

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DA ASSOCIAÇÃO CLÍNICA E TOMOGRÁFICA
NA DETERMINAÇÃO DE ESCORES CORPORAIS EM
PAPAGAIOS-VERDADEIROS
(Amazona aestiva)

ALÍCIA GIOLO HIPÓLITO

BOTUCATU – SP
JUNHO/2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

ESTUDO DA ASSOCIAÇÃO CLÍNICA E TOMOGRÁFICA
NA DETERMINAÇÃO DE ESCORES CORPORAIS EM
PAPAGAIOS-VERDADEIROS
(Amazona aestiva)

ALÍCIA GIOLO HIPPÓLITO

Tese apresentada junto ao Programa de
Pós-Graduação em Animais Selvagens,
para a obtenção do título de Doutora em
Animais Selvagens.

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Melchert

BOTUCATU – SP
JUNHO/2021

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

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Hippolito, Alícia Giolo.

Estudo da associação clínica e tomográfica na determinação de escores corporais em papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*) / Alícia Giolo Hippolito. - Botucatu, 2021

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

Orientador: Alessandra Melchert

Capes: 50501062

1. Papagaio (Ave). 2. Desnutrição. 3. Nutrição - Pesquisa.
4. Tomografia. 5. Gordura.

Palavras-chave: Condição corporal; Desnutrição; Exame de imagem; Gordura; Musculatura.

Nome do autor: **Alicia Giolo Hippólito**

Título: ESTUDO DA ASSOCIAÇÃO CLÍNICA E TOMOGRÁFICA NA DETERMINAÇÃO DE ESCORES CORPORAIS EM PAPAGAIOS-VERDADEIROS (*Amazona aestiva*)

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Alessandra Melchert
Presidente da Banca e Orientadora
Departamento de Clínica Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Sheila Canevese Rahal
Membro da Banca
Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado
Membro da Banca
Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

Profa. Dra. Zara Bortolini
Membro da Banca
Departamento de Diagnóstico por Imagem
Universidade Estadual do Centro-Oeste
UNICENTRO – Guarapuava - PR

Prof. Dr. Marco Aurélio Sturion
Membro da Banca
Hospital Veterinário – HVPET
Londrina - PR

Data da Qualificação: 13/05/2021

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus por permitir a evolução, o trabalho e o convívio.

À minha orientadora, *Alessandra Melchert*, pela toda orientação, dedicação, paciência, carinho e bom humor, tornando esse estudo possível.

Ao Setor de Diagnóstico por Imagem da FMVZ, por possibilitar a junção de profissionais solícitos.

Ao Laboratório Clínico Veterinário da FMVZ e da professora Regina Takahira por permitir o processamento das amostras no mesmo dia da coleta.

Ao Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens – CEMPAS e toda sua equipe, no qual viabilizou este estudo.

Ao Programa de Pós-Graduação de Animais Selvagens por impulsionar o crescimento profissional e consequentemente o pessoal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo período de bolsa durante o doutorado.

Aos meus pais, *Alexandre e Onilda*, e minha família, pelo amor incondicional e por me ensinar a voar.

Às irmãs de coração, *Patrícia Moraes e Paula Souza*, por mostrar o significado a palavra irmã.

Aos meus chefes: *Mario Pelizardo, Murilo Silva, Jorge Abranches, Onório Clementino* por permitir a ausência do trabalho para conclusão deste estudo.

À *Carolyn Testa* por toda ajuda na execução deste trabalho e pela amizade.

Aos amigos *Andressa Abranches e Fernando Lima* por ajudar na execução de ferramentas para este trabalho

Aos amigos da pós-graduação: *Ariana Ramos, Barbara Ferro, Gilson Stanski, Joshua Polanco, Karen Teodoro, Laís Lopes* por tornar as dificuldades mais leves e sempre dispostos a ajudar

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 - A espécie papagaio-verdadeiro, <i>Amazona aestiva</i>	4
2.2- Conservação e Biometria.....	5
2.3- A anatomia diferenciada das aves.....	6
2.4 - O paciente aviário.....	10
2.5 - Nutrição em Psitacídeos.....	12
2.6 - Escore Corporal das Aves.....	14
2.7 - Tomografia Computadorizada em Animais Selvagens.....	16
2.8 - A Tomografia Computadorizada e a Composição Corporal.....	18
REFERÊNCIAS.....	20
 CAPÍTULO 2	 287
ARTIGO CIENTÍFICO I	28
RESUMO.....	29
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODO.....	31
<i>Seleção e perfil das aves</i>	31
<i>Anestesia</i>	32
<i>Escore de Condição Corporal (ECC) e composição dos Grupos Experimentais</i>	32
<i>Tomografia Computadorizada</i>	33
<i>Parâmetros avaliados</i>	34
<i>Análise Estatística</i>	35
RESULTADOS.....	35
DISCUSSÃO.....	37
CONCLUSÃO.....	40
<i>Agradecimentos</i>	411
<i>Declaração de Conflito de Interesse</i>	41
REFERÊNCIAS.....	41
 CAPÍTULO 3	 576
ARTIGO CIENTÍFICO II.....	57

<i>Agradecimentos</i>	58
<i>Declaração de Conflito de Interesse</i>	58
<i>Declaração de Bem-Estar Animal</i>	58
RESUMO.....	59
INTRODUÇÃO.....	60
MATERIAL E MÉTODOS.....	61
<i>Aves</i>	61
<i>Anestesia</i>	62
<i>Escore de Condição Corporal (ECC)</i>	62
<i>Exame de Tomografia Computadorizada</i>	62
<i>Método 1: Sete segmentos transversais</i>	63
<i>Método 2: Início do sinsacro</i>	64
<i>Método 3: Entrada da cavidade celomática</i>	64
<i>Estatística</i>	64
RESULTADOS.....	65
DISCUSSÃO.....	66
CONCLUSÃO.....	68
REFERÊNCIAS.....	69
 ANEXOS.....	 81
CERTIFICADO SISBIO.....	82
CERTIFICADO COMITÊ DE ÉTICA UNESP.....	83

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1 – Revisão da Literatura

- Figura 1:** Esqueleto de um papagaio. Fonte: Tully, et al. 2010..... 8
- Figura 2:** Papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*: Ilustração da fusão das vértebras torácicas 7 e 8, vértebras lombosacrais e primeira caudal, formando o sinsacro. **A:** Plano sagital da tomografia, no centro da ave. **B e E:** Esqueleto em reconstrução 3D, vista lateral (**B**) e vista dorso-ventral (**E**). Reconstrução 3D com pele e musculatura (**C e D**) para demonstrar o volume recobrindo o tecido ósseo. Fonte: Arquivo Pessoal..... 9
- Figura 3:** Escore Corporal das aves (a): Acima do peso; (b): Ideal, (c): Abaixo do peso; (d): muito abaixo do peso, atrofia de musculatura peitoral. Fonte: Harrison; Ritchie, 1994..... 14
- Figura 4:** Escore corporal baseado na musculatura peitoral. Fonte: Grespan; Raso, 2014 15
- Figura 5:** Blue - crowned conure, *Psittacara acuticaudatus*, deposição de gordura em subcutâneo do trato das penas, vista frontal e vista dorsal. Fonte: Doneley et al., 2006..... 15

Capítulo 2 - Artigo Científico I

- Figura 1:** Escores de Condições Corporais (ECC) de Papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, na escala de pontuação de 1 à 5, sendo, ECC 1: muito magro até ECC5: obeso..... 52
- Figura 2:** Tomografia Computadorizada para avaliação da composição corporal em papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*. **A:** Posicionamento da ave, minutos antes do exame tomográfico. **B:** Exame tomográfico e a uma câmera para realização do monitoramento..... 52
- Figura 3:** Seleção de imagens de segmentos: **A:** Escolha do segmento no plano sagital para cálculo da área de musculatura peitoral, gordura de celoma cranial, caudal e região de glândula uropígea, optou-se pelo segmento próximo ao centro da ave (linha amarela), havendo maior quantidade de musculatura peitoral, ou seja, a imagem logo após a proeminência da quilha. **B:** Segmento no plano transversal

para medição da musculatura peitoral e da largura do peito, selecionando-se o início do esterno (linha amarela), ou seja, na sua maior proporção, verificada por meio do *scout*. **C:** Seleção da imagem no segmento do plano sagital para mensuração da área de musculatura e gordura de úmero esquerdo, no centro do úmero (linha amarela). **D:** Plano sagital para aferição da área de musculatura e gordura de fêmur esquerdo, imediatamente cranial a articulação fêmur-tibiotarsal.53

Figura 4: Demonstração do uso da ferramenta do polígono fechado: **A:** Delineamento em vários “cliques” (pontos amarelos) baseado nos valores de HU; **B:** Área da musculatura peitoral mensurada pela ferramenta polígono fechado, demonstrada em verde, área correspondente a 9,059 cm², P=Perímetro. Extensão da quilha aferida, por meio da ferramenta comprimento, indicada pela régua em verde, correspondente a 6,51 cm. Elipse delineada dentro da área da musculatura peitoral, que afere as unidades de Hounsfield (HU) equivalentes, média de 80,97 HU. **C:** Cálculo da área de gordura na região de pelve, próximo a glândula uropígea, demarcada em verde, com o uso da ferramenta polígono fechado em papagaio do grupo ECC 5, Área aferida é 0,7943 cm². Pequena elipse na área comprovando HU característico de gordura, com a média -113,53 HU. Mean: Média; SD: Desvio Padrão; Max: Máximo; Min: Mínimo.....54

Figura 5: Mensurações de musculatura em *Amazona aestiva* por meio do Programa RadiAnt®, em papagaios dos cinco grupos. **A:** Plano sagital; **B:** Plano transversal. (*) área da musculatura peitoral. ECC: Escore de Condição Corporal.....55

Capítulo 3 - Artigo Científico II

Figura 1: Sala de exame de tomografia computadorizada minutos antes da avaliação. O papagaio foi colocado em uma calha almofadada com os membros afastados e simétricos, mantendo o posicionamento com fita crepe. Monitoração durante o procedimento com uma câmera fixada no tripé.....73

Figura 2: Mensuração da extensão da cavidade celomática e divisão em sete segmentos correspondentes: cada ponto marcado em vermelho representa um segmento; a linha amarela representa o ponto onde será realizado o sétimo segmento no plano transversal.....74

Figura 3: Imagens selecionados na divisão do celoma em sete segmentos (C1 a C7). As áreas dentro do círculo amarelo correspondem a região programada para aferição

pelo software ImageJ®. Notar a inclusão do úmero em C1 e C2 (setas) e do fêmur em C5 e C6 (setas)..... 74

Figura 4: Seleção do segmento para avaliação de musculatura e gordura. Início de sinsacro, obtido pela visualização no plano sagital, próximo ao centro da ave. **A:** Osso sinsacro (seta vermelha) e local de seleção do segmento (linha amarela). **B:** Segmento no plano transversal correspondente ao local da linha amarela (início do sinsacro) da figura A..... 75

Figura 5: Demonstração da sequência da mensuração do perímetro, área de gordura e musculatura no software ImageJ. **A:** Imagem do segmento selecionado. **B:** Aferição do perímetro total, delineado na cor amarela; **C:** Calibração do software para HU correspondente a gordura. Mensuração da gordura total (externa e visceral), sinalizada pelo software em vermelho, a área em vermelho demarcada dentro do círculo amarelo foi contabilizada; **D:** Mensuração da gordura visceral corada em vermelho e circundada pela linha amarela. Foi subtraída essa região da gordura total, resultando na quantidade de gordura externa. **E:** Calibração do ImageJ para HU correspondente a musculatura, corada em vermelho. Área a ser mensurada está dentro do círculo amarelo e corada em vermelho, equivalente a musculatura total. **F:** Mensuração da área de musculatura visceral corada em vermelho e contornada com a linha amarela. Esse valor foi subtraído da área de musculatura total, resultando assim no valor da musculatura externa..... 75

Figura 6: **A:** *Scout* para seleção da área do segmento, mostrando o plano transversal da região de interesse (linha amarela); **B:** Plano sagital mostrando a entrada da cavidade celomática (linha amarela); **C:** Plano transversal usado para mensuração de musculatura e gordura..... 76

Figura 7: Mensuração da área de gordura (**A e B**) e musculatura (**C e D**), pelo software ImageJ: **A:** A elipse amarela delimita a área de leitura pelo software, a gordura da região foi demarcada em vermelho. **B:** Aferição da gordura visceral, subtraída da área total de gordura **C:** A elipse amarela delimita a área de leitura pelo software, a musculatura da região foi demarcada em vermelho. **D:** Aferição da musculatura de vísceras, subtraída da área total de musculatura..... 76

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2 – Artigo Científico I

Tabela 1: Total de papagaios-verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i> , utilizados no estudo, distribuídos de acordo com o sexo e o escore corporal (ECC), identificado por meio da tomografia computadorizada.....	46
Tabela 2: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de medidas da largura da musculatura peitoral no plano transversal (cm) e extensão da quilha (cm) aferidos pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens selecionadas em papagaio-verdadeiro, <i>Amazona aestiva</i> ...	46
Tabela 3: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de musculatura em cm ² , pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens selecionadas em papagaio-verdadeiro, <i>Amazona aestiva</i>	47
Tabela 4: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de gordura em cm ² , em região de celoma, pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens selecionadas em papagaio-verdadeiro, <i>Amazona aestiva</i>	48
Tabela 5: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de gordura em cm ² , em região de celoma, pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens em papagaio-verdadeiro, <i>Amazona aestiva</i>	48
Tabela 6: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de musculatura (cm ²) entre os escores corporais e o sexo dos papagaios-verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i>	49
Tabela 7: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de gordura (cm ²) entre os escores corporais e o sexo dos papagaios-verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i>	50
Tabela 8: Valores de média, desvio padrão (DP) e valores mínimo e máximo de Unidades Hounsfield (HU) em musculatura de papagaios-verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i> , nos diferentes escores.....	51
Tabela 9: Valores de média, desvio padrão (DP), número de animais (n) e valores mínimo e máximo de Unidades Hounsfield (HU) em gordura de papagaios-	

verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i> , nos diferentes escores.....	51
---	----

Capítulo 2 – Artigo Científico II

Tabela 1: Mensurações obtidas por tomografia computadorizada dos sete segmentos transversais do celoma de papagaios-verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i> , em diferentes condições de escore corporais.....	78
Tabela 2: Mensurações de perímetro de celoma, área de musculatura, área de gordura e área de gordura externa e interna, na avaliação do segmento transversal do início do sinsacro em papagaios-verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i>	79
Tabela 3: Dados das mensurações do segmento transversal da entrada da cavidade celomática de papagaios-verdadeiros, <i>Amazona aestiva</i> , em diferentes condições de escore corporais.....	80

HIPPÓLITO, A. G. Estudo da associação clínica e tomográfica na determinação de escores corporais em papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*), 2021. 83p. Tese (Doutorado em Animais Selvagens – Nutrição e Alimentação Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil.

RESUMO

A magreza e a obesidade estão entre os problemas nutricionais mais comuns em psitacídeos sob cuidados humanos. A avaliação clínica desses pacientes é complexa, sendo essencial a análise do escore de condição corporal (ECC). Assim, o estudo objetivou avaliar clinicamente e por meio da tomografia computadorizada (TC) a condição corporal de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, correlacionando áreas de musculatura e de gordura com o ECC e sexo. Clinicamente o ECC dos papagaios foi classificado de acordo com a conformação da musculatura peitoral na região de quilha e a visualização de gordura na região celomática: ECC 1 (muito magros), ECC 2 (magros), ECC 3 e ECC 4 (ideal) e ECC 5 (obesos). Foram analisadas quatro metodologias diferentes para determinação da composição corporal na TC. Para a mensuração manual, método 1, foram utilizados 42 papagaios hígidos e quatro imagens de cada ave. Outras três técnicas foram mensuradas pelo software ImageJ em 44 papagaios-verdadeiros hígidos, considerando pontos anatômicos pré-determinados. O método 2 consistiu na análise de sete segmentos no plano transversal distribuídos simetricamente no celoma. Os métodos 3 e 4 examinaram imagens no plano transversal, situadas, respectivamente, na região de início do sinsacro e na entrada da cavidade celomática. O Método 1 revelou um local específico ainda não delimitado na espécie para o acúmulo de gordura, a região da glândula uropígea, e demonstrou que a TC pode ser utilizada para verificar o ECC de papagaios-verdadeiros, com destaque para a musculatura peitoral em plano transversal. Dentre os locais de deposição de gordura da espécie, o principal foi o celoma caudal, seguido das regiões de glândula uropígea e axila. O método 2 foi o mais representativo da quantidade de gordura. Os métodos 3 e 4 apresentaram correlação moderada do ECC com a musculatura, porém o método 4 se destacou apontando diferença em todos os escores. Concluiu-se que a TC auxilia na avaliação da condição nutricional de *Amazona aestiva*, devendo-se selecionar segmentos de imagens de acordo com o tecido de interesse.

Palavras-chave: Condição Corporal; Desnutrição; Exame de Imagem; Gordura; Musculatura; Obesidade

HIPPÓLITO, A. G. Study of the clinical and tomographic association in the determination of body scores in blue fronted amazon parrots (*Amazona aestiva*), 2021. 83p. Tese (Doutorado em Animais Selvagens – Nutrição e Alimentação Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil.

ABSTRACT

Thinness and obesity are among the most common nutritional problems in parrots under human care. The clinical assessment of these patients is complex, and the analysis of the body condition score (ECC) is essential. Thus, the study aimed to evaluate clinically and by means of computerized tomography (CT) the body condition of the Blue fronted amazon parrot, *Amazona aestiva*, correlating muscle and fat areas with ECC and sex. Clinically, the ECC of parrots was classified according to the conformation of the pectoral muscles in the keel region and the visualization of fat in the coelomatic region: ECC 1 (very thin), ECC 2 (thin), ECC 3 and ECC 4 (ideal) and ECC 5 (obese). Four different methodologies for determination of body composition at CT were analyzed. For manual measurement, method 1, 42 healthy parrots and four images of each bird were used. Three other techniques were measured by ImageJ software in 44 healthy parrots, considering predetermined anatomical points. Method 2 consisted of the analysis of seven segments in the transverse plane distributed symmetrically in the coelom. Methods 3 and 4 examined images in the transverse plane, located, respectively, at the beginning of the synsacral region and at the entrance to the coelomic cavity. Method 1 revealed a specific location not yet defined in the species for the accumulation of fat, the uropigeal gland region, and demonstrated that CT can be used to verify the ECC of true parrots, with emphasis on the pectoral musculature in the transverse plane. Among the fat deposition sites of the species, the main one was the caudal coelom, followed by the uropigeal gland and armpit regions. Method 2 was the most representative of the amount of fat. Methods 3 and 4 showed moderate correlation of the ECC with the musculature, but method 4 stood out, pointing out a difference in all scores. In conclusion, CT helps to assess the nutritional status of *Amazona aestiva*, and image segments should be selected according to the tissue of interest.

KEY WORDS:Body Condition; Fat; Image Exam; Malnutrition; Muscle; Obesity.

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O mercado de animais de estimação não convencional apresenta a classe das aves como a mais frequente (Cubas; Godoy, 2006; Grespan; Raso, 2014; Lima et al., 2014; Wendt et al., 2015). Os psitacídeos são diferenciados pela plumagem exuberante, alto grau de sociabilidade, alta capacidade de imitar sons (Cubas; Godoy, 2006) e facilidade de serem mantidos em cativeiro (Brettas; Silveira, 2015). Muitas vezes, com a dieta inadequada, conseguem sobreviver por anos com insuficiências dietéticas crônicas e função hepática comprometida (Godoy, 2006).

O comércio ilegal de animais propiciou o desenvolvimento de muitas doenças em populações susceptíveis, sendo muitas delas zoonoses, algumas transmitidas pelo contato direto ou pela soltura irregular (Aguilar, 2006). Como exemplo, podemos citar o vírus do Nilo Ocidental (Flores; Weiblen, 2009), vírus influenza (Senna et al., 2009) e doenças bacterianas como salmonelose (Aguilar, 2006), psitacose (Aguilar, 2006), síndrome respiratória aguda grave causada pelo vírus SARS-Cov-1 e mais recentemente a nova espécie do SARS – CoV-2, no qual originou a pandemia da COVID-19, como observado em estudos sobre sua origem (Magalhães-Duarte, 2020).

A saúde única, no conceito *One Health*, ganha ainda mais destaque durante a pandemia da COVID-19 (Cherian; Philip, 2020), expondo a interdependência da saúde humana, animais e meio ambiente (Destoumieux-Garzón et al., 2018).

O tráfico coloca o comércio ilegal de animais silvestres como o terceiro maior comércio ilícito do mundo, perdendo apenas para o tráfico de drogas e de armas (Padrone, 2004), sendo as aves os mais visados devido a sua diversidade de cores e canto, assim como sua maior distribuição geográfica (Pereira; Brito, 2005). Esta situação foi evidenciada em vários centros de triagem de animais silvestres (CETAS), como no de Tocantins, que em 2013 teve as aves como o grupo de maior predominância dos recebimentos. Dentro da classe das aves, os psitacídeos foram o segundo táxon mais frequente, ficando atrás apenas de passeriformes (Meneses et al., 2014). Também, no ambulatório de atendimento de animais selvagens da Universidade Federal da Bahia, de 503 pacientes, 45% eram aves, sendo traumas, feridas e problemas nutricionais as alterações mais comuns (Lima et al., 2014).

A avaliação clínica de um paciente aviário é altamente complexa, sendo



essencial a avaliação do escore corporal detalhada e fidedigna, pois mesmo dentro da mesma espécie existem grandes variações de biometria, peso e desenvolvimento de musculatura (Berkunsky et al., 2009). Assim, esse estudo teve como objetivo avaliar clinicamente e por meio da tomografia computadorizada a condição corporal de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, correlacionar as áreas de musculatura e de gordura com os escores corporais, e caracterizar quais são os principais locais de armazenamento de gordura na espécie. Métodos que auxiliem no conhecimento dessa composição corporal permitem o reconhecimento de alterações na nutrição e a correção das mesmas, auxiliando assim as aves na recuperação de suas diversas doenças.

Dessa forma, o presente estudo foi dividido em três capítulos: revisão da literatura, artigo científico I e II. O artigo científico I apresenta a utilização da tomografia computadorizada na espécie *Amazona aestiva*, por meio da mensuração manual de área de musculatura e gordura em diferentes segmentos selecionados no Programa RadiAnt Dicom Viewer®. O artigo científico II demonstra a utilização em papagaios-verdadeiros das metodologias de mensurações de musculatura e gordura aplicadas em outras espécies como humanos, frangos de corte, perus e cães, realizadas pelo software ImageJ.



3

Capítulo 1

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - A espécie papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*

O Brasil é o país mais rico em psitacídeos, abrigando 72 espécies identificadas, sendo chamado na época do descobrimento como “Terra dos Papagaios” pela grande diversidade desse grupo encontrada nas matas (Silveira; Straube, 2008). Embora ainda exista uma grande riqueza de espécies nas matas brasileiras, 16 delas já estão no “Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção”, e duas espécies extintas na natureza: a Arara-azul-pequena (*Anodorhynchus glaucus*) e a Ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) (Sick, 1997; Silveira; Straube, 2008).

Várias são as causas que favorecem a extinção dessas espécies, como: fragmentação de habitats; destruição de ninhos pelo desmatamento; destruição das espécies de árvores utilizadas para ninho e alimentação; endogamia; perseguição humana para arte plumária; caça e coleta de ovos; além do tráfico de animais silvestres, um dos maiores agravantes na atualidade (Del Hoyo et al., 1997; Snyder et al., 2000; Juniper; Parr, 2003).

Os papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*) apresentam ampla distribuição desde o nordeste do Brasil, com registros pelo leste do Paraguai e Bolívia, alcançando até o norte da Argentina (Sick, 1997; Forshaw, 2010). Essa ampla distribuição da espécie define sua classificação pela IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) como “Pouco preocupante” (Least Concern), porém a instituição ressalta que a espécie está passando por um decréscimo no número de indivíduos (Birdlife International, 2018).

As aves desta espécie são de porte médio, com peso de aproximadamente 400g e 37cm de comprimento, coloração predominantemente verde com fronte azul, pés e bicos pretos, formando assim um colorido exuberante (Forshaw, 2010). Uma peculiaridade marcante é sua facilidade no aprendizado de imitar a voz humana (Seixas; Mourão, 2002). Estas características fazem com que a espécie *A. aestiva* seja coletada legal ou ilegalmente, em grandes números, para atender ao mercado de animais silvestres de estimação (Thomsen; Brautigam, 1991). O comércio dessas aves, na maioria das vezes ilegal, culmina no recebimento de animais em situação crítica por

centros de triagem de animais silvestres e em clínicas especializadas (Lima et al., 2014; Meneses et al., 2014).

2.2 - Conservação e Biometria

Atualmente, a denominação *One Health* ganha ainda mais destaque durante a pandemia da COVID-19 (Cherian; Philip, 2020). Seu significado expõe a interdependência da saúde humana, animais e meio ambiente, no qual políticas públicas são essenciais e devem ser satisfatórias para prevenir e controlar doenças em nível local, regional, nacional e global (Destoumieux-Garzón et al., 2018).

De acordo com Andriolo (2007), para a conservação das espécies, é essencial a conservação *in situ* e *ex situ*. A conservação *in situ* é a manutenção de áreas protegidas, propiciando a conservação das espécies no local de origem. No atual cenário, a fragmentações de áreas, desmatamento, poluição, invasão por espécies exóticas, dispersão de doenças e fiscalização deficiente culminam para a extinção das espécies. Assim, a conservação *ex situ* é cada vez mais importante, sendo fundamental a manutenção e a reprodução em cativeiro, para no futuro reintroduzir as espécies com a devida variabilidade genética.

A avaliação clínica de um paciente aviário é altamente complexa, sendo essencial a avaliação do escore corporal detalhada e fidedigna, pois mesmo dentro da mesma espécie (Berkunsky et al., 2009) existem grandes variações de biometria, peso e desenvolvimento de musculatura. Estudos demonstram que o crescimento das penas depende da disponibilidade de recursos e da capacidade de forrageamento dos indivíduos, sendo que aves mais habilidosas e experientes terão as penas mais pesadas e garras maiores (Grubb, 1989; Stratford; Stouffer, 2001; Masello; Quillfeldt, 2003). Ainda, o tamanho da ninhada é indicativo das reservas de gordura acumulada por uma fêmea antes da postura (Woog, 2002).

