

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL EM
TUCANUÇUS (*Ramphastos toco*, Statius Muller, 1776)**

CAROLINE DE CÁSSIA GALLO

Botucatu – SP

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL EM
TUCANUÇUS (*Ramphastos toco*, Statius Muller, 1776)**

CAROLINE DE CÁSSIA GALLO

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

Orientadora: Profa. Ass. Dra. Alessandra Melchert
Coorientadora: Dra. Carolyne Assis Eigenheer
Pinke Testa

Botucatu- SP
2024

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

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Gallo, Caroline de Cássia.

Avaliação nutricional e escore de condição corporal em
tucanuços (*Ramphastos toco*, Statius Muller, 1776) /
Caroline de Cássia Gallo. - Botucatu, 2024

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
Botucatu

Orientador: Alessandra Melchert

Coorientador: Carolyne Assis Eigenheer Pinke Testa

Capes: 50403001

1. Alimentos - Análise. 2. Animais - Proteção. 3. Nutrição.
4. Tomografia computadorizada. 5. Animais silvestres.

Palavras-chave: Análise bromatológica; Aves silvestres;
Bem-estar animal; Nutrição; Tomografia computadorizada.

BIOGRAFIA SOBRE A AUTORA:

Caroline de Cássia Gallo, possui graduação em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP/Botucatu. Mestra em Animais Selvagens com ênfase em Nutrição Animal, pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/UNESP/Botucatu. Atualmente é aluna regular do curso de doutorado no Programa de Pós-graduação em Animais Selvagens/UNESP/Botucatu, atuando em temas como manejo, nutrição, conservação e preservação de animais.

Nome da autora: CAROLINE DE CÁSSIA GALLO

Título: AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL
DE *Ramphastos toco* (Statius Muller, 1776)

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Ass. Dr^a. Alessandra Melchert
Presidente e Orientadora
Departamento de Clínica Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Ass. Dr. José Roberto Sartori
Membro
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Ass. Dr. Paulo Roberto Rodrigues Ramos
Membro
Departamento de Biofísica e Farmacologia
IBB – UNESP – Botucatu

Prof. Ass. Dr. Ricardo Toshio Fujihara
Membro
Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação
UFSCar – Araras

Prof^a. Dr^a. Carolina Toledo Santos
Membro
Departamento de Medicina Veterinária
FAM – Americana

Data da Defesa: 22 de Agosto de 2024

Agradecimentos

Inicialmente, agradeço a Deus por proporcionar essa oportunidade de estudar, e cuidar da minha saúde física e mental.

Aos meus pais, Maurício Gallo e Rita Gallo, pelo amor e apoio em todas minhas jornadas, sem eles nada disso seria possível.

Agradeço à minha irmã, Mariana Gallo, também pelo companheirismo sendo um grande exemplo na minha vida.

Ao meu namorado Luis Eduardo Stefanelli, por toda paciência, amor, compreensão, ajuda e apoio.

Aos meus amigos e pós-graduandos, que contribuíram e me apoiaram, em especial a Laís Lopes, Jeana Silva, Kauany Mikaelle, Mariana De Santi e Luiz Gustavo Barbosa que me auxiliaram em partes importantes do manejo, nas coletas e análises laboratoriais.

Aos amigos e membros do CEMPAS - Centro de Estudo em Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens - Unesp - Campus Botucatu, que sempre incentivaram minhas pesquisas, em especial aos residentes Ana Júlia Claro, Gabriel Camargo e Ricardo Shoiti que me auxiliaram nas coletas. Agradeço também os residentes Carime Pinhatti, Bruno Olini e Mylena Miranda. A todos os funcionários, em especial Renato, Levi Pascoal e a Cristina Pereira, que sempre me ajudaram nas atividades.

Aos Docentes e ao Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens – UNESP – Botucatu -SP e Seção de Pós-Graduação por toda a orientação, ensino e convivência.

Aos professores Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles e Dr. José Roberto Sartori, e a técnica do Laboratório de Bromatologia, Gisele, pelo suporte, auxílio e ensinamentos.

À Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Campus de Botucatu que tornou possível a realização desse projeto.

À minha orientadora e professora Dr^a. Alessandra Melchert, por toda orientação, amizade, apoio, paciência e conhecimentos oferecidos durante o período do doutorado.

À minha coorientadora Dr^a. Carolyne Testa, por toda orientação, amizade, apoio, paciência e conhecimento oferecidos durante o período do doutorado.

Aos tucanúçus que me permitiram que esse projeto fosse realizado, todo meu respeito a essas aves.

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

Finalizando, todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta pesquisa. Obrigada por fazerem parte da minha vida.

Abreviações

°C – Graus Celsius
CDA – Coeficiente de Digestibilidade Aparente
CDAEB – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Energia Bruta
CDAEE – Coeficiente de Digestibilidade Aparente do Extrato Etéreo
CDAENN – Coeficiente de Digestibilidade Aparente do Extrativo não Nitrogenado
CDAFB – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Fibra Bruta
CDAFDN – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Fibra em Detergente Neutro
CDAMM – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Matéria Mineral
CDAPB – Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta
DA – Digestibilidade Aparente
EB – Energia Bruta
ECC – Escore de Condição Corporal
ED – Energia Digestível
EE – Extrato Etéreo
EED – Extrato Etéreo Digestível
EL – Energia Líquida
EM – Energia Metabolizável
EMA – Energia Metabolizável Aparente
EMAn – Energia Metabolizável Aparente Corrigida pelo Nitrogênio
EMV – Energia Metabolizável Verdadeira
ENN – Extrativo Não Nitrogenado
ENND – Extrativo Não Nitrogenado Digestível
FB – Fibra Bruta
FBD – Fibra Bruta Digestível
FDN – Fibra em Detergente Neutro
FDND – Fibra em Detergente Neutro Digestível
g – Grama
HU – Unidade Hounsfield
IA – Ingestão Alimentar
IC – Incremento Calórico
kcal – Quilocalorias
kg – Quilograma
MM – Matéria Mineral
MMD – Matéria Mineral Digestível
mm² – Milímetro Quadrado
mm³ – Milímetro Cúbico
MN – Matéria Natural
MS – Matéria Seca
NEM – Necessidade Energética de Manutenção
PB – Proteína Bruta
PBD – Proteína Bruta Digestível
PC – Peso Corporal
RM – Ressonância Magnética
TC – Tomografia Computadorizada
TMB – Taxa Metabólica Basal

Sumário

LISTA DE TABELAS	I
LISTA DE FIGURAS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VI

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL

1.	INTRODUÇÃO.....	2
2.	HIPÓTESE.....	4
3.	OBJETIVOS.....	5
3.1	Objetivo geral.....	5
3.2	Objetivos específicos.....	5

CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA

1.	Aspectos biológicos do <i>Ramphastos toco</i>	7
2.	Hábitos alimentares e nutrição de <i>Ramphastos toco</i>	8
3.	Metabolismo Basal, Peso Metabólico e Necessidade Energética de Manutenção.....	11
4.	Escore Fecal.....	13
5.	Escore de condição corporal (ECC).....	14
6.	Tomografia Computadorizada (TC).....	16
	Referências bibliográficas.....	17

CAPÍTULO III – ARTIGO CIENTÍFICO I

Digestibilidade aparente em duas dietas para tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) mantidos sob cuidados humanos.....	27
--	----

RESUMO	29
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO.....	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
Local do estudo.....	33
Aprovação ética.....	33
Animais e alojamento.....	34
Delineamento experimental.....	34
Crterios de inclus3o e exclus3o para o estudo.....	35
Avalia3o geral.....	35
Dieta dos animais em condi3oes de cativeiro.....	35
Ensaio de digestibilidade aparente.....	36
An3lises bromatol3gicas.....	37
C3lculos do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA).....	37
Escore fecal.....	39
Prefer3ncia alimentar.....	39
An3lise estatística.....	39
RESULTADOS.....	39
Avalia3o da condi3o de escore corporal (ECC).....	40
Escore fecal e pesagem das excretas.....	40
Prefer3ncia alimentar.....	40
Consumo alimentar.....	40
Ensaio de Digestibilidade.....	41
DISCUSS3O.....	41
CONCLUS3O.....	47
REFER3NCIAS.....	47

CAPÍTULO IV – ARTIGO CIENTÍFICO II

Tomografia computadorizada na mensuração de gordura celomática em tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) mantidos sob cuidados humanos.....	61
RESUMO	62
ABSTRACT	63
INTRODUÇÃO.....	64
MATERIAL E MÉTODOS.....	65
Local do estudo.....	65
Aprovação ética.....	65
Animais e alojamento.....	66
Delineamento experimental.....	66
Crterios de incluso e exclusão para o estudo.....	66
Peso corporal, escore de condição corporal (ECC) e biometria.....	67
Protocolo anestésico.....	67
Tomografia Computadorizada (TC).....	68
Análise estatística.....	69
RESULTADOS.....	69
DISCUSSÃO.....	71
CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS.....	76
ANEXOS.....	86

Lista de tabelas

CÁPITULO III

Digestibilidade aparente em duas dietas para tucanuços (*Ramphastos toco*) mantidos sob cuidados humanos

	Análise química da concentração de nutrientes na matéria seca das Dietas 1 (maior inclusão de frutos) e 2 (maior inclusão de ração comercial), informações nutricionais da ração Nutral® para tucanuços e exigência nutricional (EN) para aves domésticas e psitacídeos.....	55
Tabela 1.		
	Dados gerais dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	55
Tabela 2.		
	Dados individuais, médias, desvios-padrão, medianas e percentis (p25; p75) do peso corporal e escore de condição corporal (ECC) dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) participantes do estudo, sob vigência da Dieta 1 (Etapa 1) e Dieta 2 (Etapa 2)	56
Tabela 3.		
	Composição nutricional da Dieta 1 reconstituída, médias e desvios-padrão, em função dos alimentos ingeridos pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	56
Tabela 4.		
	Composição nutricional da Dieta 2 reconstituída, médias e desvios-padrão, em função dos alimentos ingeridos pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	57
Tabela 5.		
	Consumo individual de nutrientes digestíveis, em gramas, médias e desvios-padrão, apresentados pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>), envolvidos no estudo, alimentados com a Dieta1.....	57
Tabela 6.		
	Consumo individual de nutrientes digestíveis, em gramas, médias e desvios-padrão, apresentados pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>), envolvidos no estudo, alimentados com a Dieta 2.....	58
Tabela 7.		
	Quantidade de nutrientes digestíveis (%), na Dieta 1 reconstituída, médias e desvios-padrão, apresentados pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>), envolvidos no estudo.....	58
Tabela 8.		
	Quantidade de nutrientes digestíveis (%), na Dieta 2 reconstituída, médias e desvios-padrão, apresentados pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>), envolvidos no estudo.....	59
Tabela 9.		

