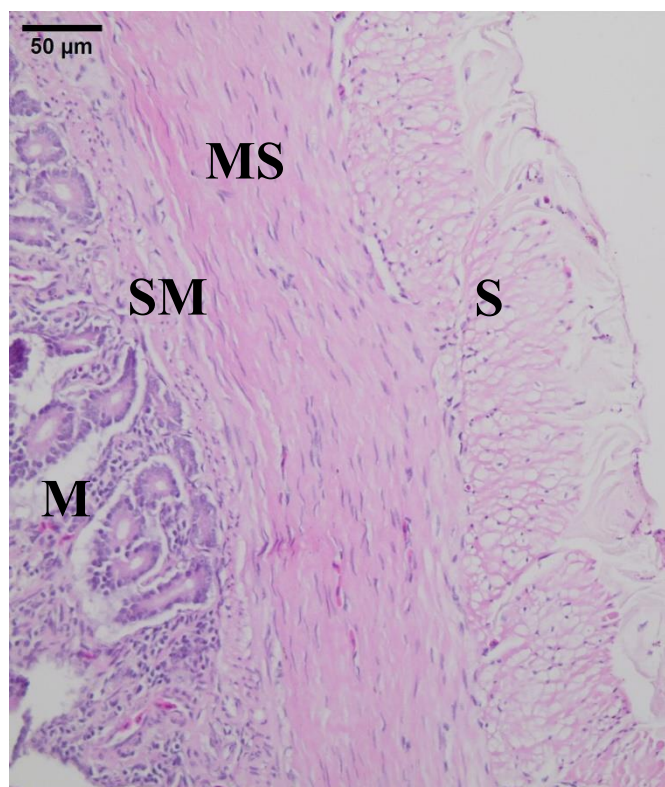


Figura4. Imagem histológica das alças intestinais de tucano toco (*Ramphasto toco*). Sendo: M –Mucosa; SM- Submucosa; MS- Muscular; S- Serosa

A cloaca também foi facilmente identificada, pela abordagem ventrocaudal e apresenta formato arredondado com paredes finas (Tabela 1), hiperecogênicas homogêneas e de difícil identificação de camadas (Figura 3). Mitchell e Tully, (2009) descrevem que a cloaca pode ser dividida em três câmaras: coprodeu, urodeu e proctodeu. Segundo os autores o reto esvazia dentro do coprodeu, o urodeu é o local de término dos tratos urinário e reprodutor, e o proctodeu é a câmara de coleta do coprodeu e urodeu antes do material ser evacuado. No presente trabalho, foi fácil distinguir o septo hiperecogênico, o qual separa o reto da cloaca. Contudo, as outras divisões descritas por Mitchell e Tully (2009) não foram identificadas no presente estudo. O tamanho da cloaca variou de acordo com a quantidade de conteúdo intraluminal, sendo este composto predominantemente por fluido anecogênico, variando conforme a presença de partículas sólidas (fecais) e gasosas entremeadas (Figura 3).

Aves de estimação possuem hábito de ingerir corpos estranhos deixados em recintos e gaiolas, por vezes dependendo do material desses objetos não radiopacos não são vistos no exame radiográfico simples. Contudo, é preferível o exame ultrassonográfico ao radiográfico contrastado para esse tipo de avaliação, além disso, é um método de fácil acesso, que pode ser realizado sem anestesia e conhecendo a anatomia normal dessas espécies podem dar um bom diagnóstico. As medidas fornecidas nesse trabalho ajudarão na avaliação das paredes do trato gástrico e intestinal de espécies de Tucano toco e pode ser utilizada para outras espécies de Ramphastideos e outras aves de médio porte.

Referências

Andrade, M.B.; Santos, A. L. Q.; Hirano, L. Q. L., Moraes F. M. de. Anatomy of the digestive tube of toco toucan. PubVet, Londrina, V. 6, n. 14, Ed. 201, Art. 1347, 2012.

Aichinger A. Impactação de proventrículo e ventrículo por corpos estranhos em avestruzes. Ver. Acad., Curitiba, v. 5 n.3, p. 311-315, 2007.

Dennison S. E., Paul-Murphy J. R., Adams W. M. Radiographic determination of proventricular diameter in psittacine birds. JAVMA. 2008; 232(5).

Dyce, K.M.; Sack, W.O.; Wensing, W.O. A cabeça e a parte ventral do pescoço dos carnívoros. In: Tratado de Anatomia Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 292-311, 1997.

Gancz A. Y., Clubb S., Shivaprasad H.L. Advanced Diagnostic Approaches and Current Management of Proventricular Dilatation Disease. Vet Clin Exot Anim. 2010; 13:471-494.

Hadley T. L. Disorders of the Psittacine Gastrointestinal Tract. Vet Clin Exot Anim. 2005; 8:329-349.

Klasing K. C. Avian gastrointestinal anatomy and physiology. Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine, Vol 8, No 2 pp 42-50, 1999

Langlois I. The anatomy, physiology, and diseases of the avian proventriculus and ventriculus. Vet Clin Exot Anim. 2003; 6:85-111.

Marietto-Gonçalves G. A., Troncarelli M. Z., Sequeira J. L., Filho R. L. A. Proventricular dilatation disease (PDD) and megaesophagus in a Blue-fronted amazon parrot-case report. Vet. E Zootec., p.69-73, v. 16,n1,2009.

Penninck D, D'Anjou MA. Gastrointestinal Tract. In: Atlas of Small Animal Ultrasound. 2ª ed. St Louis: Wiley Blackwell; 2015. p. 281-311.

Reese, S. Ultrasonography. In: Krautwald-Junghanns, M-E., Pees, M., Reese, S., Tully, T. **Diagnostic Imaging of Exotic Pets – Birds Small Mammals Reptiles**. 2011

Krautwald-Junghanns, M-E., Pees, M., Reese, S., Tully, T. **Diagnostic Imaging of Exotic Pets – Birds Small Mammals Reptiles**. 2011

König, J.E.; Korbel, Rüdiger, Liebich, H-G. **Avian Anatomy – Textbook and Colour Atlas**. 2nd ed. 5m Publishing. 2016.

Detweiler D. A., Carpenter J. W., Kraft S. L., Hoskinson J. J., Andrews G. A. Radiographic Diagnosis: Avian Cloacal Adenocarcinoma. **Veterinary Radiology & Ultrassound**. 2000; 41(6):539-541.

Dennison S. E., Paul-Murphy J. R., Adams W. M. Radiographic determination of proventricular diameter in psittacine birds. *JAVMA*. 2008; 232(5).

Trabalho enviado para a revista:

Veterinária e Zootecnia

**Avaliação radiográfica e ultrassonográfica do fígado,
vesícula biliar e baço de Tucanos toco (*Ramphastos
toco* - Müller 1976)**

Jeana P. Silva¹, DVM, Maria C. R. Castiglioni¹, DVM, MSc, Danuta P. Doiche¹, DVM,
MSc, PhD, Maria J. Mamprim,¹ DVM, MSc, PhD, Sheila C. Rahal², DVM, MSc, PhD,
Luiz C. Vulcano¹, DVM, MSc, PhD

Departamento de Reprodução e Radiologia Veterinária (Silva, Castiglioni, Doiche,
Mamprim, Vulcano) e departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária (Rahal),
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ-UNESP, Botucatu – SP.

Resumo: O fígado possui uma capacidade de regeneração considerável e o diagnóstico de doença hepática é desafiador, pois 80% do tecido hepático deve estar comprometido para essa disfunção tornar-se clinicamente visível. Como as doenças que envolvem o baço, fígado e vesícula biliar, possuem sinais clínicos inespecíficos, as modalidades de diagnóstico por imagem, como o exame radiográfico e ultrassonográfico, são valiosas para complementar à avaliação física e obter o diagnóstico final. O objetivo desse artigo foi descrever referências de normalidade das imagens radiográficas e ultrassonográficas do fígado, vesícula biliar e baço dos tucanos toco. Foram utilizados 10 exemplares adultos de tucanos toco hígidos (*Ramphastos toco*), com peso médio de aproximadamente 630 gramas. Ambas as modalidades diagnósticas utilizadas neste estudo permitiram a visualização do fígado e do baço, mas a vesícula biliar só foi observada pelo exame ultrassonográfico. O fígado apresentou íntimo contato com o ápice cardíaco, com o proventriculo, ventrículo, baço e esterno; a vesícula biliar com o lobo hepático direito e a porção inicial do duodeno; e o baço com proventriculo, ventriculo e fígado. Nas imagens ultrassonográficas, o fígado apresentou contornos definidos, ecotextura grosseira e ecogenicidade maior ou igual ao parênquima esplênico, este apresentou contornos mal definidos e ecotextura homogênea. A vesícula biliar foi observada como uma estrutura tubular alongada, de paredes finas, regulares e hiperecogênicas, seu formato assemelhou-se ao símbolo matemático " $\sqrt{\quad}$ " ou a um "cachimbo".

Palavras chaves: ultrassom, raio x, fígado, baço, vesícula biliar.

Abstract: The liver has an important regeneration capacity and the diagnosis of liver disease, since 80% of the liver foods should be compromised so that the dysfunction becomes clinically visible. The spleen, gallbladder and gallbladder present with nonspecific clinical signs, which are dictated by imaging, such as radiography and ultrasonography exams, are valuable in complementing the physical evaluation and the final diagnosis. The protocol was developed for the radiographic and ultrasonographic research of the liver, gallbladder and spleen of toucan toucans. Ten adult toco toucans (*Ramphastos toco*) were used, with an average weight of approximately 630 grams. Both diagnostic procedures were in the latter case a liver and spleen examination, but the gallbladder was only obtained by ultrasonographic examination. The liver presented close contact with the cardiac apex, with the proventriculus, ventricle, spleen, and sternum; a gallbladder with hepatic right and an initial part of the duodenum; and the spleen with progenitor, ventricle, and liver. In ultrasonography exam, hepatic, contoured, sealed images, coarse ecotexture and echogenicity greater or equal to the splenic parenchyma, this had its effects poorly defined and homogeneous ecotexture. The gallbladder was observed as an elongated, thin-walled, regular and hyperechogenic tubular structure, its shape resembling the mathematical symbol " \surd " or a "smoking pipe".

Key words: ultrasound, x-ray, liver, spleen, gallbladder.

