



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

CARLOS ALBERTO AMORIM SOARES DE LIMA FILHO

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO CORAÇÃO E PADRÕES
ELETROCARDIOGRAFICOS DE ARARAS CANIDÉS DE VIDA LIVRE
(ARA ARARAUNA).**

RECIFE – PE

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L732t Lima Filho, Carlos Alberto
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO CORAÇÃO E PADRÕES ELETROCARDIOGRÁFICOS DE
ARARAS CANIDÉS DE VIDA LIVRE (ARA ARARAUNA): ANÁLISE COM TOMOGRÁFICO E E
ELETROCARDIOGRÁFICO DO CORAÇÃO DE ARARAS. / Carlos Alberto Lima Filho. - 2021.
41 f. : il.

Orientadora: Fabiano Sellos .
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Medicina
Veterinária, Recife, 2022.

1. Psitacideos. 2. ECG. 3. Coração. 4. Anatomia. 5. TC. I. , Fabiano Sellos, orient. II. Título

CDD 636.089



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CARLOS ALBERTO AMORIM SOARES DE LIMA FILHO

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO CORAÇÃO E PADRÕES
ELETROCARDIOGRAFICOS DE ARARAS CANIDÉS DE VIDA LIVRE
(ARA ARARAUNA).**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Veterinária.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Fabiano Séllos Costa

RECIFE – PE

2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

COORDENAÇÃO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO CORAÇÃO E PADRÕES
ELETROCARDIOGRAFICOS DE ARARAS CANIDÉS DE VIDA LIVRE
(ARA ARARAUNA).**

Dissertação de mestrado elaborada por
CARLOS ALBERTO AMORIM SOARES DE LIMA FILHO

Aprovada em/...../.....
BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Fabiano Séllos Costa – UFRPE - Presidente/Orientador

Professora Dra. Jacinta Eufrásia Brito Leite – UFRPE

Professor Dr. João Marcelo Azevedo de Paula Antunes – UFRPE

SUPLENTE

Dra. Lorena Adão Vescovi Séllos Costa – UFRPE

Dedico esta dissertação
A todos os meus que já partiram e que independente de onde estejam, estarão sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeira mente agradeço a Deus e Nossa Senhora da Conceição, que a todo momento estiveram comigo me guiando e me levantando momentos mais difíceis. Agradecer minha mãe que sempre me incentivou e nunca duvidou de onde eu poderia chegar. Meu pai que sempre lutou muito para poder me proporcionar a melhor educação e me deu pernas para conseguir chegar nesse ponto da minha caminhada. Minha irmã que apesar de nossas brigas, sempre estamos um pelo o outro, vibrando sempre com as vitórias.

Puxei um novo paragrafo para agradecer uma pessoa em especial, uma mulher que de tanta força que tem passou um pouco pra mim, chegou na minha vida e mudou tudo tão positivamente, que me faltam palavras para agradecer, apenas dizer obrigado e te amo muito, minha mulher e futura esposa (ta chegando o dia...). Erika, obrigado por me acalmar, nos momento de desespero e mostrar que com calma a gente consegue resolver os problemas.

Gostaria de agradecer ao professor Fabiano, por todo conhecimento a mim transmitido.

Agradecer a professora Jacinta (minha eterna orientadora), por sempre me escutar, me acalmar e ter sempre uma palavra de conforto. Agradecer a Lorena por todo conhecimento a mim transmitido. Agradecer a Claudinha, Ricardo e Don, pessoas que a vida me presenteou e eu só tenho que agradecer. Agradecer a Léo (Claudecio), por todas as conversas e risadas que demos no hospital. Agradecer a Ieverton, por me auxiliar com as imagens e por todo conhecimento a mim transmitido. Também gostaria de agradecer a tantos outros, mas tenho medo de esquecer algum nome, então gostaria de agradecer a todos que fazem parte do departamento de medicina veterinária , técnicos, funcionário da Sol e professores.

Minha mãe sempre me diz que Deus não dá um fardo que você não consiga carregar, então as vezes o peso pode parecer grande, mas saiba que você tem condições de suportar e superar todo o que esta passando, tudo tem seu tempo de acontecer, calma você vai conseguir, mas corra a traz e se esforce, faça por onde.

RESUMO

País com maior número de exemplares de psitacídeos no Brasil pode ser vistas 72, das 332 espécies distribuídas no mundo. Aves de cores exuberantes, comportamento amistoso e grande longevidade, são as aves mais comuns, sendo criadas como animais de companhia. A arara Canindé vem se destacando nesse universo dos animais de companhia, é uma ave que se encontra como pouco preocupante na lista de animais em extinção, porém em seu habitat vem diminuindo o número de indivíduos. O coração se localiza na cavidade celomática cranial, onde dorsalmente faz contato com os pulmões e caudalmente com o fígado. O sedentarismo e a má alimentação podem ser responsáveis pelo aparecimento de patologias cardiovasculares nessas aves. Exames como o eletrocardiograma e a tomografia computadorizada, são capazes de detectar alterações e assim auxiliar no diagnóstico dessas patologias. O trabalho tem como objetivo avaliar o eletrocardiograma e morfologia normal do coração de araras Canindé (*Ara ararauna*) de vida livre, além de, fornecer relação entre o diâmetro do coração no corte sagital pelo diâmetro da cavidade celomática no corte dorsal, obtendo valores médios de $60,37 \pm 4,26$, entre o diâmetro do coração no corte dorsal pelo diâmetro da cavidade celomática no corte dorsal, obtendo valores médios de $44,98 \pm 3,45$ e a relação da área do coração pela área da cavidade celomática, ao nível do tronco pulmonar no corte transversal, obtendo valores médios de $20,97 \pm 2,60$. A partir desses resultados foi possível a determinação dos valores de normalidade referentes a amplitude e duração de ondas eletro cardiográficas e dimensões do coração e da cavidade celomática de araras Canindé, fornecendo informações relevantes para literatura e possíveis estudos posteriores relacionados ao gênero *Ara* e outras espécies de aves.

Palavras-Chave: Psitacídeos, ECG, Coração, Anatomia, TC, Aves.

ABSTRACT

Country with the highest number of parrots in Brazil, 72 of the 332 species distributed in the world can be seen. Birds with exuberant colors, friendly behavior and great longevity are the most common birds, being raised as companion animals. The Canindé macaw has been standing out in this universe of companion animals, it is a bird that is of little concern in the list of endangered animals, but in its habitat it has been decreasing the number of individuals. The heart is located in the cranial coelomic cavity, where it makes contact dorsally with the lungs and caudally with the liver. Sedentary lifestyle and poor diet may be responsible for the appearance of cardiovascular pathologies in these birds. Exams such as electrocardiogram and computed tomography are able to detect changes and thus help in the diagnosis of these pathologies. The study aims to evaluate the electrocardiogram and normal morphology of the heart of free-living Canindé macaws (*Ara ararauna*), in addition to providing a relationship between the heart diameter in the sagittal section and the diameter of the coelomic cavity in the dorsal section, obtaining mean values of 60.37 ± 4.26 , between the diameter of the heart in the dorsal section and the diameter of the coelomic cavity in the dorsal section, obtaining mean values of 44.98 ± 3.45 and the ratio of the heart area to the area of the coelomic cavity, to pulmonary trunk level in the cross section, obtaining mean values of 20.97 ± 2.60 . From these results, it was possible to determine normal values for the amplitude and duration of electrocardiographic waves and dimensions of the heart and coelomic cavity of Canindé macaws, providing relevant information for literature and possible further studies related to the genus *Ara* and other species of macaws. birds.

Keywords: Parrots, ECG, Heart, Anatomy, CT, Bird.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – Tridimensional

ALT - Alanina aminotransferase

AST - Aspartato aminotransferase

CETAS – Centro de triagem de animais silvestres

cm – Centímetro

DICOM - Digital Imaging and Communications in Medicine

DP – Desvio padrão

ECG – Eletrocardiograma

FA – Fosfatase alcalina

g – Grama

HU – Unidade Hounsfield

kg - Quilograma

kv – Quilovolt

mA - Miliampère

mg - Miligrama

ml - Mililitro

mm – Milímetro

mm/s – Milímetro por segundo

MPR – Reconstrução multiplanar

PE - Pernambuco

TC - Tomografia computadorizada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1.PSITACÍDEOS.....	11
2.1.1. <i>Ara ararauna</i>	11
2.1.2. Anatomia e Patologias Cardíacas.....	12
2.2.ELETROCARDIOGRAFIA.....	13
2.3.TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	13
2.3.1. Aspectos Gerais.....	13
2.3.2. Tomografia Computadorizada em Aves.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
3. ARTIGO CIENTÍFICO.....	21

1. INTRODUÇÃO

A família Psitacídea possui mais de 330 espécies, incluindo periquitos, papagaios, araras, lóris e outros (PÉRON; GROSSET, 2013). São encontradas em ambiente tropicais e subtropicais, distribuídos pelo mundo, porém algumas espécies, também são encontradas em climas temperados, como na Nova Zelândia e Austrália (KOUTSOS; MATSON ; KLASING, 2001). A Arara Canindé (*Ara ararauna*) se adapta muito bem em cativeiro, sendo assim é uma das mais comercializadas e mais populares, como animal de companhia. Podendo ser observada, em vida livre, desde o norte do Panamá até a região sul da Argentina (IUCN, 2018).