Tabela 10.	Médias, desvios-padrão e valor de p dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), das Dietas 1 e 2 reconstituídas, apresentados pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>), envolvidos no estudo.....	59
-------------------	---	----

CÁPITULO IV

Tomografia computadorizada na mensuração de gordura celomática em tucanuços (*Ramphastos toco*) mantidos sob cuidados humanos

Tabela 1.	Sexo, dados individuais, média (desvio padrão) do peso corporal e mediana (percentis) do escore de condição corporal (ECC) dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	80
Tabela 2.	Medidas biométricas dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	80
Tabela 3.	Área (mm ²) e volume (mm ³) de cavidade celomática total e área e volume de gordura dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	81
Tabela 4.	Dados individuais referentes ao sexo, escore de condição corporal (ECC), porcentagem de gordura mensurada pela TC, tempo em cativeiro e comportamento de dominância dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) do estudo.....	81
Tabela 5.	Correlação entre porcentagem de gordura da cavidade celomática com os parâmetros sexo, escore de condição corporal (ECC), tempo em cativeiro (meses) e comportamento de dominância dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	82

Lista de Figuras

CÁPITULO III

Digestibilidade aparente em duas dietas para tucanuços (*Ramphastos toco*) mantidos sob cuidados humanos

Figura 1.	Escore Corporal dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>): (a): Acima do peso; (b): Ideal, (c): Abaixo do peso; (d): muito abaixo do peso, atrofia de musculatura peitoral.....	53
Figura 2.	Dados comparativos do peso total diário (D1, D2 e D3) e médio de fezes da Dieta 1 (Etapa 1) e Dieta 2 (Etapa 2) dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	53
Figura 3.	Consistência das fezes dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo: A: Dieta 1; B: Dieta 2.....	53
Figura 4.	Preferência alimentar dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo, nas Dietas 1 e 2.....	54
Figura 5.	Porcentagem média do consumo dos itens alimentares das Dietas 1 e 2; e consumo médio diário das dietas pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>), envolvidos no estudo, na Dieta 1 e Dieta 2.....	54
Figura 6.	Consumo diário individual (em gramas) pelos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>), envolvidos no estudo, nas Dietas 1 e 2.....	54

CÁPITULO IV

Tomografia computadorizada na mensuração de gordura celomática em tucanuços (*Ramphastos toco*) mantidos sob cuidados humanos

Figura 1.	Os princípios do cálculo do volume de tecido a partir das imagens tomográficas transversais paralelos coletados a uma distância constante por tomografia computadorizada em toda a ave.....	82
Figura 2.	Regiões na cavidade celomática do tucanuço (<i>Ramphastos toco</i>) utilizada para cálculo da área e volume da gordura celomática.....	82
Figura 3.	Área de cavidade celomática (mm ²) nas cinco regiões dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo.....	83

Figura 4.	Área de gordura (mm ²) nas cinco regiões da cavidade celomática dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo	83
Figura 5.	Valores de distribuição de gordura na cavidade celomática do tucanuçu (<i>Ramphastos toco</i>) - T1.....	84
Figura 6.	Valores de distribuição de gordura na cavidade celomática do tucanuçu (<i>Ramphastos toco</i>) - T3.....	84
Figura 7.	Valores de distribuição da área de gordura (mm ²) na cavidade celomática dos tucanuços (<i>Ramphastos toco</i>) envolvidos no estudo	85

GALLO, C. C. Avaliação nutricional e escore de condição corporal em tucanuços (*Ramphastos toco*, Statius Muller, 1776). 2024. 87p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a ingestão de nutrientes e o aproveitamento destes em duas dietas para tucanuços (*Ramphastos toco*) mantidos sob cuidados humanos, bem como a aplicação da tomografia computadorizada (TC), na determinação da gordura na cavidade celomática e a correlação com o escore de condição corporal (ECC), tempo de cativeiro, dominância e sexo. Foram estudados dez tucanuços adultos hígidos. As dietas avaliadas foram compostas de 92% de frutos *in natura* e 8% de ração comercial seca (Dieta 1) e 80% de frutos, legumes e ovo cozido, acrescidos de 20% de ração comercial seca (Dieta 2). Foi realizada análise bromatológica das dietas e fezes dos animais, e determinada a ingestão alimentar, o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes, e as frações digestíveis aparentes. Os resultados de energia obtidos para mostraram valores de 3.313 kcal/kg para energia metabolizável aparente (EMA) e 82% para energia bruta (CDAEB%) para Dieta 1 e EMA= 3.138 kcal/kg e CDAEB%= 75% para Dieta 2. Os CDAs da energia bruta, matéria mineral, extrativo não nitrogenado, fibra bruta e detergente neutro foram superiores para a Dieta 1, enquanto a matéria seca foi superior para a Dieta 2. Sob vigência da Dieta 2 houve melhora do escore fecal e ECC. No segundo estudo, foi avaliada a porcentagem de gordura na cavidade celomática das aves pela TC, ocorreu correlação positiva com o ECC, tempo de cativeiro e dominância, enquanto para sexo não houve correlação. Desta forma, conclui-se que o incremento com legumes, ovos e maior quantidade de ração na dieta proporcionou melhores condições de saúde. Além disso, a TC se mostrou uma importante ferramenta para mensuração de gordura celomática, permitindo maior previsibilidade na elaboração de uma dieta balanceada, proporcionando nutrição adequada e, consequentemente, bem-estar animal e qualidade de vida aos indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: análise bromatológica, aves silvestres, bem-estar animal, nutrição, tomografia computadorizada.

GALLO, C. C. Nutritional assessment and body condition score in tucanuçu (*Ramphastos toco*, Statius Muller, 1776). 2024. 87p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP).

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the intake of nutrients and their use in two diets for tucanuçu (*Ramphastos toco*) kept under human care, as well as the application of computed tomography (CT) to determine the fat in the coelomic cavity and the correlation with body condition score (BCS), captivity time, dominance and sex. Ten healthy adult tucanuçu were studied. The diets evaluated were composed of 92% fresh fruit and 8% dry commercial food (Diet 1) and 80% fruit, vegetables and boiled egg, plus 20% dry commercial food (Diet 2). Bromatological analysis of the animals' diets and feces was carried out, and food intake, the apparent digestibility coefficient (ADC) of nutrients, and the apparent digestible fractions were determined. The energy results obtained showed values of 3.313 kcal/kg for apparent metabolizable energy (AME) and 82% for gross energy (ADCGE%) for Diet 1 and AME= 3.138 kcal/kg and ADCGE%= 75% for Diet 2. The ADCs for gross energy, mineral matter, non-nitrogen extractive, crude fiber and neutral detergent were higher for Diet 1, while dry matter was higher for Diet 2. Under Diet 2 there was an improvement in the fecal score and BCS. When evaluating the percentage of fat in the coelomic cavity of birds using CT, there was a positive correlation with BCS, time in captivity and dominance, while there was no correlation for sex. Therefore, it is concluded that the increase in vegetables, boiled egg and a greater amount of food in the diet provided better health conditions. Furthermore, CT proved to be an important tool for measuring coelomic fat, allowing greater predictability in the development of a balanced diet that providing adequate nutrition and, consequently, animal well-being and quality of life for individuals.

KEYWORDS: animal welfare, bromatological analysis, computed tomography, nutrition, wild bird.

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO

A perda e fragmentação de habitats, ocasionados pelo desmatamento, ocupação de áreas agrícolas, expansão urbana e tráfico, são as grandes ameaças aos animais silvestres (Mittermeier et al., 2005). Entre as espécies de avifauna do Brasil, as mais capturadas no tráfico são as aves das ordens Passeriformes e Psittaciformes. Entretanto, tucanuços (Ordem Piciformes) também estão entre os mais procurados como animais de estimação, devido à sua beleza de cores e exuberância (RENCTAS, 2001), sendo constantemente apreendidos e encaminhados a centros de triagem e de reabilitação, tornando sua conservação preocupante. Dentre as espécies o tucanuço, *Ramphastos toco* (Statius Muller, 1776) (Aves, Ramphastidae), é considerado uma das principais espécies apreendidas e entregues aos centros de triagem de animais selvagens (Pacheco et al., 2021).

É notório que o aumento do tráfico de animais e do seu comércio ilegal, pode até ocasionar a extinção de espécies. No entanto, particularmente para tucanuços ainda não ocorreu modificação significativa na sua categoria em níveis globais de “*least concern*”, segundo dados da International Union for Conservation of Nature- IUCN (2023) e níveis nacionais de “pouco preocupante” segundo o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio, 2018), o qual reúne informações científicas sobre todas as espécies brasileiras reconhecidas como ameaçadas de extinção. A relevância desse documento público para registrar as espécies ameaçadas é uma referência sobre o *status* de conservação da fauna. Em se tratando de conservação de espécies, os centros de triagem desempenham papel muito importante no monitoramento dos aspectos relacionados a esse quesito.

Com o aumento da quantidade destas aves nos centros de triagem e reabilitação de animais selvagens, a preferência alimentar, os teores de nutrientes adequados, avaliações de escore de condição corporal (ECC) e escore fecal se fazem necessárias, para assegurar a saúde, principalmente dos ramphastídeos, uma vez que dados para essa espécie são escassos. Adicionalmente, a carência de estudos na área de nutrição de animais selvagens acarreta, muitas vezes, na extrapolação das exigências nutricionais de animais domésticos. Na maioria das situações, os técnicos responsáveis pelo manejo

alimentar utilizam como referência, para o balanceamento na formulação de dietas, dados de animais domésticos que apresentem similaridades anatômicas, comportamentais ou fisiológicas (Almeida, 2005). Entretanto, esse tipo de manejo provê uma dieta minimamente adequada, sendo necessários estudos específicos que abordem as preferências alimentares e as necessidades nutricionais da espécie (Amorim, 2005; Oliveira, 2005).

O conhecimento fisiológico da espécie e a exigência nutricional são fundamentais para a formulação das dietas, pois facilitam o manejo animal, principalmente em animais que se encontram sob cuidados humanos. O coeficiente de digestibilidade é determinado por intermédio da composição química da dieta e de coleta total de fezes, sendo um parâmetro relevante para avaliar o valor nutritivo dos alimentos consumidos e o aproveitamento pelos animais, sendo influenciado por efeitos associativos, dentre eles, o nível de consumo, taxa de passagem e interações destes fatores para cada espécie (Berchielli et al., 2000). Desta forma, o conhecimento da composição bromatológica e digestibilidade dos alimentos é essencial, para que alimentos possam ser substituídos nas dietas dos animais, sem prejuízos nutricionais aos mesmos (Almeida, 2005), e sem causar alterações no escore fecal e ECC ideal das aves.

O monitoramento do ECC é uma ferramenta importante na avaliação do estado nutricional que permite avaliar o sucesso do manejo implementado. Entretanto, essa é uma medida subjetiva, pois estima o estado nutricional dos animais por meio de avaliação visual e tátil (Machado et al., 2008), tendo como referência a classificação dos animais de acordo com a massa muscular e gordura. A escala do ECC usada em tucanuços é extrapolada de outras espécies, como a usada em papagaios (Harrison e Ritchie, 1994). Entretanto, não se sabe se a escala apresenta, de fato, correlação com o escore corporal desses animais. Aliado a isso, na atualidade existem ferramentas especializadas, como a tomografia computadorizada (TC), que permitem realizar a correlação dos teores de gordura corporal com o ECC, validando e melhorando a acurácia do método para uso na rotina clínica, tornando-o fidedigno para a espécie.