Resumen: El hígado tiene una capacidad de regeneración considerable y el diagnóstico de enfermedad hepática es desafiante, pues el 80% del tejido hepático debe estar comprometido para que esta disfunción se vuelva clínicamente visible. Como las enfermedades que involucran el bazo, el hígado y la vesícula biliar, poseen signos clínicos inespecíficos, las modalidades de diagnóstico por imagen, como el examen radiográfico y ultrasonográfico, son valiosas para complementar la evaluación física y obtener el diagnóstico final. El objetivo de este artículo fue describir referencias de normalidad de las imágenes radiográficas y ultrasonográficas del hígado, vesícula biliar y bazo de los tucanes toco. Se utilizaron 10 ejemplares adultos de tucanes toco hígidos (*Ramphastos toco*), con peso medio de aproximadamente 630 gramos. Ambas modalidades diagnósticas utilizadas en este estudio permitieron la visualización del hígado y del bazo, pero la vesícula biliar sólo fue observada por el examen ultrasonográfico. El hígado presentó íntimo contacto con el ápice cardiaco, con el proventro, ventrículo, bazo y esternón; la vesícula biliar con el lobo hepático derecho y la porción inicial del duodeno; y el bazo con proventro, ventrículo e hígado. En las imágenes ultrasonográficas, el hígado presentó contornos definidos, ecotextura gruesa y ecogenicidad mayor o igual al parénquima esplénico, éste presentó contornos mal definidos y ecotextura homogénea. La vesícula biliar fue observada como una estructura tubular alargada, de paredes finas, regulares e hiperecogénicas, su formato se asemejó al símbolo matemático " $\sqrt{\quad}$ " o a una "pipa".

Palabras claves: ultrasonido, radiografía, hígado, bazo, vesícula biliar.

Introdução

Com uma variedade de biomas em seu território, o Brasil é considerado um dos países com diversificada fauna de aves no mundo, possuindo o maior número de espécies endêmicas, embora, também o maior número de aves ameaçadas de extinção (1).

No continente sul-americano existem em torno de 3620 espécies de aves na América do Sul, das quais 1853 habitam o território brasileiro, dentre elas encontra-se o tucano toco (*Ramphastos toco*), ave de bico chamativo, grande e colorido que pode ser encontrada tanto em vida livre quanto como ave de estimação (2).

Atualmente o número de atendimento desses animais em clínicas veterinárias tem aumentado nos últimos tempos, devido a fatores como a destruição do habitat natural, pela agropecuária ou desenvolvimento urbano, e pelo uso indiscriminado dos recursos biológicos, incluindo a caça e a captura ilegal (2).

Embora exista uma crescente literatura sobre a etologia e o bico desta espécie aviária, ainda existe um déficit sobre seus aspectos anatômicos e imaginológicos. Estudos anatômicos topográficos das estruturas celomáticas das aves são de suma importância, e dão suporte a avaliação e a interpretação do exame radiográfico, por facilitar a localização dos órgãos e auxiliar a detecção de possíveis desordens (3; 4; 5). Dentre os sistemas e órgãos poucos estudados no tucano toco, encontra-se o baço e o sistema hepatobiliar. O baço possui um importante papel auxiliando a manutenção hemodinâmica e imunológica do organismo, ao participar na produção, armazenamento e manutenção dos eritrócitos, fatores de coagulação e células brancas (6).

Por sua vez, as desordens do sistema hepatobiliar são comuns nas aves, dado que o fígado e a vesícula biliar possuem funções semelhantes aos dos mamíferos, participando síntese, armazenamento, filtração e excreção de vários nutrientes e toxinas (7). O diagnóstico da doença hepática é desafiador, pois 80% do tecido hepático deve estar comprometido para essa disfunção tornar-se clinicamente visível devido à alta capacidade de regeneração hepática (7;8).

Considerando que os achados clínicos de doença hepática ou esplênicas em aves são inespecíficos, deve-se sempre suspeitar de alterações nesses órgãos em casos de dispneia, pois o aumento de qualquer órgão pode levar a compressão do sistema respiratório (9). Logo, torna-se imprescindível a realização de exames complementares, como o exame radiográfico (RX) e ultrassonográfico (US), a fim de obter informações fundamentais sobre o aspecto morfológico do parênquima hepático e esplênico. Ademais também é recomendado a realização destas modalidades diagnósticas quando existe a suspeita ou diagnóstico de processos infecciosos, distúrbios metabólicos ou neoplásicos (10).

Uma vez que a anatomia ultrassonográfica e radiográfica da cavidade celomática de tucanos toco ou de espécies de mesma ordem ou família não foi encontrada na literatura consultada, esse estudo teve por objetivo descrever as referências de normalidade anatômicas e características do fígado, vesícula biliar e baço desses animais.

Material e Métodos

Seleção dos animais

Foram utilizados 10 exemplares de tucano toco (*Ramphastos toco*), adultos, com peso médio de aproximadamente 650 gramas, oriundos de apreensão pela Polícia Ambiental e mantidos provisoriamente em recinto amplo e coletivo no Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS, UNESP, Botucatu-SP). Todas as aves utilizadas neste estudo foram consideradas saudáveis baseando-se nos achados do exame físico e laboratorial. Este estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos adotados pelo SISBIO e pela Comissão de Ética Animal (CEUA) da faculdade.

Aquisição de imagens.

Raios X: Os animais foram submetidos à jejum de 3 horas antes dos exames de imagem. Para a aquisição das imagens radiográficas os animais foram posicionados nos decúbitos lateral e dorsal, obtendo-se imagens nas projeções lateral direita e ventrodorsal da cavidade celomática. Foi utilizado aparelho de radiografia digital

direto (DR-F; GE Health Care Unit, Brasil), com técnica de 45 kV, 200mA, 5 mAs, 250mSec, foco grosso. Para obtenção da projeção ventrodorsal, as aves foram mantidas em decúbito dorsal com as asas estendidas lateralmente e as pernas caudalmente, em uma posição simétrica. Para a projeção lateral, os tucanos foram posicionados em decúbito lateral direito, com as asas estendidas dorsalmente e as pernas estendidas caudalmente, assegurando a sobreposição das asas e das cabeças femorais. As imagens radiográficas foram analisadas por meio de ferramentas de mensuração do sistema PACS (Synapse, Fuji Medical System, Tokyo, Japan). Procurou-se caracterizar a silhueta hepática e a esplênica, analisando sua topografia, morfologia e relação com as demais estruturas regionais. Foi também mensurada as dimensões esplênicas.

Exame ultrassonográfico: Realizado utilizando aparelho ultrassonográfico móvel Mylab 30 (Esaote, Genova, Itália) e transdutor linear de média frequência (10MHz). Cada tucano foi contido fisicamente, sendo aplicado álcool isopropílico 70% na penugem da região abdominal (caudal ao esterno e cranial a abertura da cloaca) para expor o plano cutâneo. Usando gel ultrassonográfico como meio de contato, foram obtidas imagens longitudinais e transversais no modo bidimensional do fígado, vesícula biliar e baço. Foram analisadas a topografia, morfologia e características ultrassonográficas dos órgãos em questão. Foi também mensurada as dimensões esplênica (comprimento e altura) e da espessura da parede da vesícula biliar (EVB) e analisado o conteúdo intraluminal.

Análise estatística

Foi realizado no programa computacional GraphPad Prism v.7.00 para Windows (GraphPad Software, San Diego, CA), considerando como significativo valor $P < 0,05$. Inicialmente as variáveis (EVB, comprimento e altura esplênica) foram submetidas ao teste de normalidade Shapiro-Wilk e à análise descritiva, obtendo-se média, desvio-padrão, intervalo de confiança 95%, valor mínimo e máximo. Em seguida, foi utilizado o teste T não pareado para comparar o comprimento e altura esplênica entre o exame de RX e US.

Resultado e Discussão

Ambas as modalidades diagnósticas utilizadas neste estudo permitiram a caracterização do fígado. O RX permitiu caracterizar a silhueta hepática (SH), determinando sua topografia, relação com os demais órgãos e inferir o sua dimensão, mas não permitiu a avaliação do parênquima. A topografia da SH nos tucanos tocos é semelhante à descrita para as demais espécies aviárias (9; 11).

Na projeção lateral, a SH foi observada na região médiaventral da cavidade celomática, caudal a silhueta cardíaca, ventral ao proventriculo, cranial ao ventrículo e dorsal ao esterno. Na projeção ventrodorsal, foi localizada sobrepondo a linha média da cavidade celomática, sendo que sua face cranial possui contato com ápice cardíaco sua margem caudal é obscurecida pela sobreposição do trato gastrointestinal (Figura 1). Nesta projeção, a união entre essas silhuetas cria um evidente formato de "ampulheta", que normalmente depende da espécie em questão, e também do estado nutricional da ave (Figura 1).

O formato de "ampulheta" é importante em certas espécies de aves, como papagaios, dado que permite inferir o tamanho do fígado. Nestas espécies, a perda da cintura da "ampulheta" pode sugerir alteração da dimensão hepática. Entretanto, torna-se necessário levar em consideração que o grau de enchimento do proventriculo pode influenciar o aspecto esquerdo da "ampulheta", induzindo o médico veterinário a supor hepatomegalia quando o proventriculo encontra-se repleto de conteúdo fluido (10).

Outro possível método de avaliação radiográfica do tamanho hepático é observando se os limites da SH ultrapassam a linha imaginária criada entre o coracóide e o acetábulo (12). Caso a SH ultrapassar essa linha é sugestivo de hepatomegalia, porém esse método de avaliação pode sofrer interferências de alterações do coração, sacos aéreos ou lesões na cavidade celomática (10;12).

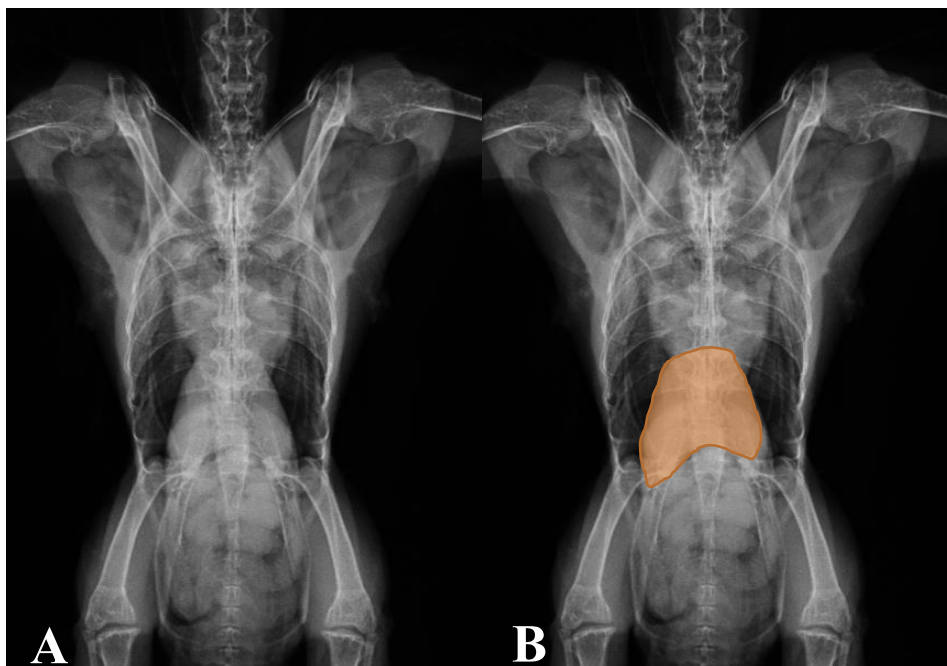


Figura 1. Imagens radiográficas da cavidade celomática de tucano toco (*Ramphastos toco*), projeção ventrodorsal (A-B). Imagem sem (A) e com (B) delimitação da silhueta hepática (laranja).