O tamanho individual e o escore corporal determinam o sucesso reprodutivo em muitas espécies de aves (Masello; Quillfeldt, 2003), assim como comprovado pelos autores na espécie de papagaio-da-patagônia (*Cyanoliseus patagonus*). Neste estudo, fêmeas em melhores condições corporais criaram filhotes mais pesados, e o tamanho estrutural dos machos se correlacionou com os caracteres estruturais dos filhotes, como comprimento de bico e tarso e crescimento da asa. Sendo assim, o escore corporal dos

país é fundamental para o sucesso reprodutivo e o crescimento de filhotes.

Berkunsky et al. (2009), em um processo de validação cruzada, demonstraram que três medidas, tais como profundidade do bico, comprimento da tíbia e largura da cabeça, foram mais precisas, classificando corretamente 85% dos indivíduos para determinação do sexo dos papagaios, da espécie *Amazona aestiva*, classificada na subespécie *A. aestiva xanthopteryx*.

2.3 - A anatomia diferenciada das aves

A maior diferença entre mamíferos e aves é o sistema respiratório, uma vez que a respiração das aves envolve gasto de energia tanto na inspiração quanto na expiração, sendo altamente eficiente, não há diafragma, assim o movimento da respiração é efetuado pelos músculos peitorais e intercostais (Grespan; Raso, 2014). Os pulmões praticamente não possuem expansibilidade (Grespan; Raso, 2014), porém existem autores que os classificam como não expansíveis (Dyce et al., 2010), formando ligações com os sacos aéreos por meio de pequenos orifícios. Os divertículos dos sacos aéreos se conectam em determinados ossos, transformando-os em pneumatizados, entretanto, os sacos aéreos não realizam troca gasosa mas reduzem a densidade da ave em relação ao volume do corpo e ventilação da cavidade celomática, propiciando a transferência de calor (Grespan; Raso, 2014).

Segundo Dyce et al. (2010), os sacos aéreos estão localizados em toda cavidade corporal, juntapostos com os órgãos, sendo a maior parte do esqueleto preenchida por ar, formando a pneumatização, sendo mais desenvolvido nas melhores voadoras. O crânio de uma ave adulta também é pneumatizado, no qual há comunicação apenas com as vias aéreas na cabeça.

Porém, Mclelland (1990) referiu que dentro dos ossos pneumáticos, na cavidade medular há uma rede de trabéculas que aumentam a resistência do osso e sob influência de estrógenos e andrógenos, antes da época de postura, há depósito de cálcio nesse canal, o qual será utilizado para a fabricação da casca do ovo, sendo que o esqueleto de galinhas antes da postura pode aumentar em até 20 por cento.

O tecido tegumentar apresenta especialização, como por exemplo, as escamas da parte distal dos membros pélvicos, no qual atuam como resistente revestimento e

exercem grande importância na termorregulação corporal (Furlan; Macari, 2002), e pequenos músculos contidos na pele, responsáveis pelo eriçamento e relaxamento das penas (Dorrestein, 1997), além da perda de calor importante também pela ranfoteca (Tattersall et al., 2009).

A glândula uropígea, glândulas na orelha externa e na cloaca são as únicas glândulas cutâneas secretórias presente nas aves (Dyce et al., 2010) sendo que a glândula uropígea não está presente na maioria dos columbiformes, psitacídeos (Rupley, 1999) e ratitas (Schmidt et al., 2003), mas em aves aquáticas elas são bem desenvolvidas (Schmidt et al., 2003). A secreção da glândula uropigiana é rica em lipídeos (Orosz, 1997; Fallavena, 2009) e se espalha sobre penas, bico e escamas proporcionando impermeabilização e flexibilidade, além de suprimir o crescimento de microorganismos (Cooper; Harrison, 1994; Rupley, 1999).

Há alguns autores que referem que a glândula uropigeana é a única glândula verdadeira presente nas aves (Grespan; Raso, 2014). De acordo com Sick (1997), esta glândula nos psitacídeos dos gêneros *Amazona*, *Pionus* e *Brotogeris* é pouco funcional e tende a se atrofiar, entretanto, a plumagem é rica em pó e cheiro característico da ordem. A glândula uropígea está localizada na base das retrizes e é uma glândula holócrina com a diferença em pequenos processos na citogênese e secreção (Menon et al., 1981). A secreção é composta de precursores de vitamina D, convertidos em uma forma ativa após a exposição solar e ingerida no hábito de higiene (Cooper; Harrison, 1994).

O esqueleto axial é composto pela coluna vertebral, costelas, esterno e também a pelve, por formar a junção sinsacro, devido a fusão das vértebras lombares, sacrais e caudal (Dyce et al., 2010).

A coluna vertebral no gênero *Amazona* é formada por 12 vértebras cervicais, 6 vértebras torácicas livres, o sinsacro (constituído pela fusão da última vértebra torácica, sete lombo-sacrais e uma caudal), cinco vértebras caudais livres, e piróstilo, formado por três vértebras caudais fusionadas (**Figura 1**) (Tully et al., 2010; Cavinatto et al., 2016).

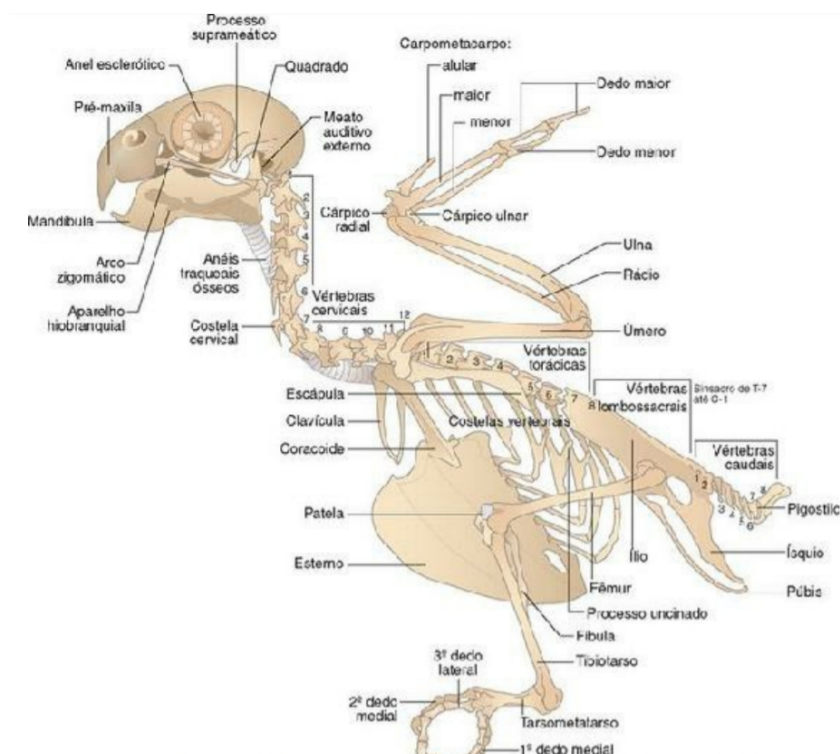


Figura 1: Esqueleto de um papagaio. Fonte: Tully et al. 2010.

Cavinatto et al. (2016) mostraram na região lombossacral, a fusão das vértebras torácicas 7 e 8, unidas ao conjunto de vértebras lombossacrais e a primeira caudal, sendo totalmente ossificadas entre si e ao osso coxal, na área articular vertebral do ílio e asa do ísquio. A **Figura 2** ilustra a fusão da região lombossacral na tomografia computadorizada, no plano sagital (**A**) e as reconstruções 3D nos planos: sagital esquerdo (**B e C**) e dorsal (**D e E**).

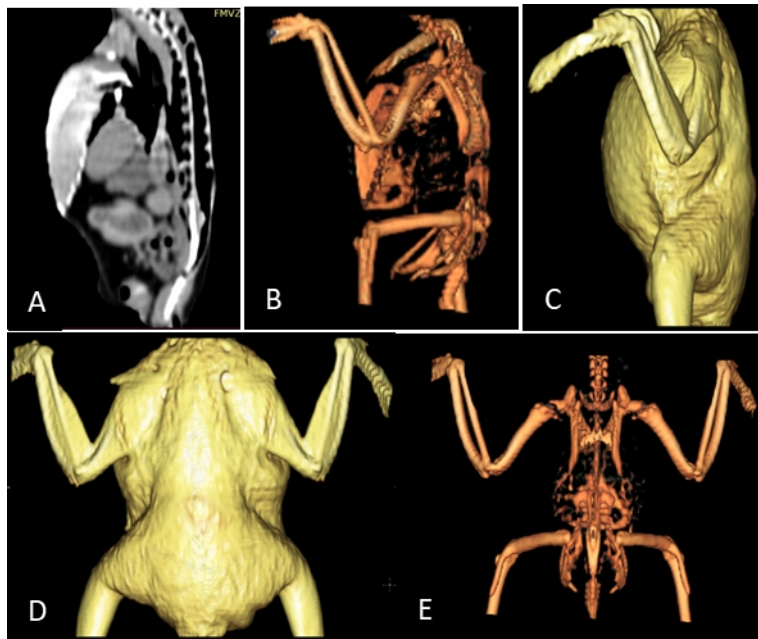


Figura 2: Papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*: Ilustração da fusão das vértebras torácicas 7 e 8, vértebras lombosacrais e primeira caudal, formando o sinsacro. A: Plano sagital da tomografia, no centro da ave. B e E: Esqueleto em reconstrução 3D, vista lateral (B) e vista dorso-ventral (E). Reconstrução 3D com pele e musculatura (C e D) para demonstrar o volume recobrindo o tecido ósseo. Fonte: Arquivo Pessoal

Como as vértebras torácicas e lombares são predominantemente fundidas, a flexibilidade da coluna vertebral não pode ser avaliada como em cães e gatos (Doneley et al., 2006).

De acordo com Coles (2007), ao contrário da pelve em mamíferos, o sinsacro rígido é aberto na superfície ventral para permitir a passagem do ovo com casca, na maioria das vezes volumoso. Porém em ratitas, é fundido na sínfise púbica ou na sínfise isquiática, prevenindo a compressão das vísceras quando a ave está sentada, ou seja, uma adaptação para aves pesadas e não voadoras.

Coles (2007) ainda descreveu o atlas, uma das vértebras cervicais, se articulando com o crânio em todas as aves por meio de um único côndilo occipital, porém em algumas espécies de calaus (Bucerotidae), há fusão entre os dois, provavelmente uma adaptação para suportar o crânio proporcionalmente grande. Já alguns papagaios não apresentam clavículas e a fúrcula, sendo representadas por uma faixa de tecido fibroso. O coracóide é bem desenvolvido na maioria das espécies, mas o "canal triosseal" normalmente formado entre o coracóide, a escápula e a clavícula, são fundidas completamente dentro do coracóide nos poupas (*Upupa epops*) e também nos calaus



(Família Bucerotidae).

2.4 - O paciente aviário

As aves dificilmente demonstram sinais clínicos logo no início da enfermidade como a maioria dos cães e gatos, elas mascaram para não sinalizar ao predador a sua fragilidade (Raftery, 2005). Dessa forma, o paciente aviário não irá apresentar sinais clínicos ou os terá tardiamente, e os problemas recorrentes em aves de estimação têm sua origem em comum algum tipo de deficiência nutricional (Doneley, 2010).

A desnutrição muitas vezes presente implica no aumento de complicações, maus resultados clínicos, maior permanência na internação, reinternações e baixa qualidade de vida (Boban et al., 2019). Muitas aves são recebidas com lesões pelo corpo e inflamação bem desenvolvida, em resposta a isso o organismo libera citocinas que atuam nos tecidos musculares, exacerbando a proteólise (Gilbert; Murtaugh, 2007). Assim, pacientes críticos desenvolvem catabolismo, com perda de proteínas, imunoglobulinas, tecido muscular, tecido adiposo e eventualmente até perda óssea (Boban et al., 2019). Hormônios contra-reguladores, como glucagon, catecolaminas e cortisol, contribuem para a resistência à insulina e também provocam lipólise e mobilização de aminoácidos dos músculos, levando a um estado hipermetabólico e, conseqüentemente, agravam ainda mais a condição nutricional da ave (Gilbert; Murtaugh, 2007).

Thouzeau et al. (1997) demonstraram em seu artigo com coruja-das-torres, *Tyto furcata*, a mobilização da gordura de medula apenas durante o fim da fase II e na fase III do jejum, no qual ocorre a última mudança do metabolismo dos lipídios para as proteínas, evidenciando, assim, a medição da gordura da medula óssea para indicar o estado nutricional da coruja, com escore corporal ideal a ruim.

Ringelman et al. (1992) estudaram a gordura dentro da medula da ulna de patos Mallard, *Anas platyrhynchos*, no Vale do San Luis, no centro sul do Colorado, nos Estados Unidos. Os autores concluíram que a gordura no canal medular da ulna indica melhor nível de gordura corporal, sendo a porcentagem constante quando a gordura corporal era maior que 5%, ao passo que a reserva era imediatamente consumida quando seu metabolismo exigia. Ainda, as fêmeas apresentaram quantidade menor de lipídio ulnar do que os machos, por terem suas ulnas relativamente menores.



Segundo Macwhirter (1994), o crescimento lento e baixo escore corporal acontecem com dietas nutricionalmente deficientes, quando o conteúdo de energia é insuficiente para atender às demandas. Baixo peso corporal ou baixo ganho de peso, independente da organopatia, geralmente pode ser corrigido fornecendo uma dieta rica em energia (carboidratos e gordura). Enzimas digestivas e fibra de hemicelulose podem aumentar a digestibilidade e absorção da dieta.

Os ácidos linoléico e araquidônico são ácidos graxos essenciais para originar as membranas e organelas celulares (Macwhirter, 1994), como precursores de hormônios e pistacinas, pigmentos compostos nas penas de psitacídeos (Tully et al., 2010). A deficiência do ácido linoleico pode estar associada à diminuição da eficiência metabólica, retardo no crescimento, hepatomegalia, aumento das reservas de gordura, diminuição da reprodução, mortalidade embrionária e queda na eclodibilidade (Macwhirter, 1994). A lipogênese ocorre em quase toda a sua totalidade no fígado, predispondo ao acúmulo de gordura no órgão (Macwhirter, 1994), sendo que nos mamíferos ocorre no tecido adiposo (Tully et al., 2010).

Segundo Macwhirter (1994), a alimentação do paciente aviário deve ser criteriosamente avaliada, mesmo que apresente um bom escore corporal. Afecções que envolvem má absorção gastrointestinal, problemas hepáticos ou renais podem aumentar a necessidade de nutrientes. Aves com sinais de desnutrição comumente desenvolveram preferências por dietas desequilibradas, como por exemplo, pode ser citado o que ainda é frequente, alimentação a base de sementes, altamente gordurosos e deficiente em vitaminas A, D3, E, B12, K1, riboflavina, ácido pantotênico, niacina, biotina, colina, iodo, ferro, cobre, manganês, selênio, sódio, cálcio, zinco além dos aminoácidos lisina e metionina.

Por outro lado, a obesidade é o mais comum e grave problema relacionado à desnutrição na prática em aves (Macwhirter, 1994). As aves mantidas sob cuidados humanos estão mais predispostas a desenvolver a obesidade e doença hepática, decorrentes de má nutrição e de baixo gasto energético (Saad et al., 2007). Ocorre quando a energia da dieta é excessiva para as funções metabólicas normais e o exercício, porém em alguns casos, pode ser secundária ao consumo excessivo de alimentos na tentativa de consumir os nutrientes em falta pela ave; contudo, em aves de companhia, geralmente resulta do consumo excessivo de alimentos impróprios e/ou aumento da ingestão devido ao tédio, aliados à falta de exercício (Macwhirter, 1994).



2.5 - Nutrição em Psitacídeos

De acordo com Cubas e Godoy (2006), os psitacídeos são aves especializadas na ingestão de sementes, rompendo cascas duras facilmente; a língua é grossa, sensível e com grande quantidade de papilas gustativas, dotada de uma grande habilidade de manobrar os alimentos no bico; o olfato não é tão bem desenvolvido como a visão. A dieta influencia diretamente na longevidade do psitacídeo (Munshi-South; Wilkinson, 2006) e seu estado nutricional está diretamente relacionado com a plumagem, imunidade e sucesso reprodutivo (Koutsos et al., 2001).

Em um primeiro momento, os psitacídeos foram classificados como granívoros, o que sustentou o pensamento de que as sementes poderiam satisfazer totalmente suas necessidades nutricionais, sendo mais baseado em usos empíricos do que em estudos científicos, culminando em muitos erros de manejo e alta incidência de deficiências nutricionais (Carciofi, 2001; Moreno, 2020). Sob cuidados humanos, o requerimento nutricional das aves é totalmente diferente quando comparado à natureza e, sobretudo, a quantidade de atividade física, mesmo que em grandes recintos (Carciofi; Saad, 2001). A sazonalidade dos alimentos também impõe o consumo de alimentos que não seriam de primeira escolha, como grãos, insetos, flores e frutos (Ullrey et al., 1991).

O comportamento de explorar e forragear a área pode representar até 70% do tempo, porém quando as aves são transferidas para cuidados humanos, o forrageamento não é obrigatório, o que pode predispor a distúrbios psicogênicos e obesidade (Perón; Grosset, 2014). Rupley (1999) recomenda para a nutrição de psitacídeos cativos, a dieta composta por 80% de ração extrusada e apenas 20% de frutas e verduras.

Também, os psitacídeos e os anseriformes são mais propensos a desenvolver aterosclerose, sendo que os papagaios amazônicos, araras e papagaios cinzentos são particularmente susceptíveis (Donely, 2010).

Saad et al. (2007) referiram que as deficiências nutricionais em psitacídeos domésticos são causadas por alimentos comercialmente disponíveis a base de misturas de sementes multi-deficientes, aliado ao fato da seleção no momento da ingestão, escolhendo os mais palatáveis, levando às deficiências, como também evidenciado por Doneley (2010) e Oliveira et al. (2018).

Nos Estados Unidos (EUA), a partir da década de 90, os especialistas em pacientes aviários observaram um tipo diferente de desnutrição do que era descrito



cinco a dez anos antes, pois as dietas formuladas, em combinação com suplementações de vitaminas e minerais, podem proporcionar excesso de nutrientes; e em alguns casos, podem ser afecções complexas multifatoriais que envolvem questões nutricionais, ambientais e fatores específicos da espécie (Harrison, 1991). Dias et al. (2014) descreveram a dieta fornecida para psitacídeos criados como animais de estimação no Rio Grande do Norte, no qual havia prevalência de sementes em 89% dos casos. Aproximadamente em metade dos casos estudados (41/87), a semente de girassol era a única disponibilizada.

Melo et al. (2018) avaliaram o perfil alimentar dos psitacídeos em residências de todo território brasileiro, por meio de 130 respostas de questionários. A espécie *Amazona aestiva* foi a mais predominante, perfazendo 79,2% do estudo. A maioria dos tutores fornecia a dieta composta por mais de um alimento: 78 dos casos (60%) forneciam semente de girassol adicionada a outros itens (ração, frutas, verduras ou legumes, mistura de sementes e comida caseira), e 21,54% forneciam ração junto com outro alimento, entre outros tipos de alimentos não mencionados no questionário puderam ser relatados, entre eles: gema de ovo, ovos, iogurte.

Como evidenciado, o Brasil exhibe um contraste grande na dieta fornecida para os psitacídeos sob cuidados humanos e a medicina aviária brasileira deve ter foco na sua realidade, ou seja, o excesso de nutrientes não é comum, sendo ainda frequente a alimentação a base de semente de girassol (Harrison, 1991).

Algumas espécies são mais propensas a desenvolver obesidade, como cacatuas de peito rosa, cacatuas de crista de enxofre, papagaios da Amazônia e periquitos, propiciando o aparecimento de lipomas secundários, degeneração do fígado gorduroso e doenças cardíacas, além da associação de que dietas ricas em gorduras e a obesidade também propiciem a pancreatite (Macwhirter, 1994).

A aterosclerose é geralmente subclínica, e a morte súbita é frequente (Leger, 2008). Segundo Donely (2010), os lipomas são comuns em doenças subjacentes, incluindo doença cardiovascular, lipidose hepática, hipotireoidismo e ocasionalmente *diabetes mellitus*. Já os xantomias são vistos como um problema metabólico (hipercolesterolemia) combinado com uma resposta inflamatória após um trauma localizado. Supõe-se que o xantoma é resultante de uma hemorragia no tecido mole (devido a trauma), com a deposição do colesterol desencadeando uma resposta inflamatória, sendo mais comuns em asa distal, celoma caudal e esterno.



2.6 - Escore Corporal das Aves

O escore corporal da ave pode ser subjetivamente avaliado pela palpação dos músculos peitorais para determinar a proporção da massa muscular para o esterno; uma ligeira depressão deve ser sentida, caso não aconteça, o paciente está acima do peso, enquanto a proeminência do esterno significa consumo de musculatura e perda de peso (**Figura 3**) (Harrison; Ritchie, 1994).

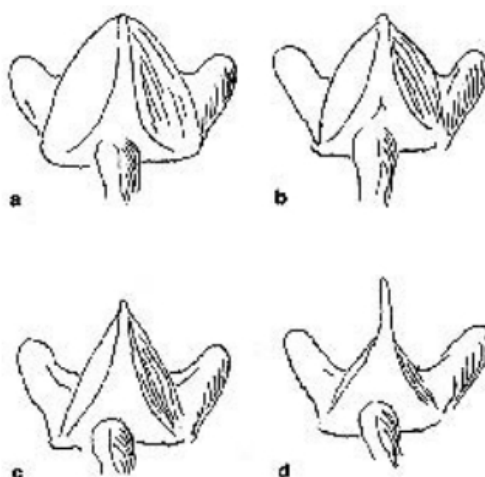


Figura 3: Escore Corporal das aves (a): Acima do peso;(b): Ideal, (c): Abaixo do peso; (d): muito abaixo do peso, atrofia de musculatura peitoral. Fonte: Harrison; Ritchie, 1994.

O esterno não deve apresentar desvios, se positivo, é sugestivo de desnutrição durante o desenvolvimento ou trauma anterior, já o celoma caudal deve ser ligeiramente côncavo ou plano, se houver diferença nisso, é indicativo de afecção no local ou existência de ovo (Harrison; Ritchie, 1994). O escore corporal de uma ave é o resultado da dieta associada à atividade física (Tully, 2009).

Tradicionalmente o escore corporal é avaliado por palpação da musculatura peitoral e osso esterno da quilha e a classificação é dada em 5 escores, sendo 1, muito magra e 5, obeso (Tully, 2009). Entretanto, essa técnica não considera que a maioria das aves não armazena gordura na região peitoral, sendo indicado molhar as penas sobre o celoma caudal com álcool, gerando a melhor visualização dos depósitos de gordura subcutâneo, vistos como gordura amarela sobre a pele, em vez da cor vermelho rosa da musculatura (Doneley, 2010).

De acordo com Kaytee (2008) e Grespan; Raso (2014), o índice de escore corporal é classificado no sistema de cinco pontos, baseado na musculatura peitoral:



pontuação 1: animais com musculatura peitoral côncava sobre a quilha, representativa de desnutrição e magreza; pontuação 2: massa muscular moderada com a proeminência da quilha facilmente palpável, considerado ligeiramente magro; pontuação 3: atribuída para papagaios com músculos peitorais convexos; pontuação 4: massa muscular ao nível da proeminência da quilha (as pontuações 3 e 4 são consideradas ideais); e pontuação 5: músculos se estendem além da quilha, considerado o escore de obesidade (**Figuras 3 e 4**); o acúmulo de gordura subcutânea será palpado sobre a área peitoral, esterno e celoma caudal, indicando seu acúmulo, característico da obesidade (**Figura 5**) (Grespan; Raso, 2014).



Figura 4: Escore corporal baseado na musculatura peitoral. Fonte: Grespan; Raso, 2014.

Os locais de deposição de gordura são por via subcutânea, nos tratos das penas sobre as asas, as escápulas e a pelve como demonstrado na **Figura 5** (Doneley et al. 2006).

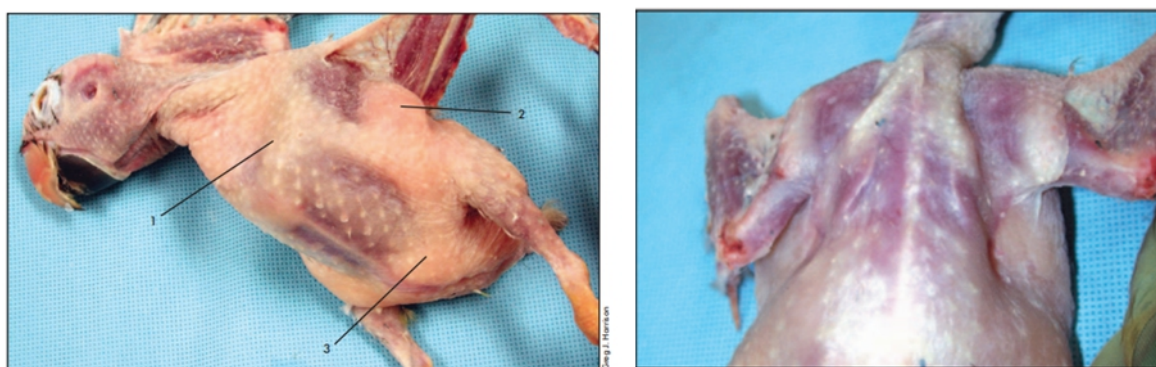


Figura 5: Blue - crowned conure, *Psittacara acuticaudatus*, deposição de gordura em subcutâneo do trato das penas, vista frontal e vista dorsal. Depósitos de gordura podem ser visualizados: 1: Celoma cranial; 2: Região Axilar; 3: Celoma caudal. Fonte: Doneley et al. (2006)



2.7 - Tomografia Computadorizada em Animais Selvagens

Para Spaulding e Loomis (1999), existe uma tendência para o padrão de diagnóstico exames como a Tomografia Computadorizada (TC), pois a seleção de um método diagnóstico mais informativo e não invasivo é importante, no qual não há sobreposição de imagens de esqueletos, sacos aéreos e outras características únicas da classe. No Brasil, a TC está mais comum na rotina devido à maior acessibilidade e diminuição do custo do exame (Bortolini et al., 2013).