O ECC é um método prático, rápido e de baixo custo para avaliação dos animais e monitoramento dos efeitos do manejo nutricional aplicado. Assim, a

TC pode auxiliar na determinação da porcentagem de gordura da cavidade do espécime animal, permitindo comparar e validar escalas de ECC aplicadas a outras espécies. O diagnóstico por imagem proporciona maior detalhamento e precisão das informações coletadas (Barbosa, 2021). Além disso, a utilização da TC está aumentando nas clínicas de aves, por ser um método menos invasivo (Bortolini et al., 2013), e conhecer a distribuição de gordura da cavidade celomática dos tucanuços pode trazer informações relevantes nas abordagens cirúrgicas da espécie.

A premissa que o escore corporal e escore fecal ideais são atingidos com adequação da dieta, está conquistando maior importância e frequentemente é fator de preocupação no manejo das espécies. A quantidade de alimento, disponibilidade energética diária, balanceamento de proteínas, carboidratos e lipídios são de extrema importância (Rostagno, 2011), devendo considerar o nível de atividades no recinto, como as de voo e o forrageamento. Diante deste cenário, uma nutrição adequada e balanceada fornecerá a condição corporal ideal para os espécimes, melhorando assim sua capacidade de voo e consequente sucesso na soltura e reabilitação em vida livre.

Mediante ao exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o aproveitamento de duas dietas, a condição nutricional, preferências alimentares e o escore fecal de tucanuços (*R. toco*) mantidos sob cuidados humanos no Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS). O estudo também buscou mensurar a porcentagem de gordura da cavidade celomática desses espécimes e correlacionar com parâmetros de ECC, tempo de cativeiro, dominância e sexo.

2. HIPÓTESE

O estudo avaliou duas hipóteses. 1- A composição nutricional de duas dietas fornecidas para tucanuços (*R. toco*) sob cuidados humanos afeta o aproveitamento de nutrientes e a composição corporal das aves. 2- A porcentagem de gordura da cavidade celomática de tucanuços apresenta correlação com ECC, tempo de cativeiro, dominância e sexo.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a condição nutricional corporal e o aproveitamento alimentar de tucanuços (*R. toco*) mantidos sob cuidados humanos.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar os nutrientes consumidos, nutrientes digestíveis e o coeficiente de digestibilidade aparente de duas dietas, por meio da composição química dos alimentos e das fezes.
- Analisar a preferência alimentar dos alimentos oferecidos nas duas dietas.
- Aferir as medidas biométricas, escore de condição corporal (ECC) e escore fecal para a espécie *R. toco*.
- Mensurar a porcentagem de gordura na cavidade celomática por meio tomografia computadorizada (TC) e validar o ECC em tucanuços.
- Correlacionar a gordura na cavidade celomática de tucanuços, com ECC, tempo em cativeiro, dominância e sexo.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

REVISÃO DA LITERATURA

1. Aspectos biológicos de *Ramphastos toco*

A ordem Piciformes é dividida em três famílias e uma destas é Ramphastidae, composta por tucanuços, araçaris e saripocas, sendo constituída por seis gêneros e aproximadamente trinta e três espécies (Sigrist, 2009) que agrupa a saripoca-de-coleira (*Selenidera reinwardtii*, Wagler, 1827), araçari-castanho (*Pteroglossus castanotis*, Gould, 1834), tucano-de-bico-preto (*Ramphastos vitellinus*, Lichtenstein, 1823), tucano-de-bico-verde (*Ramphastos dicolorus*, Linnaeus, 1766), tucano-de-papo-branco (*Ramphastos tucanus*, Linnaeus, 1758) e tucano-toco ou tucanuçu (*Ramphastos toco*, Statius Muller, 1776).

Os tucanuços são símbolo das florestas tropicais das Américas (Galetti et al., 2000), estão presentes na região Neotropical (Snow, 1976) e se distribuem na América do Sul, América Central e Antilhas (Sick, 1997). Ao todo, ocorrem cinco espécies de ramphastídeos na Mata Atlântica brasileira (Sick, 1993). *R. toco* é considerado a maior espécie do gênero, e ocorre em diversos biomas brasileiros (principalmente no Cerrado e Mata Atlântica), além de ser comum no Pantanal onde a vegetação está organizada em aglomerados parciais de florestas dispostas em habitats abertos e semiabertos (Pott e Pott, 1994) e em florestas do interior do Brasil. Observa-se que são aves predominantemente arborícolas, que preferencialmente habitam áreas com densidade de arboreamento (Sick, 1997).

Por serem sensíveis à perda de habitat e à fragmentação (Marini, 2001), as aves podem ser consideradas excelentes bioindicadores de qualidade ambiental e utilizadas como ferramenta para o monitoramento das alterações nos ecossistemas (Piratelli et al., 2008). Estudos de levantamento da fauna, aliados a pesquisas que avaliam o estado físico individual, estimaram indicadores fisiológicos, como o estado nutricional e o *status* hormonal, e que podem ser vantajosos para se obter respostas das populações às alterações da paisagem (Janin et al., 2011), avaliar ambientes em diferentes níveis de conservação (Costa e Macedo, 2005) como também as condições ambientais oferecidas (Møller e Erritzoe, 2003). Apesar de sua visibilidade, no entanto, os tucanuços são difíceis de serem estudados na natureza pois vivem no dossel

nas matas, raramente são capturados em redes de neblina, e geralmente têm grandes territórios (Terborgh et al., 1990).

Essa espécie não apresenta dimorfismo sexual aparente, mas alguns pesquisadores sugerem que o macho apresenta bico maior que a fêmea (Castro et al., 2003). Desde que os naturalistas visitaram pela primeira vez os trópicos, os tucanuços, de forma geral, têm chamado a atenção, devido a suas características morfológicas e ao seu grande tamanho corporal, as cores extravagantes e bicos longos, avantajados, duros, cortantes, diferenciados, leves, porosos e translúcidos quando vistos contraluz (Bates, 1863; Goeldi, 1894, Gould; Rutgers, 1972; Skutch, 1971).

A reprodução ocorre entre a primavera e o verão, com postura de um a cinco ovos, e período de incubação de dezesseis dias. Atingem a maturidade sexual aos três anos e vivem em média vinte anos, sendo que na metade da vida, são considerados potencialmente reprodutivos (Sick, 1997).

Em se tratando das estratégias de sobrevivência, são aves de médio porte que utilizam os ambientes como esconderijo, nidificação e para a alimentação. Sua ampla distribuição em habitats e altitudes diferentes as tornam particularmente interessantes para investigar a dieta e as estratégias de forrageamento em diferentes altitudes (Cortês, 2006).

2. Hábitos alimentares e nutrição de *Ramphastos toco*

Os tucanuços são considerados frugívoros primários (Sick, 1997) e faunívoros oportunistas (Dislich, 2014). Essas aves têm uma dieta ampla que inclui principalmente frutos, pequenos artrópodes, ovos, filhotes de outras aves e pequenos vertebrados (Carneiro et al., 2021) e são consideradas "especialistas" na dispersão de sementes de "alta qualidade" (Mckey, 1975; Snow, 1981). Porém, a frugivoria por tucanuços ainda necessita ser muito estudada (Howe, 1993).

São capazes de se alimentar de uma variedade de tamanhos de frutos, incluindo os pequenos com alto teor de carboidratos, e frutos grandes, que apresentam alto teor de lipídeos (Moermond e Denslow, 1985). Consumindo em grande parte frutos nutritivos e carnosos (Stiles, 1993; Ragusa-Netto, 2006), que são ingeridos, e as sementes frequentemente descartadas intactas longe da

árvore matriz, aumentam substancialmente o sucesso de dispersão das sementes (Howe; Smallwood, 1982; Schupp, 1993).

França et al. (2009), avaliando a correlação do consumo e abundância dessas aves em diferentes habitats do Pantanal Sul, concluíram que frutos de figueiras consorciados com os frutos de embaúba (*Cecropia pachystachya*, Família: Cecropiaceae) e jenipapeiro (*Genipa americana*, Família: Rubiaceae) talvez apresentem pobreza na sua composição nutricional, mas ainda podem proporcionar uma dieta suficientemente adequada, pelo menos em parte, para os tucanuços de vida livre. Apesar da dieta natural observada no estudo desses autores apresentar poucos tipos de frutos consumidos, sendo restrita principalmente a seis tipos de frutos (*Cecropia pachystachya*, *Genipa americana*, *Swartzia apetala* (Família: Fabaceae), *Carya alba* (Família: Juglandaceae) e dois tipos de *Ficus* spp (Família: Moraceae)), a importância dos frutos de figueiras para ranfastídeos pode ser observada para o tucanuço (Ragusa-Netto, 2002). Apesar da qualidade nutricional dos figos ser baixa, algumas espécies desse fruto exibem alto teor de lipídeos e proteínas. A combinação de alguns itens alimentares com altos teores desses nutrientes podem proporcionar a qualidade nutricional adequada para suprir os requisitos alimentares de espécies altamente frugívoras (Wendeln et al., 2000).

O aparelho digestório, dessas aves, é adaptado ao consumo de produtos ricos em proteínas e gorduras (Dislich, 2014). Apresentam maior demanda proteica e as porcentagens de proteína necessárias para o balanceamento nutricional dessa espécie são atingidas com a ingestão de alimentos com maior fonte desse nutriente, o que explica os diversos registros de captura de insetos, pequenos anuros, répteis, ovos e filhotes de pequenas aves (Skutch, 1971; Galetti et al., 2000; Guix et al., 2001). Entretanto, pouco se sabe sobre a composição da dieta desses animais em vida livre, tais como níveis de proteínas, lipídeos, carboidratos e outros nutrientes (Dislich, 2014).

Com base nos conteúdos estomacais registrados por Remsen et al. (1993), aferiu-se que 93,5% dos estômagos, dos tucanuços, analisados no estudo continham apenas restos de frutos; no entanto, poucos dados sistemáticos sobre os alimentos ingeridos por tucanuços de vida livre estão disponíveis.

As recomendações básicas dietéticas para esses ranfastídeos focam-se na preocupação do controle dos níveis de ferro, desta forma, é necessário limitar a ingestão do mesmo na dieta, incluindo dietas peletizadas para aves com baixo teor desse mineral disponível e com variedade de frutos frescos. Qualquer dieta de ranfastídeos deve idealmente satisfazer as recomendações para aves domésticas, respeitando os níveis de ferro entre 40-60 ppm (Dislich, 2014; Kincaid; Stoskopf, 1987).

Pode-se oferecer grande variedade de dietas para criação artificial para tucanuços neonatos e jovens que estejam sendo alimentados manualmente. Em decorrência dos ranfastídeos não possuírem um papo discernível, deve-se oferecer os itens alimentares em pequenas quantidades. Uma opção para a alimentação de tucanuços é por meio do uso das formulações comerciais para psitacídeos na criação artificial. Essa mistura pode ser oferecida com a adição de frutos cortados em finos cubos (Worell, 2010), e atualmente já existem rações comerciais exclusivas para tucanuços e araraís.

Os componentes secos da dieta, ou seja, as rações comerciais, podem ser oferecidos, para atender as exigências proteicas para tucanuços (Pereira et al., 2011). Recomenda-se, em adição, oferecer diariamente, em um recipiente separado, uma variedade de frutos frescos e cortados em cubos. Os ranfastídeos engolem seus alimentos inteiros, desta forma os frutos devem ser fatiados em pedaços de tamanhos adequados à ingestão. Os frutos com alto teor de umidade, frutos carnosos e suculentos (mamão e melão), são prontamente aceitos pelos tucanuços (Worell, 2010).