No exame US o parênquima hepático foi facilmente localizado, ocupando a região caudal ao esterno, possuindo íntima relação em aspecto cranioventral do coração e craniodorsal com o saco aéreo, semelhante ao descrito pela literatura (9; 11). Seus contornos são definidos e regulares, sendo fácil a identificação dos dois lobos hepáticos (esquerdo e direito). Assim como descrito por King e McLelland (1984) (13) foi possível observar que o lobo direito é maior que o esquerdo (Figura 2). Houve dificuldade em avaliar as dimensões hepáticas por meio do ultrassom, dado que não é possível utilizar o rebordo costal ou os rins como parâmetros, ao contrário dos mamíferos.

No entanto, semelhante aos mamíferos, foi possível utilizar o ventrículo como limite para o lobo hepático esquerdo. Nos tucanos toco o parênquima hepático apresentou ecotextura grosseira e uma ecogenicidade maior que o baço e rins (Figura 2). Foi possível a evidência das paredes dos vasos portais, semelhante aos mamíferos.

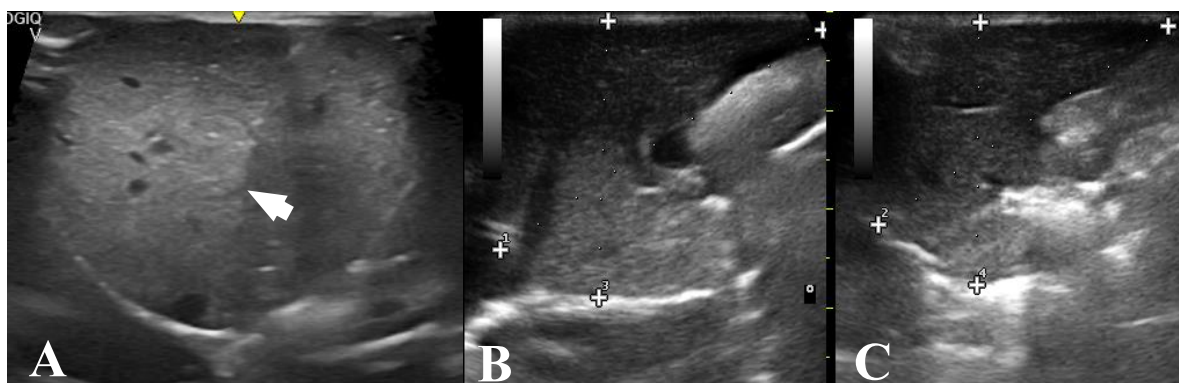


Figura 2. Imagens ultrassonográficas do fígado de tucano toco (*Ramphastos toco*). A) Corte transversal do parênquima hepático, sendo possível observar a divisão entre o lobo direito e esquerdo (cabeça de seta). B) Corte longitudinal do lobo hepático direito. C) Corte longitudinal do lobo hepático esquerdo.

Apenas o exame US se demonstrou eficaz na avaliação da vesícula biliar (VB), não sendo possível caracterizá-la pelo RX, semelhante ao observado nos mamíferos. A vesícula biliar é um órgão que não está presente em algumas espécies de aves como psitacídeos, pombos e avestruzes (11;13), no entanto, foi facilmente caracterizada nos tucanos tocos do presente estudo. Como observado em estudos anatômicos (13), a VB foi caracterizada no US como um estrutura tubular alongada, de paredes finas, regulares e hiperecogênicas (Tabela 1), repleta por conteúdo anecogênico de baixa densidade, cuja quantidade variou entre indivíduos e provavelmente estava relacionada de acordo com o período de jejum. A porção inicial da VB assemelhou-se ao símbolo matemático “√” ou a um “cachimbo” (Figura 3), possuindo íntimo contato com o lobo hepático direito. A porção caudal da VB apresenta formato afunilado, acompanhando a porção inicial do duodeno.

Embora seja conhecido que as espécies de ave que possuem VB apresentam um sistema de ductos semelhantes ao ducto cístico e colédoco de mamíferos (7; 14; 15), não foi possível caracterizá-lo no presente estudo. Esta dificuldade provavelmente deve estar relacionada ao pequeno calibre destas estruturas, não sendo possível caracterizá-las com a técnica ultrassonográfica utilizada.

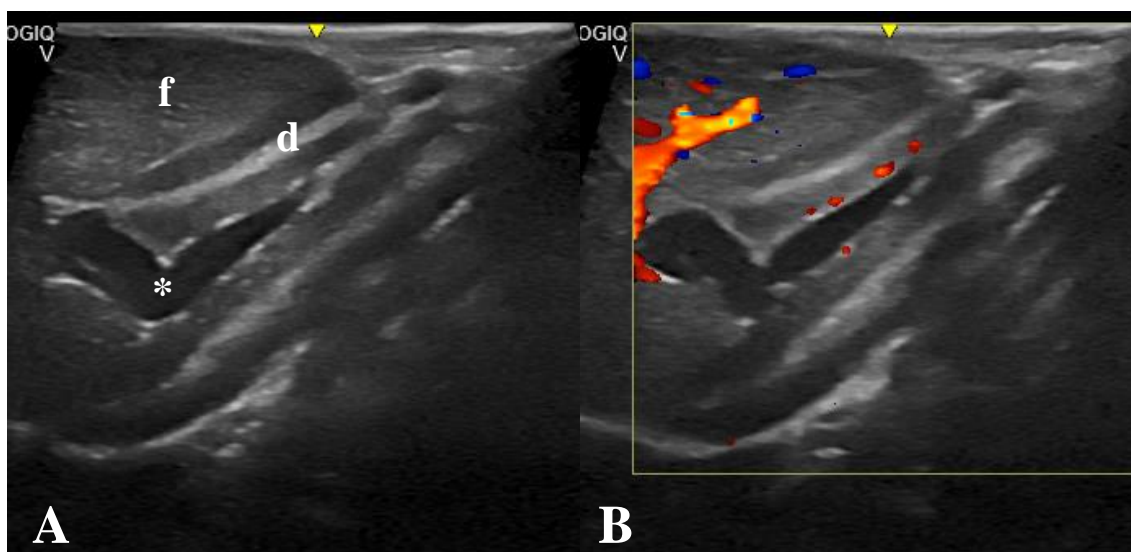


Figura 3. Imagem ultrassonográfica da porção inicial da vesícula biliar (*) de tucano toco (*Ramphastos toco*). A) Observar a relação da vesícula biliar com o parênquima hepático (f) e com o duodeno (d). B) Utilização do Doppler colorido para demonstrar a ausência de fluxo sanguíneo e confirmar a localização da vesícula biliar).

Tabela 01. Espessura (mm) da parede da vesícula biliar de 10 tucanos toco hígidos (*Ramphastos toco*)

	Parede (mm)
Mínimo	0,060
Máximo	0,100
Média	0,082
Desvio Padrão	0,013

Tanto o RX quanto o US demonstram-se capazes de caracterizar e avaliar o baço, no entanto, ambos apresentam limitações. Assim como descrito por; (10), devido à sobreposição das demais estruturas celomáticas não foi possível observar a silhueta esplênica (SE) pela projeção ventrodorsal, sendo passível de caracterização pela projeção radiográfica lateral, localizando-se dorsal ao proventriculo (Figura 4). No entanto, semelhante ao observado por esses autores em outras espécies, não foi

possível caracterizar a SE em todos os tucanos toco avaliados neste estudo. Segundo Krautwald-Junghanns e colaboradores (2011)(10), o baço pode ser visto em aproximadamente 30% das imagens radiográficas em papagaios de porte grande, já em pombos dificilmente pode ser visualizado devido a presença de gordura circundando-o.

O exame US também só permitiu a caracterização do baço em 50% dos tucanos avaliados, devido à interferência do conteúdo gasoso do ventrículo, sua localização profunda e contornos mal definidos, como descrito na literatura (10).