Os psitacídeos possuem uma cavidade celomática, na qual não possui diafragma. Localizado em uma reentrância do esterno, o coração se apresenta no eixo central da cavidade celomática, cranial ao fígado (VELADIANO et al., 2016).

Nas últimas décadas, a popularidade das aves como animais de companhia aumentou e com isso destacou o papel da medicina aviária no cenário global. Esse aumento da popularidade se dá, devido a fortes conexões das pessoas com os animais e ao fato do alto valor de mercado de algumas espécies (VELADIANO et al., 2016). As aves criadas em cativeiro exigem cada vez mais que os médicos veterinários de animais silvestres, busquem sempre maneiras de melhorar a nutrição e a saúde desses pacientes (CUBAS; SILVA; CATÃO-DIAS, 2014).

As técnicas de diagnósticos por imagem cada vez mais apresentam um importante papel na medicina de animais de estimação, aves selvagens e animais de zoológico. O crescente número de estudos utilizando técnicas avançadas de diagnóstico por imagem, como por exemplo, a tomografia computadorizada, vem facilitando o diagnóstico de muitas enfermidades intracelomática em aves e assim a utilização dessas técnicas se tornam cada vez mais comuns, na rotina do veterinário imaginologista (KRAUTWALD-JUNGHANNS; PEES; REESE, 2011, LEHMKUHL; VULCANO, 2014).

Atualmente a tomografia computadorizada (TC) é utilizada rotineiramente na clínica de animais de companhia, o que favorece a existência de vasto material caracterizando a anatomia normal dessas espécies, enquanto que para animais selvagens e exóticos, existe uma grande escassez de material a respeito das características normais e patológicas (BANZATO et al, 2011; D'ANJOU, 2013; BANZATO et al, 2013;). Ao

se observar essa necessidade de materiais caracterizando estruturas normais dos pacientes selvagens esse trabalho objetivou avaliar e determinar quantitativamente a largura e comprimento do coração, largura da traqueia, da siringe e da cavidade celomática cranial em seu maior diâmetro, bem como também mensurar o volume do coração e da cavidade celomática na altura do tronco pulmonar em Araras Canindé adultas, bem como avaliar esse animais eletrocardiograficamente, afim de determinar valores de referência para a espécie.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1.PSITACÍDEOS

O Brasil é considerado o país onde existem mais espécies de psitacídeos, podendo ser observada 72 espécies, das 332 existentes no mundo (ASSIS et al, 2016).

Os psitacídeos apresentam um bico forte, grosso e encurvado, com uma língua grossa, a mandíbula superior é recurvada sobre a inferior. São exemplos de psitacídeos os papagaios, periquitos, araras e outros (ASSIS et al, 2016). As araras são as maiores aves da família Psittacidae. As araras são divididas em 17 espécies vivas diferentes, distribuídas em 4 gêneros, são estes o Ara, Diopsittaca, Andorhynchus e Cyanopsitta. O gênero Ara contém 12 espécies, da qual a *Ara ararauna* se destaca como animal de companhia (figura 1) (FULTON, 2005).



Figura 1 Arara Canindé (*Ara ararauna*), criada como animal de companhia (SULLIVAN et al, 2013).

2.1.1. *Ara ararauna*

A *Ara ararauna*, conhecida popularmente como Arara Canindé, mede de 70 – 90 cm de comprimento, com o peso variando de 890 g – 1300 g. Apresenta como característica a coloração azul nas penas das costas e asas, com as penas do peito na coloração amarela, uma barra de penas pretas abaixo do bico e presença de uma pequena parte com penas esverdeadas na cabeça. Ao redor dos olhos, pode-se observar pele branca, com finas linhas de penas pretas. O bico é preto e os pés são cinza escuro (JORDAN; MOORE, 2015). Segundo a União Internacional de Conservação da Natureza e Recursos Naturais (IUCN) em 2018, a Arara Canindé, apesar de a população estar diminuindo, ela ainda se enquadra como pouco preocupante na lista de risco de extinção.

2.1.2. Anatomia e Patologias Cardíacas

O coração possui quatro câmaras, assim como nos mamíferos, porém ele é maior e contrai mais rápido que o de um mamífero do mesmo tamanho, as câmaras direita possuem o tamanho menor e a musculatura menos desenvolvida que o esquerdo, pois irá mandar sangue apenas para os pulmões. Localizado na porção cranial do espaço toracoabdominal, levemente voltado para a direita da linha média, sua borda dorsal encontra-se os pulmões e em sua borda caudal, ápice, encontra-se o fígado (TULLY; JONES; DORRESTEIN, 2010, ARENT, 2010).

No decorrer dos anos, os hábitos sedentários e má alimentação acarretaram aos humanos um maior risco de desenvolvimento de cardiopatias. O mesmo acontece com as aves criadas em cativeiro, pois se toram sedentárias e muitas vezes as dietas não são balanceadas, diferente dos animais de vida livre. Esses fatores associados com a alta pressão arterial, por exemplo, que as aves apresentam, podem aumentar o risco de alterações cardiovasculares (KRAUTWALD-JUNGHANNS et al, 2004).

Uma das principais alterações cardíacas observadas é a insuficiência cardíaca congestiva, os animais demoram muito a apresentar sintomas e quando apresentam são geralmente inespecíficos (KUBIAK, 2020). Outras causas de cardiopatias em aves podem ser de origem infecciosa, neoplásica, toxica, metabólica, congênita e idiopática (DE ARAUJO et al, 2020).

Casos de cardiomegalia, com aumento do átrio direito, efusão pericárdica em psitacídeos, foi observado em aves naturalmente infectados pelo bornavirus aviário, conhecido pela síndrome de dilatação do proventrículo (DE ARAUJO et al, 2020).

Quanto às alterações de condução do coração, que podem ser avaliadas a partir do eletrocardiograma (ECG) são taquicardia sinusal, bradicardia sinusal, arritmia sinusal, fibrilação atrial, flutter atrial, *sinus arrest*, bloqueio sinusal, bloqueio de ramo direito, bloqueio de ramo esquerdo, marcapasso migratório, taquicardia atrial, Complexo ventricular prematuro, taquicardia ventricular, fibrilação ventricular e bloqueio atrioventricular de primeiro e segundo grau (REDDY; SIVAJOTHI, 2017).

2.2.ELETROCARDIOGRAFIA

O ECG é o registro da variação da atividade elétrica do coração, por meio de um eletrocardiógrafo, esse registro é feito por meio de eletrodos negativos e positivos (MARTIN, 2015). Tem como objetivo avaliar o percurso que o impulso elétrico faz no coração e assim observar alterações no percurso, ritmo e frequência (PACE, 2020).

Os átrios são os primeiros a serem despolarizados, a partir do estímulo originado no nó sinoatrial, até chegar ao nó atrioventricular, onde ocorre um atraso na passagem do impulso, para chegar nos ventrículos e despolarizar, após cada despolarização, deve ocorrer a repolarização (MARTIN, 2015).

Com um sistema de condução semelhante aos dos mamíferos, as aves também possuem um nó sinoatrial, um nó atrioventricular e fibras de Purkinje. O nó sinoatrial é o responsável pela formação do impulso e conduz o impulso até o nó atrioventricular, as aves ainda possuem um anel atrioventricular, que possibilita uma despolarização mais rápida dos ventrículos, esse anel faz com que o complexo QRS tenha um eixo elétrico médio negativo (TULLY; JONES; DORRESTEIN, 2010; HASSANPOUR *et al*, 2014).

A interpretação básica do ECG se dá a partir da derivação II, para tal, é necessário conhecer bem a anatomia do sistema de condução do coração e assim entender cada onda, complexo e intervalo. A onda P caracteriza o início do impulso elétrico e despolarização dos átrios, intervalo P-R caracteriza a passagem do impulso pelo nó atrioventricular, complexo QRS momento da despolarização dos ventrículos, o

segmento S-T caracteriza o intervalo entre a despolarização e a repolarização dos ventrículos e a onda T onde demonstra a repolarização dos ventrículos (PACE, 2020).