Outros frutos, como maçãs, peras e bananas, também são aceitos (Worell, 2010), desta forma é importante verificar a sazonalidade e disponibilidade desses alimentos *in natura* durante o ano. Os frutos com elevados teores de vitamina C, (morango, tomate e laranja) aumentam efetivamente a absorção de ferro (Worell, 1997) pela presença do ácido ascórbico, que é responsável pelo aumento da biodisponibilidade do ferro na dieta (Sheppard e Dierenfeld, 2002), não ultrapassando os níveis de ferro entre 40-60 ppm, e por esta razão, não devem ser incluídos na dieta destas aves produtos alimentares ricos em ácido ascórbico. Quando esse componente está em alta disponibilidade, os tucanuços são propensos a desenvolver a hemocromatose, que pode apresentar potencial de risco de morte, denominada

doença do depósito de ferro (DFF), que afeta muitas espécies de ranfastídeos comumente mantidos em cativeiro (Worell, 2010).

Para se realizar a avaliação da preferência alimentar dos tucanuços, mantidos em cativeiro, primeiramente é necessário a manutenção de uma dieta composta majoritariamente de frutos. Abrangendo os hábitos alimentares exibidos uma ferramenta consistente é a utilização de um mosaico de frutos da natureza, no qual ocorre diversidade de oferta de nutrientes (Van Schaik et al., 1993). No entanto, alguns estudos dão maior ênfase para os frutos carnosos, pois os tucanuços têm a dieta substancialmente baseada nesses itens alimentares (Stiles 1993; Galetti et al., 2000; Ragusa-Netto, 2006).

Abordando os aspectos da dieta, os requisitos nutricionais alimentares para animais que estão sob cuidados humanos e/ou destinados a soltura, as características que envolvem a composição química dos alimentos ingeridos são de grande importância, interferindo na condição corporal, escore fecal, saúde e bem-estar dos espécimes. Sendo que a composição físico-química de um alimento corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100g de amostra, fornecendo de forma geral o valor nutritivo aproximado, que é um dado importante para se calcular ou estimar uma dieta alimentar balanceada, segundo as necessidades energéticas de cada organismo (Cecchi, 2003).

A exigência energética de cada organismo é determinada principalmente pela taxa de metabolismo, levando em consideração a fase que o animal está (reprodução, crescimento e manutenção). Dentro do metabolismo animal podem ser considerados os parâmetros de metabolismo basal, peso metabólico e necessidade energética de manutenção.

3. Metabolismo Basal, Peso Metabólico e Necessidade Energética de Manutenção

O metabolismo basal pode ser definido como sendo toda energia utilizada pelo animal em jejum, estando em condições de descanso ou em repouso, transformada em calor e liberada pelo organismo (Borges e Ferreira, 2004). Relaciona-se com a temperatura ambiental e o peso vivo do animal (Robbins, 1992; Borges e Ferreira, 2004), mas também pode apresentar correlação com o

hábito alimentar, clima, habitat e distribuição geográfica (Mcnab, 2008). O peso vivo relaciona-se com a superfície corporal do animal, sendo assim, o uso do peso metabólico permite realizar comparações entre animais de pesos e tamanhos diferentes, e até mesmo entre espécies diferentes (Borges e Ferreira, 2004).

A necessidade energética de manutenção do animal pode variar de acordo com a idade, estado fisiológico, atividade, condição corporal, temperatura do ambiente (Testa, 2019), e até outros fatores como habitat. De forma generalizada, para comparações interespecíficas, a necessidade energética de manutenção é o dobro da necessidade energética basal (Borges e Ferreira, 2004). Entretanto, este dado pode estar superestimado, pois o uso exagerado de tais aproximações pode ignorar a rica diversidade de estratégias de sobrevivência e, conseqüentemente, os gastos de energia entre indivíduos e espécies ao longo do tempo; desta forma, existe a necessidade de se medir a quantidade energética frequentemente (Robbins, 1992), principalmente para aves, para garantir o correto fornecimento de energia.

Todavia, essas relações com a massa corporal são universais e suas variações são aceitáveis (Mcnab, 2008). Chaves (2015) calculou a taxa metabólica basal dos tucanúcus a partir da massa corpórea, comparando os valores com estimativas deduzidas pela equação alométrica de McNab (2009) para aves não passeriformes. Em síntese, todos esses parâmetros são essenciais e devem ser considerados na formulação das dietas e fornecimento de energia.

A energia é proveniente da oxidação das moléculas orgânicas, produzindo calor para utilização nos processos metabólicos dos animais. Os carboidratos, proteínas, lipídeos e parte das fibras fornecem energia para o organismo animal, mas nem toda a energia produzida é totalmente aproveitada, podendo apresentar algumas perdas, que ocorrem a partir das fezes, urina e gases (Andriguetto et al., 2002; Sakomura e Rostagno, 2007).

Em termos biológicos, a energia pode ser dividida em quatro grandes grupos: energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e a energia líquida (EL). Sendo: EB: É a energia produzida pela oxidação dos alimentos, e é medida em bomba calorimétrica; ED: É proveniente da energia absorvida dos alimentos após o processo de digestão, nessa fração são

descontadas da EB a energia não digerível (bolo fecal), a partir dessa sobra da porção da energia química do alimento que foi digerida pelo organismo, obtemos a energia digestível (Andrighetto et al., 2002; Sakomura e Rostagno, 2007); EM: A energia metabolizável também é fracionada em energia metabolizável aparente (EMA), que é aquela em que é descontada a energia contida nas fezes e na urina (perda exógena), e em energia metabolizável verdadeira (EMV) que desconta as perdas endógenas de energia (Andrighetto et al., 2002; Sakomura e Rostagno, 2007); EL: A energia líquida é medida pela diferença entre a EM e o IC (incremento calórico); que é representado por toda a perda energética nos processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes (Sakomura e Rostagno, 2007).

Segundo Andrighetto et al. (2002), a digestibilidade aparente pode ser definida “sendo a fração do alimento consumido que não é recuperado nas fezes. Quando este fracionamento não recuperado se expressa na forma de porcentagem da ingestão, recebe o nome de coeficiente de digestibilidade”. A digestibilidade aparente é assim definida, pois não existe um método confiável para separar o nitrogênio metabólico do nitrogênio não digerido nas fezes, no caso das aves. O método mais utilizado para ensaios de digestibilidade é o direto *in vivo* com o uso de gaiola metabólica, realizando a separação de urina e fezes, procedendo com coleta total de fezes para análise química (Robbins, 1992; Andrighetto et al., 2002).

4. Escore fecal

Dentre os aspectos importantes atrelados à nutrição, pode-se citar também o escore fecal, sendo avaliado pela consistência, odor, volume e coloração das fezes do animal. Chabu (2014) descreveu que as excretas também permitem extrair e quantificar os metabólitos dos hormônios gonadais nas fêmeas (progesterona e estradiol) e nos machos (testosterona), permitindo a descrição dos perfis endócrinos dos ranfastídeos. Esse método não invasivo da coleta de amostras possibilita a obtenção de múltiplas informações do mesmo indivíduo, não influenciando o comportamento da ave (Goymann, 2005), que não é submetida a condições de estresse pelo procedimento de contenção.

No fornecimento das dietas devem ser considerados os seguintes fatores: taxa metabólica e excreção de hormônios; a dieta do animal, que influencia na quantidade de excretas e conseqüentemente na concentração dos metabólitos (Chabu, 2014). De acordo com Klasing (1998), em aves, as fibras dietéticas aumentam o tempo de passagem intestinal e ao mesmo tempo aumentam o bolo fecal. Além do teor de fibra, outros fatores podem afetar a quantidade de fezes, como por exemplo a presença do parasitismo no trato gastrointestinal.

A variação da composição das excretas ocorre principalmente pela diferença na composição dos alimentos ingeridos, ou seja, os diferentes alimentos influenciam a concentração dos metabólitos hormonais, volume de fezes formadas e tempo de digestão (Chabu, 2014). As excretas são importantes indicadores de saúde do animal, sendo um importante parâmetro para avaliação da dieta fornecida aos animais, concomitante com essa aferição, pode-se utilizar a mensuração da condição corporal para avaliações nutricionais dos espécimes que estão sob cuidados humanos.

5. Escore de condição corporal (ECC)

Entende-se por condição corporal a avaliação qualitativa das aves, relacionada diretamente com sua aptidão física (Peig e Green, 2010). Essa condição reflete a quantidade de reservas energéticas, a capacidade de sobreviver em situações adversas, a resistência aos parasitas ou doenças e a atração de parceiros (Schulte- Hostedde et al., 2005, Sutherland et al., 2005). Existem vários métodos fisiológicos, bioquímicos e morfológicos para determinar e avaliar essas necessidades e a condição corporal de um indivíduo (Stevenson e Woods, 2006).

Segundo Johnson et al. (1985), as reservas energéticas (gordura) podem ser avaliadas por: extração direta de lipídios (método mais preciso e oneroso); medida da biomassa seca por meio de extração de água; medida dos depósitos de gordura através de dissecação animal; e pelo Índice de Massa Relativa (IMR), sendo esse facilmente obtido por meio da massa corporal de indivíduos capturados em campo, associada a uma medida morfométrica (Jakob et al., 1996; Sutherland et al., 2005; Peig e Green, 2010). Principalmente em aves mantidas em cativeiro, a condição corporal se mostra um parâmetro importante

para o manejo e a conservação de espécies em ambientes alterados (Janin et al., 2011).

A condição corporal de um animal pode aumentar ou diminuir de acordo com as condições bióticas ou abióticas (Amo et al., 2007). Por exemplo, a redução na cobertura vegetal pode aumentar o gasto energético na defesa contra predadores, desta forma, a quantidade e qualidade dos alimentos e nutrientes ingeridos irão interferir no escore de condição corporal (Cardoso, 2020).

A padronização dessas medidas é essencial para a manutenção, saúde e bem-estar dos animais. Altas pontuações de ECC, indicando obesidade nas aves, são associadas a condições crônicas e distúrbios reprodutivos (Chan-Mcleod et al., 1994; Aeberhard et al., 2001; Busato et al., 2002; BErry et al., 2007). Em contrapartida, as pontuações baixas de ECC podem sinalizar a idade avançada ou presença de doenças, com o aparecimento da desnutrição (Fernandes, et al., 2016).

Em animais em condições de cativeiro, o problema mais comum relacionado com a má nutrição é a obesidade (Kalmar et al., 2010). A obesidade é definida como excesso na quantidade de gordura corpórea (Nelson, 2001), acometendo uma parcela relevante dos animais silvestres nas condições cativas.

Existem inúmeros problemas associados à obesidade, dentre os quais podemos citar o aumento da pressão sanguínea, lipidose hepática, pancreatite necrosante, diabetes mellitus, alterações dos hormônios da tireoide, lipomas, aterosclerose, além de problemas reprodutivos (Carciofi, 2007). Os sinais clínicos de obesidade incluem depósitos de gordura subcutânea, que são mais comumente localizados sobre o esterno ou no abdômen, além das áreas submandibular e clavicular; como também zonas aptéricas, devido ao acúmulo de gordura entre as penas (Rupley, 1999). Os principais fatores responsáveis pela ocorrência da obesidade e a lipidose hepática são devidos a dietas com elevados teores de gordura, sedentarismo do animal, pouco espaço para exercício e falta de ocupação, o que favorece a ingestão excessiva de alimentos (Benez, 2001).