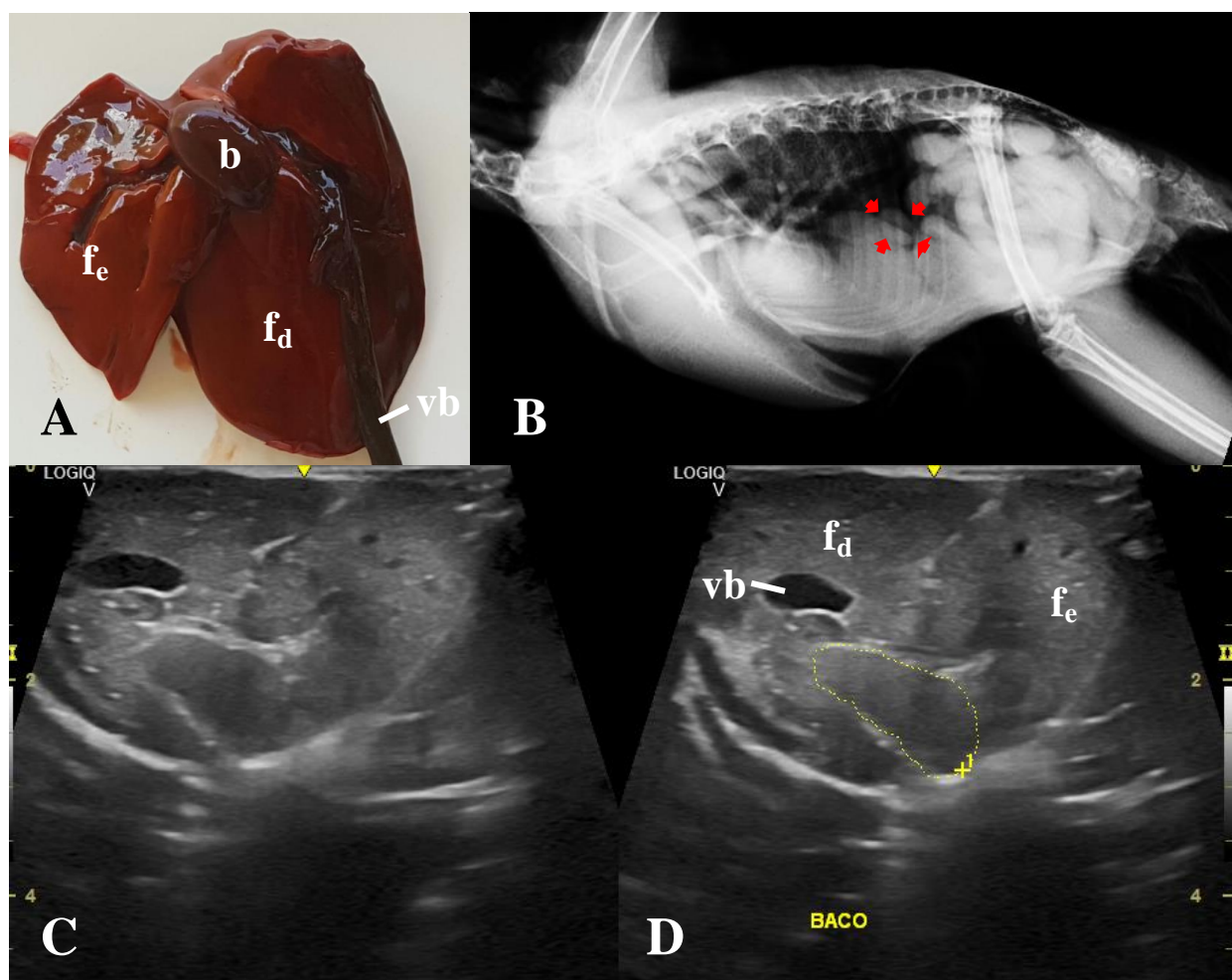


Figura 04. A) Imagem fotográfica do aspecto ventral do fígado, demonstrando a relação do baço (b) com o lobo hepático direito (f_d), esquerdo (f_e) e vesícula biliar (vb). B) Imagem radiográfica da cavidade celomática, projeção lateral direita, demonstrando a localização da silhueta esplênica (setas vermelhas). C) e D) imagens ultrassonográficas do baço (delimitado pela linha pontilhada amarela) demonstrando seu aspecto ultrassonográfico e sua relação com lobo hepático direito (f_d), esquerdo (f_e) e vesícula biliar (vb).

Nos animais em que o baço foi observado, este se localizou caudal ao fígado, cranial ao proventrículo e craniodorsal ao ventrículo, apresentando íntimo contato com aspecto medial do lobo hepático direito, e ao aspecto caudal do lobo esquerdo.

Em todos os casos em que a SE foi caracterizada, ela apresentou radiopacidade de tecidos moles, textura homogênea, limites definidos e regulares, e um formato ovalado (Figura 4) como a maioria das espécies de aves e diferindo do formato triangular descrito em frangos e espécies aquáticas (6;16). No caso do US, o baço apresentou formato ovalado, ecotextura homogênea, ecogenicidade variando entre hipo a isoecogênico ao parênquima hepático (Figura 4).

Segundo Krautwald-Junghanns e Enders (1997) alterações esplênicas são incomuns em psitacídeos, sendo elas normalmente relacionadas a processo infeccioso, trauma ou neoplásico. Estas alterações são facilmente detectadas pelo exame US (Krautwald-Junghanns e Enders, 1997).

Tanto na imagem radiográfica quanto na ultrassonográfica foi possível observar que o baço possui um tamanho relativamente pequeno (Tabela 2), sendo que não foi observada diferença significativa entre o comprimento do baço nas modalidades diagnósticas estudadas (valor $P > 0,05$), mas foi observada entre a altura (valor $P < 0,05$). Em relação ao peso corpóreo, o baço é menor em aves do que em mamíferos, devendo-se levar em consideração que o seu tamanho pode variar dependendo da espécie a ser examinada (6; 10). Ademais, pode ocorrer variação sazonal no formato e tamanho do baço, o que pode estar associado à migração em alguns passeriformes e columbiformes (6).

Tabela 02. Comprimento (mm) e altura (mm) do baço no exame radiográfico e ultrassonográfico de 10 tucanos toco hígidos (*Ramphastos toco*)

	Exame radiográfico		Exame ultrassonográfico	
	Comprimento	Altura	Comprimento	Altura
Mínimo	10,66	4,320	12,70	6,400
Máximo	16,58	8,140	16,40	10,80
Média	12,89	6,873	13,88	8,733
Desvio padrão	1,544	1,189	1,382	1,487
Intervalo de Confiança 95%	11,79 - 14,00	6,022 - 7,724	12,43 - 15,33	7,173 - 10,29

Conclusão

Com as modalidades de imagem empregadas foi possível identificar as relações entre os órgãos celomáticos, assim como relatar suas localizações e características de seus parênquimas. As imagens obtidas podem ser empregadas como referências de normalidade para auxiliar nos diagnósticos radiográficos e ultrassonográficos de doenças dos órgãos celomáticos dos tucanos toco e espécies correlatas.

Referências

1. GWYNNE, J.A.; RIOGELY, R. S.; TUDOR, G.; AAGEL, M. Wildlife Conservation Society. **Aves do Brasil** – Pantanal e Cerrado. Ed. Horizonte, 2010.
2. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 October 2018.
3. ANDRADE, M.B. et al. Anatomy of the digestive tube of toco toucan. PUBVET, Londrina. 2012, V. 6, N. 14, Ed. 201, Art. 1347.
4. Smith, B. J.; Smith, S. A. Radiology. In: Altman, R. B.; Clubb, S. L.; Dorrestein, G. M.; Quesenberry, K. Avian Medicine and Surgery. Philadelphia: Saunders, 1997; p.170-199.
5. Flores, M. L.; Segabinazi, S. D.; Aristimunha, P. C. Manejo sanitário e controle de doenças bacterianas e tóxicas em aves. In: Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas, **Anais**. Santos: FACTA-Fundação Apinco de Ciência e tecnologia Avícolas. 2005; p. 197-214.
6. John, J. L. Nematodes and the spleen: an immunological relationship. *Experientia*. 1994; 50: 15-22..
7. Hoefler, H.L. Diseases of the gastrointestinal tract. In: Altman R.B.; Clubb, S.L.; Dorrestein, G. M; Quesenberry, K, E. Avian medicine and surgery. Philadelphia: Saunders. 1997; p. 419-53.
8. Jaensch S. Diagnosis of Avian Hepatic Disease. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 2000; Vol 9, No3, pp 126-135.
9. Krautwald-Junghanns M-E., Zebisch K. Pees M., Willuhn J. Diagnosis of Liver Disease in Birds by Radiography and Ultrasonography: Under Special Consideration of Ultrasound-Guided Liver Biopsies. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 2001; 10(4):153-161.
10. Krautwald-Junghanns. M-E., Schroff S., Bartels T. Radiographic investigation. In: Krautwald-Junghanns, M-E., Pees, M., Reese, S., Tully, T. Diagnostic

Imaging of Exotic Pets – Birds Small Mammals
Reptiles. 2011

11. Schmidt R.E., Reavill D.R., Phalen D.N. Pathology of pet and aviary birds. 2nd ed. Wiley Blackwell. 2003.
12. Lumeij, J. T. Hepatology. In: Ritchie B.W; Harrison, G. J; Harrison, L. R. Avian Medicine: Principles and Application, Lake Worth, Wingers. 1994.
13. King, A.S.; McLelland, J. Birds: Their Structure and Function. 3ed. Bailliere Tindall, London, 1984.
14. Denbow D. M. Gastrointestinal anatomy and physiology. In: Whittow GC, editor. Sturkie's avian physiology. 5th edition. Boston: Academic Press. 2000; p. 299–326.
15. MITCHELL, M.A.; TULLY, JR. T.N. Manual of exotic pet practice. Saunders. 2009; P. 250-297
16. König, J.E.; Korbelt, Rüdiger, Liebich, H-G. Avian Anatomy – Textbook and Colour Atlas. 2nd ed. 5m Publishing. 2016.



2. Revisão de literatura

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. As aves

Com uma variedade de biomas em seu território, o Brasil é considerado um dos países com maior fauna de aves no mundo, possuindo o maior número de espécies endêmicas e também o maior número de aves ameaçadas de extinção (Gwynne *et al.*, 2010). No continente sul-americano existem em torno de 3620 espécies de aves na América do Sul, das quais 1853 habitam o território brasileiro. O Brasil possui cerca de 1808 espécies nativas, das quais 1505 não apresentam riscos de extinção e apenas 1 é relatada como extinta em vida livre. As 333 espécies restantes apresentam risco de extinção, cuja graduação é determinada pela União Internacional de Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) na Red List of Threatened Species (2016): 24 espécies com extremo risco de extinção, 49 com risco alto, 96 vulneráveis, e 132 com risco.

1.2. *Ramphastos toco*

Os tucanos pertencem à ordem Piciformes, família Ramphastidae, e gênero *Ramphastos* (IUCN Red List of Threatened Species, 2016). Segundo Worell (2009) o gênero *Ramphastos* possui aproximadamente 42 espécies, dentre elas o *Ramphastos toco* (Figura 1), popularmente conhecida como tucano toco e considerada a maior espécie dentro do gênero (Höfling, 1995). Os tucanos possuem longevidade de aproximadamente 20 anos quando mantidas em cativeiro (Cornelissen e Ritchie, 1994), sendo a maturidade atingida por volta dos 2 anos de idade (Worell, 2009).

1.2.1. Características:

Possui um bico chamativo, grande e colorido com tórnias serrilhadas (Höfling, 1995). Algumas diferenças existem com outras espécies de aves, a saber: essa espécie não possui inglúvio, tem intestino curto e mais largo do que, por exemplo, os Psitaciformes de mesmo porte, mas não possui ceco e a vesícula biliar é alongada (Andrade, 2012). Dimorfismo sexual ocorre em alguns Ramphastidae, geralmente correlacionado ao tamanho do bico, sendo que em tucanos toco os machos tendem a possuir bico com comprimento maior que 16 cm, e as fêmeas menores que 15,5cm (Worell, 1988).

1.2.2. Comportamento:

Possuem em geral comportamento agressivo e destrutivo, sendo aves curiosas e ativas. Por este motivo, quando mantidas em cativeiro podem consumir parte do recinto, como cordas, pedras, madeiras, parafusos, o que resulta em corpo estranho que pode levar a compactação, perfuração ou estase do trato gastrointestinal, além de injúrias em seus bicos. Embora sejam aves de clima tropical, são animais sensíveis ao calor, devendo sempre ter acesso a sombra (Worell, 1988).