A TC apresenta duas principais vantagens: a natureza tomográfica e a grande resolução de contraste, assim, os órgãos e outras estruturas podem ser rapidamente identificados e diferenciados (D'Anjou, 2019). Os exames de TC têm um ótimo valor diagnóstico em pacientes aviários e os tomógrafos atuais reduziram muito o tempo de investigação, cerca de 1 ou 2 minutos nos scanners modernos de hoje (Krautwald-Junghanns et al., 2011), havendo assim preferência à TC, quando comparada com a RM (Zeeland et al., 2016). O detalhe anatômico e o escopo da vascularização dos órgãos celômicos, quando utilizado contraste, tornam a TC a modalidade diagnóstica padrão ouro em afecções de cavidade celômica (Veladiano et al., 2016).

Para Krautwald-Junghanns et al. (2011), de maneira geral, não há uma preparação especial para o paciente aviário, mas é indicado jejum (sólido e líquido) imediatamente antes do exame. A anestesia da ave vai depender do objetivo do estudo e da sensibilidade do paciente ao estresse; entretanto, em animais que estão no estado selvagem, é indicada a contenção química, prevenindo os efeitos deletérios do estresse (Diniz, 2006), assim como já requerido por Lehmkuhl; Vulcano (2014). A anestesia geral, com posicionamento adequado, evitando movimentos entre as varreduras, menos distorção e artefatos, produz imagens de melhor qualidade (Zeeland et al., 2016).

A TC é uma unidade de escaneamento, composto por tubo emissor de raios-x rotativo e sistema de detecção, mesa para o paciente e computador para ajustar os parâmetros de aquisição e reconstrução da imagem (D'Anjou, 2019). De acordo com Krautwald-Junghanns et al. (2011), a maior dose de radiação envolvida na TC, quando comparada com a investigação radiográfica convencional, não apresenta qualquer significância, devido ao tamanho pequeno das aves e a relativa insensibilidade da classe das aves às radiografias. Pelo motivo de ser pequena, fatias relativamente finas devem ser usadas dependendo do objetivo, a espessura de 0,6–1 mm são preferíveis para



papagaios.

Segundo D'Anjou (2019), a formação de cada imagem é composta por uma matriz preenchida com pequenas porções cúbicas, conhecidas como voxels, exibidos em um monitor plano de uma matriz de pixels. Dessa forma, quando há maior intensidade de sinal dos tecidos será exibido um pixel mais brilhante, mais branco, e quando não houver sinal ou atenuação de raios-x, aparecerá escuro, dando origem à escala de cinza. Consequentemente, os valores de voxels são transformados em unidades Hounsfield (HU), sendo o HU da água pura zero, enquanto estruturas de maiores atenuações de raios X terão valores maiores e os meios hipoatenuantes terão valor inferior a zero (negativo).

Conforme referido por Zeeland et al. (2016), áreas mais escuras (hipoatenuantes) na imagem, representam, por exemplo, o ar (HU: -1000) e gordura (HU: -50 a -100), com o valor negativo. Valores de HU em áreas mais claras (hiperatenuantes), representando, por exemplo, tecidos moles (HU próximo a 100) e estruturas mineralizadas (HU até + 3000), têm um valor HU positivo

Em aves, as indicações atuais para a realização da TC incluem anormalidades no sistema esquelético (crânio, coluna) e trato respiratório (seios da face, pulmão) (Krautwald-Junghanns et al., 2011), porém a técnica também é aplicável a casos de neoplasias e problemas cardiovasculares, como arteriosclerose, dilatação ventricular, entre outros (Fitzgerald; Beaufrere, 2016). O diagnóstico de problemas pulmonares é visibilizado logo em estágios iniciais (Krautwald-Junghanns et al., 2011).

Há vários artigos sobre TC, que descrevem suas aplicações e demonstram a normalidade para as espécies, como: a descrição anatômica do crânio de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva* (Faillace et al., 2021); variações e assimetrias da árvore brônquica do papagaio do congo, *Psittacus erithacus* (Lawson et al., 2020); diâmetro de artéria intratorácica em papagaios-da-barriga-vermelha, *Amazona ventralis* (Beaufrere et al., 2011); padrões normais da tomografia e valores de referência para a cavidade celomática em papagaios de estimação (Veladiano et al., 2016); sexagem de papagaios-verdadeiros pela tomografia (Lehmkuhl, 2010); e alguns casos clínicos, nos quais a TC foi utilizada, como a ruptura de saco aéreo cervical em papagaio-campeiro, *Amazona ochrocephala oratrix* (Browning et al., 2018).

A atenuação dos ossos, órgãos gordurosos e parenquimatosos (unidades Hounsfield, HU) em aves são geralmente iguais aos de humanos; porém, as janelas de



tecido para a imagem ideal de órgãos individuais, valores de W e L, devem ser definidos para cada espécie (Krautwald-Junghanns et al., 2011).

2.8 - A Tomografia Computadorizada e a Composição Corporal

Em humanos, TC é o método padrão ouro usado para avaliar a composição corporal, sendo indicada para casos de sarcopenia (Gomes-Perez et al., 2015), acompanhamento de perda de musculatura / gordura em pacientes oncológicos (Prado et al., 2009), além da mensuração da gordura visceral envolvida em doenças cardiovasculares (Yoshizumi et al., 1999).

Costa et al. (2007) analisaram os efeitos de rações suplementadas com óleo de soja ou óleo de canola por meio da TC na deposição de gordura abdominal, após desmame de ratos desnutridos durante a lactação. A análise das imagens das ratas Wistar foi calculada automaticamente pelo programa DicomWorks v1.3.5, sempre no plano transversal, espessura de 3mm e colimação de 1,5mm, verificando-se que a tomografia foi mais precisa que a medida anatômica.

Em 1987, Bentsen e Sehested já identificaram o uso da TC para avaliar a composição corporal das galinhas e apontaram também a precisão do método em fornecer informações sobre a composição química dos tecidos analisados.

Brenoe e Kolstad (2000) estudaram a TC como método não invasivo para avaliar a composição corporal durante o desenvolvimento de duas raças de perus e constataram ser método apropriado, mas dispendioso para a época. Os perus foram anestesiados para o exame e a primeira imagem transversal foi um ponto proximal à articulação entre a primeira vértebra torácica e a última vértebra cervical, mantendo a distância determinada entre si, até atingir a articulação entre a tíbia e tarso metatarso. O programa de análise de imagem CT, CATMAN foi utilizado para quantificar áreas de gordura (subcutânea e abdominal), conteúdo de musculatura (peito, asa e músculo) e osso em cada imagem.

Andrássy-Baka et al. (2003) avaliaram a composição corporal de frangos de corte na TC. Foi feito o cálculo volumétrico da musculatura peitoral e aferição da gordura corporal total em 16 localizações anatômicas idênticas escolhidas, assim, as varreduras ocorreram com espessura de 8 mm, por todo o corpo. Encontraram um depósito muito significativo na região do pescoço, principalmente no sexo feminino, às



20 semanas de vida, além do maior desenvolvimento muscular dos machos em todas as idades pesquisadas, em conjunto com a deposição de gordura abdominal proeminente nas fêmeas.

A quantidade de gordura foi estimada pela primeira vez com volumetria direta, sem mudanças nos valores de densidade de raio-x característicos de musculatura e gordura e, de acordo com os autores, o método aplicado pode substituir efetivamente a análise química direta, pois é um método não invasivo e passível de medições seriadas na mesma ave (Andrássy-Baka et al., 2003).



REFERÊNCIAS

- Aguilar RF. Introdução. In: Aguilar RF, Hernández-Divers SM, Hernández-Divers SJ. Atlas de medicina, terapêutica e patologia de animais exóticos. São Caetano do Sul: Interbook; 2006. p.1-16.
- Andrássy-Baka G, Romvári R, Milisits G, Sütő Z, Szabó A, Locsmándi L, et al. Non-invasive body composition measurement of broiler chickens between 4 – 18 weeks of age by computer tomography. Arch Tierz Dummerstorf. 2003;46(6):585-95.
- Andriolo A. Desafios para a conservação da Fauna. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de animais selvagens. São Paulo: Roca; 2007. p.19-25.
- Beaufrère H, Rodriguez D, Pariaut R, Gaschen Dvm L, Schnellbacher R, Nevarez JG, et al. Estimation of intrathoracic arterial diameter by means of computed tomographic angiography in Hispaniolan Amazon parrots. Am J Vet Res. 2011;72(2):210-8. doi: 10.2460/ajvr.72.2.210.
- Bentsen HB, Sehested E. Computerised tomography of chickens. Br Poult Sci. 1989;30(3):575-89. doi: 10.1080/00071668908417181.
- BerkunskyI, Mahler B, Reboreda JC. Sexual dimorphism and determination of sex by morphometricsin Blue-fronted Amazons (*Amazona aestiva*). Emu. 2009;109(3):192-7.
- Birdlife International. *Amazona aestiva* [Internet]. Cambridge: BirdLife Offices; 2018 [citado 18 Jul 2018]. Disponível em:<http://www.birdlife.org/>
- Boban, M., Bulj, N., Kolačević Zeljković, M., Radeljić, V., Kremer, T., Trbusic, M,...Vecv, Nutrition and Metabolic Insights. 2019: 12, 1-9.
- Bortolini Z, Matayoshi PM, Santos RV, Doiche DP, Machado VMV, Teixeira CR, et al. Casuística dos exames de diagnóstico por imagem na medicina de animais selvagens - 2009 a 2010. Arq Bras Med Vet Zootec. 2013;65(4):1247-52.
- Brenoe UT, Kolstad K. Body composition and development measured repeatedly by computer tomography during growth in two types of turkeys. Poult Sci. 2000;79:546–52.
- Brettas EP, Silveira LF. Terra papagalli. São Paulo: Marte; 2015.
- Browning GR, Eshar D, Tucker-Mohl K, Berke K. Diagnosis and surgical repair of a chronic ruptured cervical air sac in a double yellow-headed amazon parrot (*Amazona ochrocephala oratrix*). J Exotic Pet Med. 2019;29:45-50. doi:10.1053/j.jepm.2018.07.008.
- Carciofi AC. Nutrition: order Psittaciformes (parrots, macaws, conures). In: Fowler ME, Cubas ZS. Biology, medicine, and surgery of South American wild animals. Ames: Iowa State University Press; 2001. v. 1, p. 152-7.



Carciofi AC, Saad CEP. Nutrition and nutritional problems in wild Animal. In: Fowler, ME, Cubas ZS. Biology, medicine, and surgery of South American wild animals. Ames: Iowa State University; 2001. p. 425-34.

Cavinatto CC, Armando APRN, Cruz LKS, Lima EMM, Santana MIS. Descrição anatômica de esqueletos de papagaios do gênero *Amazona* através da utilização de radiografias. *Pesqui Vet Bras.* 2016;36(2):123-30. doi: 10.1590/S0100-736X2016000200010.

Cherian V, Philip J. The 'One Health' Approach to an Epidemic Response: the Kerala Model. *Indian J Comm Health.* 2020;32(3):472-478. doi: 10.14202 / IJOH.2015.14-25.

Coles BH. Surgery essentials of avian medicine and surgery. 3rd ed. Oxford: Blackwell; 2007.

Cooper JE, Harrison GJ. Dermatology. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR. Avian medicine: principles and application. Brentwood: Harrisons's Bird Foods; 1994. p. 253-63.

Costa CAS, Alves EG, Gonzalez GP, Barbosa TBC, Lima VD, Nascimento R, et al. Tomografia computadorizada na avaliação da distribuição do tecido adiposo abdominal de ratos alimentados com rações hiperlipídicas após desnutrição neonatal. *Radiol Bras.* 2007;40(5):337-40.

Cubas ZS, Godoy SN. Medicina e patologia de aves de companhia. In: Aguilar R, Hernández-Divers SM, Hernández-Divers SJ, editores. Atlas de medicina, terapêutica e patologia de animais exóticos. São Caetano do Sul: Interbook; 2006. p. 213-64.

D'Anjou MA. Princípios da tomografia computadorizada e da ressonância Magnética, In: Thrall DE. Diagnóstico de Radiologia Veterinária. 7a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2019. p. 96-109.

Del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J. Handbook of the birds of the world. Barcelona: Lynx Editions; 1997.

Destoumieux-Garzón D, Mavingui P, Boetsch G, Boissier J, Darriet F, Duboz P, et al. The One Health Concept: 10 Years old and a long Road Ahead. *Frontiers in Veterinary Science.* 2018; 5:1-13.

Dias GF, Jucá MAS, Fernandes FC, Oliveira WF, Costa TSF, Freitas CIA. Dieta de psitacídeos silvestres mantidos em cativeiro no Rio Grande do Norte, Brasil. *Rev Educ Contin Med Vet Zootec CRMV-SP.* 2014;12(1):40-1.

Diniz LSM. Imobilização química em animais silvestres. In: Spinosa HS, Gorniak SL, Bernardi MM. Farmacologia aplicada à medicina veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p. 193-211.

Doneley B, Harrison GJ, Lightfoot TL. Maximizing information from the physical examination. In: Harrison GJ, Lightfoot TL. Clinical avian medicine. Florida: Spix



Publishing; 2006. v. 1, p. 153-212.

Doneley R. Avian medicine and surgery in practice. London: Manson Publishing Ltd; 2010.

Dorrestein GM. Physiology of avian dermatology. In: Altman RB, Clubb SL, Dorrestein GM, Quesenberry KE. Avian medicine and surgery. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 1997. p. 545-55.

Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. Tratado de anatomia veterinária. 4a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.

Faillace ACL, Vieira KRA, Santana MIS. Computed tomographic and gross anatomy of the head of the blue-fronted Amazon parrot (*Amazona aestiva*). Anat Histol Embryol. 2021;50:192–205. doi: 10.1111/ahe.12618.

Fallavena LCB. Fisiopatologia do sistema tegumentar. In: Berchieri-Junior A, Silva EN, Di-Fábio J, Sesti L, Zuanaze MAF. Doenças das aves. 2a ed. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas; 2009. p.191-200.

Fitzgerald BC, Beaufre H. Cardiology. In: Speer BL. Current therapy in avian medicine and surgery. St. Louis: Elsevier; 2016. p. 252-328.

Flores EF, Weiblen R. O vírus do Nilo Ocidental: revisão bibliográfica. Ciênc Rural. 2009;39(2):604-12.

Forshaw JM. Parrots of the world. Princeton: Princeton University Press; 2010.

Furlan RL, Macari M. Aspectos fisiológicos do empenamento das aves. In: Gonzales E, Furlan RL, Macari M. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Funep-Unesp; 2002. p. 313-26.

Gilbert A, Murtaugh RJ. Inanição e avaliação nutricional. In: Murtaugh RJ, Dhupa N, Ross JN. Tratamento intensivo em medicina veterinária. São Paulo: Roca; 2007. p. 54-5.

Godoy SN. Psittaciformes: arara, papagaio, periquito. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. Tratado de animais selvagens: medicina veterinária. São Paulo: Roca, 2006. p. 222-51.

Gomez-Perez SL, Haus JM, Sheean P, Patel B, Mar W, Chaudhry V, et al. Measuring abdominal circumference and skeletal muscle from a single cross-sectional computed tomography image: a step-by-step guide for clinicians using National Institutes of Health ImageJ. J Parenter Enteral Nutr. 2015;40(3):308-18. doi: 10.1177/0148607115604149.

Grespan A, Raso TF. Psitaciformes (araras, papagaios, periquitos, calopsitas e cacatuas). In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL, editores. Tratado de animais selvagens: medicina veterinária. São Paulo: Roca; 2014. p. 550–89.



Grubb TC. Ptilochronology: feather growth bars as indicators of nutritional status. *Auk*. 1989;106:314-20.

Gunderman R. Fundamentos de radiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.

Harrison GJ. Psittacine feeding and malnutrition in the USA. In: Proceedings of the First Conference of the European Committee of the Association of Avian Veterinarians; 13-6 Mar 1991; Vienna, Austria. Utrecht: Association of Avian Veterinarians; 1991. p. 230-42.

Harrison GJ, Ritchie BW. Making distinctions on the physical examination. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR. *Avian medicine: principles and application*. Brehmwood: Harrisons's Bird Foods; 1994. p. 144-75.

Juniper T, Parr M. *Parrots: a guide to parrots of the world*. Yale: Yale University Press; 2003.

Kaytee. Education reference guide. Chilton: Kaytee Products; 2008.

Koutsos EA, Matson KD, Klasing KC. Nutrition of birds in the order psittaciformes: a review. *J Avian Med Surg*. 2001;15(4):257-76.

Krautwald-Junghanns ME, Pees M, Reese S, Tully T. *Diagnostic imaging of exotic pets birds, small mammals, reptiles*. Hanover: Schlütersche; 2011.

Lawson AB, Hedrick BP, Echols S, Schachner ER. Anatomy, variation, and asymmetry of the bronchial tree in the African grey parrot (*Psittacus erithacus*). *J Morphol*. 2021; 282(5):701-19. doi: 10.1002/jmor.21340.

Leger JS. Avian atherosclerosis. In: Fowler ME, Muller RE. *Zoo and wild animal medicine, current therapy*. 6th ed. St. Louis: Elsevier; 2007. chap. 25, p. 200-5.

Lehmkuhl RC, Vulcano LC. Tomografia computadorizada. In: Cubas ZS, Silva JCR, Catão-Dias JL. *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*. 2a ed. São Paulo: Roca; 2014. p.1935-1950.

Lima B, Miranda C, Pinto RA, Beanes AS, Carneiro I, Hohlenwerger JC, et al. Casuística clínica do ambulatório de animais silvestres e exóticos da UFBA. *Rev Educ Contin Med Vet Zootec*. 2014;12(1):36-8.

Macwhirter P. Malnutrition. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR. *Avian medicine: principles and application*. Brehmwood: Harrisons's Bird Foods; 1994. p. 842-61.

Magalhães-Duarte P. COVID-19: origem do novo coronavírus. *Braz J Health Rev*. 2020;3(2):3585-90.

Masello JF, Quillfeldt P. Body size, body condition and ornamental feathers of Burrowing Parrots: variation between years and sexes, assortative mating and influences on breeding success. *Emu*. 103;2:149-61. doi: 10.1071/MU02036.



McLelland JA. Colour atlas of avian anatomy. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1990.

Melo LL, Vasconcelos AB, Parlamento HF, Chaves KN, Barbosa JG. Perfil alimentar de psitacídeos cativos em residências no Brasil. In: Anais da V Semana de Medicina Veterinária – SEMVET – UFAL; 13-15 Set 2018; Maceió, AL. Maceió: Universidade Federal da Alagoas, Campus Arapiraca; 2018. p. 17-8.

Meneses LF, Viana EB, Monteiro RM, Silva JB, Pacheco GA. Estudo retrospectivo da entrada de animais silvestres no centro de triagem de animais silvestres do Tocantins (CETAS – TO), ano 2013, e caracterização da fauna, 2014. In: Resumos do VII Enanse, II Simpósio Sobre Medicina e Conservação da Fauna do Cerrado; 15-18 maio 2014; Uberlândia, Brasil. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2014. p. 113-6.

Menon GK, Aggarwal SK, Lucas AM. Evidence for the holocrine nature of lipid secretion by avian epidermal cells: a histochemical and fine structural study of rictus and uropygial gland. *J Morphol.* 1981;16(7):185-99.

Moreno TB. Digestibilidade das dietas e qualidade de ovo em periquito-ring-neck (*Psittacula krameri*) recebendo alimento completo e sementes [dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2020.

Munshi-South J, Wilkinson GS. Diet influences life span in parrots (Psittaciformes). *Auk.* 2006;123(1):108-18.

Oliveira J, Fernandes B, Machado R, Moreno T, Rocha C. Consumo voluntário e ingestão de nutrientes em *Agapornis sp* alimentados com ração comercial e sementes. *Arch Vet Sci.* 2018; 23(3 esp):21-5. doi: 10.5380/avs.v23i3Esp.61438.

Orosz S. Anatomy of the Integument. In: Altman RB, Clubb SL, Dorrestein GM, Quesenberry KE. Avian medicine e surgery. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 1997. p. 540-5.

Padrone JMB. O comércio ilegal de animais silvestres: avaliação da questão ambiental no estado do Rio de Janeiro [dissertação]. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 2004.

Pereira GA, Brito MT. Diversidade de aves silvestres comercializadas nas feiras livres da região metropolitana de Recife, Pernambuco. *Atual Ornitol.* 2005;(126):14-20.

Perón F, Grosset C. The diet of adult psittacids: veterinarian and ethological approaches. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2014;98:403–16.

Prado CM, Birdsell LA, Baracos VE. The emerging role of computerized tomography in assessing cancer cachexia. *Curr Opin Support Palliat Care.* 2009;3(4):269-75. doi: 10.1097/SPC.0b013e328331124a.

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.

Ringelman JK, Szymczak MR, Jeske CW, Ragotzkie KE. Ulnar lipid as an indicator of depleted fat reserves in mallards. *J Wildl Manage*. 1992;56(2):317-21.

Rupley AE. Manual de clínica aviária. Tradução Paulo Marcos Agria de Oliveira. São Paulo: Roca; 1999.

Saad CEP, Ferreira WM, Borges FMO, Lara LB. Avaliação do gasto e consumo voluntário de rações balanceadas e semente de girassol para papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*). *Ciênc Agrotec*. 2007;31(4):1176-83.doi: 10.1590/S1413-70542007000400034.

Schmidt RE, Reavill DR, Phalen D. Pathology of pet and aviary birds. Ames: Iowa State Press; 2003.

Seixas G, Mourão G, Galetti M, Pizo M. Biologia reprodutiva do papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) no Pantanal sul-mato-grossense, Brasil. In: Galetti M, Pizo M, editores. Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil. Belo Horizonte: Melopsittacus Publicações Científicas; 2002.p.157-71.

Senna MC, Cruz VD, Pereira ACG, Maciel RL, Borges A, Melo C, Pedroso ERP. Emergência do vírus influenza A-H1N1 no Brasil: a propósito do primeiro caso humano em Minas Gerais. *Rev Med Minas Gerais*. 2009;19(2):173-6.

Sick H. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 1997.

Silveira L, Straube F. Aves ameaçadas de extinção no Brasil. In: Machado ABM, Drummond GM, Paglia AP, editores. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas; 2008. v.1, p. 378-679.

Snyder N, McGowan P, Gilardi J, Grajal A, editors. Parrots: status survey and conservation action plan, 2000- 2004. Cambridge: IUCN; 2000. v. 48, p. 379.

Spaulding K, Loomis MR. Principles and applications of computed tomography and magnetic resonance imaging in zoo and wildlife medicine. In: Fowler ME, Miller RE. Zoo & wild animal medicine: currenty therapy. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 1999. Cap. 13, p. 83-88.

Stratford JA, Stouffer PC. Reduced feather growth rates of two common birds inhabiting central Amazonian forest fragments. *Conserv Biol*. 2001;15:721-8.

Tattersall GJ, Andrade DV, Abe AS. Heat exchange from the toucan bill reveals a controllable vascular thermal radiator. *Science*. 2009;325(5939):468-70.

Thomsen J, Brautigam A. Sustainable use of neotropical parrots. In: Robinson JG, Redford KH, editors. Neotropical wildlife use and conservation. Chicago: The University of Chicago Press; 1991.p. 359-79.



Thouzeau C, Massemin S, Handrich Y. Bone marrow fat mobilization in relation to lipid and protein catabolism during prolonged fasting in barn owls. *J Comp Physiol B*. 1997;167:17-24.

Tully TN. Birds. In: Mitchell MA, Tully TN. *Manual of exotic pet practice*. St. Louis: Saunders; 2009.

Tully TN, Dorrestein GM, Jones AK. *Clínica de aves*. 2a ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2010.

Ullrey DE, Allen ME, Baer DJ. Formulated diets versus seed mixtures for psittacines. *J Nutr*. 1991;121(11 Suppl):S193-205. doi: 10.1093/jn/121.suppl_11.S193.

Veladiano IA, 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 Vet Res*. 2016;12(1):182. doi: 10.1186/s12917-016-0821-6.

Wendt LA, Mirek TC, Santos MCI, Pedrassani D. Estudo retrospectivo do atendimento a animais silvestres no Hospital Veterinário da Universidade do Contestado. In: *Anais do II Seminário de Pesquisas da Floresta Nacional de Três Barras*; Três Barras, SC, Brasil; 20 Ago 2015. Colombo: Embrapa Florestas; 2015. p. 74-5.

Woog F. Reproductive success and pairing in Hawaiian Geese (*Branta sandvicensis*) in relation to age and body size. *J Ornithol*. 2002;143:43-50.

Yoshizumi T, Nakamura T, Yamane M, Islam AH, Menju M, Yamasaki K, et al. Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. *Radiology*. 1999;211(1):283-6. doi: 10.1148/radiology.211.1.r99ap15283.

Zeeland, YRA, Schoemaker, NJ, Hsu, EW. Advances in diagnostic imaging. In: Speer, BL, editors. *Current therapy in avian medicine and surgery*. St. Louis: Elsevier; 2016. p. 531– 549.