No sentido contrário da obesidade, a magreza excessiva pode causar algum problema específico ou suprimir o sistema imunológico das aves, diminuindo a resposta aos agentes terapêuticos, além de afetar o sucesso reprodutivo e prolongar o período de recuperação cirúrgica. A ocorrência de

animais muito magros pode ser causada por uma dieta não balanceada, baixo consumo alimentar, deficiência de nutrientes, ausência de apetite, digestão inadequada e doenças (Macwirter, 1994). O diagnóstico clínico dessas doenças e a porcentagem de gordura na cavidade celomática podem ser realizados com mais precisão por meio de exames de imagem, como a tomografia computadorizada.

6. Tomografia Computadorizada (TC)

Os exames de imagem constituem uma técnica confiável para estimar a composição corporal (Enzi et al., 1986). Com o uso da tomografia computadorizada (TC), por exemplo, é possível avaliar a gordura da cavidade do espécime em estudo (Enzi et al., 1986; Ishioka et al., 2005).

Para Spaulding e Loomis (1999), existe uma tendência para a padronização de diagnósticos de exames por meio da TC e a Ressonância Magnética (RM), pois a seleção de um método diagnóstico mais informativo e não invasivo é importante, principalmente porque nos resultados clínicos não há sobreposição de imagens de esqueletos, sacos aéreos e outras características únicas da classe. No Brasil, o uso da TC está cada vez mais comum na rotina, devido à maior acessibilidade ao equipamento e diminuição do custo do exame (Bortolini et al., 2013).

A TC é uma unidade de escaneamento, composta por tubo emissor de raios-x rotativo, sistema de detecção, mesa para o paciente, além de um computador para ajustar os parâmetros de aquisição e reconstrução da imagem (D'anjou, 2019). Na TC, as imagens obtidas nos cortes transversais são transformadas em imagens na tela do computador, no qual cada ponto da composição da imagem é denominado de *pixel*, que é a representação digital de uma unidade de volume, o *voxel*, que além de largura e altura, representa a espessura do corte (Hathcock, 1993; Lehmkuhl, 2010). Cada *pixel* da imagem é representado por um coeficiente linear de atenuação também conhecido por unidade Hounsfield (HU), neste caso as estruturas formadas em uma imagem de TC são representadas e mensuradas por variações nas tonalidades de cinza (Hathcock, 1993; Lehmkuhl, 2010).

Em suas pesquisas Hounsfield (1972) determinou a água como referência zero, a cortical óssea com valores até +1000 e o ar de - 1000. Os valores negativos aparecem mais hipoatenuantes na imagem (tonalidades escuras), representam, por exemplo, o ar (HU: -1000) e gordura (HU: -50 a -100). Os valores positivos de HU, são mais hiperatenuantes na imagem (tonalidades claras) representando, por exemplo, tecidos moles (HU próximo a 100) e estruturas mineralizadas (HU até + 3000) (Hathcock e Stickle, 1993; Berry, 2002; Tidwell, 2007). Em suma, para diferenciar músculos e gorduras, os músculos têm valores de atenuação positivos, enquanto tecidos menos densos, como a gordura apresentam, valores de atenuação negativos. As medidas de atenuação são um excelente parâmetro, comumente usadas em estudos musculares de TC, onde diminuições na atenuação podem indicar a invasão dos músculos por gordura de baixa densidade (Goodpaster et al., 2000).

Em aves, estudos com a utilização da TC como ferramenta para avaliação da quantidade de gordura corporal foram desenvolvidos pelos autores Brenøe e Kolstad (2000) em duas raças de perus, por Andrassy-Baka et al. (2003) para frangos de corte e pelos autores Bentsen e Sehested (1987) em galinhas.

Em síntese, a TC permite aferir a porcentagem e distribuição de gordura, além disso, ferramentas de medição de ECC combinadas com dietas balanceadas garantem bem-estar para os tucanuços mantidos sob cuidados humano e aumentam o sucesso na soltura dessas aves.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEBERHARD, K.; BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, J. W. Metabolic, enzymatic and endocrine status in high-yielding dairy cows—Part 2. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, Berlin, v. 48, n. 2, p. 111-127, 2001.

ALMEIDA, A. C. Princípios de alimentação de animais silvestres em centros de conservação. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO DE ANIMAIS SILVESTRES - SIMAS, 1., 2005, Viçosa. **Anais** [...]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.

AMO, L.; LOPEZ, P.; MARTÍN, J. Habitat deterioration affects body condition of lizards: a behavioral approach with *Iberolacerta cyreni* lizards inhabiting ski resorts. **Biological Conservation**, Barking, v. 135, n. 1, p. 77-85, 2007.

AMORIM, K. K. P. S. Hierarquia de dominância no acesso ao alimento e no uso do espaço em grupo cativeiro de *Cebbus apella*. In: CONGRESSO BRASILEIRO

DE ZOOLOGIA, 25., 2005, Brasília. **Resumos** [...]. Brasília: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2005. p. 255. Mammalia.

ANDRÁSSY-BAKA G.; ROMVÁRI, R.; MILISITS, G.; SÜTŐ, Z.; SZABÓ, A.; LOCSMÁNDI, L.; HORN, P. Non-invasive body composition measurement of broiler chickens between 4 – 18 weeks of age by computer tomography. **Archives Animal Breeding**, Göttingen, v. 46, n. 6, p. 585-595, 2003.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal. 4. ed. São Paulo: Livraria Nobel, 2002. v. 1, p.11-267.

BATES, H. W. **The naturalist on the River Amazon**. London: John Murray, 1863.

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

BENEZ, S. M. Patologia do sistema digestivo. *In*: BENEZ, S. M. (ed.). **Aves**: criação, clínica, teoria, prática, silvestres, ornamentais, avinhados. São Paulo: Robe Editorial, 2001. p. 447–448.

BENTSEN, H. B.; SEHESTED, E. Computerised tomography of chickens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 30, n. 3, p. 575-589, 1989.

BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 830-833, 2000.

BERRY, C. R. Physical principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. *In*: THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 4th ed. Philadelphia: W. B. Saunders, 2002. cap. 3, p. 28-34.

BERRY, D. P.; LEE, J. M.; MACDONALD, K. A.; ROCHE, J. R. Body condition score and body weight effects on dystocia and stillbirths and consequent effects on postcalving performance. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 9, p. 4201-4211, 2007.

BRENØE, U. T.; KOLSTAD, K. Body composition and development measured repeatedly by computer tomography during growth in two types of turkeys. **Poultry Science**, Danville, v. 79, n. 4, p. 546-552, 2000.

BORGES, F. M. O.; FERREIRA, W. M. **Princípios nutritivos e exigências nutricionais de cães e gatos**: parte I – energia, proteína, carboidratos e lipídeos. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. p. 5-22.

BORTOLINI, Z.; MATAYOSHI, P. M.; SANTOS, R. V. D.; DOICHE, D. P.; MACHADO, V. M. D. V.; TEIXEIRA, C. R.; VULCANO, L. C. Casuística dos

exames de diagnóstico por imagem na medicina de animais selvagens-2009 a 2010. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 4, p. 1247-1252, 2013.

BUSATO, G. R.; GRÜTZMACHER, A. D.; GARCIA, M. S.; GIOLO, F. P.; MARTINS, A. F. Consumo e utilização de alimento por *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) originária de diferentes regiões do Rio Grande do Sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 525-529, 2002.

CARCIOFI, A. C. Doenças nutricionais. In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (ed.). **Tratado de animais selvagens medicina veterinária**. São Paulo: Roca, 2007. p. 847-851.

CARDOSO, G. S. **Impactos da estrutura ambiental nas vocalizações de *Troglodytes musculus* Naumann, 1823 (Aves, Troglodytidae)**. 2020. 107 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

CARNEIRO, S.; SILVEIRA, C.; SILVA, B. Descrição do trato gastrointestinal de Tucano-toco (*Ramphastos toco*) e sua correlação com hábito alimentar. **Sinapse Múltipla**, Betim, v. 10, n. 1, p. 67–69, 2021.

CASTRO, M. S.; RECCO-PIMENTEL, S. M.; ROCHA, G. T. Sexual dimorphism in *Ramphastos toco* and *Ramphastos dicolorus* (Piciformes, Aves). **Revista de Biologia Tropical**, San José, v. 51, n. 1, p. 241-246, 2003.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

CHABU, D. B. **Determinação não-invasiva da concentração de metabólitos de hormônios gonadais em excretas de ranfastídeos**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CHAN-McLEOD, A. C. A.; WHITE, R. G.; HOLLEMAN, D. F. Effects of protein and energy intake, body condition, and season on nutrient partitioning and milk production in caribou and reindeer. **Canadian Journal of Zoology**, Ottawa, v. 72, n. 5, p. 938-947, 1994.

CHAVES, J. N. **Metabolismo energético e termorregulação do tucano-toco (*Ramphastos toco*)**. 2015. 31 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2015.

COSTA, F. J. V.; MACEDO, R. H. Coccidian oocyst parasitism in the blue-black grassquit: influence on secondary sex ornaments and body condition. **Animal Behaviour**, Glenview, v. 70, n. 6, p. 1401-1409, 2005.

CÔRTEZ, M. C. **Variação espacial nas interações entre o palmito *Euterpe edulis* e as aves frugívoras**: implicações para a dispersão de sementes. 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

D'ANJOU, M. A. Princípios da tomografia computadorizada e da ressonância Magnética. *In*: THRALL, D. E. **Diagnóstico de radiologia veterinária**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019. p. 96-109.

DISLICH, M. Piciformes (Tucanos, Araçaris e Pica-paus). *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. (ed.). **Tratado de animais selvagens**. São Paulo: Roca, 2014. p. 598-625.

ENZI, G.; GASPARO, M.; BIONDETTI, P. R.; FIORE, D.; SEMISA, M.; ZURLO, F. Subcutaneous and visceral fat distribution according to sex, age, and overweight, evaluated by computed tomography. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 44, n. 6, p. 739–746, 1986.

FERNANDES, A. F. A.; OLIVEIRA, J. A.; QUEIROZ, S. A. Escore de condição corporal em ruminantes. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 55-66, 2016.

FRANÇA, L. F.; RAGUSA-NETTO, J.; PAIVA, L. V. Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (*Ramphastos toco*) em dois habitats do Pantanal Sul. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 125-130, 2009.

GALETTI, M.; LAPS, R.; PIZO, M. A. Frugivory by Toucans (Ramphastidae) at two altitudes in the atlantic forest of Brazil 1. **Biotropica**, Hoboken, v. 32, n. 4b, p. 842-850, 2000.

GHERARD, B.; MACIEL, R. **Guia de aves**. Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 2015. Disponível em: http://www.funed.mg.gov.br/wp-content/uploads/2018/10/GUIA-DE-AVES-FUNED-Vers%C3%A3o-Net_final.pdf. Acesso em: 16 jun. 2023.