Devido ao seu hábito alimentar onívoro, podem alimentar-se de aves menores caso colocados no mesmo recinto que outras espécies de aves, além disso, os machos são territorialmente agressivos, não sendo recomendado o acondicionamento de machos juntos (Worell, 1988).

1.2.3. Habitat:

Os tucanos são considerados uma das aves mais excêntricas do continente americano e dos trópicos, sendo encontrado no cerrado e nas florestas tropicais Brasileiras, como a Amazônica e a Atlântica, além de ser comum no complexo do Pantanal (Sick, 1997; (Sick, 2001). Possuem hábito arborícola, diurno, e apresentam dieta onívora, composta principalmente de frutas, insetos, aranhas, ovos de pássaros e pequenos vertebrados. Por também consumirem sementes os tucanos são considerados importantes dispersores de plantas, principalmente da ucubeira (*Virola sp.*, *Myristicaceae*) (Worell, 1988; Sick, 1997; Sick, 2001).

Segundo Ragusa-Netto (2006) a ocorrência dessa espécie na mata ciliar é comum no final da estação seca e meados da estação chuvosa, sendo os frutos mais consumidos nesta região o *Genipa americana*, *Ficus luschnatiana* e o *Cecropia pachystachya*, sendo o primeiro preferido no final da estação seca com o declínio dos frutos carnosos. A migração do *Ramphastos toco* na região de mata ciliar dá-se pela oferta dessas frutas nos períodos citados (Ragusa-Netto, 2006).

Embora seja uma espécie comum dentro do território nacional e não seja considerada uma espécie em risco de extinção pela União Internacional de Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN), ainda sofre influência de caça ilegal e contrabando de seus filhotes, resultando em um declínio da sua população (Bird Life International, 2016). Atualmente, dentro do gênero *Ramphastos*, o tucano toco e o *sulfuratus* são as espécies mais criadas como aves de estimação.



M. Campes

Figura 1. Imagem ilustrativa de exemplar adulto de tucano toco (*Ramphastos toco*).

1.3. Anatomia aviária

1.3.1. Sistema cardiorrespiratório:

1.3.1.1. Coração:

Nas aves o coração é localizado na porção cranial do celoma, possuindo íntimo contato com os pulmões em seu aspecto dorsal e com o esterno no seu aspecto ventral (Figura 2). Como nos mamíferos, as aves possuem um coração com quatro câmaras bem delimitadas, além de um fino pericárdio que recobre o coração e possui uma pequena quantidade de fluido dentro de seu espaço. Embora o coração aviário seja similar ao de mamíferos, ele também apresenta certas peculiaridades morfológicas (McLelland, 1990). As aves possuem um coração maior do que os mamíferos em relação ao peso corpóreo, não possuem diafragma e, por este motivo o ápice cardíaco é circundado pelos lobos hepáticos. A base do coração e as grandes veias são circundadas pelos sacos aéreos claviculares (König *et al*, 2016).

O tronco pulmonar surge do ventrículo direito, dividindo-se logo em seguida nas artérias pulmonares direita e esquerda, que posteriormente se dividem dentro do pulmão com curso independente da árvore brônquica. Os capilares sanguíneos formam uma rede que está intimamente associada com os capilares aéreos (König *et al*, 2016). A aorta se origina do ventrículo esquerdo, e devido à ausência de diafragma, a aorta descendente não é dividida entre os componentes torácicos e abdominais, e curva-se para a direita e não para o lado esquerdo como nos mamíferos. O tronco braquicefálico direito e esquerdo originam-se da aorta descendente. A válvula atriventricular direita é muscular e ao contrário dos mamíferos não contém cordas tendíneas (König *et al*, 2016).

1.3.1.2. Traqueia:

Em galinhas, a porção inicial da traqueia é composta por anéis cartilagineos completos e está localizada na linha média da região cervical, continuando caudalmente pelo lado direito. Em algumas espécies aviárias a traqueia é mais comprida que o pescoço, resultando na formação de uma curva na entrada do tórax graças a uma escavação interna do esterno. Existem variações consideráveis entre as espécies quanto ao número de anéis traqueais, no entanto, em todas as espécies é possível observar a gradual redução do diâmetro traqueal em direção à cavidade celomática (King, 1986).

1.3.1.3. Siringe:

Nas aves é considerado o órgão responsável pela vocalização e canto, encontrando-se na junção da traqueia e dos brônquios primários. Na maioria das espécies, a siringe é parcialmente traqueal e parcialmente brônquica, sendo composto por cartilagens, membranas vibratórias e músculos (McLelland, 1990). Nas galinhas os quatro últimos anéis traqueais são considerados parte da siringe, não sendo totalmente completos nos anéis subsequentes e formando uma ponte mediana conhecida como *pessulus*. Nos machos de várias espécies de patos, a siringe é modificada pela presença da bula siringeal nas paredes laterais, sendo esta dividida em cavidades de tamanhos variados, no qual se acredita serem câmaras de ressonância (King, 1990).

1.3.1.4. Pulmões:

Os pulmões se encontram na região dorsal do celoma aderidos ao aspecto medial das costelas, possuindo como limite cranial as primeiras costelas e como limite caudal os rins. Nas aves, cada pulmão pode possuir um formato triangular ou quadrilátero, sem subdivisão em lobos, mas apresentam sulcos que representam as marcas causadas pelo íntimo contato com as costelas. Quando comparados aos pulmões de mamíferos, os aviários são menos elásticos e, por este motivo, não sofrem mudanças de volume durante a respiração, o que dificulta a ausculta pulmonar e, por consequência, a detecção de alterações (King e McLelland, 1975; McLelland, 1990).

Os pulmões das aves são divididos em duas porções, o paleopulmão e o neopulmão. O paleopulmão é composto dos brônquios secundários medioventral e mediodorsal e suas conexões parabronquiais, representando cerca de 75% do pulmão em galinhas. Nesta região, o fluxo de ar é direcionado de caudal para cranial, tanto na inspiração como na expiração. O neopulmão é mais desenvolvido e é visto em galinhas, pombos e espécies de passeriformes, ocupando toda a parte lateroventral do pulmão como uma rede de anastomose. Ao contrário do paleopulmão, a direção do ar muda de acordo com as fases da respiração (McLelland, 1990).

As vias aéreas do pulmão consistem em um brônquio primário que se estende até a borda caudal do pulmão que se divide em parte extrapulmonar e intrapulmonar (Tullyo Jr. 2009), sendo que a parte extrapulmonar de cada brônquio primário é composta por 16-18 anéis cartilagosos incompletos. A parte intrapulmonar do brônquio primário conhecido como mesobronquio passa ao longo do tronco pulmonar perto das artérias e veias ipsilateral (Nickel *et al.*, 1977). Quatro grupos de brônquios

secundários surgem do brônquio primário e são nomeados de acordo com as partes do pulmão que eles fornecem, e parabronquios que surgem dos brônquios secundários, anastomosam-se livremente entre si e contêm o tecido de troca gasosa nas suas paredes (McLelland, 1990).

Por sua vez os parabronquios são separados por septos interbronquiais. O lúmen de cada parabronquio é revestido por um epitélio escamoso simples e comunica com câmaras esféricas em suas paredes. O tecido de troca é formado por redes de capilares de ar e capilares sanguíneos (McLelland, 1990).

Próximo à região de sacos aéreos clavicular, torácicos e abdominais, vários parabronquios formam conexões indiretas com esses sacos e são chamados de sacobronquios (Nickel *et al.*, 1977).

Os parabrônquios apresentam um diâmetro de aproximadamente 0,5 a 2mm, de acordo com a espécie (King e McLelland, 1975; Schummer, 1973) e ocupam mais da metade do volume do pulmão (Nickel *et al.*, 1977).

1.3.1.5. Sacos aéreos

Originados dos brônquios, os sacos aéreos são câmaras de ar de parede fina, são avasculares, grandes, pneumatizados, que apesar da sua conexão com o sistema bronquial não apresentam envolvimento com trocas gasosas (Figura 3,4) (McLelland, 1990). São importantes para a respiração das aves, pois criam um fluxo de ar unidirecional cranialmente por meio dos capilares aéreos pulmonares, durante a inspiração e expiração (Nickel *et al.*, 1977). Ademais, também são responsáveis pela regulação da temperatura corporal, redução da densidade de massa volumétrica e redistribuição do peso durante o vôo e nado (Duncker, 2004; Sawad e Uдах, 2012).

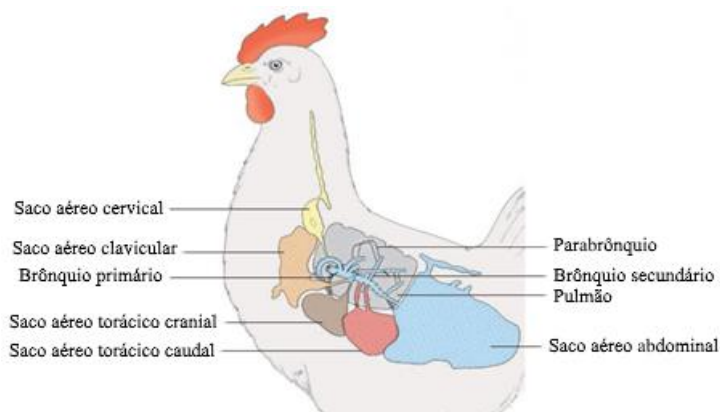


Figura 3. Imagem ilustrativa da relação dos sacos aéreos e o sistema bronquial em galinhas. Fonte: König *et al.*, (2016)

As paredes dos sacos aéreos são transparentes ao olho nu, sendo constituídas de um único epitélio escamoso, que é suportado por fina camada de tecido fibroso e conectivo elástico, supridos por fibras musculares (Nickel *et al.*, 1977). Corpos neuroepiteliais estão distribuídos pelas paredes dos sacos aéreos, funcionando como mecanorreceptores ou quimiorreceptores, e possuindo conexão com o nervo vago (Kubke *et al.*, 2004).