2.3.TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

2.3.1. Aspectos Gerais

Desenvolvida por volta de 1970, pelo engenheiro elétrico Godfrey Newbold Hounsfield, a TC vem passando por um contínuo aprimoramento técnico e tecnológico que levou a avanços na clínica médica (BULL, 1980; SCHWARZ & SAUNDERS, 2011). O tomógrafo é composto basicamente por um gantry, onde apresenta a forma de anel, contendo um tubo emissor de raio X rotativo e um aparato de detecção de imagens, uma mesa, deslizante, passando por dentro do gantry e um computador equipado com o software para processamento das imagens (SAUNDERS; OHLERTH, 2011; D'ANJOU, 2017).

A imagem tomográfica é formada a partir de pequenas estruturas, os pixels, que são organizadas lado a lado, formando linhas e colunas, dando origem a matriz, quanto mais pixel a matriz possuir, melhor será a qualidade da imagem obtida. Cada pixel ira demonstra numa escala de cinza a quantidade de radiação X que a estrutura estudada foi capaz de absorver. Como a imagem ela será formada por cortes, cada corte terá altura, largura e profundidade, quando observado dessa forma teremos a formação do voxel que é a menor estrutura de volume da imagem, sendo assim um voxel será transformado em pixel, para a formação da imagem bidimensional (figura 3) (SCHWARZ; O'BRIEN, 2011, D'ANJOU, 2017).

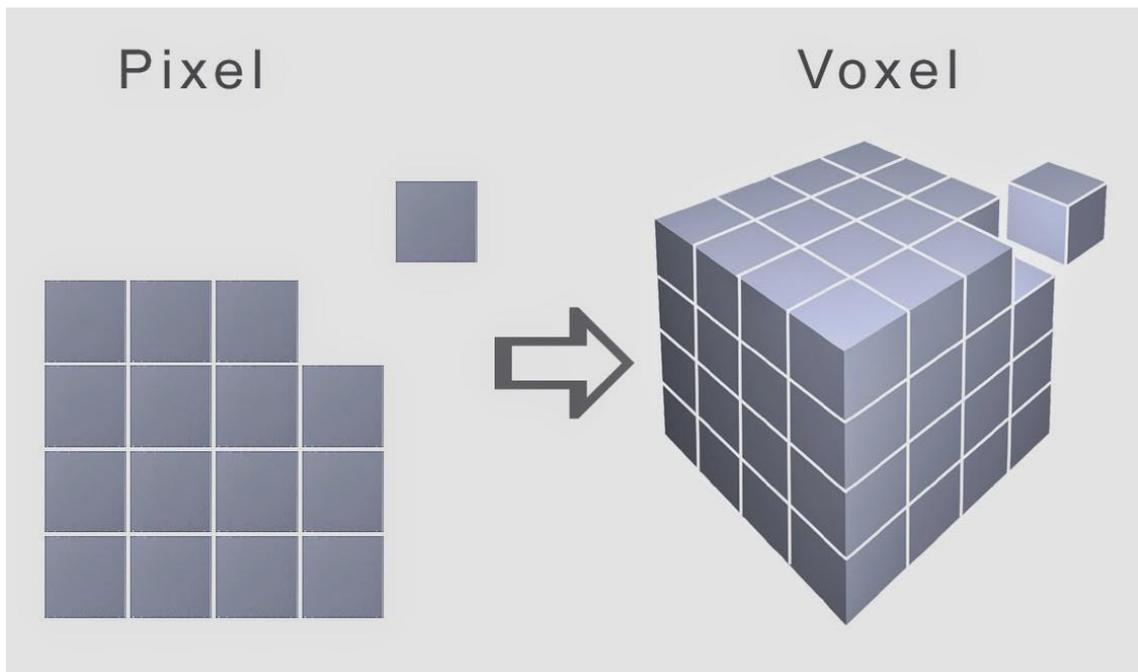


Figura 2 Demonstração esquemática do pixel e do voxel. <https://blog.usejournal.com/3d-learning-its-time-to-teach-in-voxels-instead-of-pixels-d644df659328>

A quantidade de radiação absorvida por cada tipo de tecido do corpo formará um escala de cinza, a qual representará a atenuação radiográfica dos tecidos avaliados e assim permitirá que essa variação das escala seja medida, gerando um valor, expresso em unidades Hounsfield (HU). Sendo assim, os valores de HU variando de -1000, que será o ar, passando por 0, que será a água, chegando no +1000, que é o osso cortical, mineralizado (figura 4)(AGUINAGA *et al*, 2006).

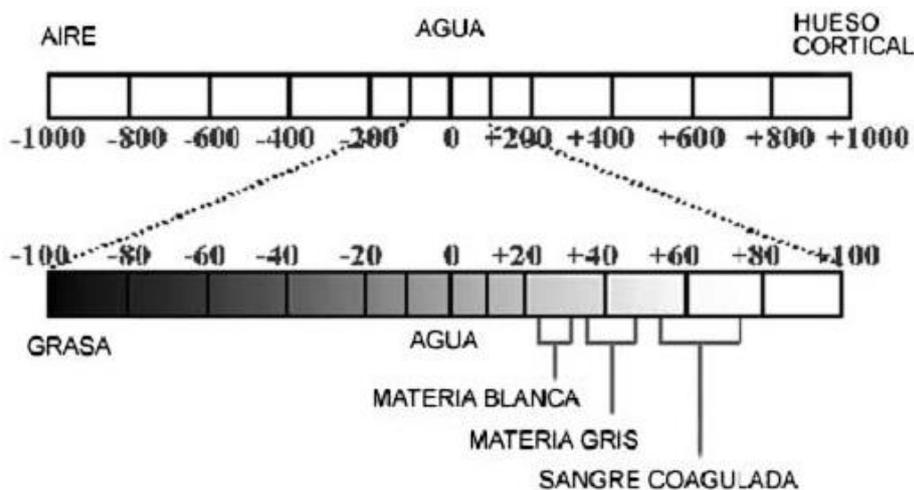


Figura 3 Escala Hounsfield, em tons de cinza. <http://modulotecguana.blogspot.com/2012/08/la-escala-de-hounsfield.html>.

2.3.2. Tomografia Computadorizada em Aves

No mundo são conhecidas mais de 9000 espécies de aves, sua anatomia é muito semelhante entre as espécies, porém existem peculiaridades inerentes a cada família de aves (ARENT, 2010; TULLY; JONES; DORRESTEIN, 2010).

A TC em aves, normalmente se faz com o paciente sob contenção química, sendo a anestesia inalatória a técnica mais utilizada, porém algumas regiões como por exemplo a cavidade celomática, o exame pode ser realizado com o paciente dentro de uma caixa, sem a necessidade de contenção química (GUMPENBERGUER, 2011).

O posicionamento vai depender das características fenotípicas do paciente, pois aves que apresentam o crânio esférico e bico curto, por exemplo os psitacídeos, são posicionados em decúbito dorsal, já as aves que apresentam bico e cabeça alongada, são mais facilmente posicionadas em decúbito esternal, onde o posicionamento pode ser feito com o auxílio de anteparos de espuma ou papelão. Conforme o tamanho do paciente a espessura do corte pode variar de 0,5mm – 5mm, onde 0,5mm utilizado por exemplo em beija-flores e cisnes utilizando 5mm. (GUMPENBERGUER, 2011).

Após a realização do exame tomográfico, as imagens são transferidas um software onde serão feitas as reconstruções multiplanares e modelos 3D, para assim pode utilizar todo o potencial do exame tomográfico (FARROW, 2009; DA SILVA *et al*, 2020).

A maioria dos órgãos celomáticos são bem diferenciados no exame de TC, com exceção dos sacos aéreos. Do mesmo modo, ocorre com os órgãos abdominais dos mamíferos, pois dependem de uma boa resolução do aparelho, para assim ser possível observar os limites, as diferença de densidade e assim poder diferenciar as estruturas circundantes e o tamanho do órgão estudado (KRAUTWALD-JUNGHANNS; PEES; REESE, 2011).

A avaliação tomográfica do coração e dos vasos sanguíneos adjacentes é rara, pois o exame ecocardiográfico traz muitas informações sobre o órgão, porém existe a necessidade de estudos para determinar valores de referência para cada espécie, pois é comum quadros de arteriosclerose nas aves (KRAUTWALD-JUNGHANNS; PEES; REESE, 2011).