GOELDI, E. A. **Aves do Brasil**. Rio de Janeiro: Livraria Clássica de Alves & C., Brasil, 1894.

GOODPASTER, B. H.; KELLEY, D. E.; THAETET, F. L.; HE, J.; ROSS, R. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, p.104–110, 2000.

GOULD, A. A. (ed.). **Um sistema de história natural**: contendo descrições científicas e populares do homem, quadruplicado, pássaros, peixes, répteis e insetos. 1834 **E. Kearny**.

GOULD, J.; RUTGERS, A. **Birds of South America**. London: Eyre Methuen Ltd., 1972.

GOYMANN, W. Noninvasive monitoring of hormones in bird droppings: physiological validation, sampling, extraction, sex differences, and the influence of diet on hormone metabolite levels. **Annals of the New York Academy of Sciences**, New York, v. 1046, n. 1, p. 35-53, 2005.

GUIX, J. C.; RUIZ, X.; JOVER, L. Resource partitioning and interspecific competition among coexisting species of guans and toucans in SE Brazil. **Netherlands Journal of Zoology**, Leiden, v. 51, n. 3, p. 285-297, 2001.

HARRISON G. J.; RITCHIE B. W. Making distinctions on the physical examination. *In*: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. **Avian medicine: principles and application**. Brehm: Harrisons's Bird Foods, 1994. p. 144-175.

HATHCOCK, J. T.; STICKLE, R. L. Principles and concepts of computed tomography. **Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 23, n. 2, p. 399-415, 1993.

HOWE, H. F. Aspects of variation in a neotropical seed dispersal system. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 107, n. 108, p. 149-162, 1993.

HOWE, H. F.; SMALLWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 13, n. 1, p. 201-228, 1982.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. v. 1, p. 492.

IUCN - International Union for Conservation of Nature. **IUCN Red list of threatened species**. Version 2021. Gland: IUCN, 2023. Disponível em: www.iucnredlist.org. Acesso em: 21 fev. 2023.

ISHIOKA, K.; OKUMURA, M.; SAGAWA, M.; NAKADOMO, F.; KIMURA, K.; SAITO, M. Computed tomographic assessment of body fat in beagles. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 49-53, 2005.

JANIN, A.; LÉNA, J.-P.; JOLY, P. Beyond occurrence: body condition and stress hormone as integrative indicators of habitat availability and fragmentation in the common toad. **Biological Conservation**, New York, v. 144, n. 3, p. 1008-1016, 2011.

JAKOB, E. M.; MARSHALL, S. D.; UETZ, G. W. Estimating fitness: a comparison of body condition indices. **Oikos**, Copenhagen, v. 77, n. 1, p. 61-67, 1996.

JOHNSON, D. H.; KRAPU, G. L.; REINECKE, K. J.; JORDE, D. G. An Evaluation of condition indices for birds. **The Journal of Wildlife Management**, Washington, v. 49, p. 569-575, 1985.

KALMAR, I. D.; VEYS, A. C.; GEEROMS, B.; REINSCHMIDT, M.; WAUGH, D., WERQUIN, G.; JANSSENS, G. P. J. Effects of segregation and impact of specific feeding behaviour and additional fruit on voluntary nutrient and energy intake in yellow-shouldered amazons (*Amazona barbadensis*) when fed a multi-component seed diet ad libitum. **Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 94, p. 383–392, 2010.

KAYTEE. **Education reference guide**. Chilton: Kaytee Products, 2008.

KINCAID, A. L.; STOSKOPF, M. K. Passerine dietary iron overload syndrome. **Zoo Biology**, New York, v. 6, n. 1, p. 79-88, 1987.

KLASING, K. C. **Comparative avian nutrition**. New York: CAB International Publishing, 1998.

LEHMKUHL, R. C. **Identificação do sexo de psitacídeos (*Amazona aestiva*) por meio da avaliação gonadal, utilizando a tomografia computadorizada (TC)**. 2020. 72 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

MACHADO, R.; CORRÊA, R. F.; BARBOSA, R. T.; BERGAMASCHI, M. A. C. M. Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes. **Circular Técnica**, São Carlos, n. 57, p. 1-16, dez. 2008.

MACWIRTER, P. Malnutrition. *In*: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. (ed.). **Avian medicine principles and application**. Florida: Wingers Publishing, 1994. p. 843–857.

MARINI, M. Â. Effects of forest fragmentation on birds of the cerrado region, Brazil. **Bird Conservation International**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 13-25, 2001.

McKEY, D. The ecology of coevolved seed dispersal systems. *In*: COEVOLUTION OF ANIMALS AND PLANTS: SYMPOSIUM, 5., INTERNATIONAL CONGRESS OF SYSTEMATIC AND EVOLUTIONARY BIOLOGY, 1., 1973. Austin: University of Texas Press, 1975. p. 159-191.

McNAB, B. K. An analysis of the factors that influence the level and scaling of mammalian BMR. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology**, New York, v. 151, n. 1, p. 5-28, 2008.

McNAB, B. K. Ecological factors affect the level and scaling of avian BMR. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology**, New York, v. 152, n. 1, p. 22-45, 2009.

MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 14-21, 2005.

MOERMOND, T. C.; DENSLOW, J. S. Frugívoros aviários neotropicais: padrões de comportamento, morfologia e nutrição, com consequências na seleção de frutos. **Ornithological Monographs**, Washington, n. 36, p. 865–897, 1985.

MØLLER, A. P.; ERRITZØE, J. Climate, body condition and spleen size in birds. **Oecologia**, Berlin, v. 137, p. 621-626, 2003.

NELSON, R. W. Distúrbios metabólicos e eletrolíticos. In: NELSOL, R. W.; COUTO, C. G. (ed.). **Medicina interna de pequenos animais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 639–640.

OLIVEIRA, M. C. Técnicas de Enriquecimento Ambiental para diminuição de estresse e manutenção de padrões de consumo de *Phantera onca*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 25., 2005, Brasília. **Resumos** [...]. Brasília: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2005. p. 222. Mammalia.

PACHECO, J. F.; SILVEIRA, L. F.; ALEIXO, A.; AGNE, C. E.; BENCKE, G. A.; BRAVO, G. A.; PIACENTINI, Q. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. **Ornithology Research**, Berlin, v. 29, n. 2, p. 94-105, 2021.

PIRATELLI, A.; SOUSA, S. D.; CORRÊA, J. S.; ANDRADE, V. A.; RIBEIRO, R. Y.; AVELAR, L. H.; OLIVEIRA, E. F. Searching for bioindicators of forest fragmentation: passerine birds in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 68, p. 259-268, 2008.

PEIG, J.; GREEN, A. J. The paradigm of body condition: a critical reappraisal of current methods based on mass and length. **Functional Ecology**, Oxford, v. 24, n. 6, p. 1323-1332, 2010.

PEREIRA, H. C.; HIRANO, L. Q. L.; SANTOS, A. L. Q.; SILVA, J. M. M. Desenvolvimento de tucanos-toco jovens alimentados com ração canina e ração para tucanos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 3, 2011.

POTT, A.; POTT, V. J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.

RAGUSA-NETTO, J. Fruiting phenology and consumption by birds in *Ficus calyptroceras* (Miq.) Miq. (Moraceae). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 62, n. 2, p. 339-346, 2002.

RAGUSA-NETTO, J.; FECCHIO, A. Plant food resources and the diet of a parrot community in a gallery forest of the southern Pantanal (Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, p. 1021-1032, 2006.

RAGUSA-NETTO, J. Abundance and frugivory of the toco toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil's Southern Pantanal. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 1A, p. 133-142, 2006.

REMSEN JUNIOR, J. V.; HYDE, M. A.; CHAPMAN, A. The diets of Neotropical trogons, motmots, barbets and toucans. **The Condor**, Santa Clara, v. 95, n. 1, p. 178-192, 1993.

RENTAS - Rede Nacional de Combate ao Tráfico de Animais Silvestres. **1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Animais Silvestres**. Brasília: Rentas, 2001.

ROBBINS, C. T. **Wildlife feeding and nutrition**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1992.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T. (ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

RUPLEY, A. E. Doenças comuns e tratamento. *In*: RUPLEY, A. E. (ed.). **Manual clínica aviária**. São Paulo: Roca, 1999. p. 314–325.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Metodologias para avaliar o conteúdo de energia dos alimentos. *In*: SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. p. 41-90.

SCHULTE-HOSTEDDE, A. I.; ZINNER, B.; MILLAR, J. S.; HICKLING, G. J. Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. **Ecology**, Washington, v. 86, n. 1, p. 155-163, 2005.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetatio**, Dordrecht, v. 107, p. 15-29, 1993.

SHEPPARD, C.; DIERENFELD, E. Iron storage disease in birds: speculation on etiology and implications for captive husbandry. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, Boca Raton, v. 16, n. 3, p. 192-197, 2002.

SICK, H. **Birds of Brazil: a natural history**. Princeton: Princeton University Press, 1993.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira: uma introdução**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SIGRIST, T. **Avifauna brasileira: the avis brasiliis field guide to the birds of Brazil**. São Paulo: Avis Brasilis, 2009. v. 2: Descrição das espécies.

SKUTCH, A. F. Life history of the Keel-billed Toucan. **The Auk**, Washington, v. 88, n. 2, p. 381-396, 1971.

SNOW, D. W. **The web of adaptation: bird studies in the American Tropics**. London: Collins, 1976.

SNOW, D. W. Tropical frugivorous birds and their food plants: a world survey. **Biotropica**, Hoboken, v. 13, n. 1, p. 1-14, 1981.

SPAULDING K.; LOOMIS, M. R. Principles and applications of computed tomography and magnetic resonance imaging in zoo and wildlife medicine. *In*: FOWLER M. E.; MILLER, R. E. **Zoo and wild animal medicine: currently therapy**. 4th ed. Philadelphia: Saunders, 1999. cap. 13, p. 83-88.

STEVENSON, R. D.; WOODS JUNIOR, W. A. Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. **Integrative and Comparative Biology**, McLean, v. 46, n. 6, p.1169-1190, 2006.

STILES, E. W. The influence of pulp lipids on fruit preference by birds. *In*: FLEMING, T. H.; ESTRADA, A. (ed.). **Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects**. Dordrecht: Springer, 1993. v. 15: Advances in vegetation science. DOI 10.1007/978-94-011-1749-4_16. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-94-011-1749-4_16. Acesso em: 28 ago. 2024.

SUTHERLAND, W. J.; NEWTON, I.; GREEN, R. E. **Bird ecology and conservation: a handbook of techniques**. New York: Oxford University Press Inc, 2005.

TERBORGH, J.; ROBINSON, S. K.; PARKER III, T. A.; MUNN, C. A.; PIERPOINT, N. Structure and organization of an Amazonian Forest bird community. **Ecological Monographs**, Washington, v. 60, n. 2, p. 213–238, 1990.

TESTA, C. A. E. P. **Avaliação da preferência alimentar e desempenho de *tatus Dasypus novemcinctus* (Linnaeus, 1758) em cativeiro**. 2019. 92 f. Tese (Doutorado em Animais Selvagens) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

TIDWELL, A. S. Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. *In*: THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 5th ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2007. p. 50-56.

VAN SCHAIK, C. P.; TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 24, n. 1, p. 353-377, 1993.