Capítulo 2



CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO I

Uso da tomografia computadorizada na avaliação do escore de condição corporal e depósitos de gordura de papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*, Linnaeus, 1758)

Revista a ser enviada: *Anatomia, Histologia, Embryologia Journal of Veterinary Medicine*

Link das normas de publicação:

<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14390264/homepage/forauthors.html>

Alicia Giolo Hippólito¹; Carlyne Assis Eigenheer Pinke Testa¹; Barbara Sardela Ferro¹; Heloísa Coppini de Lima¹; Jéssica Leite Fogaça²; Vania Maria Vasconcelos Machado²; Priscylla Tatiana Chalfun Guimarães-Okamoto³; Alessandra Melchert³

¹ Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

² Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

³ Departamento de Clínica Veterinária, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

ORCID

Alicia Giolo Hippólito: <https://orcid.org/0000-0002-4097-9132>

Carlyne Assis Eigenheer Pinke Testa: <https://orcid.org/0000-0003-4321-9937>

Barbara Sardela Ferro: <https://orcid.org/0000-0003-1286-1679>

Heloísa Coppini de Lima: <https://orcid.org/0000-0002-6955-9449>

Jéssica Leite Fogaça: <https://orcid.org/0000-0002-6696-0739>

Vania Maria Vasconcelos Machado: <https://orcid.org/0000-0002-9057-5793>

Priscylla Tatiana Chalfun Guimarães-Okamoto: <https://orcid.org/0000-0003-1944-2426>

Alessandra Melchert: <https://orcid.org/0000-0002-8680-2121>



RESUMO

O estado nutricional está diretamente relacionado à plumagem, imunidade e sucesso reprodutivo das aves. Na avaliação clínica de um paciente aviário é essencial a avaliação do escore corporal detalhado e fidedigno. A tomografia computadorizada (TC) já foi utilizada na determinação da composição corporal de aves de produção. Assim, este estudo objetivou avaliar clinicamente e por meio da TC a condição corporal de papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*), correlacionar as áreas de musculatura e de gordura com os escores de condição corporal (ECC), além de caracterizar quais são os principais locais de armazenamento de gordura na espécie. Foram estudados 42 papagaios-verdadeiros, adultos, hígidos. Foi realizada a avaliação de quatro imagens selecionadas nos 42 papagaios, com cinco ECC diferentes, padronizados com base na musculatura peitoral, constituindo os grupos: ECC 1 (muito magros), ECC 2 (magros), ECC 3 e ECC 4 (ideal) e ECC 5 (obesos). Musculaturas e gorduras foram demarcadas manualmente, obtendo-se a área em cm². Os resultados de musculatura e gordura em cada imagem foram comparados de acordo com o ECC. Dentre os locais de deposição de gordura para a espécie, foi evidenciado um local ainda não delimitado especificamente, a região de glândula uropígea. Em conclusão, a TC pode ser utilizada para verificação do ECC de papagaios-verdadeiros, uma vez que os parâmetros estudados apresentaram correlação com o ECC padronizado para a espécie, com destaque para a musculatura peitoral em plano transversal. Foram evidenciados locais de deposição de gordura da espécie, sendo o principal celoma caudal, em seguida região de glândula uropígea e axila.

Palavras-chave: Composição corporal; desnutrição; nutrição; tecido adiposo; musculatura



INTRODUÇÃO

O comércio ilegal de animais silvestres figura dentre os principais comércios ilícitos do mundo, perdendo apenas para o tráfico de drogas e de armas (Padrone, 2004). Neste cenário, as aves estão entre os animais mais visados, devido a sua diversidade de cores e canto, além de ampla distribuição geográfica (Pereira & Brito, 2005). O papagaio verdadeiro, *Amazona aestiva*, (Linnaeus, 1851) é uma espécie bastante procurada no mercado de animais de estimação, devido ao aspecto colorido, atrativo e à capacidade de imitar a voz humana (Seixa et al., 2002). Esta espécie não é considerada pela International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) preocupante de extinção, mas é alvo frequente do tráfico (Thomsen & Brautigam, 1991). É de fácil manutenção em cativeiro (Brettas & Silveira, 2015), que geralmente apresenta condições precárias, predispondo a desordens nutricionais como a desnutrição/magreza, doença hepática e obesidade, decorrentes de má nutrição e baixo gasto energético (Saad et al., 2007). Apresentam boa adaptação à essas condições adversas e conseguem sobreviver por anos com deficiências dietéticas crônicas (Cubas & Godoy, 2006).

As aves dificilmente demonstram sinais clínicos logo no início da enfermidade como a maioria dos cães e gatos, elas mascaram para não sinalizar ao predador a sua fragilidade (Raftery, 2005). Dessa forma, o paciente aviário não irá apresentar sinais clínicos ou os terá tardiamente. É comum, em aves de estimação, quando há sucessivos problemas de saúde, ter algum tipo de deficiência nutricional associada (Doneley, 2010). Tradicionalmente, para avaliar o estado de nutrição em aves é usado o escore corporal, classificado no sistema de cinco pontos e baseado na musculatura peitoral (Grespan & Raso, 2014; Doneley, 2010; Kaytee, 2008; Harrison & Ritchie, 1994). Este sistema considera a inspeção e palpação da musculatura peitoral em relação à quilha, e avalia o acúmulo de gordura umedecendo as penas ao redor da região celomática com álcool (Doneley, 2010). Os locais de deposição de gordura são por via subcutânea nos tratos das penas sobre a asa, a escápula e a pelve (Doneley et al., 2006).

Como auxílio na avaliação da composição corporal em humanos, a tomografia computadorizada (TC) é método padrão ouro, sendo indicada em casos de sarcopenia (Gomes-Perez et al., 2015), acompanhamento de perda de musculatura / gordura em pacientes oncológicos (Prado et al., 2009), determinar o nível de gordura corporal (Kim et al., 2013), além da mensuração da adiposidade visceral envolvida em afecções



cardiovasculares (Yoshizumi et al., 1999). Em Medicina Veterinária, o uso da TC vem sendo utilizado na determinação da composição corporal em cães, com ênfase na detecção do tecido adiposo (Kanda et al., 2013; Purushothaman et al., 2013; Kim et al., 2018; Turner et al., 2019).

Em aves, o uso da TC na composição corporal é aplicado principalmente aos aspectos de produtividade, sendo descrito em perus (Brenoe & Kolstad, 2000), galinhas (Bentsen & Sehested, 1989) e frangos de corte (Andrássy-Baka et al., 2003). A TC em aves permite detalhamento anatômico e o escopo da vascularização dos órgãos celômicos quando utilizado contraste, tornando-a modalidade diagnóstica padrão ouro em patologias de cavidade celomática (Veladiano et al., 2016), sendo que a alta dose de radiação envolvida no exame não representa significância devido ao tamanho pequeno das aves e a relativa insensibilidade das mesmas à radiação (Krautwald-Junghanns et al., 2011).

A avaliação clínica de um paciente aviário é altamente complexa, sendo essencial determinar o escore corporal de maneira detalhada e fidedigna, pois mesmo dentro da mesma espécie existem grandes variações de biometria, peso e desenvolvimento de musculatura (Berkunsky et al., 2009). Assim, esse estudo teve como objetivo inédito avaliar clinicamente e por meio da TC a condição corporal de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, correlacionar as áreas de musculatura e de gordura com os escores corporais, e caracterizar quais são os principais locais de armazenamento de gordura na espécie.

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi devidamente autorizado pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO nº 75522-1 e pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, sob o número 0102/2020.

Seleção e perfil das aves

Foram estudados papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*), adultos de ambos os sexos, hípidos, todos mantidos em cativeiro há pelo menos 6 meses, provenientes do Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS) da Faculdade de



Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Unesp, Campus Botucatu. As aves estavam alocadas soltas em recinto de aproximadamente 40 a 50 m², com acesso a área aberta e fechada. Durante o período experimental, receberam água potável *ad libitum* e alimentação habitual em cativeiro (banana, maçã, mamão e ração peletizada para psitacídeos, Psita Sticks, Alcon®).

Os critérios de inclusão das aves foram a normalidade do exame físico (Tully, 2009) e do hemograma (Goulart, 2006), ausência de doenças crônicas e agudas. Os critérios de exclusão foram alterações do exame físico ou do hemograma, aves em tratamento ou recebendo medicações para doenças.

Anestesia

Para exame físico, coleta de sangue e tomografia computadorizada (TC), os papagaios foram anestesiados, sendo previamente pesados no dia anterior ao procedimento. Foi realizado jejum alimentar e hídrico de 3 horas (Nunes et al., 2007; Edling, 2006) e as aves foram contidas fisicamente com uma toalha para a aplicação de 1 mg/kg de butorfanol na via intramuscular (Doneley, 2010) e após 10 minutos, aplicação de 20 mg/kg de cetamina e 1 mg/kg de midazolam associados, por via intramuscular (Santos et al., 2020).

Escore de Condição Corporal (ECC) e composição dos Grupos Experimentais

O ECC dos animais foi avaliado na escala de 5 pontos, baseado na inspeção e palpação da musculatura peitoral (Grespan & Raso, 2014; Doneley, 2010; Kaytee, 2008; Harrison & Ritchie, 1994). A pontuação 1 correspondeu a aves de musculatura peitoral côncava sobre a quilha, sendo indicativa de desnutrição e magreza; pontuação 2, massa muscular moderada com a proeminência da quilha facilmente palpável, considerada levemente magra; pontuação 3, músculos peitorais convexos; pontuação 4, massa muscular nivelada com a proeminência da quilha, sendo as pontuações 3 e 4 consideradas ideais; e pontuação 5, músculos se prorrogam além da quilha, representa a condição de obesidade (Grespan & Raso, 2014).

As penas da região celomática foram afastadas com auxílio de álcool para registro fotográfico e fiel classificação do escore, além da palpação de possíveis acúmulos de gordura na região. Os escores corporais encontrados estão representados na Figura 1.



De acordo com o ECC dos animais, as aves foram alocadas em grupos, constituindo assim cinco grupos de estudo: grupo ECC 1 (aves muito magras); grupo ECC 2 (aves magras); grupos ECC 3 e ECC 4 (escore ideal); e grupo ECC 5 (aves obesas) (Grespan & Raso, 2014).

Para análise dos dados considerando o sexo, os papagaios foram alocados em três grupos de escore corporal, para que se atingisse “n” adequado para análise estatística, sendo esses: grupo magro (ECC 1 e ECC 2) (17 aves), grupo ideal (ECC 3 e ECC 4) (17 aves) e grupo obeso (ECC 5) (8 aves).

Tomografia Computadorizada

O exame tomográfico ocorreu logo após a indução anestésica e verificação da normalidade dos parâmetros vitais. A ave foi posicionada em decúbito dorsal (Santos et al., 2020; Lehmkuhl, 2010) em uma calha almofadada, com os membros afastados e simétricos, e mantido o posicionamento com fita crepe (Figura 2A). Durante o procedimento (Figura 2B) a ave foi monitorada com câmera.

O tomógrafo utilizado foi o helicoidal de terceira geração Marca SHIMADZU®, SCT-7800 TC (Kyoto, Japão), 120 kVp e 130 mA. A região de interesse se estendeu do início da cavidade celomática até a articulação distal do tibiotarso, abrangendo totalmente a cavidade celomática, em cortes de 1mm de acordo com Krautwald-Junghanns et al., 2011 e Lehmkuhl (2010), no plano transversal, e transferidas para o software Voxar-3D (Barco; Edinburgh, Escócia) para reconstruções de imagens multiplanares (MPR) em planos sagital e dorsal.

Após as reconstruções, as imagens foram transferidas no formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) e avaliadas por meio do programa RadiAnt Dicom Viewer®.

As áreas de musculatura e gordura foram mensuradas em todos os papagaios, seguindo sempre o mesmo padrão. Foram mensuradas as musculaturas peitorais em ambos os planos (sagital e transversal). A musculatura de úmero esquerdo e de fêmur esquerdo, e as gorduras presentes nos seguintes locais: celoma caudal e cranial, interescapular, região pélvica (próximo a região correspondente à glândula uropígea), úmero esquerdo cranial, úmero esquerdo na região axilar e fêmur esquerdo, foram avaliadas em plano sagital. A aferição da extensão da quilha ocorreu em plano sagital e da largura do peito em plano transversal.



Para mensurar as gorduras em celoma cranial, caudal, interescapular e na região de glândula uropígea, além da extensão da quilha em plano sagital, optou-se por um segmento bem ao centro da ave, no qual houvesse maior quantidade de musculatura peitoral, ou seja, o segmento logo após a proeminência da quilha (Figura 3A). Para avaliar a musculatura peitoral no plano transversal, foi selecionada a região do início do esterno, ou seja, na maior extensão do músculo (Figura 3B). Para mensurar a musculatura e gordura cranial e axilar do úmero esquerdo, a extensão do osso foi medida, selecionando-se a imagem do segmento que condizia com a metade do úmero (Figura 3C). Para as aferições do fêmur esquerdo, foi usado o segmento imediatamente cranial a articulação fêmur-tibiotarsal (Figura 3D).

A demarcação da área ocorreu utilizando a ferramenta polígono fechado, sendo necessários vários cliques para melhor delimitação (Figura 4A), sempre apoiado nas Unidades Hounsfield (HU), considerando-se 0 a 100 HU para água e partes moles e -100 a -60 HU para gordura (Koch, 2012), com algumas pequenas variações, uma vez que nos músculos pode haver redução do valor de HU, causada pela atenuação decorrente da invasão por gordura de baixa densidade (Goodpastel et al., 2000). Essa ferramenta fornecia a área em cm^2 (Figuras 4B e 4C). Nas regiões de interesse, foram selecionadas diferentes áreas por meio da ferramenta elipse, demonstrado os valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da HU. As Figuras 4B e 4C apresentam um exemplo da mensuração no Programa RadiAnt®.

A sexagem das aves foi realizada de acordo com o método descrito por Lehmkuhl (2010), no qual a gônada é visualizada em plano transversal, mas também foi verificada no plano dorsal, para não realizar uma falsa interpretação, caso a ave não estivesse com a gônada desenvolvida.

Parâmetros avaliados

Quando agrupados por ECC (5 grupos), foram realizadas as seguintes mensurações no plano sagital: extensão de quilha por meio da ferramenta comprimento (cm). As áreas (cm^2) de musculaturas mensuradas foram: peitoral (Figura 5A), úmero esquerdo e fêmur esquerdo. As áreas (cm^2) das gorduras aferidas foram: região de celoma cranial e caudal, interescapular, região correspondente a glândula uropígea (pelve), fêmur esquerdo, úmero cranial e axilar esquerdos. Já no plano transversal, foi mensurada apenas a largura (cm) e a área da musculatura peitoral (cm^2) (Figura 5B).



Quando agrupados por sexo (3 grupos), foram avaliados os seguintes parâmetros: área da musculatura peitoral em planos transversal e sagital, área de musculatura de úmero esquerdo (plano sagital), gordura em região de celoma caudal, gordura em região de glândula uropígea (pelve) e gordura axilar esquerda, avaliadas em plano sagital.

Análise Estatística

Para análise dos dados, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA One Way), complementada pelo teste de Tukey-Kramer, para comparação dos dados obtidos para o peso corporal e nas mensurações tomográficas nos cinco grupos de ECCs estudados. Para comparação entre machos e fêmeas, foi realizado o teste t de Student não pareado, em cada um dos três escores nos quais as aves foram agrupadas. Foi realizada análise de Spearman para correlacionar o ECC com os dados mensurados nas imagens (musculatura e gordura corporais). A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Foi considerado o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Foram incluídos no estudo 42 papagaios, distribuídos nos seguintes grupos: ECC 1 (n= 9); ECC 2 (n= 8); ECC 3 (n= 9); ECC 4 (n= 8); e ECC 5 (n= 8). Visualmente, as áreas da musculatura peitoral demonstraram diferenças nos grupos em ambos os planos, sagital e transversal (Figura 5A e 5B), assim como o acúmulo de gorduras, com aumento das quantidades desses tecidos, conforme aumentavam os escores corporais. O peso médio das aves em cada um dos grupos e seu desvio padrão (SD) foram: ECC 1 de $379,3 \pm 53,7$ g, ECC 2 de $423,7 \pm 44,5$ g, ECC 3 de $431,0 \pm 19,2$ g, ECC 4 de $436,4 \pm 41,1$ g e ECC 5 de $516,6 \pm 136,5$ g, sendo o mínimo 306g (ECC 1) e o máximo 759g (ECC 5), e o ECC 5 superior ao ECC 1 ($p=0,035$).

Foram identificados 20 fêmeas e 22 machos, por análise dos planos transversais e dorsais (Lehmkuhl, 2010). O experimento ocorreu em setembro e outubro, na época reprodutiva, porém a grande maioria não exibia as gônadas bem desenvolvidas. A Tabela 1 ilustra a quantidade de machos e fêmeas de acordo com o escore corporal.

A área de extensão da quilha não diferiu entre os grupos, revelando que o tamanho dos papagaios do estudo era homogêneo (Tabela 2). Dentre os parâmetros de musculatura avaliados, pode-se observar que a área da musculatura peitoral em plano



sagital (MPS) revelou valores significativamente inferiores para as aves do grupo ECC 1, quando comparadas com aquelas dos grupos ECC 4 e ECC 5 (Figura 5A) e Tabela 3. Em plano transversal, as diferenças da área da musculatura peitoral entre os grupos foram ressaltadas, observando-se que o ECC 1 apresentou valores inferiores quando confrontado com ECC 3, ECC 4 e ECC 5, enquanto as aves dos grupos ECC 2 e ECC 3 apresentaram valores de área inferiores ao ECC 5, demonstrando assim que o plano transversal da musculatura peitoral (MPT) apresentou maior representatividade do ECC do que o plano sagital (Figura 5B) e Tabela 3. Na avaliação da largura do músculo peitoral, o grupo ECC 1 exibiu valores inferiores quando comparado ao ECC 4 e ECC 5 (Tabela 2).

Na área de musculatura do úmero esquerdo (MUE), o grupo ECC 5 foi significativamente superior em relação aos grupos ECC 1, ECC 2 e ECC 3, enquanto a área muscular do fêmur esquerdo (MFE) não mostrou diferenças entre os cinco grupos de estudo. Os resultados obtidos das mensurações da área de musculatura estão representados na Tabela 3.

Quando analisadas as áreas de depósitos adiposos, a gordura do celoma caudal (GCCA) foi superior no ECC 5 em relação aos grupos ECC 1 e ECC 3, enquanto a área de gordura do celoma cranial (GCCR) não expressou diferença entre os grupos, confirmando que esta não é uma boa área para avaliar os depósitos de gordura. A área correspondente à gordura da glandula uropígea (GGU) apontou que as aves em ECC 5 possuíam quantidades superiores de gordura em relação aos demais grupos (ECC 1, 2, 3 e 4). Os valores representativos dessas áreas de gordura estão descritos na Tabela 4.

Nos depósitos de gordura relacionados ou próximos aos membros, a área de gordura interescapular (GIE) não apresentou diferença entre os cinco grupos de estudo. A área de gordura axilar esquerda (GAE) e do fêmur esquerdo (GFE) foi superior no grupo ECC 5 em relação aos demais (Tabela 4), e a gordura em úmero esquerdo (GUE) foi superior também no ECC 5 em comparação às aves dos ECC 1, ECC 2 e ECC 4 (Tabela 5).

A sexagem foi determinada pela visualização das gônadas, nos planos transversal e dorsal, nos quais a assimetria foi característica para fêmeas, devido a ocorrência de apenas um ovário desenvolvido, e a simetria para machos, por possuírem os dois testículos desenvolvidos. Ao se comparar os valores da área de musculatura e gordura entre os escores corporais, considerando o sexo do papagaio, a análise



estatística não sinalizou diferença significativa entre machos e fêmeas em quantidade de musculatura (Tabela 6) e gordura (Tabela 7).

Na avaliação da correlação entre a musculatura e o ECC, observou-se forte correlação entre o ECC com a musculatura peitoral em planotransversal ($p < 0.0001$ e $r=0,79$), enquanto para a musculatura peitoral em plano sagital a correlação foi apenas moderada ($p=0.0002$ e $r=0,54$). Do mesmo modo, largura da musculatura peitoral apresentou moderada correlação com o ECC ($p < 0.0001$ e $r=0,62$). Referente à musculatura dos membros, enquanto a área da musculatura do úmero apresentou correlação moderada com o ECC ($p=0.0005$ e $r=0,52$), não foi observada correlação do ECC com a área da musculatura femoral ($p=0,47$ e $r=0,11$).

Quando correlacionado o ECC com os depósitos de gordura, o celoma caudal apresentou fraca correlação com o mesmo, o que pode ser explicado pelo fato de que mesmo as aves magras estocam gordura nesta região ($p=0,01$ e $r=0,39$). Não houve correlação para a área de gordura do celoma cranial ($p=0,18$ e $r=0,21$). Na área de gordura da glândula uropígea se observou correlação moderada com o ECC ($p=0.0001$ e $r=0,56$), assim como a área da gordura axilar ($p=0.0002$ e $r=0,54$), de úmero cranial ($p=0.0002$ e $r=0,54$) e femoral ($p=0.006$ e $r=0,42$).

Na avaliação do HU, o valor mínimo para a musculatura dos papagaios foi de 52,09 e máximo de 106,66 Unidade Hounsfield (HU) (Tabela 8). Para a gordura, o valor mínimo foi de -127,9 e máximo de -6,3 HU (Tabela 9).

DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que o sistema de 5 pontos adotado para avaliar a condição nutricional em aves foi condizente com as quantidades de músculo e gordura que os papagaios apresentaram na TC, uma vez que os escores mais baixos (ECC 1 e 2) apresentaram quantidades inferiores de músculo e gordura, enquanto os animais obesos (ECC 5) apresentaram maiores quantidades desses tecidos em diversos dos parâmetros avaliados. Dentre as áreas de interesse, a musculatura peitoral foi uma ótima forma de comparar os escores, sendo o plano transversal o mais representativo. Corroborando com o que se tem consagrado para aves na avaliação do ECC, a musculatura peitoral é o principal ponto na avaliação do mesmo (Harrison & Ritchie, 1994; Tully, 2009; Kaytee,



2008; Doneley, 2010; Grespan & Raso, 2014).

Entretanto, é importante determinar distintas regiões, além da musculatura peitoral, que possam auxiliar na avaliação da condição corporal. Neste sentido, a área muscular do úmero confirmou utilidade na comparação dos escores corporais, uma vez que os papagaios obesos exibiram área dessa musculatura superior aos grupos ECC 1, 2 e 3, enquanto a avaliação da área de musculatura femoral não revelou a mesma utilidade, pois não mostrou diferença nos diferentes grupos de escores estudados. Uma possibilidade para que o fêmur não tenha sido considerado como bom indicador de escore corporal no presente estudo, seria a forma que foi mensurada a área, na região distal do membro, enquanto o úmero foi avaliado em sua porção média.

Na avaliação da técnica com uso da ferramenta elipse, obteve-se uma janela para o intervalo de HU em musculatura e gordura, que variou de 52,09 a 106,66 e de -6,3 a -127,9 HU, respectivamente. As unidades Hounsfield (HU) são valores de voxels detectados em unidades digitais, calculados em relação ao coeficiente linear da água, sendo atribuído o valor numérico numa escala que pode variar de +1000 a -1000 HU. No homem é descrito o intervalo de 0 a 100 para musculatura e de -100 a -60 para o tecido adiposo (Gunderman, 2007; Koch, 2012). De acordo com Krautwald-Junghanns et al. (2011), os valores de HU são geralmente iguais em aves de companhia e humanos nos tecidos ósseos, órgãos gordurosos e parenquimatosos; no entanto, as janelas para os tecidos devem ser definidas para cada espécie. Somado a isso, Lattin et al., (2017) descreveram diferença na atenuação média de HU da musculatura peitoral de pardais de vida livre, antes e depois de serem mantidos por 2 semanas em cativeiro, demonstrando influência do cativeiro nessa janela de valores.

Os locais de deposição de gordura seguiram um padrão, além de regiões de predileção de depósito. Houve aumento do predomínio de tecido adiposo, conforme verificado, com o aumento dos escores corporais, com predileção para as áreas de celoma caudal, seguida da região de pelve (glândula uropígea) e axila. Um estudo com frangos de corte (Andrássy-Baka et al., 2003), que avaliou a composição corporal por TC, expressou depósito muito significativo de gordura na região de pescoço, com predomínio em fêmeas. Porém, nos papagaios do presente estudo, o acúmulo adiposo no celoma cranial ocorreu em apenas três indivíduos, ou seja, em menos de 7% das aves (3/44), sendo que dois deles eram machos.

Ainda, no estudo de Andrássy-Baka et al. (2003), foi encontrado maior acúmulo



de gordura em fêmeas e também na região de celoma caudal, semelhante ao visualizado no presente estudo, mas sem preferência por sexo. A grande maioria das aves faz o depósito de gordura na região de celoma caudal, todavia a pelve é referida genericamente pela literatura como local de depósito de gordura (Donely et al., 2006). Mas se observou neste estudo uma importante concentração, além da pelve (celoma caudal), na região de glândula uropígea.

A glândula uropígea não está presente na maioria dos psitacídeos (Rupley, 1999), mas em aves aquáticas elas são bem desenvolvidas (Schmidt et al., 2003). De acordo com Sick (1997), esta glândula é pouco funcional nos psitacídeos dos gêneros *Amazona* e tende a se atrofiar. A secreção da glândula uropigiana é rica em lipídeos (Fallavena, 2009; Orosz, 1997), proporcionando impermeabilização e flexibilidade (Rupley, 1999; Cooper & Harrison, 1994). Se localiza na base das retrizes (Menon et al., 1981), e apesar de não ser funcionante na espécie estudada, pudemos observar depósito de gordura nesta área em todos os grupos, e em animais obesos (ECC 5) houve tendência ao acúmulo de gordura na região.

Outro local importante de depósito de gordura foi a região axilar, similar ao descrito por Doneley et al. (2006) em psitacídeos. Entretanto, estes autores também descreveram a deposição de tecido adiposo na área da escápula, o que não foi observado no presente estudo, uma vez que apenas um papagaio (2,28%) do grupo ECC 5 apresentou depósito de gordura nesta área, demonstrando que a região entre as escápulas não é local preferido de armazenamento de gordura para esta espécie.

Dentre as aves avaliadas, oito papagaios (19%) apresentaram escore de obesidade (ECC 5). Algumas espécies são mais propensas a desenvolver obesidade, entre elas estão os papagaios da Amazônia, periquitos e cacatuas (Macwhirter, 1994). Este fato pode ser decorrente de um pobre enriquecimento ambiental observado no local de alojamento das aves, além da falta de atividade física, comum no ambiente cativo (Macwhirter, 1994).

A dieta em cativeiro em países subdesenvolvidos muitas vezes ainda é baseada em sementes, sendo comum a semente de girassol como fonte única de alimento (Dias et al., 2014; Melo et al., 2018), devido a sua alta palatabilidade (Saad et al., 2007; Doneley, 2010; Oliveira et al., 2018). Isso propicia a obesidade, lipomas secundários, fígado gorduroso, doenças cardíacas (Macwhirter, 1994), baixa imunidade, insucesso na reprodução (Koutsos et al., 2001) e menor expectativa de vida (Munshi-South &



Wilkinson, 2006). Entretanto, as aves do presente estudo apresentavam dieta balanceada, recebendo ração para psitacídeos e frutas, mas mesmo assim a incidência de obesidade foi alta. Em aves de cativeiro a ingestão de alimentos pode estar aumentada devido ao tédio (Macwhirter, 1994).