3. Referência bibliográfica

- AGUINAGA, H. F., POSADA, J. A. R., ARANGO, L. T., TOBÓN, M., & CH, R. C. O. Tomografía axial computarizada y resonancia magnética para la elaboración de un atlas de anatomía segmentaria a partir de criosecciones axiales del perro. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 19, n. 4, p. 451-459, 2006.
- ARENT, L. R. Anatomia e fisiologia das aves. In: COLVILLE, T.; BASSERT, JM. **Anatomia e Fsiologia Clínica para Medicina Veterinária**, v. 2, 2010.
- ASSIS, V. D. L., CARVALHO, T. S. G., PEREIRA, V. M., FREITAS, R. T. F., SAAD, C. E. P., COSTA, A. C., & SILVA, A. A. A. Enriquecimento ambiental no comportamento e no bem-estar de calopsitas (*Nymphicus hollandicus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 3, p. 562-570, 2016.
- BANZATO T, RUSSO, E, TOMA A, et al. Evaluation of radiographic, computed tomographic, and cadaveric anatomy of the head of boa constrictors. **American journal of veterinary research**, 2011; 72:1592–1599.
- BANZATO T, SELLERI P, VELADIANO IA, ET AL. Comparative evaluation of the cadaveric and computed tomographic features of the coelomic cavity in the green iguana (*Iguana iguana*), black and white tegu (*Tupinambis merianae*) and bearded dragon (*Pogona vitticeps*). **Anatomia, histologia, embryologia**, 2013; 42:453–460.
- BULL, J. The history of computed tomography. In: **Computerized tomography**. Springer, Berlin, Heidelberg, 1980. p. 3-6.
- CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens- Medicina Veterinária**. 2. Ed., ROCA, São Paulo, 2014.

- D'ANJOU M.A. Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. In: Thrall D.E, ed. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. St Louis: Elsevier Saunders, 2017; 50–73.
- DA SILVA, J. P., RAHAL, S. C., CASTIGLIONI, M. C. R., BALDISSERA GONÇALVES, R. A., DOICHE, D. P., MORESCO, A., MAMPRIM, M. J. & VULCANO, L. C.. Radiography and computed tomography of the heart and lower respiratory tract in toco toucans (*Ramphastos toco*). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 49, n. 4, p. 541-549, 2020.
- DE ARAUJO, J. L, HAMEED, S. S., TIZARD, I., ESCANDON, P., GIARETTA, P. R., HEATLEY, J. J., HOPPE, S. and RECH, R. R.. Cardiac lesions of natural and experimental infection by parrot bornaviruses. **Journal of comparative pathology**, v. 174, p. 104-112, 2020.
- FARROW, C. S. **Veterinary Diagnostic Imaging: Birds, Exotic Pets and Wildlife**. St Louis, MO: Mosby. 2009.
- FULTON, S. Husbandry Manual for blue and gold macaw. **Western Sydney Institute of TAFE**. Australia, 2005.
- GUMPENBERGUER, M. Avian In: SCHWARZ, T.; SAUNDERS, J. **Veterinary Computed Tomography**. 1 ed. Willey-Blackwell, p. 517-532. 2011.
- HASSANPOUR, H. SHAMSABADI, M. G., DEHKORDI, I. N., & DEHKORDI, M. M.. Normal electrocardiogram of the laughing dove (*Spilopelia senegalensis*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 45, n. 1, p. 41-46, 2014.
- IUCN (International Union of Conservation of Nature and Natural Resources). The IUCN **Red List of Threatened Species**. Version 2019.01. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: 21 de março de 2021.
- JORDAN, R.; MOORE, M. **A Guide to... Macaws as Pet and Aviary Birds**. 2 ed. ABK Publications, Australia, 2015.

- KOUTSOS, E. A., MATSON, K. D., & KLASING, K. C. Nutrition of Birds in the Order Psittaciformes: A Review. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, 15(4), 257–275. 2001.
- KRAUTWALD-JUNGHANNS, M. E. BRAUN, S., PEES, M., STRAUB, J., & VALERIUS, H. P. Research on the anatomy and pathology of the psittacine heart. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 18, n. 1, p. 2-11, 2004.
- KRAUTWALD-JUNGHANNS, M. E., PEES, M., & REESE, S. **Diagnostic Imaging of Exotic Pets: Birds-Small Mammals-Reptiles**. Schlütersche, 2011.
- KUBIAK, M. Grey Parrots. **Handbook of Exotic Pet Medicine**, p. 165-187, 2020.
- LEHMKUHL, R.C., VULCANO, L.C. Tomografia Computadorizada. *In: Tratado de Animais Selvagens*. 2 ed. Roca, 2014.
- MARTIN, M. **Small animal ECGs: an introductory guide**. John Wiley & Sons, 2015.
- MITCHELL, M., & TULLY JR, T. N. **Current therapy in exotic pet practice**. Elsevier Health Sciences, 2016.
- PACE, C. ECG interpretation. **Veterinary Nursing Journal**, v. 35, n. 3, p. 72-75, 2020.
- PÉRON, F. & GROSSET, C..The diet of adult psittacids: veterinarian and ethological approaches. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.**; p.403-416, v. 98, i. 3. 2013.
- REDDY, B. S.; SIVAJOTHI, S. Avian electrocardiography a simple diagnostic tool. **International Journal of Avian & Wildlife Biology**, v. 2, n. 2, 2017.
- SAUNDERS, J.; OHLERTH, S. CT physics and instrumentation–mechanical design. In: SCHWARZ, T.; SAUNDERS, J., **Veterinary computed tomography**, p. 1-8, 2011.
- SCHWARZ, T.; O'BRIEN, R. CT acquisition principles. In: SCHWARZ, T.; SAUNDERS, J., **Veterinary computed tomography**, p. 9-27, 2011.

- SCHWARZ, T.; SAUNDERS, J. **Veterinary computed tomography**. John Wiley & Sons, 2011.
- SULLIVAN, R., CHILDS, L., SCHWANZ, H. L., COLE, S., HAUER, J., SHIERS, J., MCMILLAN, B., KLINGENBERG, R., HALLMÉN, J., THE PRINCE CHARLES, PRINCE OF WALES, LOVE, K.. **Blue and Gold Macaws, The Complete Owner's Guide on How to Care for Blue and Yellow Macaws, Facts on Habitat, Breeding, Lifespan, Behavior, Diet, Cages, Talking and Suitability as Pets**. Evolution Knowledge Limited. 2013.
- THRALL, D. E. **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology-E-Book**. Elsevier Health Sciences, 2017.
- TULLY, T.; JONES, A.; DORRESTEIN, G. M. **Clínica de aves**. Elsevier Brasil, 2010.
- VELADIANO I. A., BANZATO T., BELLINI L., MONTANI A., CATANIA S., ZOTTI A. Normal computed tomographic features and reference values for the coelomic cavity in pet parrots. **BMC Veterinary Research**.;12:182. 2016.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

TITULO BREVE: ANÁLISE COM TC E ECG DO CORAÇÃO DE ARARAS.

**TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DO CORAÇÃO E PADRÕES
ELETROCARDIOGRAFICOS DE ARARAS CANIDÉS DE VIDA LIVRE (ARA ARARAUNA)**

5

Carlos, A.A.S. Lima Filho, MV, Afonso, C. Reis, MV, MSc, Ieverton C.C. Silva, MV, MSc, Thaiza H.T. Fernandes, MV, MSc, DSc, Marília A. Bonelli, MV, MSc, DSc, Tobias Schwarz, MA, Dr. med. vet., and Fabiano S. Costa, MV, MSc, DSc.

10 From the Federal Rural University of Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros S/N, Recife, PE 50870-440 Brazil (Lima Filho, Reis, Silva, Costa); Mauricio de Nassau University, Rua Jonatas de Vasconcelos 92, Recife, PE 51021-140 Brazil (Fernandes); The Ohio State University, 601 Vernon L Tharp St, Columbus, OH 43210 USA (Bonelli); *Royal Dick School* of Veterinary Studies, Roslin Midlothian EH25 9RG UK (Schwarz).

15

Address correspondence to: fabianosellos@hotmail.com

20

Resumo: Exames complementares, tais como a tomografia computadorizada (TC) e o eletrocardiograma (ECG), podem contribuir para um diagnóstico precoce de cardiopatias em aves. Objetivo desse estudo foi determinar padrões de normalidade na TC e no ECG do coração de araras da espécie *Ara ararauna*. Para isso, foram utilizadas 13 araras de vida livre que foram submetidas a anestesia geral inalatória para realização destes exames, sem ser verificada indução à arritmias em nenhum caso. A frequência cardíaca média do grupo avaliado foi de $296,62 \pm 61,68$ bpm e a análise do traçado eletrocardiográfico demonstrou valores médios de: 1- duração da onda P ($0,04 \pm 0,01$ s), 2- amplitude da onda P ($0,09 \pm 0,02$ mV), 3- duração do complexo QRS ($0,04 \pm 0,01$ s), 4- intervalo QT ($0,13 \pm 0,02$ s), 5- intervalo PR ($0,02 \pm 0,01$ s), 6- amplitude da onda R ($0,28 \pm 0,11$ mV), 7- segmento ST ($0,03 \pm 0,04$), 8- onda T ($0,21 \pm 0,07$ mV) e 9-eixo elétrico médio ($74,69 \pm 9,90$ graus). Na análise tomográfica foram obtidas medidas absolutas do coração e cavidade celomática, sendo possível o estabelecer relações entre a maior largura do coração e a largura da cavidade celomática ($44,98 \pm 3,24$), entre eixo cardíaco longo e largura da cavidade celomática ($60,37 \pm 4,26$) e entre a área cardíaca no corte transversal ao nível do tronco pulmonar e área da cavidade celomática neste nível de corte ($20,97 \pm 2,60$). Sugere-se que os valores médios dos parâmetros avaliados neste estudo possam servir como referência de normalidade em araras, favorecendo a aplicação clínica destes exames nesta espécie.