WENDELN, M. C.; RUNKLE, J. R.; KALKO, E. K. V. Nutritional values of 14 Fig species and bat feeding preferences in Panama 1. **Biotropica**, Hoboken, v. 32, n. 3, p. 489-501, 2000. DOI 10.1111/j.1744-7429.2000.tb00495.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00495.x>. Acesso em: 28 ago. 2024.

WORELL, A. B. Toucans and mynahs. *In*: ALTMAN, R. B.; CLUBB, S. L.; DORRESTIEN, G. M.; QUESENBERRY, K. (ed.). **Avian medicine and surgery**, Philadelphia: WB Saunders Co, 1997. p. 910-917.

WORELL, A. B. Ranfastídeos. *In*: TULLY, T.; DORRESTEIN, G. M.; JONES, A. K. **Clínica de aves**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. cap.11, p. 1-30.

CAPÍTULO III– ARTIGO CIENTÍFICO I

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>

Digestibilidade aparente de duas dietas para tucanuços (*Ramphastos toco*) mantidos sob cuidados humanos

Caroline de Cássia Gallo¹, Kauany Mikaelle Vanda da Silva Lima², Carlyne Assis Eigenheer Pinke Testa³, Priscylla Tatiana Chalfun Guimarães-Okamoto⁴, Paulo Roberto de Lima Meirelles⁵, José Roberto Sartori⁵, Alessandra Melchert⁴.

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

² Graduanda em Zootecnia, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

³ Parque Zoológico Municipal de Bauru, Bauru, Brasil

⁴ Departamento de Clínica Veterinária, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

⁵ Departamento de Nutrição e Melhoramento Animal, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

Correspondência: Caroline de Cássia Gallo, Departamento de Clínica Veterinária, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil. Email: caroline.gallo@unesp.br

ORCID

Caroline de Cássia Gallo: <https://orcid.org/0000-0002-5074-5153>

Kauany Mikaelle Vanda da Silva Lima: <https://orcid.org/0009-0008-4571-9824>

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

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

Paulo Roberto de Lima Meirelles: <https://orcid.org/0000-0001-9168-5081>

José Roberto Sartori: <https://orcid.org/0000-0003-2691-8250>

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 Unesp, Botucatu e especialmente ao setor de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens – CEMPAS da mesma Universidade por disponibilizarem os tucanuços 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 84623-1 e pelo Comitê de Ética da Unesp sob o número 0266/2022.

RESUMO

Espécies da família Ramphastidae como o *Ramphastos toco* (tucanuçu) são frequentemente apreendidos e encaminhados à Centros de Triagem de Animais Silvestres e mantidos sob cuidados humanos até que haja condições de soltura ou destinação. Entretanto, pouco se sabe das necessidades específicas dessa espécie, tornando indispensável a realização de estudos para garantir a excelência da dieta. Objetivou-se com o estudo determinar o aproveitamento de duas dietas, em dez aves da espécie *R. toco* mantidas sob cuidados humanos. Foram estudados dez tucanuços adultos hígidos. As dietas avaliadas foram compostas de 92% de frutos *in natura* e 8% de ração comercial seca (Dieta 1) e 80% de frutos, legumes e ovo cozido, acrescidos de 20% de ração comercial seca (Dieta 2). Foi avaliada a preferência alimentar das aves, escore fecal e a composição da dieta e das fezes, utilizando o método de coleta total de excretas. Foi realizada análise bromatológica das dietas e fezes dos animais, e determinados os parâmetros nutricionais de ingestão alimentar, coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) e frações digestíveis de Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Extrato Etéreo (EE), Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Extrativo Não Nitrogenado (ENN) e Energia Bruta (EB). As médias dos CDAs para as Dietas 1 e 2 foram de, respectivamente, 42% e 50% para MS; 47% e 35% para MM; 81% e 84% para EE; 47% e 39% para PB; 47% e 10% para FB; 66% e 56% para FDN; 89% e 81% para ENN; e 82% e 75% para EB. Os CDAs da EB, MM, ENN, FB e FDN foram superiores para a Dieta 1, enquanto a MS foi superior para a Dieta 2. Sob vigência da Dieta 2 houve melhora do escore fecal e ECC. Concluiu-se que a Dieta 2 ofereceu maiores quantidades de nutrientes e melhorou a saúde geral de tucanuços. Desta forma, a inclusão de legumes, ovos e rações extrusadas e a diminuição de frutos pode ser encorajada nas dietas oferecidas sob cuidados humanos para a espécie.

Palavras-chave: Análise bromatológica; aves silvestres; bem-estar animal; energia metabolizável; nutrição.

ABSTRACT

Specimens of the Ramphastidae family such as the *Ramphastos toco* (tucanuçu) are frequently seized and sent to Wild Animal Screening Centers and kept under human care until conditions for release or disposal are available. However, little is known about the specific needs of this species, making it essential to carry out studies to guarantee the excellence of the diet. The aim of the study was to determine the use of two diets in ten birds of the *R. toco* species kept under human care. Ten healthy, adult tucanuçu were studied. The diets evaluated were composed of 92% fresh fruit and 8% dry commercial food (Diet 1) and 80% fruit, vegetables and boiled egg, plus 20% dry commercial food (Diet 2). The birds' food preference, fecal score and the composition of the diet and feces were evaluated, using the total excreta collection method. Bromatological analysis of the animals' diets and feces was carried out, and the nutritional parameters of food intake, apparent digestibility coefficient (ADC), and digestible fractions of Dry Matter (DM), Mineral Matter (MM), Ether Extract (EE), Crude Protein (CP), Gross Fiber (GF), Neutral Detergent Fiber (NDF), Non-Nitrogenous Extractive (NNE) and Gross Energy (GE). The average ADCs for Diets 1 and 2 were respectively, 42% and 50% for DM; 47% and 35% for MM; 81% and 84% for EE; 47% and 39% for CP; 47% and 10% for GF; 66% and 56% for NDF; 89% and 81% for NNE; and 82% and 75% for GE. The ADCs for GE, MM, NNE, GF and NDF were higher for Diet 1, while for DM it was higher for Diet 2. Under Diet 2 there was an improvement in the fecal score and BCS. It was concluded that Diet 2 offered greater amounts of nutrients and improved the general health of tucanuçu. In this way, the inclusion of vegetables, boiled egg and extruded feed and the reduction of fruits can be encouraged in the diets offered under human care to the species.

Keywords: Animal welfare; bromatological analysis; metabolizable energy; nutrition; wild bird.

INTRODUÇÃO

Na família Ramphastidae, o gênero *Ramphastos* ocupa posição de destaque. Um dos grandes protagonistas desse gênero são os tucanuços, popularmente conhecidos como “tucanos”, pertencentes a espécie *Ramphastos toco* (Statius Muller, 1776) (Ordem Piciformes). Essa espécie pode ser encontrada e habitar os diferentes biomas brasileiros, sendo muito comum no Pantanal (Sick, 1997), onde a vegetação está organizada em manchas de florestas dispostas em matrizes de habitats abertos e semiabertos (Pott & Pott, 1994). Também é encontrada no Cerrado e Mata Atlântica (França *et al.*, 2009).

É notório que a perda e fragmentação de habitats, ocasionados pelo desmatamento, ocupação de áreas pelo agronegócio, expansão urbana e tráfico, são as grandes ameaças aos animais silvestres (Mittermeier *et al.*, 2005). Entre as espécies de avifauna do Brasil, as mais capturadas no tráfico são as aves dos ordens Passeriformes e Psittaciformes. Entretanto, *R. toco* também está entre as mais procuradas para criação como “*pets*”, devido à sua beleza de cores e exuberância (RENTAS, 2001), sendo constantemente entregues a centros de triagem e de reabilitação (Pacheco *et al.*, 2021).

Mediante ao exposto, é cada vez mais frequente a presença de tucanuços sob cuidados humanos. Desta forma, ressalta-se a importância do conhecimento sobre manejo, fisiologia, nutrição e comportamento desses animais, garantindo assim a integridade, saúde e bem-estar (AAFCO, 1998). Nesses aspectos, a nutrição é sempre um grande desafio, principalmente pela escassez de pesquisas sobre dietas, exigências nutricionais e digestibilidade dos alimentos oferecidos a esses animais, que geralmente são norteadas por dados obtidos em animais de produção (Council, 1994) muitas vezes pouco precisos em termos de exigências nutricionais para tucanuços, por possuírem fisiologias distintas (AAFCO, 1998).

Neste contexto, é importante destacar que a nutrição desses espécimes muitas vezes é realizada empiricamente, com uso de alimentos *in natura*, sem que seja realizado um balanceamento adequado dos nutrientes, e que tampouco sejam atendidas as exigências nutricionais da espécie. Os tucanuços são aves de grande porte que ocupam o dossel de matas e cuja dieta está substancialmente baseada em frutos carnosos (Stiles, 1993; Galetti *et al.*, 2000,

Ragusa-Netto, 2006). No entanto, apesar dessa característica predominantemente frugívora, sua dieta natural é composta, além de frutos maduros, por insetos, artrópodes, ovos e filhotes de outras aves (Gherard & Maciel, 2015).

Em decorrência da complexidade de formular uma dieta adequada, o mercado “pet” já apresenta alimentos balanceados e adequados para os mais diferentes animais selvagens, e a inclusão deles na alimentação deve ser encorajada (Machado & Saad, 2000). Pesquisas com aves vêm proporcionando o desenvolvimento de alimentos e a comercialização de diversas rações, que são ótimas em garantir os nutrientes exigidos para a manutenção das populações de animais selvagens sob cuidados humanos (Saad *et al.*, 2007).

Os requisitos nutricionais alimentares para aves cativas, podem interferir na condição corporal, escore fecal, saúde e bem-estar dos espécimes. A composição físico-química de um alimento corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias, fornecendo de forma geral o valor nutritivo aproximado, para se estimar uma dieta alimentar balanceada, de acordo com as necessidades de cada organismo (Cecchi, 2003). A necessidade energética de manutenção do animal pode variar de acordo com a idade, estado fisiológico, atividade, condição corporal e temperatura do ambiente (Testa, 2019).

Neste contexto, a avaliação dos alimentos tem sido embasada na energia, que representa o alimento como um todo, sendo este componente um dos mais importantes nas dietas, em termos quantitativos (Mejía & Ferreira, 1996). No entanto, nem toda a energia produzida é totalmente aproveitada, podendo apresentar algumas perdas, pelas fezes, urina e gases (Andriguetto *et al.*, 2002; Sakomura & Rostagno, 2007).

Desta forma, com a perda de energia e também de nutrientes, pelas fezes, é possível calcular os coeficientes de digestibilidade aparente dos alimentos. Com análises bromatológicas, tanto da dieta quanto das fezes, a porcentagem de nutrientes e quantidade de energia são estimados, e por diferença é possível calcular esses valores e, assim, o coeficiente de digestibilidade aparente (Andriguetto *et al.*, 2002). Essa mensuração “aparente” assim definida, pois não existe um método seguro para separar o nitrogênio metabólico do nitrogênio não digerido nas excretas (Robbins, 1992; Andriguetto *et al.*, 2002).