Além dos obesos, nove papagaios (21,4%) apresentaram magreza acentuada (ECC 1) e oito estavam magros em ECC 2 (19%), demonstrando uma grande quantidade de animais abaixo do escore ideal. É importante ressaltar que não é o ideal ter escores abaixo de 3 (Masello & Quillfelt, 2003; Grespan & Raso, 2014), alertando sobre a possibilidade de pouca resistência a possíveis enfermidades e baixa qualidade de vida (Boban et al., 2019). Nesse sentido, é importante ter à disposição o maior número possível de ferramentas que auxiliem na avaliação da nutrição em aves. A TC revelou-se válida na determinação de tecido muscular e adiposo nos variados escores corporais, além de demonstrar depósito adiposo na região da glândula uropígea, que, pelo conhecimento dos autores, não foi registrada em aves.

Grespan e Raso (2014) referem os escores 3 e 4 da escala de 5 pontos, como sendo ideais para psitacídeos, ou seja, é necessária uma determinada quantidade de reserva gordura corporal. Este fato foi comprovado por Masello e Quillfelt (2003) em papagaios-da-patagônia (*Cyanoliseus patagonus*), nos quais o tamanho e o sucesso reprodutivo estavam nas reservas corporais teciduais adiposas das fêmeas, criando filhotes mais pesados. Além disso, o tamanho da ninhada foi indicativo das reservas de gordura acumulada pela fêmea antes da postura (Woog, 2002). Mediante ao exposto, a TC pode auxiliar na avaliação de depósitos adiposos, visando a reprodução.

CONCLUSÃO

A TC apresentou aplicação para verificação do ECC de papagaios-verdadeiros, uma vez que os parâmetros estudados apresentaram correlação com o ECC padronizado clinicamente para a espécie, com destaque para a musculatura peitoral em plano transversal. Foram evidenciados locais de deposição de gordura, sendo o principal o celoma caudal, seguido da região de glândula uropígea e axila.



Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pela bolsa de Doutorado (Código de Financiamento 001).

A equipe agradece a todos os envolvidos da Universidade Júlio de Mesquita Filho, Botucatu e especialmente ao Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens – CEMPAS da mesma Universidade, por disponibilizarem os papagaios para a pesquisa.

Declaração de Conflito de Interesse

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

- Andrássy-Baka, G., Romvári, R., Milisits, G., Sütő, Z., Szabó, A., Locsmándi, L., & Horn, P. (2003). Non-invasive body composition measurement of broiler chickens between 4 – 18 weeks of age by computer tomography. *Archiv fur Tierzucht*, 46(6), 585-595. doi: <https://doi.org/10.5194/aab-46-585-2003>
- Bentsen, H. B., & Sehested, E. (1989). Computerised tomography of chickens. *British Poultry Science*, 30(3), 575-589. doi: <https://doi.org/10.1080/00071668908417181>
- Berkunsky, I., Mahler, B., & Rebores, J. C. (2009). Sexual dimorphism and determination of sex by morphometrics in Blue-fronted Amazons (*Amazona aestiva*). *Emu- Ornithologia Austral*, 109(3), 192-197. doi: <https://doi.org/10.1071/MU08072>
- Boban, M., Bulj, N., Kolačević Zeljković, M., Radeljić, V., Kremer, T., Trbusić, M.,...Vceć, A. (2019). Nutritional considerations of cardiovascular diseases and treatments. *Nutrition and Metabolic Insights*, 12, 1-9. doi: <https://doi.org/10.1177/1178638819 833705>
- Brenoe, U. T., & Kolstad, K. (2000). Body composition and development measured repeatedly by computer tomography during growth in two types of turkeys. *Poultry Science*, 79(4), 546–552. doi: <https://doi.org/10.1093/ps/79.4.546>
- Brettas, E. P., & Silveira, L. F. (2015). *Terra Papagalli*. São Paulo, SP: Marte.
- Cooper, J. E., & Harrison, G. J. (1994). Dermatology. In B. W. Ritchie, G. J. Harrison, & L. R. Harrison, *Avian medicine: Principles and application* (pp. 253-263). Brentwood, TN: Harrisons's Bird Foods.



- Cubas, Z. S. & Godoy, S. N. (2006). Medicina e patologia de aves de companhia. In R. F. Aguilar, S. M. Hernández-Divers, & S. J. Hernández-Divers (Ed.), *Atlas de medicina, terapêutica e patologia de animais exóticos* (pp. 213-264). São Caetano do Sul, SP: Interbook.
- Dias, G. F., Jucá, M. A. S., Fernandes, F. C., Oliveira, W. F., Costa, T. S. F., & Freitas, C. I. A. (2014). Dieta de psitacídeos silvestres criados em cativeiro no Rio Grande do Norte. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*, 12(1), 40-41.
- Doneley, R. (2010). *Avian medicine and surgery in practice*. London, UK: Manson Publishing Ltd.
- Doneley, B., Harrison, G. J., & Lightfoot, T. L. (2006). Maximizing information from the physical examination. In G. J. Harrison, & T. L. Lightfoot (v. I, pp. 153-212). *Clinical avian medicine*. Florida, USA: Spix Publishing.
- Edling, T. M. (2006). Anesthesia and monitoring. In G. J. Harrison, & T. L. Lightfoot (v. II, pp. 751). *Clinical avian medicine*. Florida, USA: Spix Publishing.
- Fallavena, L. C. B. (2009). Fisiopatologia do sistema tegumentar. In A. Berchieri Junior, E. N. Silva, J. Di Fábio, L. Sesti, & M. A. F. Zuanaze (v. 2, pp. 191-200). *Doenças das aves*. Campinas, SP: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas.
- Godoy, S. N. (2007). Psittaciformes: arara, papagaio, periquito. In Z. S. Cubas, J. C. R. Silva, & J. L. Catão-Dias (v. 1, p. 222-251). *Tratado de animais selvagens: Medicina veterinária*. São Paulo, SP: Roca.
- Gomez-Perez, S. L., Haus, J. M., Sheean, P., Patel, B., Mar, W., Chaudhry, V., ... Braunschweig, C. (2015). Measuring abdominal circumference and skeletal muscle from a single cross-sectional computed tomography image: a step-by-step guide for clinicians using National Institutes of Health ImageJ. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 40(3), 308–318. doi:<https://doi.org/10.1177/0148607115604149>
- Goodpaster, B. H., Kelley, D. E., Thaete, F. L., He, J., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 104-110. doi: <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.1.104>
- Goulart, C. E. S. (2006). *Valores hematológicos de referência para papagaios-verdadeiros (Amazona aestiva – Psittacidae) mantidos em cativeiro* (dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Grespan, A., & Raso, T. F. (2014). Psitaciformes (Araras, Papagaios, Periquitos, Calopsitas e Cacatuas). In Z. S. Cubas, J. C. R. Silva, & J. L. Catão-Dias (v. 2, pp. 550-589), *Tratado de animais selvagens: Medicina veterinária*. São Paulo, SP: Roca.
- Harrison, G. J., & Ritchie, B. W. (1994). Making distinctions on the physical examination. In B. W. Ritchie, G. J. Harrison, & L. R. Harrison (pp. 144-175). *Avian*



- Medicine: Principles and application*. Brenthwood, TN: Harrisons's Bird Foods.
- Kanda, T., Maeta, N., Iguchi, A., Shibata, K., Nomura, C., Yamamoto, T.,... Furukawa, T. (2013). Correlation between computed tomographic assessment of body fat and body condition score evaluation in dogs. *Journal of Pet Animal Nutrition*, 16(1), 1-6.
- Kaytee. (2008). *Education reference guide*. Chilton, EUA: Kaytee Products.
- Kim, D., Noh, D., Oh, T., & Lee, K. (2018). Body fat assessment by computed tomography and radiography in normal Beagle dogs. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 80(9), 1380–1384. doi: <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0216>
- Kim, Y. J., Lee, S. H., Kim, T. Y., Park, J. Y., Choi, S. H., & Kim, K. G. (2013). Body fat assessment method using CT images with separation mask algorithm. *Journal of Digital Imaging*, 26(2), 155–162. doi: <https://doi.org/10.1007/s10278-012-9488-0>
- Koch, H. A. (2012). *Radiologia e diagnóstico por imagem na formação do médico geral*. Rio de Janeiro, RJ: Revinter.
- Koutsos, E. A., Matson, K. D., & Klasing, K. C. (2001). Nutrition of birds in the order psittaciformes: a review. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 15(4), 257-276. doi: [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2001\)015\[0257:NOBITO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2001)015[0257:NOBITO]2.0.CO;2)
- Krautwald-Junghanns, M. E., Pees, M., Reese, S., & Tully, T. (2011). *Diagnostic imaging of exotic pets birds, small mammals, reptiles*. Hanover, DE: Schlütersche.
- Lattin, C. R., Pechenko, A. V., & Carson, R. E. (2017). Experimentally reducing corticosterone mitigates rapid captivity effects on behavior, but not body composition, in a wild bird. *Hormones and Behaviour*, 89, 121–129. doi: <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2016.12.016>
- Lehmkuhl, R. C. (2010). *Identificação do sexo de psitacídeos (Amazona aestiva) por meio da avaliação gonadal, utilizando a tomografia computadorizada(TC)* (Tese de doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- Macwhirter, P. (1994). Malnutrition. In B. W. Ritchie, G. J. Harrison, & L. R., (pp. 842-861). *Avian medicine: Principles and application*. Brenthwood, TN: Harrisons's Bird Foods.
- Masello, J. F., & Quillfeldt, P. (2003). Body size, body condition and ornamental feathers of Burrowing Parrots: variation between years and sexes, assortative mating and influences on breeding success. *Emu - Austral Ornithology*, 103(2), 149-161. doi: <https://doi.org/10.1071/MU02036>
- Melo, L. L., Vasconcelos, A. B., Parlamento, H. F., Chaves, K. N., & Barbosa, J. G. (2018). Perfil alimentar de psitacídeos cativos em residências no Brasil. In *Anais da V Semana de Medicina Veterinária – SEMVET – UFAL* (pp. 17-18). Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas.



- Menon, G. K., Aggarwal, S. K., & Lucas, A. M. (1981). Evidence for the holocrine nature of lipoid secretion by avian epidermal cells: a histochemical and fine structural study of rictus and uropygial gland. *Journal of Morphology*, 167(2), 185–199. doi: <https://doi.org/10.1002/jmor.1051670204>
- Munshi-South, J., & Wilkinson, G. S. (2006). Diet influences life span in parrots (Psittaciformes) *The Auk*, 123(1), 108-118. doi: [https://doi.org/10.1642/0004-8038\(2006\)123\[0108:DILSIP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1642/0004-8038(2006)123[0108:DILSIP]2.0.CO;2)
- Nunes, A. L. V., Cruz, M. L., & Cortopassi, S. R. G. (2007). Anestesiologia. In Z. S. Cubas, J. C. R. Silva, & J. L. Catão-Dias, (pp. 1043-1046). *Tratado de animais selvagens: Medicina veterinária*. São Paulo, SP: Roca.
- Oliveira, J., Fernandes, B., Machado, R., Moreno, T., & Rocha, C. (2018). Consumo voluntário e ingestão de nutrientes em *Agapornis sp* alimentados com ração comercial e sementes. *Archives of Veterinary Science*, 23(3), 21-25.
- Orosz, S. (1997). Anatomy of the integument. In R. B. Altman, S. L., Clubb, G. M. Dorrestein, & K. E. Quesenberry, *Avian medicine e surgery* (pp. 540-545). Philadelphia, USA: W. B. Saunders Company.
- Padrone, J. M. B. (2004). *O comércio ilegal de animais silvestres: avaliação da questão ambiental no estado do Rio de Janeiro* (dissertação de mestrado). Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.
- Pereira, G. A., & Brito, M. T. (2005). Diversidade de aves silvestres comercializadas nas feiras livres da região metropolitana de Recife, Pernambuco. *Atualidades Ornitológicas*, (126), 14-20.
- Prado, C. M., Birdsell, L. A., & Baracos, V. E. (2009). The emerging role of computerized tomography in assessing cancer cachexia. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 3(4), 269–275. doi: <https://doi.org/10.1097/SPC.0b013e328331124a>
- Purushothaman, D., Vanselow, B. A., Wu, S. B., Butler, S., & Brown, W. Y. (2013). Whole body computed tomography with advanced imaging techniques: a research tool for measuring body composition in dogs. *Journal of Veterinary Medicine*, 2013, 610654. doi: <https://doi.org/10.1155/2013/610654>
- Raftery, A. (2005). The initial presentation: triage and critical care. In N. Harcourt-Brown, & J. Chitty, *BSAVA manual of psittacine birds* (v. 2, pp. 35-49). Gloucester, MA: British Small Animal Veterinary Association.
- Rupley, A. E. (1999). *Manual de clínica aviária*. São Paulo: Roca.
- Saad, C. E. P., Ferreira, W. M., Borges, F. M. O., & Lara, L. B. (2007). Avaliação do gasto e consumo voluntário de rações balanceadas e semente de girassol para papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*) *Ciência Agrotecnologia*, 31(4), 1176-1183. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000400034>



- Santos, G. J., Silva, J. P., Hippólito, A. G., Ferro, B. S., Oliveira, E. L. R., Okamoto, P. T. C. G., ... Melchert, A. (2020). 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. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia Histologia Embryologia*, 49(2), 299-306. doi: <https://doi.org/10.1111/ahe.12528>
- Schmidt, R. E., Reavill, D. R., & Phalen, D. (2003). *Pathology of pet and aviary birds*. Ames, IA: Iowa State Press.
- Seixas, G., Mourão, G., Galetti, M., & Pizo, M. (2002). Biologia reprodutiva do papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*) no Pantanal sul-mato-grossense, Brasil. In M. Galetti, & M. Pizo (Eds.), *Ecologia e conservação de psitacídeos no Brasil* (pp. 157-171). Belo Horizonte, MG: Melopsittacus Publicações Científicas.
- Sick, H. (1997). Famílias e espécies: ordem Psittaciformes. In H. Sick (Ed.), *Ornitologia brasileira* (pp. 351–382). Rio de Janeiro, RJ: Nova Fronteira.
- Thomsen, J., & Brautigam, A. (1991). Sustainable use of neotropical parrots. In J. G. Robinson, K. H. Redford (Eds.), *Neotropical wildlife use and conservation* (pp.359-379). Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Tully, T. N. (2009). Birds. In M. A. Mitchell, & T. N. Tully, *Manual of exotic pet practice* (pp. 250-298). St. Louis, MO: Saunders.
- Turner, R. B. S., Hepworth, G., Wilson, K., Tyrrell, D., Dunshea, F., Mansfield, C. S. (2019). Abdominal volume computed tomography assessment of body composition in dogs. *BMC Veterinary Research*, 15, 21. doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1768-6>
- 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. *BioMed Central Veterinary Research*, 12(1), 1–9. doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-016-0821-6>
- Woog, F. (2002). Reproductive success and pairing in Hawaiian Geese (*Branta sandvicensis*) in relation to age and body size. *Journal für Ornithologie*, 143(1), 43-50. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1439-0361.2002.01082.x>
- Yoshizumi, T., Nakamura, T., Yamane, M., Islam, A. H., Menju, M., Yamasaki, K.,... Matsuzawa, Y. (1999). Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. *Radiology*, 211(1), 283–286. doi: <https://doi.org/10.1148/radiology.211.1.r99ap1>



Lista de Tabelas

TABELA1: Total de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, utilizados no estudo, distribuídos de acordo com o sexo e o escore corporal (ECC), identificado por meio da tomografia computadorizada.

ECC	Machos	Fêmeas	Total
1	4	5	9
2	5	3	8
3	3	6	9
4	6	2	8
5	4	4	8

TABELA 2: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de medidas da largura da musculatura peitoral no plano transversal (cm) e extensão da quilha (cm) aferidos pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens selecionadas em papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*.

ECC		Largura de MPPT	Extensão de Quilha
1	Média ± DP	6.13 ± 1.01 ^b	6.54 ± 0.41 ^a
	Mín - Máx	3.72-6.98	5.9-6.9
2	Média ± DP	6.96 ± 0.52 ^{ab}	6.71 ± 0.23 ^a
	Mín - Máx	6.38-7.65	6.51-6.89
3	Média ± DP	6.87 ± 0.29 ^{ab}	6.54 ± 0.28 ^a
	Mín - Máx	6.45-7.39	6.33 – 6.76
4	Média ± DP	7.29 ± 0.42 ^a	6.56 ± 0.28 ^a
	Mín - Máx	6.89-8.20	6.19-6.93
5	Média ± DP	7.43 ± 0.54 ^a	6.58 ± 0.51 ^a
	Mín – Máx	6.46-8.19	6.16-7.01
Valor de P		0.001	0.9164

Legenda da Tabela 2: Média ± desvio-padrão^{a,b,c} indica P<0,05 na coluna pelo teste de Dunn
 ECC: Escore de Condição Corporal; MPPT: Musculatura Peitoral em plano Transversal; DP: Desvio-padrão; Mín: Mínimo; Máx: Máximo



TABELA 3: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de musculatura em cm², pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens selecionadas em papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*.

ECC		Padrões Musculares			
		MPS	MPT	MUE	MFE
1	Média ± DP	7.54 ± 1.45 ^b	6.15 ± ±1.89 ^c	2.36 ± 1.87 ^b	2.75 ± 0.62
	Mín - Máx	5.30 - 9.10	3.44 - 9.79	0.89 - 6.80	1.81 - 3.30
2	Média ± DP	8.29 ± 1.24 ^{ab}	8.43 ± ±1.68 ^{bc}	3.34 ± 3.34 ^b	2.97 ± 0.96
	Mín - Máx	6.55 - 10.38	5.80 - 10.80	0.48 - 8.50	1.45 - 4.38
3	Média ± DP	9.01 ± 1.01 ^{ab}	8.77 ± 1.35 ^b	3.28 ± 2.05 ^b	3.04 ± 1.21
	Mín - Máx	7.81 - 10.47	7.22 - 11.48	0.40 - 7.08	2.07 - 5.70
4	Média ± DP	9.59 ± 1.13 ^a	10.75 ± 1.83 ^{ab}	5.30 ± 4.26 ^{ab}	3.09 ± 1.18
	Mín - Máx	8.39 - 11.70	14.29 - 8.15	0.91 - 10.72	1.62 - 4.17
5	Média ± DP	9.99 ± 1.69 ^a	12.49 ± 2.21 ^a	8.91 ± 3.81 ^a	3.24 ± 1.04
	Mín - Máx	7.93 - 12.70	9.22 - 15.60	4.44 - 17.00	1.93 - 5.12
Valor de P		0.0036	<0.0001	0.0012	0.8952

Legenda da Tabela 3: Média ± desvio-padrão^{a,b,c} indica P<0,05 na coluna pelo teste de Tukey-Kramer. ECC: Escore de Condição Corporal; MPS: Área da Musculatura Peitoral no Plano Sagital (cm²); MPT: Área da Musculatura Peitoral no Plano Transversal; MUE: Área de Musculatura do Úmero Esquerdo; MFE: Área de Musculatura de Fêmur Esquerdo; DP: Desvio-padrão; Mín - Máx: Mínimo - Máximo.

TABELA 4: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de gordura em cm², em região de celoma, pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens selecionadas em papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*.

ECC		Padrões de Gordura		
		GCCA	GCCR	GGU
1	Média ± DP	0.12 ± 0.14 ^b	0	0.01 ± 0.02 ^b
	Mín - Máx	0.00 - 0.43	0	0.00 - 0.05
2	Média ± DP	0.27 ± 0.42 ^{ab}	0.01 ± 0.04	0.002 ± 0.005 ^b
	Mín - Máx	0.00 - 1.19	0.00 - 0.01	0.00 - 0.01
3	Média ± DP	0.14 ± 0.17 ^b	0	0.07 ± 0.12 ^b
	Mín - Máx	0.00 - 0.52	0	0.00 - 0.35
4	Média ± DP	0.34 ± 0.53 ^{ab}	0	0.04 ± 0.05 ^b
	Mín - Máx	0.00 - 1.58	0	0.00 - 0.13
5	Média ± DP	1.12 ± 1.34 ^a	0.08 ± 0.16	0.82 ± 0.65 ^a
	Mín - Máx	0.06 - 4.07	0.00 - 0.43	0.00 - 2.01
Valor de P		0,0233	0.1834	<0.0001

Legenda da Tabela 4: Média ± desvio-padrão^{a,b,c} indica P<0,05 na coluna pelo teste de Dunn. ECC: Escore de Condição Corporal; GCCA: Área de Gordura de Celoma Caudal (cm²); GCCR: Área de Gordura em Celoma Cranial; GGU: Área de Gordura de Glândula Uropígea (cm²); DP: Desvio-padrão; Mín: Mínimo; Máx: Máximo



TABELA 5. Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de gordura em cm², em região de celoma, pelo Programa RadiAnt®, nas diferentes imagens em papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*.

ECC		Padrões de Gordura			
		GIE	GUE	GAE	GFE
1	Média ± DP	0	0 ^b	0.004 ± 0.01 ^b	0.24 ± 0.33 ^b
	Mín - Máx	0	0	0.0-0.03	0 – 0.83
2	Média ± DP	0	0 ^b	0.25 ± 0.54 ^b	0.24 ± 0.29 ^b
	Mín - Máx	0	0	0.0-1.51	0 – 0.66
3	Média ± DP	0	0.02 ± 0.02 ^a	0.07 ± 0.12 ^b	0.16 ± 0.21 ^b
	Mín - Máx	0	0.00 - 0.07	0.0-0.37	0 – 0.69
4	Média ± DP	0	0.01 ± 0.04 ^b	0.09 ± 0.21 ^b	0.46 ± 0.30 ^b
	Mín - Máx	0	0.00 - 0.12	0.0-0.60	0 – 0.94
5	Média ± DP	0.02 ± 0.06	0.9 ± 2.37 ^a	2.74 ± 3.18 ^a	2.29 ± 2.88 ^a
	Mín - Máx	0.00 - 0.17	0.00 - 6.81	0.0-7.7	0 – 7.77
Valor de P		0,3732	0.0012	0.0011	0.0073

Legenda da Tabela 5: Média ± desvio-padrão^{a,b}, indica P<0,05 na coluna pelo teste de Dunn
 ECC: Escore de Condição Corporal; GIE: Área de Gordura interescapular (cm²); GUE: Área de Gordura em Úmero Esquerdo Cranial (cm²); GAE: Área de Gordura de Úmero Esquerdo Região Axilar; GFE: Área de Gordura de Fêmur Esquerdo (cm²); DP: Desvio-padrão; Mín: Mínimo; Máx: Máximo



TABELA 6: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de musculatura (cm²) entre os escores corporais e o sexo dos papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*.

Parâmetros	Grupo	Sexo	Média±DP	Mín-Máx	P
MPT (cm ²)	Magro	M	7.7 ± 2.6	3.5-10.8	0.30
		F	6.7 ± 1.4	5.2-8.9	
	Ideal	M	10.3 ± 2.0	7.2-14.3	0.18
		F	9.1 ± 1.50	7.5-11.5	
	Obeso	M	12.5 ± 1.6	10.4-14.4	0.99
		F	12.5 ± 3.0	9.2-15.6	
MPS(cm ²)	Magro	M	7.92 ± 1.28	5.35-9.06	0.9278
		F	7.86 ± 1.54	5.89-10.38	
	Ideal	M	9.86 ± 0.97	8.69-11.77	0.0129
		F	8.63 ± 0.81	7.81-10.11	
	Obeso	M	9.43 ± 0.94	8.16-10.21	0.3923
		F	10.54 ± 2.23	7.93-12.70	
MUE (cm ²)	Magro	M	2.70 ± 2.35	0.95-8.05	0.8507
		F	2.95 ± 3.06	0.48-8.50	
	Ideal	M	5.62 ± 3.58	0.91-10.72	0.0659
		F	2.66 ± 2.34	0.41-7.08	
	Obeso	M	7.48 ± 2.74	4.44-10.67	0.3233
		F	10.35 ± 4.57	6.81-17	

Legenda da Tabela 6: DP: Desvio-padrão; Mín: Mínimo; Máx: Máximo; M: Macho; F: Fêmea; MPT: Área da Musculatura Peitoral no Plano Transversal (cm²); MPS: Área da Musculatura Peitoral no Plano Sagital (cm²); MUE: Área de Musculatura do Úmero Esquerdo (cm²).



TABELA 7: Valores de média, desvio padrão DP, mínimo e máximo intervalo de confiança (95% CI) e p value de área de gordura (cm²) entre os escores corporais e o sexo dos papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*.

Parâmetros	Grupo	Sexo	Média±DP	Mín-Máx	P
GCCA (cm ²)	Magro	M	0.25 ± 0.39	0.00-1.19	0.3775
		F	0.12 ± 0.15	0.00-0.43	
	Ideal	M	0.31 ± 0.49	0.00-1.58	0.4245
		F	0.15 ± 0.23	0.00-0.52	
	Obeso	M	0.45 ± 0.53	0.06-1.22	0.1713
		F	1.79 ± 1.65	0.45-4.07	
GGU (cm ²)	Magro	M	0.01 ± 0.02	0.00-0.06	0.6937
		F	0.004 ± 0.01	0.00-0.04	
	Ideal	M	0.06 ± 0.06	0.00-0.15	0.9166
		F	0.05 ± 0.12	0.00-0.35	
	Obeso	M	0.67 ± 0.58	0.00-1.34	0.5544
		F	0.97 ± 0.78	0.20-2.01	
GAE (cm ²)	Magro	M	0.22 ± 0.51	0.00-1.52	0.2523
		F	0.004 ± 0.01	0.00-0.03	
	Ideal	M	0.10 ± 0.19	0.00-0.60	0.6102
		F	0.06 ± 0.13	0.00-0.37	
	Obeso	M	0.79 ± 1.31	0.00-2.74	0.0767
		F	4.70 ± 3.42	0.30-7.71	

Legenda da Tabela 7: DP: Desvio-padrão; Mín: Mínimo; Máx: Máximo; M: Macho; F: Fêmea; P: P value; GCCA: Área de Gordura de Celoma Caudal (cm²); GGU: Área de Gordura de Glândula Uropígea (cm²); GAE: Área de Gordura de Úmero Esquerdo Região Axilar (cm²)



TABELA 8: Valores de média, desvio padrão (DP) e valores mínimo e máximo de Unidades Hounsfield (HU) em musculatura de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, nos diferentes escores.