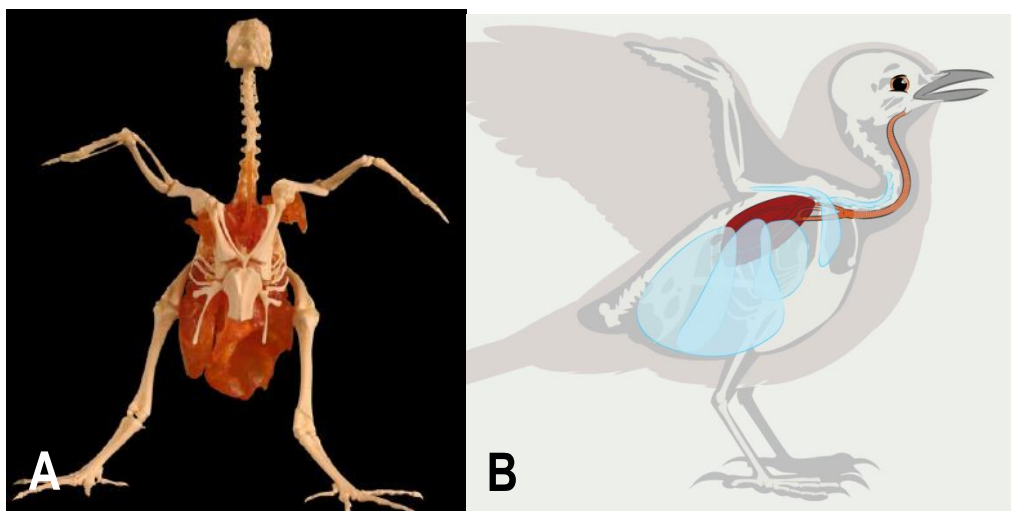


Figura 4. Imagem fotográfica do aspecto ventral de peça anatômica (A) e imagem ilustrativa do aspecto lateral (B) demonstrando a relação dos sacos aéreos com o esqueleto. Fonte: Casteleyn *et al.* (2010).

A quantidade de sacos aéreos varia conforme a espécie de ave, sendo que geralmente possuem oito sacos aéreos, salvo pombos e galinhas, que possuem nove (King e McLelland, 1975; Nickel *et al.*, 1977; King, 1986; McLelland, 1990; Tasbas *et al.*, 1994; Powell, 2000; Duncker, 2004; Sawad and Uдах, 2012). Em geral são divididos em: clavicular, cervical, torácicos cranial, torácico caudal e abdominal (King, 1996; King e McLelland, 1975).

1.3.1.5.1. Sacos aéreos cervicais

Os sacos aéreos são compostos por uma parte central, torácica e cervical, sendo que a parte central localiza-se dorsal a traqueia ao nível caudal da vértebra cervical e é bilateralmente circundada pela parte cranial do saco aéreo clavicular (King, 1966). O saco cervical possui divertículo tubular que se estende para região cranial de cada lado do pescoço até o axis (McLelland, 1990). Essas estruturas correm através dos canais ósseos transversos que está situado dentro da abertura do processo transverso da vértebra cervical consecutiva. Ocorre a projeção de divertículos dos sacos aéreos para as aberturas intervertebrais entre duas vértebras cervicais (King, 1966).

1.3.1.5.2. Saco aéreo clavicular

Único, localizado em região cranioventral ao coração e pulmões, circundado pela cintura torácica e esterno. O saco aéreo clavicular está direto e indiretamente ligado ao pulmão. A conexão indireta envolve o parabronquio do primeiro e segundo brônquios secundários medioventrais, localizados na parte cranioventral do pulmão. A conexão direta ocorre com o terceiro brônquio secundário, conhecido como *óstium* claviculares e pode ser visto próximo ao hilo pulmonar (King, 1966; Nickel *et al.*, 1977).

1.3.1.5.3. Sacos Torácicos craniais e caudais

Os sacos aéreos torácicos craniais estão localizados em região ventral dos pulmões (Nickel *et al.*, 1977) medial às costelas esternais, lateralmente ao coração, fígado e porção caudal do esôfago. De formato retangular e menor que o saco aéreo torácico caudal, tem divertículo da terceira a sétima costelas esternais fornecendo arejamento (El-Bably *et al.*, 2014). Os sacos aéreos caudais encontram-se caudal ao pulmão e dorsocaudal aos sacos torácicos craniais e laterais à porção cranial dos sacos aéreos abdominais (Neckel *et al.*, 1977), são duas vezes maiores que os craniais, e não apresentam divertículos (El-Bably *et al.*, 2014).

1.3.1.5.4. Sacos abdominais

Os sacos abdominais se estendem bilateralmente da região caudal dos pulmões para a cavidade pélvica. Esses sacos aéreos são cobertos pela parede abdominal e entrelaçado com órgãos abdominais (Figura 5). Ambos os sacos aéreos abdominais apresentam três divertículos dorsais. Os divertículos iliolumbares com origem ao nível do sexto espaço intercostal e situados na região lombossacra. O divertículo perirenal separa os lobos renais. O divertículo acetabular (Figura 6) engloba as articulações do quadril. Os sacos aéreos abdominais estão diretamente conectados com o brônquio primário por meio do óstio abdominal, que está localizado na borda caudal do pulmão (King, 1966).

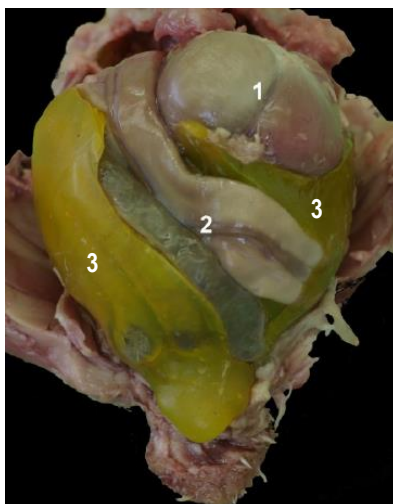


Figura 5. Imagem fotográfica da visão caudoventral dos órgãos abdominais do frango com sacos aéreos preenchidos por polímeros. Sendo: 1, moela; 2, alças intestinais; 3, sacos aéreos. Fonte: Casteleyn *et al.* (2010).



Figura 6. Imagem fotográfica do aspecto caudoventral dos órgãos abdominais do frango, sendo os sacos aéreos preenchidos por polímero vermelho. Mostrando o divertículo acetabular (setas). Fonte: Casteleyn *et al.* (2010).

1.3.1.5.5. Função dos sacos aéreos na respiração:

Os sacos aéreos apresentam suma importância na respiração das aves (Fitzgerald, 1969). A inspiração nas aves é o resultado da pressão negativa que é criada na cavidade torácica pela ação de vários músculos (King e McLelland, 1975). Quando ocorre a contração dos músculos, as costelas são deslocadas cranioventralmente e o esterno é empurrado na direção cranioventral, resultando no movimento lateral e ventral da parede abdominal (Liem *et al.*, 2001). Como os sacos aéreos são parcialmente conectados com as costelas, eles se expandem durante a inspiração e conseqüentemente são preenchidos com ar (Bretz e Schmidt-Nielsen, 1971; Bezuidenhout, 2005).

A expiração é o resultado da pressão externa que é exercida nos sacos aéreos. A diminuição do volume da cavidade torácica é parcialmente causada pela contração de alguns músculos e parcialmente devido à elasticidade dos tecidos (King e McLelland, 1975).

A respiração das aves pode ser dividida em quatro fases (dois ciclos inspiratórios e dois ciclos expiratórios). Durante a inspiração (fase I), o maior volume de ar passa através dos brônquios primários em direção aos sacos aéreos caudais, sem encher os pulmões, porém expandindo esses sacos aéreos como resultado da pressão negativa criada pelos músculos inspiratórios. Um pequeno volume de ar passa pelo pulmão e segue para os sacos aéreos craniais (During e Elemans, 2016). Durante a fase subsequente (fase II) o ar presente nos sacos aéreos caudais é pressionado para os parabrônquios dos brônquios secundários dorsais pela ação dos músculos expiratórios, ventilando assim o pulmão de caudal para cranial. Durante a próxima inspiração (fase III) o ar dentro do pulmão é sugado para dentro dos sacos aéreos craniais, pois a pressão negativa é estabelecida novamente, finalmente na próxima expiração (fase IV), o ar de dentro dos sacos aéreos craniais sai através dos brônquios primários da traqueia e de outras vias respiratórias superiores (Konig e Liebich, 2001). Resumidamente, são necessários dois ciclos respiratórios, em que as fases I e III são executadas durante a inspiração e as fases II e IV são executadas simultaneamente durante a expiração, sendo assim, o tecido é ventilado continuamente na direção caudocranial, tanto durante a inspiração como na expiração (Figura 7) (Konig e Liebich, 2001).

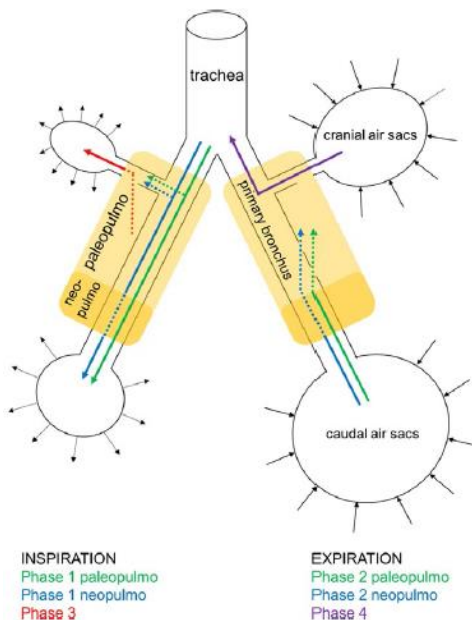


Figura 7. Desenho esquemático representando o padrão do fluxo de ar durante a inspiração e expiração em aves. Fonte: Casteleyn *et al.* 2010

1.3.1.6. Sistema digestório

O Canal alimentar das aves é composto por: esôfago (inglúvio), estômago (proventrículo e ventrículo), intestino (duodeno, jejuno, íleo, ceco, reto) e cloaca (coprodeu, urodeu e protodeu) (Dyce *et al.*, 1997; König *et al.*, 2016)

1.3.1.6.1. Fígado:

As aves em geral possuem dois lobos hepáticos direito e esquerdo, sendo o direito maior na maioria das espécies (King, McLelland, 1984). O aspecto cranioventral do fígado encontra-se em contato com o ápice do coração, a superfície visceral está em contato com o proventrículo, ventrículo e baço, a região ventral está em contato com o esterno, sendo que um fígado normal não deve ultrapassar o aspecto caudal do esterno (Schmidt *et al.*, 2003).

O suporte sanguíneo do fígado é dado pelas artérias hepáticas direita e esquerda, que são ramos da artéria celíaca, e veias hepáticas portais (King, McLelland, 1984), estas últimas drenam a vasculatura do proventrículo, ventrículo, intestino delgado e grosso, baço e o pâncreas (King e McLelland, 1984; Doneley, 2004). O sangue do fígado é drenado pelas veias hepáticas que se juntam no fígado para formar a veia cava caudal (King, McLelland, 1984).