Abstract: Complementary tests, such as computed tomography (CT) and electrocardiogram (ECG), can contribute to an early diagnosis of heart disease in birds. The aim of this study was to determine normality patterns on CT and ECG in the heart of *Ara ararauna* macaws. For this purpose, 13 free-living macaws that were submitted to general inhalational anesthesia were used to perform these tests, with no induction of arrhythmias being verified in any case. The mean heart rate of the evaluated group was 296.62 ± 61.68 bpm and the analysis of the electrocardiographic tracing showed mean values of: 1- P wave duration (0.04 ± 0.01 s), 2- P wave

amplitude ($0.09 \pm 0.02\text{mV}$), 3- QRS complex duration (0.04 ± 0.01 s), 4- QT interval (0.13 ± 0.02 s), 5- PR interval (0.02 ± 0.01 s), 6- R wave amplitude (0.28 ± 0.11 mV), 7-segment ST (0.03 ± 0.04), 8-wave T (0.21 ± 0.07 mV) and 9-medium electrical axis (74.69 ± 9.90 degrees). In the tomographic analysis, absolute measurements of the heart and coelomic cavity were
50 obtained, making it possible to establish relationships between the largest width of the heart and the width of the coelomatic cavity (44.98 ± 3.24), between long cardiac axis and width of the coelomatic cavity (60.37 ± 4.26) and between the cardiac area in the cross section at the level of the pulmonary trunk and the area of the coelomic cavity at this level of cut (20.97 ± 2.60). It is suggested that the mean values of the parameters evaluated in this study can serve as a reference
55 for normality in macaws, favoring the clinical application of these tests in this species.

INTRODUÇÃO

A *Ara ararauna* é uma ave da família *Psittacidae*, conhecida popularmente como Arara Canindé, é considerada como pouco preocupante de risco de extinção, porém se observa um declínio do número de indivíduos na natureza. Essa espécie ocupa um extenso território, sendo
60 observada no Brasil, Bolívia, Colômbia, Equador, Guiana Francesa, Guiana, Panamá, Paraguai, Peru, Suriname e Venezuela, sendo mais observada, considerada regionalmente extinta, na região de Trinidad e Tobago. Desde 1981 esta espécie vem sendo comercializada como animal de companhia, sendo encontrada frequentemente em condições de cativeiro¹².

Doenças cardiovasculares ocorrem em aves, sendo observada uma maior prevalência em
65 animais de cativeiro, por influência de fatores ambientais e alimentares¹⁵. Os exames complementares de diagnóstico por imagem são particularmente importantes para a avaliação de animais silvestres, tendo em vista as limitações de obtenção de informações a partir do exame clínico e da anamnese em grande parte dos pacientes^{9,16,17}. O sistema cardiovascular das aves pode ser explorado por meio de exames radiográficos¹⁴, tomográficos⁵, ecocardiográficos^{14,24,25} e

70 eletrocardiográficos¹, porém poucas informações são descritas sobre aspectos anatômicos do coração e eletrofisiológicos de psitacídeos^{5,36}.

As aves, de forma geral, apresentam pouca quantidade de gordura em sua cavidade celomática, dificultando assim a interpretação dos exames radiográficos. Por outro lado, a tomografia computadorizada apresenta um bom detalhamento das estruturas anatômicas e ainda
75 permite avaliar a vascularização principal dos órgãos, sendo considerado o exame padrão ouro para avaliação da normalidade e alterações patológicas dos órgãos da cavidade celomática de aves³⁶. O ECG possibilita avaliar o percurso que o impulso elétrico faz no coração e assim observar alterações no percurso, ritmo e frequência^{34,20}, sendo útil no diagnóstico de doenças cardíacas de aves²². As aves possuem um sistema de condução semelhante aos dos mamíferos,
80 diferindo apenas por possuírem um anel atrioventricular, que possibilita uma despolarização mais rápida dos ventrículos³⁸.

Os psitacídeos apresentarem características estóicas que dificultam o diagnóstico precoce de muitas doenças²⁶. As doenças cardiovasculares eram consideradas de rara ocorrência em aves, porém atualmente estão sendo diagnosticadas com maior frequência, principalmente em
85 aves de cativeiro⁸. Com isso os exames complementares de diagnóstico por imagem são de suma importância, devido a dificuldade de obtenções de informações na anamnese e no exame clínico^{14,21}. Informações referentes aos padrões de normalidade do coração nos exames eletrocardiográfico e tomográfico em aves são raras na literatura veterinária. Devido a necessidade da compreensão dos padrões anatômicos e geração de valores de referência para esta
90 espécie, o objetivo desse estudo foi avaliar as características normais do coração por meio da tomografia computadorizada e eletrocardiografia de araras Canindé (*Ara ararauna*) para determinação de valores de referência.

MATERIAL E MÉTODOS

95 Foram utilizados 13 araras Canindé (*Ara ararauna*) de vida livre, provenientes do Centro de Triagem de Animais Silvestres de Pernambuco (CETAS - PE). Os animais eram provenientes de apreensão e encontravam-se alocados na unidade para reintrodução na natureza. Todos os animais eram adultos, foram pesados e realizou-se avaliação clínica, avaliação hematólogica, de perfil bioquímico das enzimas ALT (alanino aminotransferase), AST (aspartato aminotransferas), FA (fosfatase alcalina), ureia e creatinina, eletrocardiográfico e tomográfico. 100 Foram selecionados para o estudo tomográfico e eletrocardiográfico apenas aqueles animais que não apresentavam alterações na avaliação clínica e hematólogica. Não foi realizada sexagem nas araras avaliadas nesse estudo.

Para realização dos exames, as araras foram submetidas a anestesia geral inalatória 105 utilizando indução em caixa anestésica e manutenção em máscara facial com Sevoflurano (7 animais), Isoflurano (6 animais) e oxigênio a 100%. Durante o procedimento anestésico as araras permaneceram sob monitorização, utilizando-se um monitor multiparamétrico (InMax VET) durante todo o exame tomográfico, no qual era feita a avaliação eletrocardiográfica nas derivações I, II, III, AVR, AVL e AVF, grafadas em papel milimetrado, seguindo metodologia 110 previamente descrita na literatura³⁹. A velocidade de registro utilizada foi de 25 mm/s, a sensibilidade foi de 20 mm para cada 1 mV (Figura 1). Os eletrodos foram fixados aos animais, por mini-garras jacarés, na pele, na base das asas e coxas utilizando gel de eletrodo. A obtenção das medidas eletrocardiográficas foi feita de forma manual por um único avaliador.

Posteriormente, para realização dos exames tomográficos, as araras foram posicionadas 115 em decúbito dorsal com o auxílio de uma calha. Para obtenção das imagens foi utilizado o tomógrafo Hi-Speed FXI – General Eletrics, 06828-0001, Fairfield, Connecticut, sendo devidamente calibrado antes da realização dos exames. As imagens foram obtidas por aquisição

120 helicoidal em cortes transversais de 1 mm de espessura, intervalo entre cortes de 1 mm, no sentido craniocaudal, com pitch de 0.8, 120 Kv e auto mA. As imagens foram avaliadas usando o software visualizador DICOM dedicado (Horus versão 3.3.5) em uma estação de trabalho (Apple Macbook Air, Apple). Utilizaram-se, para avaliação das imagens, reconstruções multiplanares e janelas de avaliação variáveis de acordo com as preferências do observador. Obteve-se a medida do área do coração e da cavidade celomática no plano transversal à altura do tronco pulmonar (Figura 1 A), largura da cavidade celomática em seu ponto mais largo no plano dorsal (Figura 1 B), a largura do coração em seu ponto mais largo no plano dorsal (Figura 1 C) e no plano sagital o comprimento do coração da base ao ápice (Figura 1 D).