ECC		Padrões Musculares			
		MPS	MPT	MUE	MFE
1	Média ± DP	78.72 ± 7.38	72.50 ± 7.75	88.77 ± 9.64	73.52 ± 9.01
	Mín – Máx	67.4-94.68	62.44-89.64	68.38-100.31	58.68-88.67
2	Média ± DP	73.63 ± 5.87	74.20 ± 5.54	83.52 ± 15.26	69.78 ± 11.64
	Mín – Máx	61.85-80.97	65.40-82.42	50.25-101.25	52.09-89.18
3	Média ± DP	75.97 ± 2.16	73.89 ± 3.99	89.13 ± 9.68	77.73 ± 10.91
	Mín – Máx	72.60-79.11	66.80-79.17	75.43-106.66	59.78-91.36
4	Média ± DP	72.64 ± 3.96	74.17 ± 4.50	84.91 ± 11.75	75.76 ± 6.65
	Mín – Máx	63.91-77.12	66.34-78.95	64.32-102.58	67.31-87.78
5	Média ± DP	70.42 ± 7.53	72.82 ± 6.38	82.38 ± 10.07	68.96 ± 7.85
	Mín – Máx	63.58-84.86	62.41-79.07	61.76-93.60	53.72-76.22

Legenda da Tabela 8: Média ± desvio-padrão^{a,b,c} indica P<0,05 na coluna pelo teste de Tukey-Kramer; ECC: Escore de Condição Corporal; MPS: Área da Musculatura Peitoral no Plano Sagital (cm²); MPT: Área da Musculatura Peitoral no Plano Transversal; MUE: Área de Musculatura do Úmero Esquerdo; MFE: Área de Musculatura de Fêmur Esquerdo; DP: Desvio-padrão; Mín - Máx: Mínimo – Máximo.

TABELA 9: Valores de média, desvio padrão (DP), número de animais (n) e valores mínimo e máximo de Unidades Hounsfield (HU) em gordura de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, nos diferentes escores.

ECC		Locais de Acúmulo de Gordura				
		GCCA	GRGU	GUEC	GUEA	GFE
1	Média ± DP(n)	-76.2 ± 19.7 (6)	-52.4 ± 13.8 (2)	*	-19.5 ± 0 (1)	-59.8 ± 25.7 (5)
	Mín – Máx	-97.4 – -42.3	-62.1 – -42.6	*	-19.53	-92.9 – -36.5
2	Média ± DP(n)	-50.3 ± 29.9 (4)	-69.2 ± 2.6 (2)	*	-68.0 ± 3.2 (2)	-76.7 ± 12.1 (4)
	Mín – Máx	-76.8 – -18.5	-71.0 – -67.3	*	-70.2 – -65.7	-92.9 – -64.0
3	Média ± DP(n)	-45.8 ± 23.0 (6)	-46.2 ± 39.2 (2)	-20.4 ± 5.1 (4)	-26.9 ± 13.2 (5)	-46.5 ± 31.7 (7)
	Mín – Máx	-70.5 – -6.3	-97.7 – -10.4	-14.5 – -25.0	-40.0 – -18.7	-105.0 – -12.4
4	Média ± DP(n)	-54.6 ± 28.7 (5)	-46.2 ± 30.9 (3)	-30.2 ± 0 (1)	-41.3 ± 16.6 (4)	-76.5 ± 28.6 (7)
	Mín – Máx	-95.6 – -19.8	-69.1 – -11.0	30.16	-63.8 – -27.8	-113.1 – -29.4
5	Média ± DP(n)	-80.4 ± 24.6 (8)	-101.3 ± 16.6 (7)	-45.0 ± 28.4 (4)	-87.3 ± 40.9 (8)	-87.3 ± 32.9 (7)
	Mín – Máx	-119.7 – -45.5	-112.8 – -71.9	-82.4 – -19.6	-127.9 – -25.0	-118.3 – -31.0

*Não determinado por não apresentar

Legenda da Tabela 9: GCCA: Unidade Hounsfield (HU) de Gordura de Celoma Caudal; GRGU: HU de gordura em Região de Glândula Uropígea; GUEC: HU de Gordura em Úmero Esquerdo Cranial; GUEA: HU de gordura em Úmero Esquerdo região Axilar; GFE: HU de Gordura em Fêmur Esquerdo. DP: Desvio-padrão; Mín: Mínimo; Máx: Máximo



Lista de Figuras:

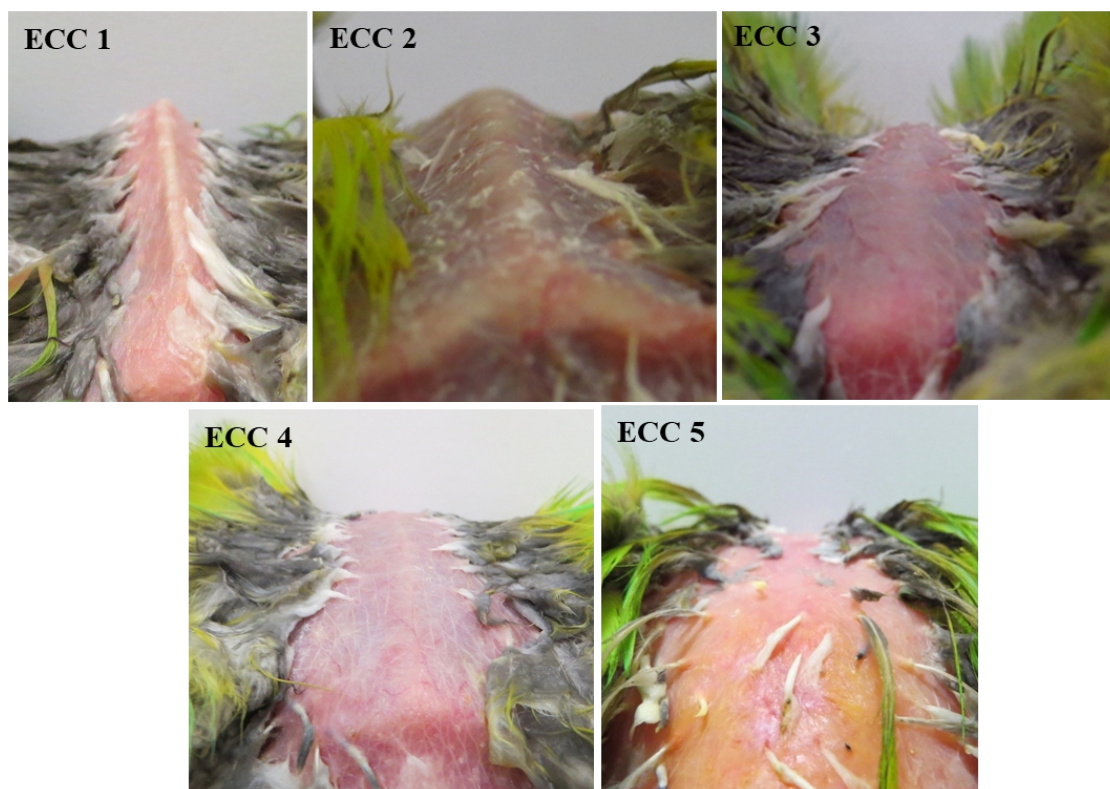


FIGURA 1: Escores de Condições Corporais (ECC) de Papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, na escala de pontuação de 1 à 5, sendo, ECC 1: muito magro até ECC 5: obeso.

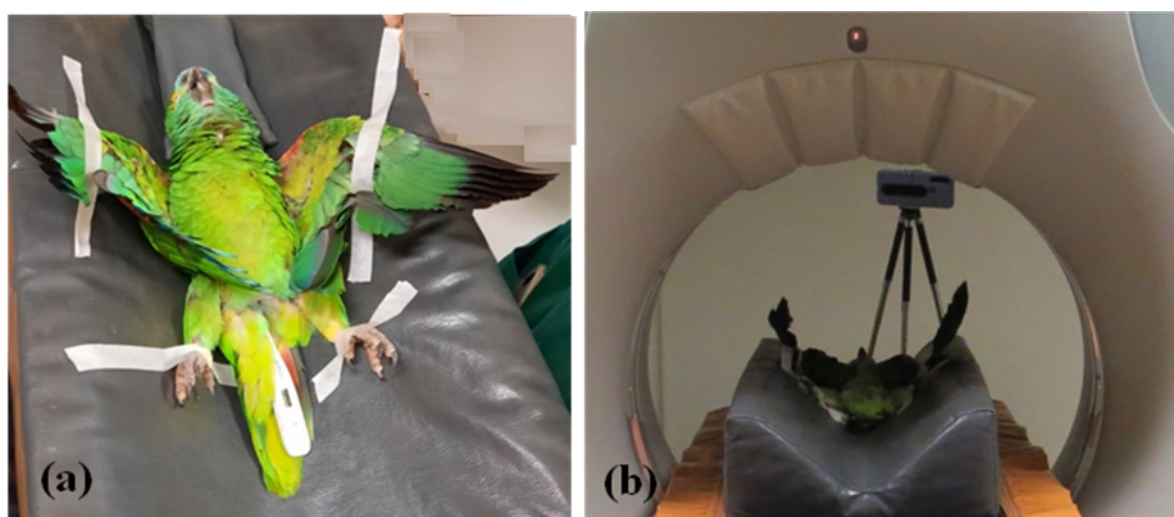


FIGURA 2: Tomografia Computadorizada para avaliação da composição corporal em papagaio-verdadeiro, *Amazona aestiva*. **A:** Posicionamento da ave, minutos antes do exame tomográfico. **B:** Exame tomográfico e a uma câmera para realização do monitoramento.

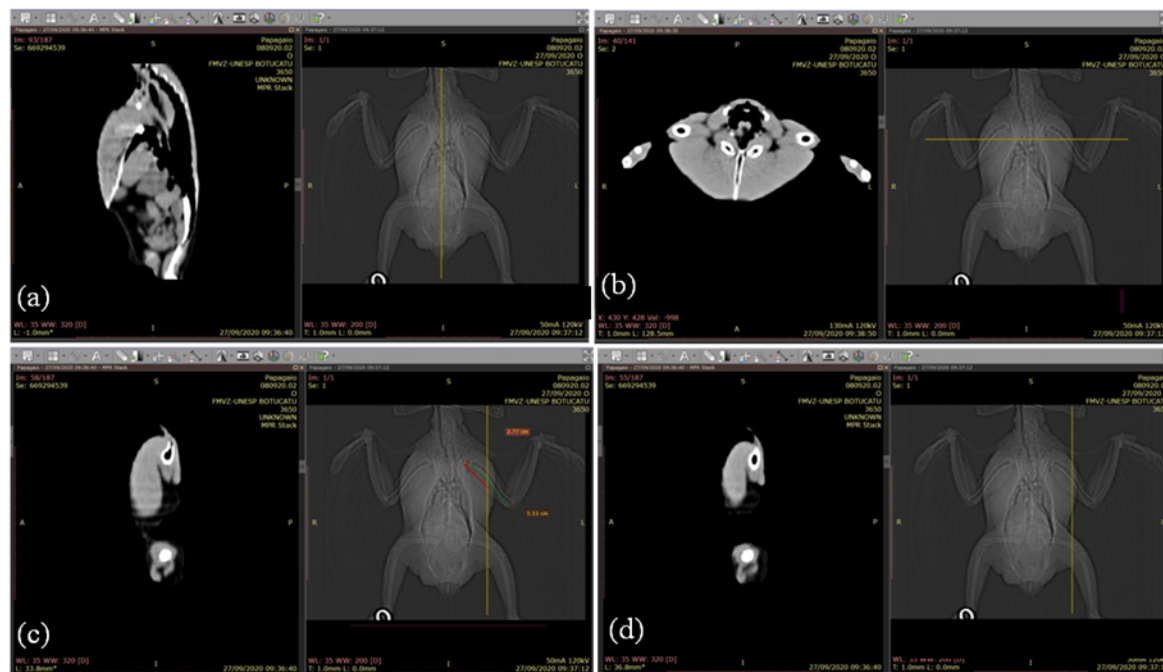


FIGURA 3: Seleção de imagens de segmentos: **A:** Escolha do segmento no plano sagital para cálculo da área de musculatura peitoral, gordura de celoma cranial, caudal e região de glândula uropígea, optou-se pelo segmento próximo ao centro da ave (linha amarela), havendo maior quantidade de musculatura peitoral, ou seja, a imagem logo após a proeminência da quilha. **B:** Segmento no plano transversal para medição da musculatura peitoral e da largura do peito, selecionando-se o início do esterno (linha amarela), ou seja, na sua maior proporção, com auxílio do *scout*. **C:** Seleção da imagem no segmento do plano sagital para mensuração da área de musculatura e gordura de úmero esquerdo, no centro do úmero (linha amarela). **D:** Plano sagital para aferição da área de musculatura e gordura de fêmur esquerdo, imediatamente cranial a articulação fêmur-tibiotarsal.

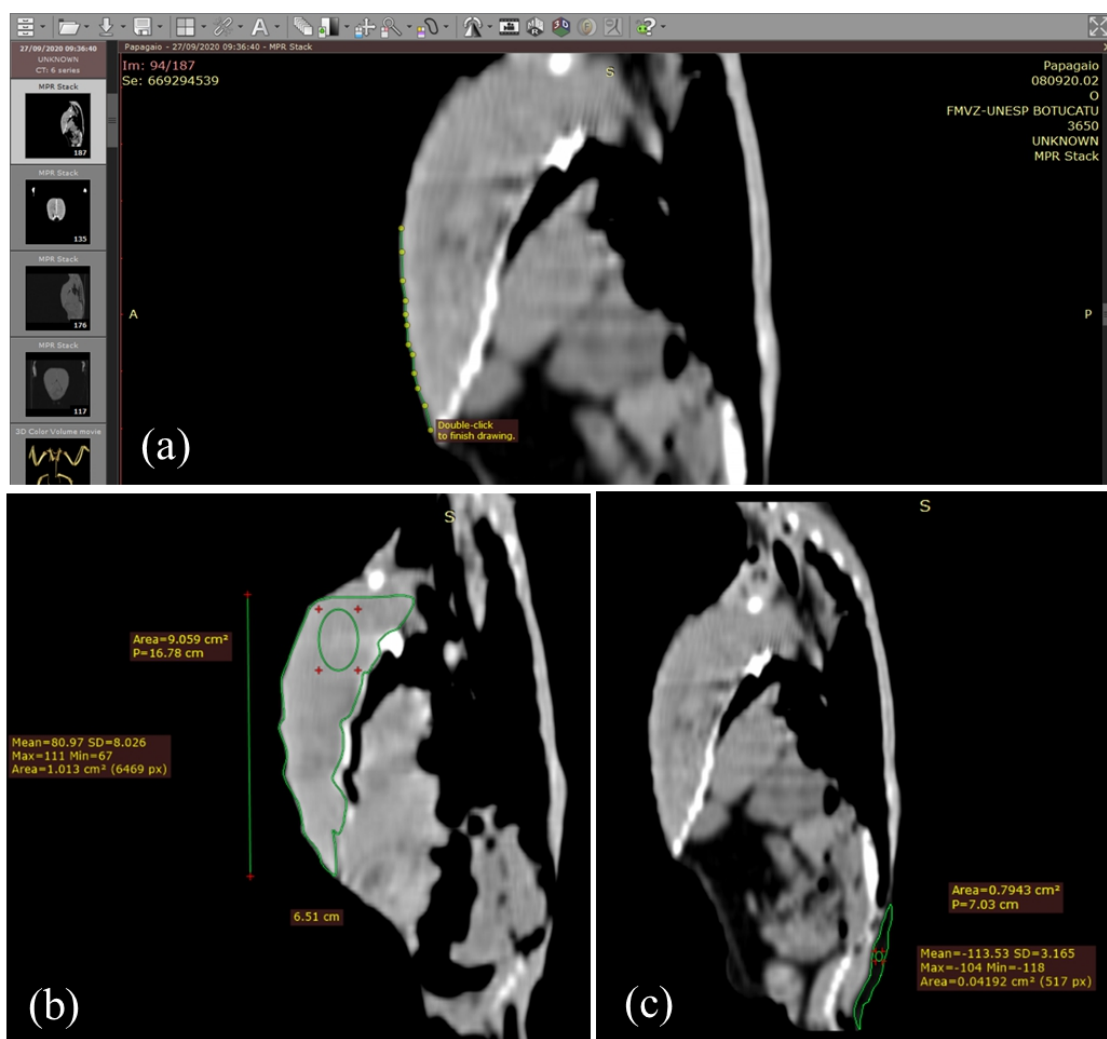


FIGURA 4: Demonstração do uso da ferramenta do polígono fechado: **A:** Delineamento em vários “cliques” (pontos amarelos) baseado nos valores de HU; **B:** Área da musculatura peitoral mensurada pela ferramenta polígono fechado, demonstrada em verde, área correspondente a 9,059 cm², P=Perímetro. Extensão da quilha aferida, por meio da ferramenta comprimento, indicada pela régua em verde, correspondente a 6,51 cm. Elipse delineada dentro da área da musculatura peitoral, que afere as unidades de Hounsfield (HU) equivalentes, média de 80,97 HU. **C:** Cálculo da área de gordura na região de pelve, próximo a glândula uropígea, demarcada em verde, com o uso da ferramenta polígono fechado em papagaio do grupo ECC 5, Área aferida é 0,7943 cm². Pequena elipse na área comprovando HU característico de gordura, com a média -113,53 HU. Mean: Média; SD: Desvio Padrão; Max: Máximo; Min: Mínimo.

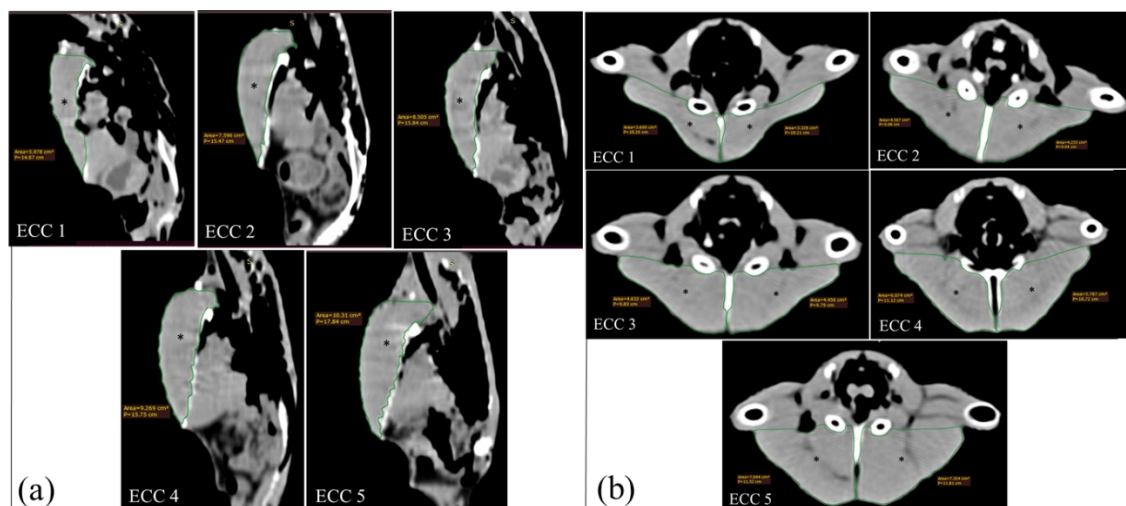


FIGURA 5: Mensurações de musculatura em *Amazona aestiva* por meio do Programa RadiAnt®, em papagaios dos cinco grupos. **A:** Plano sagital; **B:** Plano transversal. (*) área da musculatura peitoral. ECC: Escore de Condição Corporal.



Capítulo 3



CAPÍTULO 3 – ARTIGO CIENTÍFICO II

Artigo a ser enviado para: *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*

Normas disponíveis em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14390396/homepage/ForAuthors.html>

Diferentes métodos de avaliação de escore de condição corporal em papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, pela tomografia computadorizada

Alicia Giolo Hippólito¹; Carlyne Assis Eigenheer Pinke Testa¹; Barbara Sardela Ferro¹; Heloísa Coppini de Lima¹; Jéssica Leite Fogaça²; Vânia Maria Vasconcelos Machado²; Priscylla Tatiana Chalfun Guimarães-Okamoto³; Alessandra Melchert³

¹ Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

² Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

³ Departamento de Clínica Veterinária, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

Correspondência: Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Júlio de Mesquita Filho, Campus Botucatu. Caixa Postal: 560 - Botucatu/SP. Email: aliciamedvet@gmail.com

ORCID

Alicia Giolo Hippólito: <https://orcid.org/0000-0002-4097-9132>

Carlyne Assis Eigenheer Pinke Testa: <https://orcid.org/0000-0003-4321-9937>

Barbara Sardela Ferro: <https://orcid.org/0000-0003-1286-1679>

Heloísa Coppini de Lima: <https://orcid.org/0000-0002-6955-9449>

Jéssica Leite Fogaça: <https://orcid.org/0000-0002-6696-0739>

Vania Maria Vasconcelos Machado: <https://orcid.org/0000-0002-9057-5793>

Priscylla Tatiana Chalfun Guimarães-Okamoto: <https://orcid.org/0000-0003-1944-2426>

Alessandra Melchert: <https://orcid.org/0000-0002-8680-2121>



Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pela bolsa de Doutorado (Código de Financiamento 001).

Os autores agradecem a todos os envolvidos da Universidade Júlio de Mesquita Filho, Botucatu e especialmente ao setor de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens – CEMPAS da mesma Universidade por disponibilizarem os papagaios para a pesquisa.

Declaração de Conflito de Interesse

Os autores declaram que não há conflito de interesse.

Declaração de Bem-Estar Animal

Os autores confirmam que as políticas éticas da revista, conforme observado na página de diretrizes do autor da revista, foram seguidas e a aprovação do comitê de revisão ética apropriada foi recebida. Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO nº 75522-1 e pelo Comitê de Ética da Universidade Júlio de Mesquita Filho “Campus Botucatu” sob o número 0102/2020.



RESUMO

Papagaios da Amazônia estão entre as espécies mais propensas a desenvolver obesidade e por outro lado, a magreza, presente principalmente em situações de confronto com o tráfico de animais silvestres, implica em baixa qualidade de vida. O uso da tomografia computadorizada (TC) pode auxiliar na detecção de alterações da composição corporal e sinalizar para medidas nutricionais na recuperação completa destes pacientes. Deste modo, o presente estudo objetivou avaliar três técnicas que consideraram pontos anatômicos pré-determinados, para prever a composição corporal de papagaios, de um modo rápido e prático, similar às metodologias usadas no homem, cães e aves de produção. Foram avaliados 44 papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, hígidos, alocados em 5 grupos: ECC 1 (muito magros), ECC 2 (magros), ECC 3 e ECC 4 (ideal) e ECC 5 (obesos). O método 1 consistiu em análise de 7 imagens de segmentos transversais distribuídos simetricamente no celoma. O método 2 e 3 avaliaram uma imagem no plano transversal cada, situadas, respectivamente, na região de início do sinsacro e na entrada da cavidade celomática. Foi utilizado o software ImageJ para leitura das áreas de musculatura e gordura da região externa do celoma. Os resultados mostraram que o método 1 foi o mais representativo na quantidade de gordura e exibiu correlação moderada para musculatura. Os outros dois métodos também apresentaram correlação moderada do ECC com a musculatura, porém o método 3 se destacou apontando diferença em todos os escores. Concluiu-se que para a avaliação de ECC em *Amazona aestiva* por meio da TC, a seleção de áreas e sete segmentos pré-determinados é um bom método para avaliação de gordura corporal. Já para avaliar a musculatura, a imagem no plano transversal do início do sinsacro e da entrada da cavidade celomática são métodos mais representativos.

Palavras-chaves: Composição corporal, desnutrição, nutrição, obesidade, tecido adiposo



INTRODUÇÃO

Os psitacídeos são aves que apresentam uma plumagem exuberante, alto grau de sociabilidade, alta capacidade de imitar sons (Cubas & Godoy, 2006) e a facilidade de serem mantidos em cativeiro (Brettas & Silveira, 2015). Várias são as causas que favorecem a extinção dessas espécies, como: fragmentação de habitats; destruição de ninhos pelo desmatamento; destruição das espécies de árvores utilizadas para ninho e alimentação; endogamia; perseguição humana para arte plumária; caça e coleta de ovos; além do tráfico de animais silvestres, um dos maiores agravantes na atualidade (Del Hoyo et al., 1997; Snyder et al., 2000; Juniper & Parr, 2003).

A dieta influencia pontualmente na longevidade do psitacídeo (Munshi-South & Wilkinson, 2006) e seu estado nutricional está diretamente relacionado com sua plumagem, imunidade e sucesso reprodutivo (Koutsos et al., 2001). Em alguns locais, sob cuidados humanos, a dieta mais comum em psitacídeos é a base de sementes (Dias et al., 2014, Grespan & Raso, 2014; Melo et al., 2018). Na prática clínica em aves, a magreza e a obesidade são desnutrições graves comumente encontradas (Boban et al., 2019).

Papagaios da Amazônia estão entre as espécies mais propensas a desenvolver obesidade (Macwhirter, 1994). A obesidade ocorre quando há desbalanceamento nutricional entre a energia ingerida e gasta, ou seja, ocorre balanço energético positivo (Halpern et al., 2004). Porém, segundo Macwhirter (1994), em alguns casos, pode ser secundária ao consumo excessivo de alimentos, na tentativa de ajustar a ingestão de nutrientes faltantes na dieta da ave; contudo, em aves de companhia, na maioria das vezes é resultado do consumo excessivo de alimentos impróprios, aliado a falta de exercício e aumento da ingestão de alimentos devido ao tédio.

A obesidade propicia o aparecimento de lipomas secundários, problemas hepáticos, cardíacos, pancreatite (Macwhirter, 1994) e *diabetes mellitus* (Carciofi & Oliveira, 2007). Por outro lado, a magreza, muitas vezes presente, implica no aumento de complicações, maus resultados clínicos, maior permanência na internação, reinternações e baixa qualidade de vida; pacientes críticos desenvolvem catabolismo, com perda de proteínas, imunoglobulinas, tecido muscular, tecido adiposo e eventualmente até perda óssea (Boban et al., 2019).