O fígado exerce diversas funções metabólicas como a síntese, armazenamento, filtração e excreção de vários nutrientes e produtos químicos (Hoefler *et al.*, 1997). A biliverdina é o pigmento primário nas espécies aviárias pois estas não sintetizam a

enzima biliverdina redutase a qual é responsável por transformar a biliverdina em bilirrubina nos mamíferos (Doneley, 2004).



Figura . Imagem fotográfica do aspecto central do fígado em tucano toco (*Ramphastos toco*), demonstrando a sua divisão em dois lobos hepáticos, sendo o direito (d) maior que o esquerdo (e).

O fígado possui uma capacidade de regeneração considerável (Hochleithner *et al.*, 2006). E de acordo Hoefler *et al.*, (1997) e Jaensch (2000), o diagnóstico de doença hepática é desafiador, pois 80% do tecido hepático deve estar comprometido para essa disfunção tornar-se clinicamente visível.

1.3.1.6.2. Vesícula biliar:

A vesícula biliar é um órgão que não está presente em todas as espécies de aves, como por exemplo, em espécies de psitacídeos, pombos e avestruzes (King, McLelland., 1984; Schmidt *et al.*, 2003). Quando presente pode variar significativamente de tamanho e formato conforme a espécie, em tucanos, pica paus e barbets são alongadas (King e McLelland, 1984).

A vesícula biliar é encontrada na superfície visceral do lobo hepático direito (King e McLelland, 1984), a bile é drenada de ambos os lobos do fígado por meio dos ductos hepáticos direito e esquerdo. Nas espécies que possuem vesícula, um ramo do ducto hepático direito forma o ducto hepatocístico (Hoefler *et al.*, 1997; Denbow, 2000), que drena a bile para a vesícula e da vesícula a bile é transportada para o duodeno pelo

ducto cisticoenterico (Mitchell e Tully, 2009), já as aves que não possuem vesícula biliar, o ramo do ducto hepático direito forma o ducto hepatoenterico direito que esvazia a bile no duodeno (Denbow, 2000; Mitchell e Tully, 2009).

3.3.1.6.3. Esôfago:

Tubo flexível, com paredes finas que se estende desde a laringe até o proventrículo. Semelhante ao que ocorre nos mamíferos, a parte cervical inicia-se dorsal à traqueia, na porção media passa a seguir ventralmente a traqueia e logo tanto o esôfago como a traqueia passam para o lado direito do pescoço. Na entrada torácica, o esôfago se alarga pra formar o ingluvio que em muitas espécies, se encontram ventralmente, logo após o trajeto esofágico passa a ser dorsal à traqueia e passa ao longo do aspecto ventral dos pulmões. Ao nível do terceiro e quarto espaços intercostais, o esôfago se abre para o proventrículo (Konig *et al.*,2016)

1.3.1.6.4. Estômago:

Formado pelo proventriculo (estômago glandular/verdadeiro) e o ventrículo (estômago muscular). O proventrículo possui formato semelhante ao do esôfago diferindo apenas por possuir um diâmetro maior (Andrade *et al.*, 2012). Responsável pela produção do ácido clorídrico e pepsina, e onde ocorre a maior parte do processo digestivo (Mitchell e Tully, 2009).

Já o ventrículo tem formato arredondado e possui intimo contato com o fígado (Andrade *et al.*, 2012), é mais desenvolvido em espécies como galinhas, pombos e pavões, que possuem hábito de ingerir pedras ou outro tipo de material não digestivo que ajuda a triturar os alimentos (Mitchell e Tully, 2009). O ventrículo é revestido por uma camada de colofónia (kolin) dura constituída por uma matriz proteica de hidratos de carbono (Lumeij, 1994), possui quatro quadrantes de músculos que mudam de espessura sendo mais grosso na região cranioventral e mais finos na craniodorsal. Essa diferença de espessura ajuda no processo de digestão, no entanto dificulta a remoção de corpos estranhos quando ingeridos (Mitchell e Tully, 2009).

1.3.1.6.5. Intestino

O segmento intestinal assim como os de mamíferos é dividido em intestino delgado e grosso, porém certas espécies podem não possuir ceco (Cornelissen e Ritchie,

1994). Há uma pequena projeção da parede intestinal localizada na interface jejuno-íleo conhecida como divertículo vitelino ou meckel que é um resquício do saco vitelino (Mitchell e Tully, 2009). O íleo termina no reto e a região de intersecção de ambos é o local do ceco. Nem todas as aves possuem ceco, e quando presente é mais desenvolvido em espécies em que uma porcentagem grande da dieta consiste em material vegetal fibroso (Mitchell e Tully, 2009).

A cloaca divide-se em três câmaras: coprodeu, urodeu e proctodeu. O reto esvazia dentro do coprodeu, o urodeu é o local de término dos tratos urinário e reprodutor, e o proctodeu é a câmara de coleta do coprodeu e urodeu antes do material ser evacuado pelo orifício. Na região dorsal da cloaca encontra-se tecidos linfáticos (mais desenvolvidos em pássaros jovens) conhecidos como bursa cloacal (Mitchell e Tully, 2009).

1.3.1.7. Baço:

O baço está localizado em região dorsal do lobo hepático direito entre o proventriculo e o ventrículo (Glick e Sato, 1964). De maneira geral são de formato ovalado, porém podem apresentar outros formatos como triangular e formas cônicas e alongadas, dependendo da espécie aviária (John, 1994), em frangos são esféricos e tendem a uma forma triangular mais achatada do que em aves aquáticas (König *et al.*, 2016).

Em relação a proporção do peso corpóreo, o baço é menor em aves do que em mamíferos. (John, 1994) e o diâmetro normal do baço varia conforme o tamanho da ave, em psitacídeos varia de 7 a 8mm em *Amazona aestiva*, 1 a 2 mm em periquitos, 3 a 4mm em pombos e calopsitas e 2cm em galinhas (*Gallus gallus*) (West *et al.*, 1981). Pesa em torno de 1,3 a 4gramas no frango e no pato e por volta de duas vezes mais no ganso (König *et al.*, 2016). A cor pode variar de rosa a vermelho amarronzado em pássaros normais (Lowenstine, 1986). Pode ocorrer variação sazonal no formato e tamanho do baço, o que pode estar associado à migração em alguns passeriformes e columbiformes (John, 1994).

Diferente do baço de mamíferos que possui cápsula muscular, o baço aviário possui uma fina camada de tecido conjuntivo que contém apenas fibras musculares lisas também possui pouca capacidade de armazenamento de sangue e não é considerado um reservatório de sangue que pode expulsar rapidamente eritrócitos adicionais na

circulação (John, 1994). Os vasos que entram e saem do baço dividem-se de forma semelhante aos dos mamíferos (König *et al.*, 2016).

1.1.3. EXAMES DE IMAGEM

A exemplo da medicina, a veterinária tem obtido grande avanço nos métodos de diagnóstico por imagem, sendo os exames mais utilizados a radiografia, endoscopia, tomografia computadorizada e ressonância magnética (Mitchell, Tully, 2009), todas essas técnicas são usadas em pacientes aviários também (Meredith e Redrobe, 2002). Contudo, referências de normalidade das imagens radiográficas, tomográficas e ultrassográficas da anatomia aviária é imprescindível para um diagnóstico correto.

1.1.3.1. Radiografia

Com o exame radiográfico é possível determinar diversas alterações, sejam elas ósseas ou de tecidos moles. Utilizando as imagens radiográficas é possível observar mudanças de densidade nas lesões ósseas, alteração dos tecidos moles, alterações cardíacas, e do sistema respiratório, presença de tumores, entre outras (Krautwald-Junghanns, *et al.*, 2011).

Para tanto é imprescindível conhecer a anatomia radiográfica do animal em questão e suas particularidades.

1.1.3.2. Tomografia computadorizada

Tomografia computadorizada utiliza imagens baseadas na radiografia com cortes transversais finos que remove as complicações de sobreposição de estruturas ocasionada no exame radiográfico (Mitchell, Tully, 2009; Krautwald-Junghanns, *et al.*, 2011). É um método de exame radiodiagnóstico que utiliza a atenuação dos feixes de raios-X para determinar a aparência do tecido (Tidweell, 2010), e é obtido imagens de cortes reconstruídos a partir de um sistema de computação integrado (Ohlerth e Scharf, 2007).

As imagens obtidas são transversais e para isso, é necessário primeiramente a realização do topograma ou *scout*, essa imagem é adquirida para localizar os cortes, no qual são demarcados o limite cranial e caudal das aquisições das imagens definitivas. (Carvalho *et al.*, 2009).

Uma vantagem desta modalidade diagnóstica é o curto período de tempo necessário para a realização do exame (1 ou 2 minutos) (Krautwald-Junghanns, *et al.*, 2011), além de permitir a obtenção de reconstruções 3D e multiplanares (sagital, dorsal) (Ohlerth e Scharf, 2007), navegação virtual, renderização de imagens (visibilização de volumes), 3D transparente *wall* (que permite delinear os órgãos) entre outros (Kopp *et al.*, 2000).

A TC está sendo muito utilizada tanto para diagnósticos de lesões em tecidos moles como em tecidos ósseos, sendo muito empregada para identificar a origem anatômica da lesão e determinar a profundidade das lesões (Kinns *et al.*, 2011) as quais não podem ser determinadas pelas radiografias convencionais.

1.1.3.3. Ultrassonografia

A ultrassonografia se tornou uma ferramenta muito útil na medicina veterinária, principalmente em animais domésticos (Krautwald-Junghanns e Trinkhaus, 2000; Nyland *et al.*, 2002). Vem ganhando importância de auxílio diagnóstico pois permite detectar a origem de massas abdominais encontradas no exame clínico ou na radiografia (Meredith e Redrobe, 2002; Krautwald-Junghanns, *et al.*, 2011). Por meio do exame ultrassonográfico bidimensional (B) pode-se realizar avaliação dinâmica da topografia, tamanho, contornos, características do parênquima de estruturas anatômicas (Nyland *et al.*, 2002). Também permite confirmar a presença de ascite, caracterizar alterações de cunho morfológico nos órgãos celomáticos (Meredith e Redrobe, 2002; Krautwald-Junghanns, *et al.*, 2011).

Krautwald-Junghanns e Trinkhaus (2000) relatam que não é necessário anestesia geral para a avaliação ultrassonográfica em pacientes aviários, e estes em geral tem que ser deixados em jejum por três horas, porém no caso de aves de rapina é recomendado pelo menos um ou dois dias de jejum.