Catalogaram-se os dados de peso e os dados analisados dos exames eletrocardiográfico e tomográfico de forma descritiva e inferencial. Os métodos descritivos utilizados foram frequências absolutas e percentuais para as variáveis categóricas e das medidas: média, desvio padrão (média \pm DP), valor mínimo, P25, mediana, P75 e valor máximo para as variáveis numéricas. O método inferencial correspondeu à obtenção de intervalo de confiança para média das variáveis numéricas. Obtiveram-se os intervalos com confiabilidade de 95%. Os dados foram digitados na planilha EXCEL e o programa utilizado para obtenção dos cálculos estatísticos foi o IMB SPSS na versão 25.

135 RESULTADOS

Os exames clínicos e hematológicos (hemograma, AST, ALT, FA, ureia e creatinina) das araras não demonstraram alterações com base na literatura consultada, ou seja, estavam com valores normais para a espécie. Todas as aves apresentavam-se com tamanhos similares e escore corporal normal, com valores de peso médio de $0,94 \pm 0,10$ kg.

140 O protocolo anestésico utilizado durou aproximadamente 15 minutos por arara, não havendo intercorrências em nenhuma das aves e sendo um tempo suficiente para realização dos

exames. No exame eletrocardiográfico com as araras sob efeito anestésico, não foram observadas arritmias no grupo avaliado e as medidas eletrocardiográficas de normalidade podem ser observadas apreciadas na tabela 1.

145 Imagens tomográficas de reconstrução multiplanares nos planos sagital, transversal e dorsal, foram utilizadas para análise das araras; onde foi possível observar o coração localizado na cavidade celomática ao longo do eixo central do corpo de todas as aves, apresentando o esterno ventralmente, o fígado caudalmente e dorsalmente os pulmões. Os sacos aéreos foram claramente visíveis, com seu espaço ocupado por gás, porém as paredes e conexões não foram
150 distinguíveis com precisão. Medidas absolutas do coração e relações entre o coração e a cavidade celomática podem ser vistas na tabela 2.

DISCUSSÃO

Os protocolos anestésicos realizados com sevoflurano e isoflurano apresentaram-se eficientes, permitindo uma contenção química segura por 15 minutos para a coleta de amostras
155 de sangue e a realização do exame de tomografia computadorizada e eletrocardiograma. Foi possível obter um relaxamento muscular adequado, que possibilitou a manipulação e correto posicionamento para aquisição das imagens tomográficas e traçados eletrocardiográficos. Estudos tomográficos em psitacídeos também foram realizados sem intercorrências utilizando-se para contenção química a associação de quetamina com midazolam por via intravenosa⁵.
160 Procedimentos utilizando anestésicos inalatórios com sevoflurano e isoflurano também são descritos como eficientes e seguros para uso em aves⁹, enquanto o uso de halotano apresenta menor segurança e pode desencadear anormalidades eletrocardiográficas em mais de 50% das aves anestesiadas¹³. No estudo, optou-se pela anestesia inalatória com indução em caixa anestésica para minimizar a manipulação das araras, tendo em vista que, por serem aves de vida
165 livre e não acostumadas ao manuseio, elas poderiam apresentar maior resposta ao estresse^{27,35}.

Outro aspecto levado em consideração foi o fato que o uso de medicamentos injetáveis em aves pode levar a um considerável estímulo doloroso e a um risco acidental de administração em local inadequado^{11,27}.

Exames radiográficos são frequentemente realizados em aves para a avaliação do coração, porém, devido à ausência de diafragma observa-se sobreposição do coração com o fígado, formando uma silhueta cardiohepática que em geral assume formato de ampulheta^{7,9,31}. As imagens de tomografia computadorizada neste estudo permitiram a avaliação da silhueta cardíaca e obtenção de medidas cardiorádicas a partir de imagens axiais e imagens complementares de reconstrução multiplanar (MPR) nos planos sagital e dorsal. A tomografia computadorizada sabidamente possibilita uma melhor avaliação da cavidade celomática quando comparada com o exame radiográfico, tendo em vista que as imagens são geradas eliminando as sobreposições e possibilitando melhor diferenciação da radiodensidade dos órgãos^{6,16, 29, 36, 37}. Além disso, as imagens de MPR são importantes, pois permitem maior precisão das medidas de comprimento e largura do coração⁵, bem como auferem maior precisão e relações morfométricas entre o coração e dimensões da cavidade celomática.

Estudos tomográficos de araras são raros na literatura^{19,36,37} e não foram encontrados estudos para avaliação da silhueta cardíaca de Araras Canindé. Informações referentes a silhueta cardíaca por estudos tomográficos são descritas em papagaios (*Amazona aestiva*)⁵ e tucanos (*Ramphastos toco*)⁴. As medidas absolutas da silhueta cardíaca das araras avaliadas nesse estudo variam pouco entre os espécimes analisadas, fato esse que pode ser justificado por serem animais adultos, com pesos similares, de vida livre e hígidos ao exame clínico e laboratorial. As medidas morfométricas para análise da silhueta cardíaca são utilizadas em várias espécies, visando minimizar distorções de tamanho e possibilitar uma avaliação seriada dos pacientes nos exames radiográficos e tomográficos. No exame radiográfico em projeção ventrodorsal de três espécies psitacídeos hígidos de porte médio, observou-se que a largura da silhueta cardíaca correspondia

de 51 a 61% da largura da cavidade celomática³¹, em outro estudo realizado utilizando apenas uma espécie de psitacídeo e observaram que a largura da silhueta cardíaca correspondia de 39,92 a 44,95% da largura da cavidade celomática³⁰. Visando a obtenção de informações espécie-específicas, um estudo realizado em Galahs (*Eolophus roseicapilla*), mostrou que a largura do
195 coração correspondeu de 50 a 65% da largura da cavidade celomática. Ocorre, entretanto, que essas aves não foram avaliadas clinicamente antes da realização do exame para o conhecimento de sua higidez²⁸.

Todos os estudos utilizando psitacídeos de médio porte como o papagaio da Amazônia (*Amazona aestiva*)^{5,30}, papagaio do mangue (*Amazona amazônica*)³¹, papagaio cinzento
200 (*Psittacus erythacus*)³¹, cacatua galah (*Eolophus roseicapilla*)²⁸ e papagaio do Senegal (*Poicephalus senegalus*)³¹, apresentaram aproximadamente a largura do coração em 56%, a médias entre eles, com o intervalo de confiança variando de 50 a 67 %, da largura cavidade celomática. O presente estudo com Araras Canindé, mostrou valores menores da relação da largura do coração, com à largura da cavidade celomática, resultado que pode estar relacionado
205 ao uso da tomografia computadorizada, permitindo uma melhor delimitação da silhueta cardíaca, eliminando possíveis sobreposições. Achados semelhantes ao encontrado em outro estudo onde foi observado valores menores da relação da largura da silhueta cardíaca em relação a largura da cavidade celomática medidas na tomografia computadorizada, quando comparada com as mesmas medidas feitas utilizando a radiografia convencional⁵. Outra possível causa para o
210 achado de valores menores, seriam que aves de grande porte apresentem o coração relativamente menor, quando comparado com aves menores³¹.

Neste estudo, outras relações tomográficas foram realizadas envolvendo área cardíaca e área da cavidade celomática, observando-se que em média o coração ocupava em média 20.97 % da área da cavidade celomática ao nível do tronco pulmonar, porém esta análise não foi descrita
215 em outros estudos tomográficos de aves.

O exame eletrocardiográfico é utilizado para avaliação de ritmo cardíaca e fornece informações sugestivas de sobrecargas de câmaras cardíacas e distúrbios eletrolíticos. O ritmo sinusal foi predominante em todas as araras (13/13), achados semelhantes ao observado em outros estudos^{32, 40}. Diferindo de outros estudos onde foram observadas algumas variações nos achados eletrocardiográficos em animais hígidos. As alterações mais comumente citadas na literatura são taquicardia ventricular, bloqueio atrioventricular, arritmia sinusal e outras^{3,18,32}, achados não observados em nosso estudo. A não ocorrência de distúrbios de ritmo e condução, pode estar relacionado a mínima manipulação das aves antes da indução anestésica, devido a utilização de caixa indução anestésica e a utilização de fármacos com baixo potencial arritmogênico e de vias de administração com baixo potencial de estresse⁹.

A morfologia de ondas observadas nas derivações de membros (I, II, III, AVR, AVL, AVF), foram semelhantes as observadas em outros estudos em psitacídeos^{3, 22} e não psitacídeos^{2, 10,18,23, 33}, com a discreta diferença de que uma morfologia QS pode ser encontrada de forma corriqueira em algumas espécies de arara e demais aves^{2, 3,10, 22, 33}. Em nosso estudo a morfologia QS não esteve presente nos traçados eletrocardiográficos das araras.