Em humanos, a tomografia computadorizada (CT) é o método padrão ouro



usado para avaliar a composição corporal (Prado et al., 2009), sendo confiável para estimar o acúmulo da gordura abdominal e a obesidade (Enzi et al., 1986), e a avaliação da composição corporal de um único segmento na tomografia na região anatômica média de L3 é válida (Gomez-Perez et al., 2015). Em cães, há relato da comprovação de sarcopenia em idosos da raça labrador retriever, por meio do cálculo da área músculo epaxial ao nível do corpo vertebral da vértebra torácica 13 (T13) (Hutchinson et al., 2012). Já em beagles, a imagem no plano transversal na altura de L3 foi o mais adequado para avaliar a gordura total e visceral e L6 o mais adequado para avaliar a gordura subcutânea (Kim et al., 2018). A mesma raça também foi analisada comparativamente após a castração e o aumento de gordura na tomografia (Kobayash et al., 2014), além de diferentes composições corporais já terem sido relatadas em raças caninas com diferentes origens tamanhos (Turner et al., 2019).

Há muitas particularidades anatômicas e fisiológicas dentro da classe das aves e dentro de cada ordem. Por isso, muitos estudos são necessários para correlacionar e verificar a aplicabilidade das metodologias citadas, de uma espécie para outra. Deste modo, este trabalho teve por objetivo testar três métodos diferentes de mensurações obtidas na tomografia computadorizada, para avaliar o escore de condição corporal em papagaios-verdadeiros, de modo similar ao utilizado no homem e em cães.

MATERIAL E MÉTODOS

Aves

Foram estudados papagaios verdadeiros (*Amazona aestiva*), mantidos sob cuidados humanos há pelo menos 1 semestre, hígidos, adultos, provenientes do Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Unesp, Campus Botucatu. As aves estavam em um grande grupo, soltas em recinto de aproximadamente 40 a 50 m², com acesso a área aberta e fechada. Estavam habituados a rotina do centro, no qual recebiam água potável *ad libitum* e alimentação a base de ração peletizada e frutas.

Os critérios de inclusão das aves foram animais hígidos, com exame físico (Tully, 2009) e hemograma (Goulart, 2006) normais, e ausência de doenças agudas ou crônicas. Os critérios de exclusão foram alterações do exame físico ou do hemograma,



presença de qualquer tipo de doença, aves em tratamento.

Anestesia

Os papagaios foram contidos quimicamente para avaliação clínica, coleta de sangue e exame tomográfico. Foi realizado jejum alimentar e hídrico de 3 horas (Nunes et al., 2007; Edling, 2006), com o peso obtido no dia anterior. Foi aplicada como medicação pré-anestésica 1 mg/kg de butorfanol na via intramuscular (Doneley, 2010) e após 10 minutos, aplicada a indução anestésica com cetamina, 20 mg/kg, associada ao midazolam, 1 mg/kg, por via intramuscular (Santos et al., 2020).

Escore de Condição Corporal (ECC)

O ECC foi avaliado clinicamente na escala de 5 pontos, baseado na musculatura peitoral e acúmulo de gordura na região da cavidade celomática (Grespan & Raso, 2014; Doneley, 2010; Kaytee, 2008; Harrison & Ritchie, 1994). O escore corporal 1 se refere a uma ave muito magra com atrofia de musculatura peitoral e a pontuação 5, refere-se a um animal obeso. As penas foram afastadas na região celomática, com auxílio de álcool, para registro fotográfico e fiel classificação do escore, além da palpação de possíveis acúmulo de gorduras na área.

De acordo com o ECC dos animais, os papagaios foram alocadas cinco grupos de estudo: grupo ECC 1 (muito magros); grupo ECC 2 (magros); grupos ECC 3 e ECC 4 (escore ideal); e grupo ECC 5 (obesos) (Grespan & Raso, 2014).

Exame de Tomografia Computadorizada

O exame tomográfico ocorreu logo após a contenção farmacológica e verificação da normalidade dos parâmetros vitais. Foi utilizada uma calha almofadada e fita crepe para manter a ave posicionada e confortável durante o exame (Figura 1). Os membros foram afastados, mantidos de maneira simétrica, com as aves posicionadas em decúbito dorsal (Santos et al., 2020; Lehmkuhl, 2010). Foi instalada uma câmera fixada em tripé para monitoramento durante o exame.

O tomógrafo utilizado foi o helicoidal de terceira geração Marca SHIMADZU®, SCT-7800 TC (Kyoto, Japão), 120 kVp e 130 mA. A região analisada se estendeu do início do celoma até a articulação distal de tibiotarso, abrangendo a totalidade da



cavidade celomática, em cortes de 1mm de acordo com Krautwald-Junghanns et al. (2011) e Lehmkuhl (2010) no plano transversal, e transferidas para o software Voxar-3D (Barco; Edinburgh, Escócia) para reconstruções de imagens multiplanares (MPR) em planos sagital e dorsal.

Após as reconstruções, as imagens foram transferidas no formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), os segmentos foram selecionados usando o programa RadiAnt Dicom Viewer® e as imagens foram processadas pelo software Image J® (Gomez-Perez et al., 2015).

Para a avaliação da composição corporal utilizando pontos anatômicos específicos, foram utilizados três métodos, descritos a seguir. Em todos os métodos foi utilizada a unidade Hounsfield para musculatura: -29 à +150 HU e para gordura: -190 à -30 HU, conforme padronização de Gomez-Perez et al., (2015). Uma vez que é relatada a falta de precisão do software ImageJ® em mensurar o tecido adiposo visceral, pois vísceras como o cólon podem ser interpretadas com leitura de HU como gordura (Potretzke et al., 2004; Casaer et al., 2013), foi calculada apenas a quantidade de gordura e musculatura externas ao celoma.

Método 1: Sete segmentos transversais

Baseado nos estudos de Andrassy-Baka et al., (2003) e Brenoe e Kolstad (2000), nos quais a composição corporal de aves de produção foi estimada por análise de imagens em plano transversal, sendo as imagens padronizadas entre elas. Foram contabilizadas imagens de segmentos semelhantes no plano transversal, porém em nosso estudo, proporcionais ao tamanho do papagaio. Por ser uma ave de pequeno porte, o celoma foi medido e dividido em sete segmentos (C1, C2, C3, C4, C5, C6 e C7) (Figura 2), aos quais foram adicionados os membros superiores e inferiores em imagens que não seria possível individualizar o celoma (Brenoe & Kolstad, 2000), sendo incluídos o úmero em C2 e C3 e o fêmur em C5 e C6 (Figura 3).

As imagens dos segmentos em plano transversal (Figura 3) foram processadas pelo software ImageJ (Gomez-Perez et al., 2015). A área dentro do círculo amarelo representa a região mensurada. O cálculo das áreas de musculatura e gordura dos sete segmentos pré-determinados foram somadas individualmente, excluindo-se as estruturas do interior do celoma.



Método 2: início do sinsacro

Foi estabelecido uma única imagem no plano transversal para avaliar a musculatura e a gordura das aves, em padrão semelhante ao já utilizado em humanos (Gomez-Perez et al., 2015) e cães (Hutchinson et al., 2012). O segmento usado foi o correspondente ao início do sinsacro, ou seja, na altura da vértebra torácica 7 fusionada com a vértebra torácica 8 (Figura 4). A partir desse segmento foi mensurada a área de musculatura (subtraída a área de HU semelhante na parte interna do celoma) e a gordura subcutânea (fora do celoma), por meio da seleção em amarelo permitida no software ImageJ (Figura 5).

Método 3: entrada da cavidade celomática

Foi estabelecido a imagem no plano transversal para avaliar a musculatura e a gordura das aves, padrão semelhante ao método 2, porém a imagem corresponde ao segmento localizado na entrada da cavidade celomática, próximo a região da fúrcula (Laittin et al., 2017). Esta região despertou interesse uma vez que contém poucas vísceras, facilitando a leitura no software, e foi descrita como região de acúmulo de gordura em aves, como frangos de corte (Andrássy-Baka et al., 2003) e pardais (Laittin et al., 2017). O segmento selecionado foi na entrada da cavidade, ou seja, correspondente ao início da formação da musculatura peitoral (Figura 6), mensurando-se as áreas de musculatura e gordura no local (Figura 7).

Estatística

Para comparação dos parâmetros obtidos nos cinco grupos do estudo, em cada um dos métodos, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA One Way), complementada pelo teste de Tukey-Kramer. Para verificar a homogeneidade de distribuição entre machos e fêmeas em cada um dos grupos, foi avaliado o teste do qui quadrado. A correlação entre os escores corporais com as medidas de musculatura e gordura, foi testada por meio da correlação de Spearman Rank. A normalidade dos dados foi checada pelo método de Kolmogorov e Smirnov. Foi considerado o nível de significância de 5% para todas as análises (Maroco, 2007).



RESULTADOS

Foram estudados 44 papagaios. A distribuição de machos e fêmeas entre os diferentes grupos do estudo se mostrou homogênea, uma vez que ao teste do qui quadrado, não foi observada diferença significativa ($p = 0,62$). Foram estudados 23 machos (52,3%) e 21 fêmeas (47,7%) no total de animais, distribuídos do seguinte modo nos grupos: ECC 1 = 4 machos e 5 fêmeas; ECC 2 = 5 machos e 3 fêmeas; ECC 3 = 3 machos e 6 fêmeas; ECC 4 = 6 machos e 3 fêmeas; ECC 5 = 5 machos e 4 fêmeas.

Na comparação entre os cinco grupos do estudo, o método 1 (seleção de áreas em setesegmentos pré determinados) revelou que a quantidade de musculatura externa ao celoma foi inferior no grupo ECC 1 em relação aos grupos ECC 4 e 5, não mostrando diferença significativa entre os demais escores, apesar de se notar o aumento progressivo dos valores de médias da musculatura externa, conforme aumentou o escore corporal (Tabela 1). Na quantidade de gordura externa ao celoma, o ECC 5 apresentou quantidade superior em comparação aos demais grupos (ECC 1, 2, 3 e 4) (Tabela 1).

Quando avaliada a correlação entre o ECC e as quantidades de musculatura e gordura externas ao celoma para todos os animais, observou-se correlação moderada para a musculatura ($r = 0,62$; $p < 0,0001$) e para a gordura ($r = 0,54$; $p = 0,0008$).

A metodologia 2, análise da imagem no plano transversal correspondente ao início do sinsacro, quando comparada entre os 5 ECC estudados, a área do perímetro de todo o celoma foi superior ($P < 0,05$) para o ECC 5 em comparação aos grupos ECC 1 e 3. Na área de musculatura do celoma ou seja, a área de musculatura externa da região de início de sinsacro, e gordura externa, as aves em ECC 5 apresentaram quantidade superior ($P < 0,05$) aquelas dos grupos ECC 1, ECC3 e ECC 4. A área de gordura total foi superior ($P < 0,05$) para ECC 5 em relação aos demais grupos (Tabela 2).

A correlação entre o ECC e os parâmetros avaliados na metodologia do sinsacro, mostrou-se moderada para a musculatura do celoma ($r = 0,68$ e $p < 0,0001$), e fraca entre o ECC com perímetro do celoma ($r = 0,42$ e $p = 0,004$), gordura externa ($r = 0,31$ e $p = 0,004$) e gordura total ($r = 0,35$ e $p = 0,02$).

No método 3, avaliação do segmento no plano transversal na entrada da cavidade celomática, a área correspondente a musculatura foi inferior ($P < 0,05$) para ECC 1 em relação aos grupos ECC 4 e 5, e ECC 2 e 3 inferiores ($P < 0,05$) ao ECC 5. Não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$) para gordura na área da entrada da



cavidade celomática (Tabela 3).

Com este método, observou-se correlação moderada entre o ECC e a musculatura ($r = 0,62$ e $p < 0,0001$). Não foi observada correlação entre o ECC e a gordura ($r = 0,06$ e $p = 0,70$).

DISCUSSÃO

Com a maior acessibilidade da TC, esta vem ganhando espaço na avaliação de animais selvagens (Bortolini et al., 2013). Devido ao aumento de atendimentos a animais selvagens, o uso dessa ferramenta pode auxiliar na detecção de alterações da composição corporal e sinalizar para medidas nutricionais que possam ser instituídas na recuperação destes pacientes. Deste modo, o presente estudo avaliou três técnicas que consideram pontos anatômicos pré-determinados, para predizer a composição corporal de papagaios de um modo rápido e prático, à similaridade do que é usado no homem (Yoshizumi et al., 1999; Prado et al., 2009; Gomes-Perez et al., 2015) e em cães (Ishioka et al., 2005; Hutchinson et al., 2012; Kobayash et al., 2014).

Em termos técnicos, o método 1, elaborado com a análise de sete segmentos no plano transversal do corpo da ave, mostrou-se mais trabalhoso, uma vez que foi necessário realizar uma divisão do celoma dos papagaios, além de mensurar os tecidos em sete imagens diferentes, sendo essa uma desvantagem da técnica. Por outro lado, os métodos 2 (início do sinsacro) e 3 (entrada da cavidade celomática) foram de execução bem mais simples, uma vez que exigiram a seleção de uma única imagem do segmento correspondente para leitura.

Na avaliação da composição corporal muscular, o método 1 provou ser eficaz em demonstrar a perda muscular em animais desnutridos (grupo ECC 1), diferenciando estes daquelas aves em escore ideal (grupo ECC 4) e obesas (ECC 5), mas sem precisão para diferenciar essa perda muscular em relação às aves magras (ECC 2) ou em escore ideal 3 (ECC 3). Os métodos 2 e 3 foram bons para o parâmetro musculatura nos diferentes escores. Entretanto, enquanto o método 2 demonstrou redução da massa muscular nos grupos ECC 1, ECC 3 e ECC 4, em comparação ao ECC 5, o método 3 conseguiu mostrar esta mesma redução de massa relativa ao ECC 5, mas também redução da musculatura no ECC 1, comparado ao ECC 4. Fica assim evidenciada maior precisão do método 3 para detectar perdas musculares.



Na avaliação da gordura, o método 1, foi eficaz, uma vez que os papagaios do grupo ECC 5 apresentaram valores superiores a todos os outros grupos, demonstrando assim acurácia na detecção das aves obesas. O método 2 foi bom, mas com menor precisão, uma vez que detectou o aumento da gordura nos obesos (ECC 5), mas não em relação a todos os outros escores como no método 1, falhando em demonstrar o aumento em relação ao ECC 2. O método 3 não foi satisfatório com relação a gordura, uma vez que não foi capaz de detectar diferenças entre os escores.

Bochno et al. (2015) concluíram em sua revisão que os melhores parâmetros para avaliar a massa magra de galinhas, perus, patos e gansos são peso corporal, espessura da musculatura peitoral e a crista do esterno, corroborando com o método 3 de avaliação do segmento no plano transversal da entrada da cavidade celomática, sendo ótima para avaliar musculatura entre os diferentes escores da espécie *Amazona aestiva*.

Ao se relacionar, por extrapolação entre diferentes espécies, as condições de magreza dos papagaios do presente estudo (escores 1 e 2), a redução da musculatura foi bem destacada pelos métodos 2 (início do sinsacro) e 3 (entrada da cavidade celomática). Do mesmo modo, a síndrome de sarcopenia em cães labradores, hígidos e senis, foi documentada em uma única imagem transversal da TC, com redução do músculo epaxial (Hutchinson et al., 2012).

No presente trabalho foram apontadas imagens de segmentos diferentes para avaliar gordura e musculatura, observando-se uma melhor representatividade da musculatura com as metodologias 2 e 3, e da gordura com o método 1. Do mesmo modo, em outras espécies, como em cães da raça beagle, várias imagens transversais da TC foram investigadas, a fim de buscar os conteúdos de gordura subcutânea e o conjunto da gordura total e visceral, que se mostraram mais representativos quando mensurados em locais distintos (Kim et al., 2018), demonstrando que a análise de diferentes áreas é importante.

O método 2 (início do sinsacro) foi baseado no estudo de Hutchinson et al. (2012), no qual ocorreu a aferição de musculatura ao nível da vértebra torácica 13 (T13), já que em papagaios- verdadeiros (*Amazona aestiva*) ocorre a fusão das vértebras torácicas 7 e 8, unidas ao conjunto de vértebras lombossacrais e à primeira caudal, sendo totalmente ossificadas entre si e ao osso coxal, na área articular vertebral do ílio e asa do ísquio (Cavinatto et al., 2016).

Lattin et al. (2017) descreveram perda de 8% da massa corporal em pardais



(*Passer domesticus*) de vida livre quando transferidos para ambiente sob cuidados humanos em apenas 2 semanas, além do aumento dos escores de gordura, sendo maior nas fêmeas do que em machos. O volume de gordura dessas aves era localizado em região subcutânea de fúrcula e gordura omental (visceral), o que poderia ter sido encontrado na metodologia aplicada neste estudo (entrada da cavidade celomática e início do sinsacro), no entanto não foi o que ocorreu, sendo assim essas metodologias para avaliação de gordura não são as mais indicadas, mas sim, recomendadas para avaliação muscular.

Observa-se que o método 1 (sete segmentos), que considerou um conjunto de imagens para estimar o teor de gordura corporal total, de acordo com o ECC, foi melhor do que a análise de uma única imagem. Este resultado corrobora com os achados de Ishioka et al. (2005), nos quais o teor de gordura corporal total foi mais preciso pelo volume abdominal total do que a área de gordura medida na terceira vértebra torácica pela TC.

CONCLUSÃO

Para a avaliação de escore de condição corporal em *Amazona aestiva* por meio da TC, a seleção de áreas e sete segmentos pré-determinados é um bom método para a gordura corporal. Já para a musculatura, o segmento em plano transversal do início do sinsacro e na entrada da cavidade celomática são métodos mais representativos.



REFERÊNCIAS

- Andrássy-Baka, G., Romvári, R., Milisits, G., Sütő, Z., Szabó, A., Locsmándi, L., & Horn, P. (2003). Non-invasive body composition measurement of broiler chickens between 4 – 18 weeks of age by computer tomography. *Archiv fur Tierzucht*, 46(6), 585-595. <https://doi.org/10.5194/aab-46-585-2003>
- Boban, M., Bulj, N., Kolačević Zeljković, M., Radeljić, V., Kremer, T., Trbusic, M.,...Vcev, A. (2019). Nutritional considerations of cardiovascular diseases and treatments. *Nutrition and Metabolic Insights*, 12, 1-9. <https://doi.org/10.1177/1178638819 833705>
- Bochno, R., Murawska, D., Michalik, D., Tomaszewska, K., Brzozowski, W., & Zawacka, M. (2015). Methods For Predicting Carcass Lean Content In Live Birds. *Polish Journal of Natural Sciences*, 30(2), 113-121.
- Bortolini, Z., Matayoshi, P. M., Santos, R. V., Doiche, D. P., Machado, V. M. V., Teixeira, C. R. & Vulcano, L. C. (2013). Casuística dos exames de diagnóstico por imagem na medicina de animais selvagens - 2009 a 2010. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65(4), 1247-1252. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000400042>
- Brenoe, U. T., & Kolstad, K. (2000). Body composition and development measured repeatedly by computer tomography during growth in two types of turkeys. *Poultry Science*, 79(4), 546–552. <https://doi.org/10.1093/ps/79.4.546>
- Brettas, E. P., & Silveira, L. F. (2015). *Terra Papagalli*. São Paulo, SP: Marte.
- Carciofi, A.C., & Oliveira, L.D. (2007). Doenças nutricionais In: Z. S. Cubas, J. C. R. Silva, J. L. Catão-Dias (Ed.), *Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária* (pp. 844-845). São Paulo, SP: Roca.
- Casaer, M. P., Langouche, L., Coudyzer, W., Vanbeckevoort, D., De Dobbelaer, B., Güiza, F. G., Wouters, P. J., Mesotten, D., & Van den Berghe, G. (2013). Impact of early parenteral nutrition on muscle and adipose tissue compartments during critical illness. *Critical care medicine*, 41(10), 2298–2309 <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31828cef02>
- Cavinatto, C. C., Armando, A. P. R. N., Cruz, L. K. S., Lima, E. M. M. & Santana, M. I. S. (2016). Descrição anatômica de esqueletos de papagaios do gênero Amazona através da utilização de radiografias, *Pesquisa Veterinária Brasileira* 36(2):123-130, <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000200010>
- Cubas, Z. S. & Godoy, S. N. (2006). Medicina e patologia de aves de companhia. In R. F. Aguilar, S. M. Hernández-Divers, & S. J. Hernández-Divers (Ed.), *Atlas de medicina, terapêutica e patologia de animais exóticos* (pp. 213-264). São Caetano do Sul, SP: Interbook.
- Del Hoyo, J., Elliot, A. & Sargatal, J., (1997) Handbook of the Birds of the World. J. M.



- Bates (Ed.) *The Condor*(pp. 769-770). Cooper Ornithological Society Stable, Barcelona: Lynx. <http://www.jstor.org/stable/1369764>
- Dias, G. F., Jucá, M. A. S., Fernandes, F. C., Oliveira, W. F., Costa, T. S. F., & Freitas, C. I. A. (2014). Dieta de psitacídeos silvestres criados em cativeiro no Rio Grande do Norte. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*,12(1), 40-41.
- Doneley, R. (2010). *Avian medicine and surgery in practice*. London, UK: Manson Publishing Ltd.
- Edling, T. M. (2006). Anesthesia and monitoring. In G. J. Harrison, & T. L. Lightfoot (v. II, pp. 751). *Clinical avian medicine*. Florida, USA: Spix Publishing.
- Enzi, G., Gasparo, M., Biondetti, P. R., Fiore, D., Semisa, M., & Zurlo, F. (1986). Subcutaneous and visceral fat distribution according to sex, age, and overweight, evaluated by computed tomography. *The American journal of clinical nutrition*, 44(6), 739–746. <https://doi.org/10.1093/ajcn/44.6.739>
- Gomez-Perez, S. L., Haus, J. M., Sheean, P., Patel, B., Mar, W., Chaudhry, V., ... Braunschweig, C. (2015). Measuring abdominal circumference and skeletal muscle from a single cross-sectional computed tomography image: a step-by-step guide for clinicians using National Institutes of Health ImageJ. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 40(3), 308–318. <https://doi.org/10.1177/0148607115604149>
- Goulart, C. E. S. (2006). *Valores hematológicos de referência para papagaios-verdadeiros (Amazona aestiva – Psittacidae) mantidos em cativeiro* (dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Grespan, A., & Raso, T. F. (2014). Psitaciformes (Araras, Papagaios, Periquitos, Calopsitas e Cacatuas). In Z. S. Cubas, J. C. R. Silva, & J. L. Catão-Dias (v. 2, pp. 550-589), *Tratado de animais selvagens: Medicina veterinária*. São Paulo, SP: Roca.
- Halpern, Z. S. C., Rodrigues, M. D. B. & Costa, R. F. (2004) Determinantes fisiológicos do controle do peso e apetite. *Revista de Psiquiatria Clínica* 31(4), 150-153.<https://doi.org/10.1590/S0101-60832004000400002>
- Harrison, G. J., & Ritchie, B. W. (1994). Making distinctions on the physical examination. In B. W. Ritchie, G. J. Harrison, & L. R. Harrison (pp. 144-175). *Avian Medicine: Principles and application*. Brenthwood, TN: Harrisons's Bird Foods.
- Hutchinson, D., Sutherland-Smith, J., Watson, A. L., & Freeman, L. M. (2012). Assessment of methods of evaluating sarcopenia in old dogs. *American journal of veterinary research*, 73(11), 1794–1800. <https://doi.org/10.2460/ajvr.73.11.1794>
- Ishioka, K., Okumura, M., Sagawa, M., Nakadomo, F., Kimura, K., & Saito, M. (2005). Computed tomographic assessment of body fat in beagles. *Veterinary radiology & ultrasound : the official journal of the American College of Veterinary Radiology*



- and the International Veterinary Radiology Association, 46(1), 49–53. <https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2005.00009.x>
- Juniper, T., Parr, M. (2003) Parrots: a guide to parrots of the world. A & C Black, USA.
- Kaytee. (2008). *Education reference guide*. Chilton, EUA: Kaytee Products.
- Kim, D., Noh, D., Oh, T., & Lee, K. (2018). Body fat assessment by computed tomography and radiography in normal Beagle dogs. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 80(9), 1380–1384. <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0216>
- Kobayashi, T., Koie, H., Kusumi, A., Kitagawa, M., Kanayama, K., & Otsuji, K. (2014). Comparative investigation of body composition in male dogs using CT and body fat analysis software. *The Journal of veterinary medical science*, 76(3), 439–446. <https://doi.org/10.1292/jvms.13-0397>
- Koutsos, E. A., Matson, K. D., & Klasing, K. C. (2001). Nutrition of birds in the order psittaciformes: a review. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 15(4), 257–276. [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2001\)015\[0257:NOBITO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2001)015[0257:NOBITO]2.0.CO;2)
- Krautwald-Junghanns, M. E., Pees, M., Reese, S., & Tully, T. (2011). *Diagnostic imaging of exotic pets birds, small mammals, reptiles*. Hanover, DE: Schlütersche.
- Lattin, C. R., Pechenenko, A. V., & Carson, R. E. (2017). Experimentally reducing corticosterone mitigates rapid captivity effects on behavior, but not body composition, in a wild bird. *Hormones and Behaviour*, 89, 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2016.12.016>
- Lehmkuhl, R. C. (2010). *Identificação do sexo de psitacídeos (Amazona aestiva) por meio da avaliação gonadal, utilizando a tomografia computadorizada(TC)* (Tese de doutorado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.
- Macwhirter, P. (1994). Malnutrition. In B. W. Ritchie, G. J. Harrison, & L. R., (pp. 842–861). *Avian medicine: Principles and application*. Brenthwood, TN: Harrisons's Bird Foods.
- Maroco, J. (2007). *Análise Estatística com o SPSS*. 3 ed. Lisboa: Símbolo, 824p.
- Melo, L. L., Vasconcelos, A. B., Parlamento, H. F., Chaves, K. N., & Barbosa, J. G. (2018). Perfil alimentar de psitacídeos cativos em residências no Brasil. In *Anais da V Semana de Medicina Veterinária – SEMVET – UFAL* (pp. 17-18). Maceió, AL: Universidade Federal de Alagoas.
- Munshi-South, J., & Wilkinson, G. S. (2006). Diet influences life span in parrots (Psittaciformes) *The Auk*, 123(1), 108–118. [https://doi.org/10.1642/0004-8038\(2006\)123\[0108:DILSIP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1642/0004-8038(2006)123[0108:DILSIP]2.0.CO;2)
- Nunes, A. L. V., Cruz, M. L., & Cortopassi, S. R. G. (2007). Anestesiologia. In Z. S.