Nas aves, devido a presença de sacos aéreos há poucas janelas de acesso que são efetivas para obter boas imagens ultrassonográficas das estruturas celomáticas. Na janela caudal à quilha, com a ave em decúbito dorsal, o transdutor pode ser colocado na direção dorsocranial para obter imagens do fígado e coração. Quando o transdutor é direcionado para a linha mediacaudal da cavidade obtêm-se imagens dos tratos intestinal e urogenital. (Krautwald-Junghanns e Trinkhaus, 2000). Krautwald-Junghanns *et al.* (2011) relatam diferenças na avaliação ultrassonográfica em relação ao tamanho, formato e textura dos órgãos entre as diferentes espécies de aves.

Referências:

Andrade, M.B.; Santos, A. L. Q.; Hirano, L. Q. L., Moraes F. M. de. Anatomy of the digestive tube of toco toucan. PubVet, Londrina, V. 6, n. 14, Ed. 201, Art. 1347, 2012.

Adeodato, A.G.; Schamall, R.F.; Mello, L.E. Análise retrospectiva de 85 exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética em cães e gatos portadores de doenças neurológicas no Rio de Janeiro. Revista Universidade Rural, v.24, 2004.

Bretz, W. L., Schmidt-Nielsen, K. Bird respiration: Flow patterns in the duck lung. Journal of Experimental Biology, 54, 103–118, 1971.

Bezuidenhout, A. J. Light and electron microscopic study of the thoracic respiratory air sacs of the fowl. Anatomia Histologia and Embryologia, 34, 185–191, 2005.

Carretero A., König H. E., Liebich H. G., Korbel R. Urinary system (organa urinaria). In: König H. E., Korbel R., Liebich H-G. Avian Anatomy Textbook and Colour Atlas. Ed. 2nd. 5m Publishing, 2016.

Denbow D. M. Gastrointestinal anatomy and physiology. In: Whittow GC, editor. Sturkie's avian physiology. 5th edition. Boston: Academic Press; p. 299–326, 2000

Dyce, K.M.; Sack, W.O.; Wensing, W.O. A cabeça e a parte ventral do pescoço dos carnívoros. In: Tratado de Anatomia Veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 292-311, 1997.

Duncker, H.R. Vertebrate lungs: structure, topography and mechanics. A comparative perspective of the progressive integration of respiratory system, locomotor apparatus and ontogenetic development. Resp. Physiol. Neurobiol. 144(2-3): 111-124, 2004.

Düring, D. N., Elemans, C. P. H. Embodied motor control of avian vocal production. In Suthers, R. A.; Fitch W. T.; Fay, R. R.; Popper A. N. Vertebrate sound production and acoustic communication. pp. 119–157. Dordrecht: Springer. 2016.

Echols M. S. Evaluating and treating the kidneys. In: Harrison, G.J; Lightfoot T. L. Clinical Avian Medicine. vol 2, Spix Publishing, ,Palm Beach, pp. 451-492. 2006

EL-Bably, S.H.; Rezk H.M.; Tolba A. R. Gross morphological studies on the air sacs (*Sacci pneumatici*) of golden pekin duck (*Anas platyrhyncha*). Haryana Vet 53(1), 13-17, 2014.

Fitzgerald, T. C. Respiratory system. In: Fitzgerald T. C. 1969.

Flores, M. L.; Segabinazi, S. D.; Aristimunha, P. C. Manejo sanitário e controle de doenças bacterianas e tóxicas em aves. In: Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas, **Anais**. Santos: FACTA-Fundação Apinco de Ciência e tecnologia Avícolas, p. 197-214, 2005.

- Gwynne, J.A.; Riogely, R. S.; Tudor, G.; Aagel, M. Wildlife Conservation Society. Aves do Brasil – Pantanal e Cerrado. Ed. Horizonte, 2010.
- Gray, H. On the Structure and Use of the Spleen. John W. Parker and Son, London. 1854.
- Hoefler, H.L. Diseases of the gastrointestinal tract. In: Altman R.B.; Clubb, S.L.; Dorrestein, G. M; Quesenberry, K, E. Avian medicine and surgery. Philadelphia: Saunders, p. 419–53, 1997
- Höfling, E. Anatomia do crânio e da cintura escapular dos Ramphastidae (Aves: Piciformes) e de alguns grupos próximos com possíveis implicações sistemáticas. São Paulo, 185p. Tese. 1995.
- Jaensch S. Diagnosis of Avian Hepatic Disease. Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine, Vol 9, No3, pp 126-135, 2000.
- John, J. L. Nematodes and the spleen: an immunological relationship. *Experientia*, 50: 15-22. 1994.
- Krautwald-Junghanns, M-E., Pees, M., Reese, S., Tully, T. Diagnostic Imaging of Exotic Pets – Birds Small Mammals Reptiles. 2011
- Krautwald-Junghanns, M-E., Trinkhaus K. Imaging techniques. In: Tully T.N.; Lawton M. P. C.; Dorrestein, G. M. Avian Medicine, Osford, UK, 2000.
- Krautwald-Junghanns, M-E., Pees, M. Imaging techniques. In: Tully, Jr., T.N., Dorrestein G. M., Jones A. K. Handbook of Avian Medicine. 2nd, ed. Saunders Elsevier 2009
- King, A. S. Structural and functional aspects of the avian lung and its air sacs. *International Review of General and Experimental Zoology*, 2,171–267, 1966.
- King, A. S. (1979). Systema respiratorium. In J.J. Baumel, A. S. King, A. M. Lucas, J. E. Breazile, & H. E. Evans (Eds.), *Nomina anatomica avium. An annotated anatomical dictionary of birds* (pp. 227–265). London: Academic Press.
- King, A.S.; McLelland, J. Birds: Their Structure and Function. 3ed. Bailliere Tindall, London, 1984.
- King, A. S.; Atherton, J. D. The identity of the air sacs of the turkey (*Meleagris gallopovo*). *Acta Anatomica*, 78–91, 1970.
- King, A. S.; McLelland, J. Respiratory system. In: King A. S.; McLelland, J. Outlines of avian anatomy. London: Baillièrè Tindal, pp. 43–64, 1975.
- König, J.E.; Korbelt, Rüdiger, Liebich, H-G. Avian Anatomy – Textbook and Colour Atlas. 2nd ed. 5m Publishing. 2016.

- Kopp, A.F.; Heuschmid, M.; Kuettner, A; Claussen, C. D. Multislice computed tomography: basic principles and clinical applications. *Electromedica*, v.68, n.2, p.94-105, 2000.
- Kubke, M. F.; Ross, J. M.; Wild, J. M. Vagal innervation of the air sacs in a songbird, *Taenopygia guttata*. *Journal of Anatomy*, 204, 283–292, 2004.
- Liem, K. L.; Bevis, W. E.; Walker, W. F.Jr.; Grande, L. The respiratory system. In: Liem, K. L.; Bevis, W. E.; Walker, W. F.Jr.; Grande, L. *Functional anatomy of the vertebrates – An evolutionary perspective.*. London: Harcourt College Publishers. 3rded, pp. 575–602, 2001.
- Lumeij, J. T. Nephrology. In: Ritchie B.W; Harrison, G. J; Harrison, L. R. *Avian Medicine: Principles and Application*, Lake Worth, Wingers. 1994.
- Lumeij J. T. Gastroenterology. In: Ritchie B.W; Harrison, G. J; Harrison, L. R. *Avian Medicine: Principles and Application*, Lake Worth, Wingers. 1994.
- McLelland, J. A *Colour Atlas of Avian Anatomy*. Wolf Publishing Ltd, 1990.
- Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. Respiratory system – *Systema respiratorium*. In: Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. *Anatomy of the domestic birds*. pp. 62–69. Hamburg–Berlin: Verlag Paul Parey. 1977.
- Nyland, T.G.; Mattoon, J. S.; Herrgesell, E. J. Urinary tract. In: Nyland, T.G. *Small animal diagnostic ultrasound*. 2. Ed. Davis: W. B. Saunders, p. 158-197. 2002.
- Ohlerth, S.; Scharf, G. Computed tomography in small animals – basic principles and state of the art applications. *The Veterinary Journal*, v.137, p.254-271, 2007.
- Ragusa-Netto J. Abundance and Frugivory of the Toco Toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil’s Southern Pantanal. *Braz. J. Biol.*; 66(1):133-142. 2006
- Silverman S, Tell L.A. *Radiology of Birds – An Atlas of Normal Anatomy and Positioning*. Saunders Elsevier, 2010.
- Smith, B. J.; Smith, S. A. Radiology. In: Altman, R. B.; Clubb, S. L.; Dorrestein, G. M.; Quesenberry, K. *Avian Medicine and Surgery*. Philadelphia: Saunders, p.170-199. 1997.
- Sick H. *Ornitologia Brasileira*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 2001.
- Sick H. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; p.862. 1997.
- Worell, A.B. *Ramphastideos*, In: Tully. T.N.; Dorrestein, G.M.; Jones, A. K. *Handbook of Avian Medicine*. 2nd. Saunders Elsevier. 2009.
- The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 07 October 2018.

IVANČIĆ, M.; MAI, W. Qualitative and quantitative comparison of renal vs. Hepatic ultrasonographic intensity in healthy dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, v. 49, n. 4, p. 368-373, 2008.

MATOON, J.S.; NYLAND, T.G. *Small animal diagnostic ultrasound*. 3th edition. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2015.

PENNINCK, D.; D'ANJOU, M.C. *Atlas of small animal ultrasonography*. 2nd edition. Iowa: Wiley Blackwell, 2015.

LEE, C.H.; CHOI, J.W.; KIM, K.A.; SEO, T.S.; LEE, J.M.; PARK, C.M. Usefulness of standard deviation on the histogram of ultrasound as a quantitative value for hepatic parenchymal echo texture: preliminary study. *Ultrasound Med Biol*, v. 32, n. 12, p. 1817-1826, 2006.

MAEDA, K.; UTSU, M.; YAMAMOTO, N.; SERIZAWA, M.; ITO, T. Chapter 4: ultrasonic tissue characteriation with gray level histogram width. In: KURJAK, A.; ARENAS, J.B. (Ed.). *Donald school textbook of transvaginal sonograph*. 2nd edition. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher Ltd, 2013. p. 17-20.

HERSHKOVITZ, R.; AMICHAY, K.; STEIN, G.Y.; TEPPER, R. The echogenicity of the normal fetal kidneys during different stages of pregnancy determined objectively. *Arch Ginecol Obstet*. v. 284, n. 4, p. 807-811, 2011.

LAM, R.; NIESSEN, S.J.; LAMB, C.R. X-ray attenuation of the liver and kidney in cats considered at varying risk of hepatic lipidosis. *Vet Radiol Ultrasound*, v. 55, p. 141-146, 2014