235

CONCLUSÃO

Este estudo possibilitou a determinação de valores eletrocardiográficos e medidas para
240 avaliação da silhueta cardíaca no exame tomográfico em araras de vida livre e híidas. Sugere-se
que esses dados possam ser adotados como valores de referência para a espécie, favorecendo o
diagnóstico precoce de cardiopatias. Outros estudos futuros envolvendo exames
eletrocardiográficos e tomográficos da silhueta cardíaca em outras espécies de aves, assim como
estudos clínicos de aves com cardiopatias, são importantes para melhor orientação da conduta
245 clínica e terapêutica.

250

255

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arent, L. R. Anatomia e fisiologia das aves. In: COLVILLE, T.; BASSERT, JM.
260 Anatomia e Fsiologia Clínica para Medicina Veterinária, v. 2, 2010. p. 868-962.
2. Casares, M.; Enders, F.; Montoya, J. A. Comparison of two techniques for attaching
electrocardiographic electrodes to psittacines. Journal of Applied Animal Research, 1999;
doi.org/10.1080/09712119.1999.9706263.
3. Casares, M.; Enders, F.; Montoya, J.A. Comparative electrocardiography in four species
265 of macaws (genera *Anodorhynchus* and *Ara*). Journal of Veterinary Medicine Series A, 2000;
doi.org/10.1046/j.1439-0442.2000.00286.x.
4. Da Silva J.P., Rahal S.C., Castiglioni, M.C.R., Gonçalves R.A.B., Doiche D.P., Moresco
A., Mamprim M.J., Vulcano L.C. Radiography and computed tomography of the heart and lower
respiratory tract in toco toucans (*Ramphastos toco*). Anatomy Histology Embryology. 2020;
270 doi.org/10.1111/ahe.12559.
5. Dos Santos, G.J. et al. Computed tomographic and radiographic morphometric study of
cardiac and coelomic dimensions in captive blue-fronted Amazon parrots (*Amazona aestiva*,
Linnaeus, 1758) with varying body condition scores. Anatomia, histologia, embryologia, 2020;
doi.org/10.1111/ahe.12528.
- 275 6. Faillace, A.C.L.; Vieira, K.R.A.; Santana, M.I.S. Computed tomographic and gross
anatomy of the head of the blue-fronted Amazon parrot (*Amazona aestiva*). Anatomia,
Histologia, Embryologia, 2021; doi.org/10.1111/ahe.12618
7. Farrow, C.S. Veterinary Diagnostic Imaging-E-Book: Birds, Exotic Pets, and Wildlife.
Elsevier Health Sciences, 2008.
- 280 8. Fitzgerald, B.C.; Beaufrière, H. Cardiology. In: Speer, Brian L. Current Therapy in Avian
Medicine and Surgery, 1st edition, Missouri, 2016. p. 252-328.

9. Grespan, A.; Raso, T.F. Psittaciformes (araras, papagaios, periquitos, calopsitas e cacatuas). In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de Animais Selvagens: medicina veterinária. 2nd ed. São Paulo: Rocca, 2014. p. 550-589.
- 285 10. Hassanpour, H.; Zarei, H.; Hojjati, P. Analysis of electrocardiographic parameters in helmeted guinea fowl (*Numida meleagris*). Journal of avian medicine and surgery, 2011; doi.org/10.1647/2009-048.1.
11. Hornak, S., Liptak, T., Ledecy, V., Hromada, R., Bilek, J., Mazensky, D., & Petrovic, V. A preliminary trial of the sedation induced by intranasal administration of midazolam alone or in
290 combination with dexmedetomidine and reversal by atipamezole for a short-term immobilization in pigeons. Veterinary anaesthesia and analgesia, 2015; doi.org/10.1111/vaa.12187.
12. IUCN (International Union of Conservation of Nature and Natural Resources). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019.01. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: 21 de março de 2021.
- 295 13. Jaensch, S.M.; Cullen, L.; Raidal, S.R. Comparative cardiopulmonary effects of halothane and isoflurane in galahs (*Eolophus roseicapillus*). Journal of Avian Medicine and Surgery, 1999; <https://www.jstor.org/stable/30135196>.
14. Krautwald-Junghanns, M.E, Pees, M. Técnicas de diagnóstico por imagem. Tully, T.; Jones, A.; Dorrestein, G.M. Clínica de aves. Elsevier Brasil, 2010. p. 75-99.
- 300 15. Krautwald-Junghanns, M.E. Braun, S., Pees, M., Straub, J., Valerius, H.P. Research on the anatomy and pathology of the psittacine heart. Journal of Avian Medicine and Surgery, 2004; doi.org/10.1647/2002-004.
16. Krautwald-Junghanns, M.E., Pees, M., & Reese, S. Diagnostic Imaging of Exotic Pets: Birds-Small Mammals-Reptiles. Schlütersche, 2011.

- 305 17. Lehmkuhl, R.C., Vulcano, L.C. Tomografia Computadorizada. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de Animais Selvagens: medicina veterinária. 2nd ed. São Paulo: Rocca, 2014. p. 1768-1782.
18. Machida, N.; Aohagi, Y. Electrocardiography, heart rates, and heart weights of free-living birds. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 2001; <https://www.jstor.org/stable/20096064>.
- 310 19. Marinkovich, M., Quesenberry, K., Donovan, T. A., & Le Roux, A. B. Use of standing computed tomography for the diagnosis of a primary respiratory adenocarcinoma in a scarlet macaw (*Ara macao*). *Journal of Exotic Pet Medicine*, 2017; doi.org/10.1053/j.jepm.2017.01.028.
20. Martin, M. Small animal ECGs: an introductory guide. John Wiley & Sons, 2015.
21. Mcevoy F.J., Buelund L., Strathe A.B., Willesen J.L., Koch J., Webster P., Hørlyck L., Svalastoga E. Quantitative Computed Tomography Evaluation of Pulmonary Disease. *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 2009; doi.org/10.1111/j.1740-8261.2008.01488.x.
- 315 22. Oglesbee, B.L. et al. Electrocardiographic reference values for macaws (*Ara species*) and cockatoos (*Cacatua species*). *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 2001; [doi.org/10.1647/1082-6742\(2001\)015\[0017:ERVFMA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2001)015[0017:ERVFMA]2.0.CO;2).
- 320 23. Papahn, A. A., Naddaf, H., Rezakhani, A., & Mayahi, M. Electrocardiogram of homing pigeon. *Journal of Applied Animal Research*, 2006; doi.org/10.1080/09712119.2006.9706602.
24. Pees, M.; Straub, J.; Krautwald-Junghanns, M.E. Echocardiographic examinations of 60 African grey parrots and 30 other psittacine birds. *Veterinary record*, 2004. doi.org/10.1136/vr.155.3.73.
- 325 25. Pees, M.I.; Krautwald-Junghanns, M.E. Avian echocardiography. In: *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. WB Saunders, 2005. p. 14-21.
26. Raftery A. The initial presentation: triage and critical care. In: Harcourt-Brown N, Chitty J, editors. *BSAVA Manual of Psittacine Birds*. 2nd ed. Gloucester: British small animal veterinary association; 2005. p. 35–49.

- 330 27. Schaffer, D. P., de Araújo, N. L., Raposo, A. C. S., Martins Filho, E. F., Vieira, J. V. R.,
& Oriá, A. P. Sedative effects of intranasal midazolam administration in wild caught blue-
fronted Amazon (*Amazona aestiva*) and orange-winged Amazon (*Amazona amazonica*) parrots.
Journal of avian medicine and surgery, 2017. doi.org/10.1647/2016-201.
28. Schnitzer, P.; Sawmy, S.; Crosta, L. Radiographic Measurements of the Cardiac
335 Silhouette and Comparison with Other Radiographic Landmarks in Wild Galahs (*Eolophus*
roseicapilla). Animals, 2021. doi.org/10.1647/2016-201.
29. Schwarz, T., Kelley, C., Pinkerton, M.E., Hartup, B.K. Computed tomographic anatomy
and characteristics of respiratory aspergillosis in juvenile whooping cranes. Veterinary
Radiology and Ultrasound, 2015. doi.org/10.1111/vru.12306.
- 340 30. Silva, J.P., Castiglioni, M. C. R., Doiche, D. P., Vettorato, M. C., Fogaça, J. L.,
Mamprim, M. J., Rahal, S. C., Vulcano, L. C. Radiographic Measurements of the Cardiac
Silhouette in Healthy Blue-Fronted Amazon Parrots (*Amazona aestiva*). Journal of avian
medicine and surgery, 2020. doi.org/10.1647/1082-6742-34.1.26.
31. Straub, J.; Pees, M.; Krautwald-Junghanns, M.E. Measurement of the cardiac silhouette
345 in psittacines. Journal of the American Veterinary Medical Association, 2002.
doi.org/10.2460/javma.2002.221.76.
32. Strunk, A.; Wilson, G.H. Avian cardiology. Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice,
v. 6, n. 1, 2003. p. 1-28.
33. Talavera, J., Guzmán, M. J., del Palacio, M. F., Albert, A. P., & Bayón, A. The normal
350 electrocardiogram of four species of conscious raptors. Research in veterinary science, 2008;
doi.org/10.1016/j.rvsc.2007.03.001.
34. Tilley L.P., Smith, F.W.K.. In: Eletrocardiography. Tilley, L.P.; Goodwin, J.K. Manual of
canine and feline cardiology, 3.ed., 2001. p.43-71.