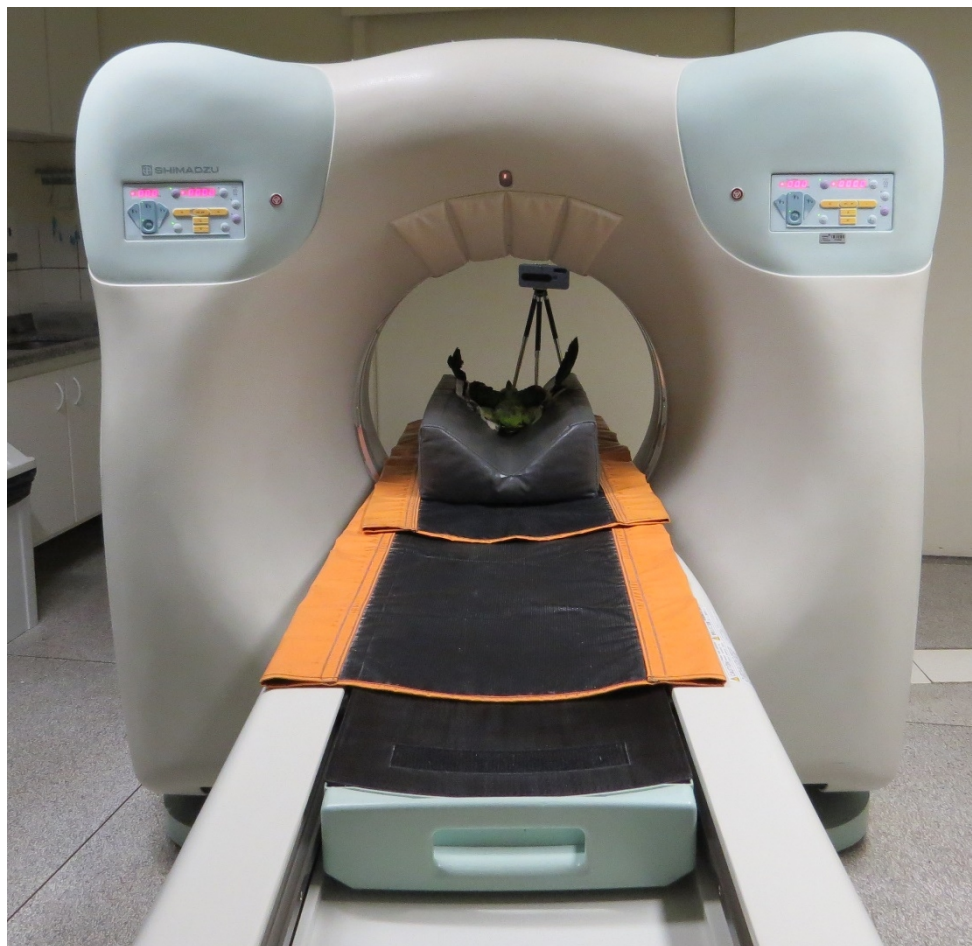


- Cubas, J. C. R. Silva, & J. L. Catão-Dias, (pp. 1043-1046). *Tratado de animais selvagens: Medicina veterinária*. São Paulo, SP: Roca.
- Potretzke, A. M., Schmitz, K. H., & Jensen, M. D. (2004). Preventing overestimation of pixels in computed tomography assessment of visceral fat. *Obesity research*, 12(10), 1698–1701. <https://doi.org/10.1038/oby.2004.210>
- Prado, C. M., Birdsell, L. A., & Baracos, V. E. (2009). The emerging role of computerized tomography in assessing cancer cachexia. *Current Opinion in Supportive and Palliative Care*, 3(4), 269–275. <https://doi.org/10.1097/SPC.0b013e328331124a>
- Santos, G. J., Silva, J. P., Hippólito, A. G., Ferro, B. S., Oliveira, E. L. R., Okamoto, P. T. C. G., ... Melchert, A. (2020). 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. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia Histologia Embryologia*, 49(2), 299-306. <https://doi.org/10.1111/ahe.12528>
- Snyder, N., McGowan, P., Gilardi, J., Grajal, A. (2000) Parrots. In: Status Survey and Conservation Action Plan, 2000- 2004. *IUCN* Gland and Cambridge.
- Tully, T. N. (2009). Birds. In M. A. Mitchell, & T. N. Tully, *Manual of exotic pet practice* (pp. 250-298). St. Louis, MO: Saunders.
- Turner, R. B. S., Hepworth, G., Wilson, K., Tyrrell, D., Dunshea, F., Mansfield, C. S. (2019). Abdominal volume computed tomography assessment of body composition in dogs. *BMC Veterinary Research*, 15, 21. doi: <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1768-6>
- Yoshizumi, T., Nakamura, T., Yamane, M., Islam, A. H., Menju, M., Yamasaki, K.,... Matsuzawa, Y. (1999). Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. *Radiology*, 211(1), 283–286. <https://doi.org/10.1148/radiology.211.1.r99ap1>



Lista das Figuras:

FIGURA 1:



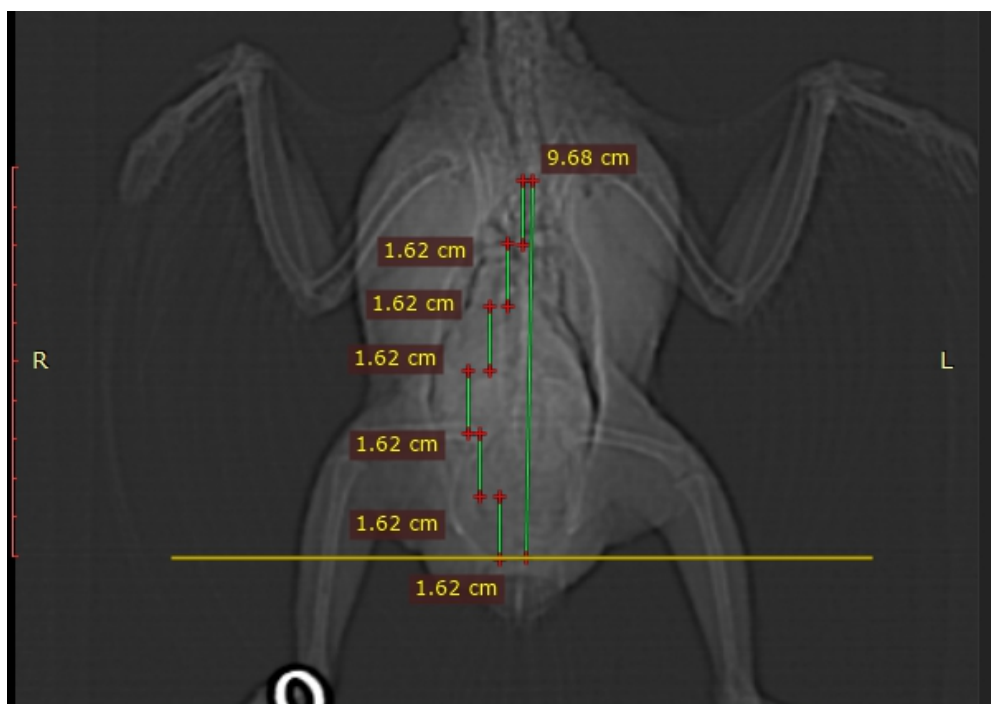
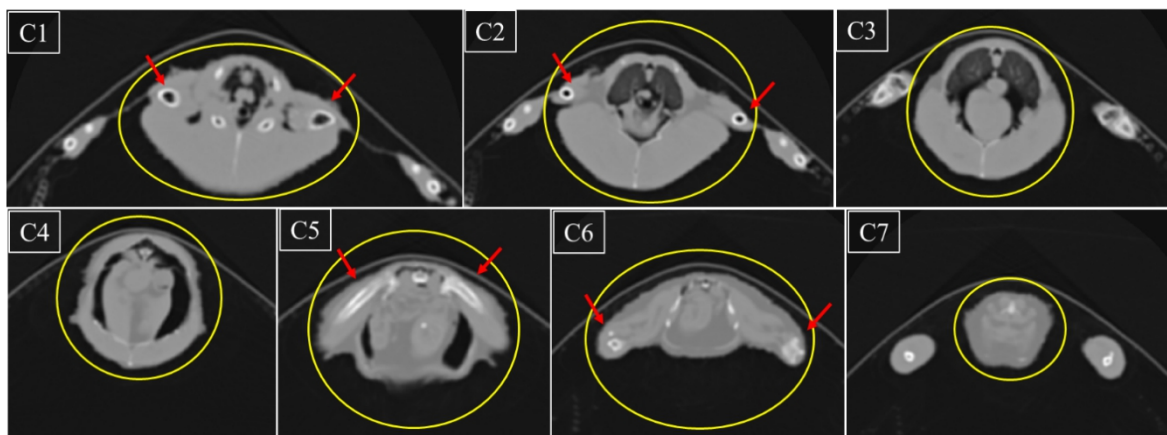
**FIGURA 2:****FIGURA 3:**



FIGURA 4:

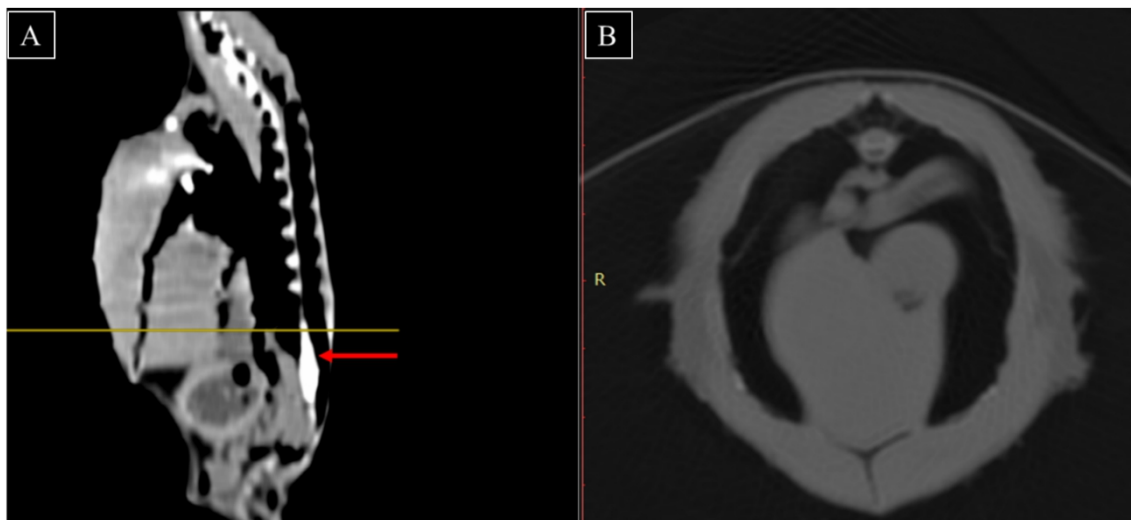
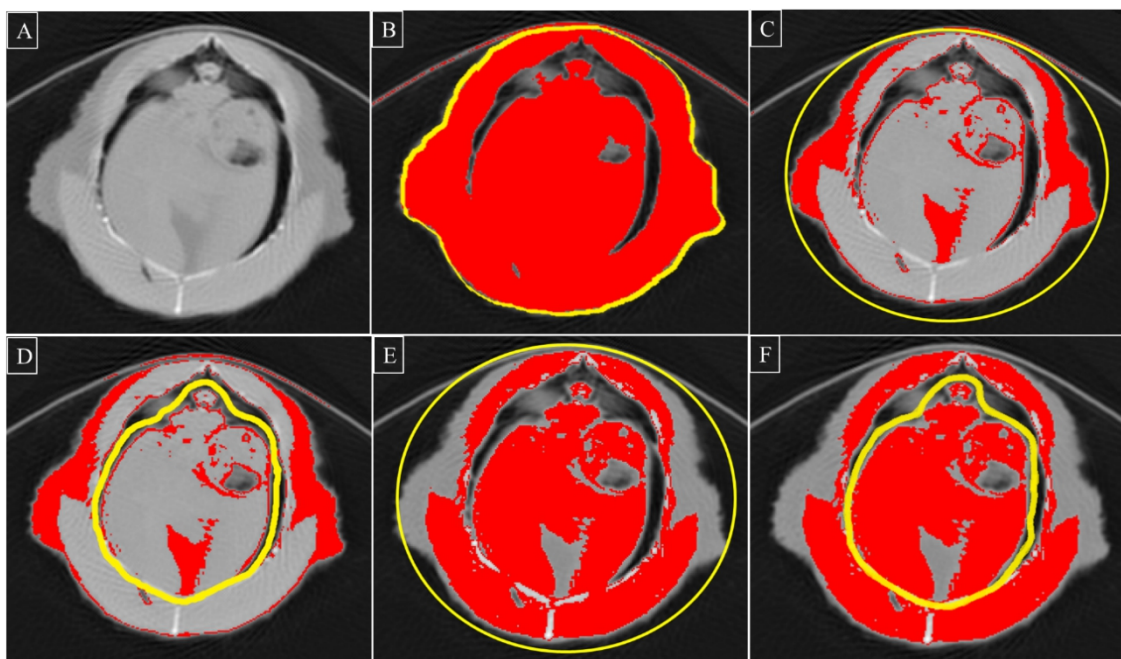
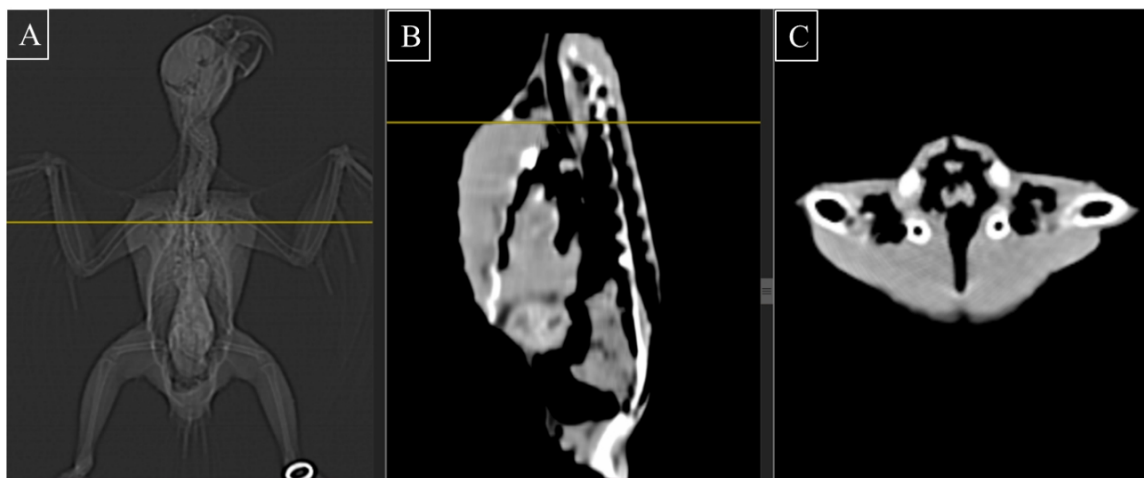
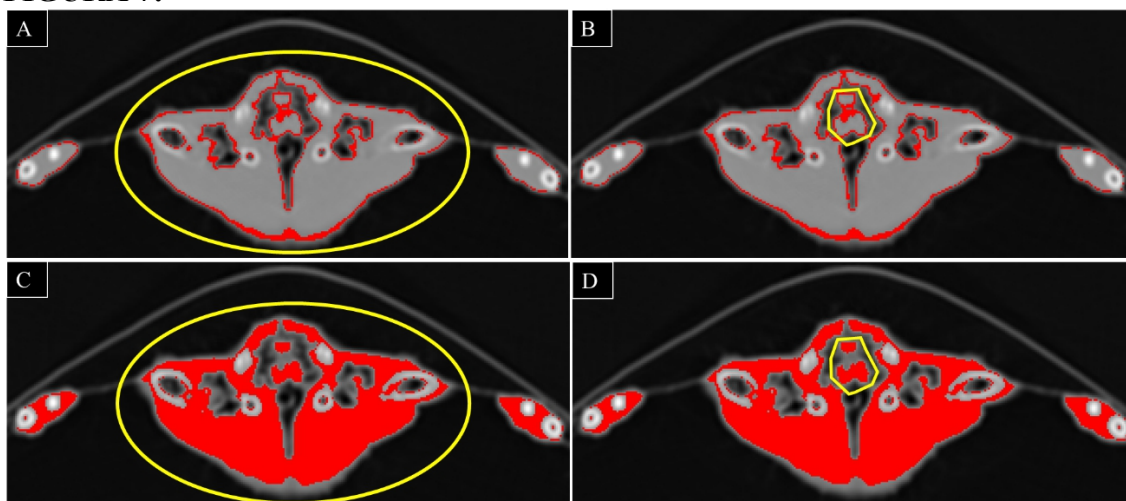


FIGURA 5:



**FIGURA 6:****FIGURA 7:**



Legenda das Figuras

FIGURA 1: Sala de exame de tomografia computadorizada minutos antes da avaliação. O papagaio foi colocado em uma calha almofadada com os membros afastados e simétricos, mantendo o posicionamento com fita crepe. Monitoração durante o procedimento com uma câmera fixada no tripé.

FIGURA 2: Mensuração da extensão da cavidade celomática e divisão em sete segmentos correspondentes: cada ponto marcado em vermelho representa um segmento; a linha amarela representa o ponto onde será realizado o sétimo segmento no plano transversal.

FIGURA 3: Imagens selecionadas na divisão do celoma em sete segmentos (C1 a C7). As áreas dentro do círculo amarelo correspondem a região programada para aferição pelo software ImageJ®. Notar a inclusão do úmero em C1 e C2 (setas) e do fêmur em C5 e C6 (setas).

FIGURA 4: Seleção do segmento para avaliação de musculatura e gordura. Início de sinsacro, obtido pela visualização no plano sagital, próximo ao centro da ave. **A:** Osso sinsacro (seta vermelha) e local de seleção do segmento (linha amarela). **B:** Segmento no plano transversal correspondente ao local da linha amarela (início do sinsacro) da figura A.

FIGURA 5: Demonstração da sequência da mensuração do perímetro, área de gordura e musculatura no software ImageJ. **A:** Imagem do segmento selecionado. **B:** Aferição do perímetro total, delineado na cor amarela. **C:** Calibração do software para HU correspondente a gordura. Mensuração da gordura total (externa e visceral), sinalizada pelo software em vermelho, a área em vermelho demarcada dentro do círculo amarelo foi contabilizada. **D:** Mensuração da gordura visceral corada em vermelho e circundada pela linha amarela. Foi subtraída essa região da gordura total, resultando na quantidade de gordura externa. **E:** Calibração do ImageJ para HU correspondente a musculatura, corada em vermelho. Área a ser mensurada está dentro do círculo amarelo e corada em vermelho, equivalente a musculatura total. **F:** Mensuração da área de musculatura visceral corada em vermelho e contornada com a linha amarela. Esse valor foi subtraído da área de musculatura total, resultando assim no valor da musculatura externa.

FIGURA 6: **A:** *Scout* para seleção da área do segmento, mostrando o plano transversal da região de interesse (linha amarela). **B:** Plano sagital mostrando a entrada da cavidade celomática (linha amarela). **C:** Plano transversal usado para mensuração de musculatura e gordura.

FIGURA 7: Mensuração da área de gordura (**A** e **B**) e musculatura (**C** e **D**), pelo software ImageJ: **A:** A elipse amarela delimita a área de leitura pelo software, a gordura da região foi demarcada em vermelho. **B:** Aferição da gordura visceral, subtraída da área total de gordura. **C:** A elipse amarela delimita a área de leitura pelo software, a



musculatura da região foi demarcada em vermelho. **D:** Aferição da musculatura de vísceras, subtraída da área total de musculatura.

Lista de Tabelas:

TABELA 1: Mensurações obtidas por tomografia computadorizada dos sete segmentos transversais do celoma de papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*, em diferentes condições de escore corporais.

ECC	Padrões	Musculatura Externa	Gordura Externa
1	Média ± DP	67.32 ± 9.92 ^b	14.74 ± 4.62 ^b
	Mín – Máx	53.09-82.31	10.39-22.50
2	Média ± DP	81.20 ± 15.22 ^{ab}	16.39 ± 6.32 ^b
	Mín – Máx	54.35-101.74	9.08-24.64
3	Média ± DP	81.45 ± 11.18 ^{ab}	11.81 ± 2.51 ^b
	Mín – Máx	59.72-98.77	8.88-17.01
4	Média ± DP	90.12 ± 10.13 ^a	15.55 ± 5.61 ^b
	Mín – Máx	75.63-106.71	9.37-26.97
5	Média ± DP	97.26 ± 10.13 ^a	40.30 ± 27.04 ^a
	Mín – Máx	78.92-125.95	10.12-84.33
P value		0.0003	0.0002

Média±desvio-padrão^{a,b,c} indica P<0,05 na coluna pelo teste de Tukey-Kramer

Legenda da Tabela 1: Musculatura Externa: área da musculatura total aferida subtraída da área da musculatura interna (cm²), das sete imagens de segmentos transversais; Gordura Externa: área da gordura total aferida subtraída da área da gordura interna (cm²), das sete imagens de segmentos transversais.



TABELA 2: Mensurações de perímetro de celoma, área de musculatura, área de gordura e área de gordura externa e interna, na avaliação do segmento transversal do início do sinsacro em papagaios-verdadeiros, *Amazona aestiva*.

ECC	Padrões	Perímetro	AMUSC	AGEXT	AGTOT
1	Média ± DP	21.13 ± 1.11 ^b	6.39 ± 1.50 ^b	1.23 ± 0.58 ^b	1.85 ± 0.83 ^b
	Mín - Máx	19.16 - 22.32	4.59 - 8.7	0.63 - 2.59	1.04 - 3.78
2	Média ± DP	21.94 ± 1.72 ^{ab}	8.22 ± 1.86 ^{ab}	1.65 ± 0.92 ^{ab}	2.30 ± 1.10 ^b
	Mín - Máx	19.81 - 25.39	6.56 - 10.89	0.71 - 2.87	1.03 - 3.86
3	Média ± DP	21.48 ± 1.29 ^b	8.16 ± 3.78 ^b	2.01 ± 3.16 ^b	1.73 ± 0.53 ^b
	Mín - Máx	19.67 - 23.88	1.97 - 16.14	0.61 - 10.97	1.13 - 2.78
4	Média ± DP	21.68 ± 0.86 ^{ab}	10.53 ± 1.74 ^b	1.34 ± 0.45 ^b	1.97 ± 0.81 ^b
	Mín - Máx	20.26 - 23.05	8.24 - 13.18	0.76 - 2.25	1.35 - 3.86
5	Média ± DP	23.59 ± 1.81 ^a	11.26 ± 2.37 ^a	3.76 ± 3.18 ^a	5.77 ± 5.21 ^a
	Mín - Máx	20.84 - 27.4	9.11 - 17.19	1.05 - 9.96	1.73 - 17.45
P value		0.0066	0.0036	0.0036	0.0053

Média±desvio-padrão^{a,b,c} indica P<0.05 na coluna pelo teste de Tukey-Kramer

Legenda da Tabela 2: Perímetro: Perímetro do Celoma (cm); AMUSC: Área de Musculatura externa (cm²); AGEXT: Área de Gordura Externa (cm²); AGTOT: Área de Gordura Total (cm²)

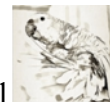


TABELA 3: Dados das mensurações do segmento transversal da entrada da cavidade celomática de papagaios-verdadeiros *Amazona aestiva*, em diferentes condições de escore corporais.

ECC	Padrões	Musculatura	Gordura
1	Média ± DP	13.39 ± 2.10 ^c	2.49 ± 0.45
	Mín – Máx	11.00-16.44	1.67-3.12
2	Média ± DP	15.34 ± 3.14 ^{bc}	2.69 ± 0.54
	Mín – Máx	10.79-19.54	2.11-3.59
3	Média ± DP	16.08 ± 3.23 ^{bc}	2.32 ± 0.29
	Mín – Máx	12.50-23.65	1.75-2.87
4	Média ± DP	18.66 ± 2.44 ^{ab}	2.75 ± 0.88
	Mín – Máx	16.01-23.08	2.09-4.93
5	Média ± DP	20.67 ± 4.56 ^a	3.37 ± 1.77
	Mín – Máx	13.83-26.02	2.12-7.13
P value		0.0002	0.1832

Média±desvio-padrão^{a,b,c} indica P<0.05 na coluna pelo teste de Tukey-Kramer

Legenda da Tabela 3: Musculatura: Área de Musculatura (cm²); Gordura: Área de Gordura (cm²)



ANEXOS

CERTIFICADOS: SISBIO E COMITE ÉTICA UNESP



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Campus de Botucatu

ATESTADO

Atesto que o Projeto "AVALIAÇÃO DE ESCORES CORPORAIS EM PAPAGAIOS-VERDADEIROS (Amazona aestiva) ASSOCIANDO DIAGNÓSTICO POR IMAGEM, CLÍNICA E BIOMETRIA " **Protocolo CEUA 0102/2020**, a ser conduzido por Alicia Giolo Hippolito, responsável/orientador Professora Dra. Alessandra Melchert, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	01/08/2020 a 30/09/2020
Nome Comum / Espécie / Linhagem	PAPAGAIO / AMAZONA AESTIVA / não se aplica
Raça	não se aplica
Nº de animais machos	0
Nº de animais fêmeas	0
Nº de animais sexo indefinido	50
Peso médio de animais machos	0
Peso médio de animais fêmeas	0
Peso médio de animais sexo indefinido	400g
Idade	2 ano(s) e 0 mes(es) e 0 dia(s).
Procedência	CEMPAS - FMVZ - Botucatu

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 12/08/2020

JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO
Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Seção Técnica Acadêmica
Rua Prof. Dr. Walter Maurício Corrêa, s/n
UNESP - Campus de Botucatu/SP - Cep 18618-681
(14) 3880-2176 - patrizia@fmvz.unesp.br - www.fmvz.unesp.br