35. Trevisan, G.A. et al. Anesthetics effects of intranasal or intramuscular association of
355 midazolam and racemic or S+ ketamine in budgerigars (*Melopsittacus undulatus*). *Ciência
Animal Brasileira*, 2016; doi.org/10.1590/1089-6891v17i131271.

36. Veladiano I.A., Banzato T., Bellini L., Montani A., Catania S., Zotti A. Normal computed
tomographic features and reference values for the coelomic cavity in pet parrots. *BioMed Central
Veterinary Research.*; 2016a; doi.org/10.1186/s12917-016-0821-6

360 37. Veladiano, I.A., Banzato, T., Bellini, L., Montani, A., Catania, S., Zotti, A. Computed
tomographic anatomy of the heads of blue-and-gold macaws (*Ara ararauna*), African grey
parrots (*Psittacus erithacus*), and monk parakeets (*Myiopsitta monachus*). *American journal of
veterinary research*, 2016b; doi.org/10.2460/ajvr.77.12.1346.

38. Whittow, G.C. *Sturkie's avian physiology*. Elsevier 5^a ed, 1999.

365 39. Yogeshpriya, S. et al. Review on avian electrocardiogram. *International Journal of
Current Microbiology and Applied Sciences*, 2018; doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.159.

40. Zandvliet, M.M.J.M., Schoemaker, N.J. Electrocardiography in psittacine birds and
ferrets. In: *Seminars in avian and exotic pet medicine*. WB Saunders, 2005. p. 34-51.

370

375

TABELAS

Tabela 1 – Valores estatísticos da frequência cardíaca e amplitudes e durações das ondas e intervalos do exame eletrocardiográfico.

Variável	Média ± DP	Mínimo	P25	Mediana	P75	Máximo	IC à 95%
Frequência cardíaca	296,62 ± 61,68	141,00	271,50	306,00	349,00	350,00	259,34 a 333,89
Onda P (s)	0,04 ± 0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,03 a 0,04
Onda P (mV)	0,09 ± 0,02	0,05	0,07	0,10	0,10	0,12	0,08 a 0,10
QRS (s)	0,04 ± 0,01	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,03 a 0,05
QRS (mV)	0,28 ± 0,11	0,15	0,19	0,25	0,38	0,50	0,22 a 0,35
Onda T (mV)	0,21 ± 0,07	0,12	0,15	0,20	0,25	0,32	0,17 a 0,25
PR (s)	0,02 ± 0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02 a 0,03
QT (s)	0,13 ± 0,02	0,10	0,12	0,14	0,16	0,16	0,12 a 0,15
ST (mV)	0,03 ± 0,04	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	0,01 a 0,06
Eixo Cardíaco	-74,69 ± 9,90	-90,00	-82,00	-76,00	-67,00	-60,00	-80,68 a -68,71

Tabela 2 – Valores estatísticos das medidas cardíaca aferidas pelo exame tomográfico.

Variável	Média ± DP	Mínimo	P25	Mediana	P75	Máximo	IC à 95%
Coração:							
Diâmetro corte transversal (cm)	3,50 ± 0,19	3,10	3,36	3,51	3,66	3,71	3,39 a 3,61
Diâmetro corte dorsal (cm)	2,61 ± 0,19	2,15	2,54	2,66	2,68	2,95	2,49 a 2,73
Celoma:							
Diâmetro corte dorsal (cm)	5,82 ± 0,40	5,27	5,45	5,67	6,24	6,39	5,57 a 6,06

380

Tabela 3 – Estatística das relações percentuais entre as medidas realizadas

Relação ⁽¹⁾	Média ± DP	Mínimo	P25	Mediana	P75	Máximo	IC à 95%
Relação 1	60,37 ± 4,26	54,97	56,56	59,80	65,13	66,53	57,79 a 62,94
Relação 2	44,98 ± 3,24	38,45	42,58	45,24	47,99	49,63	43,03 a 46,94
Relação 3	20,97 ± 2,60	17,01	19,10	20,08	23,49	25,06	19,40 a 22,55

385

Relação 1 = 100 x (Maior diâmetro do corte sagital do coração / Diâmetro do corte dorsal do celomática)

Relação 2 = 100 x (Maior diâmetro do corte dorsal do coração / Diâmetro do corte dorsal do celomática)

Relação 3 = 100 x (Área do coração ao nível do tronco pulmonar / Área da cavidade celomática ao nível do tronco pulmonar)

FIGURAS

390

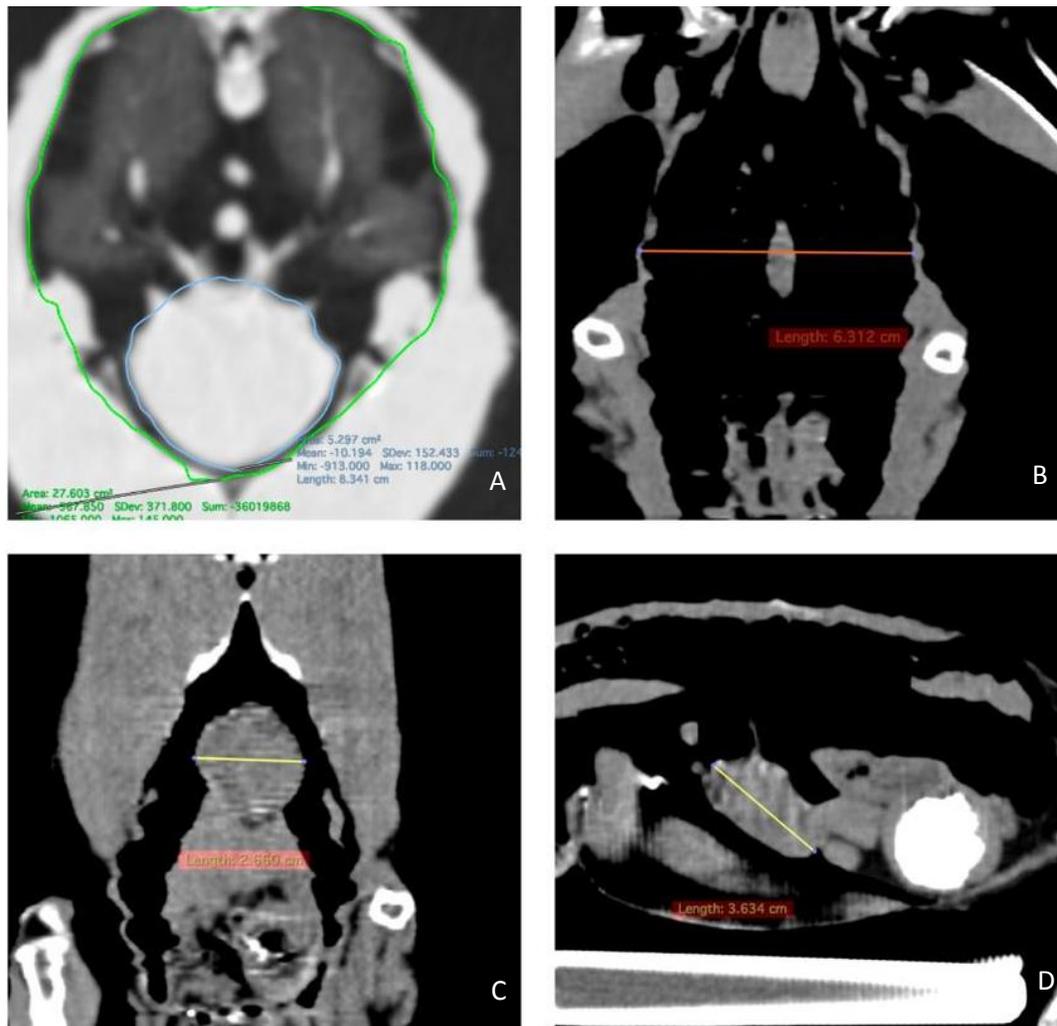


Figura 1 Área da cavidade celomática e do coração na altura do tronco pulmonar (A), largura da cavidade celomática em seu maior diâmetro (B), diâmetro do coração na altura dos átrios (C) e diâmetro do coração da base ao ápice (D).