Entre os vários métodos empregados na determinação dos valores energéticos dos alimentos para aves, destaca-se o método tradicional de coleta total de excretas, sendo o mais utilizado para a determinação da energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) (Sibbald & Slinger, 1963). Esse método não invasivo da coleta de amostras, possibilita a obtenção de múltiplas informações do mesmo indivíduo, não influenciando o comportamento da ave (Goymann, 2005), que não é submetida a condições de estresse pelo procedimento de contenção. Atrelado à energia, o conhecimento da digestibilidade de um alimento, direciona a escolha de ingredientes mais adequados para a formulação de dietas (Saad *et al.*, 2007).

Diante da falta de informações sobre a nutrição de tucanuços mantidos em cativeiro, o presente estudo objetivou avaliar duas dietas com composições nutricionais distintas, sendo que em uma delas foram incluídos legumes, ovo cozido e maior porcentagem de ração. Determinou-se a preferência alimentar, consumo alimentar, digestibilidade das dietas e escore fecal em tucanuços mantidos sob cuidados humanos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do estudo

O estudo foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP - Botucatu no Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS) e Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ, UNESP – Botucatu.

Aprovação ética

A presente pesquisa atendeu os Princípios Éticos na Experimentação Animal, e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob protocolo 0266/2022. Obteve também a autorização para atividades com finalidade científica do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), segundo nº 84623-1.

Animais e alojamento

Foram utilizados dez exemplares de *R. toco*, sendo seis fêmeas e quatro machos. Os animais foram oriundos de resgate, tráfico ou posse ilegal, advindos de vários locais da região de Botucatu-SP, e encaminhados por órgãos responsáveis. As aves ficaram alojadas no recinto pelo período de pelo menos um ano.

O alojamento dos animais foi dividido em parte externa e interna, ambos possuindo um comedouro (bandeja de alumínio) e bebedouro de cimento. A área interna tem dimensões de 4,00 x 3,45 x 2,00 m e área externa com 10,70 x 3,45 x 2,20 m de comprimento, largura e altura, respectivamente. O recinto permite o voo das aves e apresenta poleiros de formatos e tamanhos diferentes.

Durante as coletas de fezes e determinação da preferência alimentar, os animais foram mantidos em gaiolas individuais com as dimensões: 110 x 50 x 70 cm de comprimento, largura e altura, respectivamente, para o ensaio de digestibilidade, em ambas as etapas. Na base inferior de cada gaiola foram colocadas bandejas forradas com sacos plásticos para a coleta de excretas. Antes das coletas os animais passaram por período de adaptação nas gaiolas durante sete dias.

Delineamento experimental

Foram avaliadas duas dietas distintas ofertadas a tucanuços mantidos sob cuidados humanos. Na primeira etapa foi avaliada a dieta ofertada na rotina dos animais, que continha 92% de alimentos *in natura* (frutos) acrescidos de 8% de ração (Dieta 1). Na segunda etapa foi ofertada uma nova dieta, composta por 80% de alimentos *in natura*, com diminuição da porcentagem de frutos e inclusão de legumes e ovo cozido, aumentando-se a porcentagem de ração para 20% (Dieta 2). Realizou-se a avaliação da ingestão individual de cada item alimentar da dieta e a coleta total de fezes por três dias. Posteriormente, foi feito um comparativo entre as duas dietas. Para a segunda etapa, os animais foram adaptados à dieta por trinta dias. Foram avaliados a preferência alimentar, o consumo individual de nutrientes, o coeficiente de digestibilidade aparente e o escore fecal.

Critérios de inclusão e exclusão para o estudo

Os critérios de inclusão para o ensaio de digestibilidade foram a normalidade do exame físico (frequências cardíacas e respiratórias, coloração das mucosas, hidratação e temperatura corporal), além de hemograma dentro dos parâmetros de referência para a espécie. Os critérios de exclusão foram animais doentes, com alterações do exame físico e parâmetros gerais e com alterações hematológicas ao hemograma.

Avaliação geral

Os tucanuços foram contidos fisicamente, por meio de puçá, e submetidos a avaliação do exame físico geral, confirmação do estado de hígidez e coleta de sangue para exames laboratoriais.

Procedeu-se então à pesagem dos animais em balança digital. Foram determinados o escore de condição corporal (ECC) seguindo o modelo adaptado de Harrison & Ritchie (1994) (Figura 1), analisado por meio de inspeção e palpação dos animais, utilizando uma escala de 1 a 5 pontos padronizada para papagaios (adaptado de Grespan & Raso, 2014; Kaytee, 2008), sendo:

- **Pontuação 1:** animais com musculatura peitoral côncava sobre a quilha (desnutrição e magreza);
- **Pontuação 2:** massa muscular moderada com ápex da quilha facilmente palpável (ligeiramente magro);
- **Pontuação 3:** músculos peitorais convexos (ideal);
- **Pontuação 4:** massa muscular nivelada com o ápex da quilha (sobrepeso);
- **Pontuação 5:** os músculos se prorrogam além da quilha (obesidade).

Dieta dos animais em condições de cativeiro

Na primeira etapa do estudo foi avaliada a dieta já ofertada na rotina dos animais (Dieta 1), disponibilizada uma vez ao dia, composta por: 30% de banana, 45% de mamão, 17% de maçã e 8% de ração peletizada (Nutral®) para tucanuços. Para a segunda etapa (Dieta 2), houve a inclusão gradual na dieta de

maiores quantidades de ração, até atingir 20%, adicionada de 80% de novos alimentos *in natura*. A Dieta 2, ofertada uma vez ao dia, foi composta por: 15% de cenoura, 15% de batata-doce, 20% de banana, 20% de mamão, 10% de ovo cozido e 20% de ração peletizada (Nutral®) para tucanuços. Após 30 dias, com a maior inclusão de ração e novos itens alimentares, os animais foram novamente avaliados (Tabela 1).

Ensaio de digestibilidade aparente (DA)

O ensaio de DA foi realizado nos meses de setembro e outubro de 2023, na primavera. As aves foram acondicionadas nas gaiolas individuais em cada etapa (vigência das Dietas 1 e 2) durante uma semana, para adaptação. A seguir, nas próximas 72 horas, foram anotadas as preferências alimentares, pesadas as sobras de cada dieta oferecida (para cálculo da ingestão individual de cada ave) e coletadas as fezes totais do período. A primeira etapa (Dieta 1) foi desenvolvida em duas semanas. Posteriormente, foi realizada a adaptação à Dieta 2, durante trinta dias e, a seguir, realizou-se o ensaio de digestibilidade aparente dessa dieta, do mesmo modo descrito acima.

Na gaiola, a dieta era ofertada atendendo a necessidade energética de manutenção (NEM) da espécie, sendo PC o peso corporal, utilizando a fórmula (Eq.1) (Dierenfeld & Graffam, 1996):

$$NEM = 140 \times (PC)^{0,75} \quad (\text{Eq. 1})$$

A dieta era oferecida pela manhã. Após 24 horas da oferta, as sobras de cada um dos ingredientes da dieta também foram pesadas em balança digital, e a dieta foi reconstituída para posterior análise. A coleta total de excretas foi realizada em três momentos do dia, para evitar a desidratação da amostra de fezes. Em seguida, as excretas foram pesadas, identificadas, armazenadas em tubos coletores de fezes individuais e congeladas.

A ingestão alimentar (IA) foi calculada pela subtração da quantidade total fornecida de alimento (g) em relação a quantidade das sobras de alimento (g); e amostras da dieta com as mesmas quantidades de ingrediente consumido pelos animais, foram reconstituídas, sendo os alimentos *in natura* processados em liquidificador e a ração comercial triturada em um moedor de café.

Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas.

Foi realizado um *pool* de fezes com as três amostras colhidas no experimento, e o mesmo foi feito com as dietas, constituindo assim uma amostra composta de dieta e uma de fezes para cada animal, sob vigência das Dietas 1 e 2. As amostras das dietas e das fezes foram mantidas a - 20°C para posterior análise bromatológica (química).

Análises bromatológicas

As amostras das fezes e dietas consumidas em 72 horas foram descongeladas, pesadas, identificadas e secas em estufa por 72 horas. A seguir, foi realizada a moagem do material seco, determinando-se, por análise química, os teores de Matéria Seca (MS), segundo o método 39.1.02 da A.O.A.C. (2012); Proteína Bruta (PB), segundo o método de A.O.A.C (2012) e adaptação do método Kjeldahl-micro 4.2.11; Extrato Etéreo (EE), segundo o método 934.01 A.O.A.C (2012); Fibra Bruta (FB) e Fibra em Detergente Neutro (FDN), segundo o método 991.43 A.O.A.C (2012) e Matéria Mineral (MM), segundo o método 39.1.09 A.O.A.C (2012).

Cálculos do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA)

Após análise bromatológica das Dietas 1 e 2, foram determinados os nutrientes ingeridos (MS, PB, EE, FB, MM, FDN e EB). Com os resultados das fezes e dietas foram calculados os coeficientes de metabolização aparente (CMA) dos nutrientes digestíveis, determinando-se a proteína digestível (PD), fibra digestível (FD), extrato etéreo digestível (EED), matéria mineral digestível (MMD), fibra em detergente neutro digestível (FDND). Foi calculada a energia metabolizável (EM) ingerida durante os três dias de ensaio de digestibilidade. A seguir, foi determinado o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) para proteína bruta (CDPB), fibra bruta (CDFB), extrato etéreo (CDEE), matéria mineral (CDMM), fibra em detergente neutro (CDFDN), e energia bruta (CDEB).

Para o cálculo do consumo pelo peso metabólico foram utilizados os modelos matemáticos propostos por Andriguetto *et al.* (2002) e replicados nas equações 2, 3, 4:

$$\text{Consumo diário (MS)} = \left(\frac{\text{Matéria seca dieta} \times \text{Ingestão Alimentar}}{100} \right) \quad (\text{Eq. 2})$$

Para calcular a quantidade de cada nutriente ingerido em gramas (PB, EE, FB, MM), foram utilizados os modelos matemáticos propostos por Andriguetto *et al.* (2002):

$$\text{Nutriente (g)} = \text{Consumo diário (MS)} \times \text{Nutriente da dieta (\%)} \quad (\text{Eq. 3})$$

Já a quantidade de energia bruta ingerida (EB) foi calculada utilizando a equação, foram utilizados os modelos matemáticos propostos por Andriguetto *et al.* (2002):

$$\text{Energia Bruta (Kcal)} = \text{Consumo diário (MS)} \times \text{Energia bruta da dieta} \quad (\text{Eq. 4})$$

Para os cálculos dos CMAs dos nutrientes digestíveis e da EB foram aplicadas as equações (Eq. 5 e 6), foram utilizados os modelos matemáticos propostos por Andriguetto *et al.* (2002) e posteriormente os valores de energia foram ajustados conforme a retenção de nitrogênio das amostras (Eq. 7 e 8).

$$\text{CMAEB} \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{g}} \right) = \frac{\text{EB ingerida} - \text{EB excretada}}{\text{Consumo diário (MS)}} \quad (\text{Eq. 5})$$

$$\text{CMA nutriente (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Consumo diário (MS)}} \quad (\text{Eq. 6})$$

$$\text{Balanço de N} = \text{N ingerido} - \text{N excretado} \quad (\text{Eq. 7})$$

$$\text{EMAn} = \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretada} + 8,22 \times \text{BN})}{\text{Consumo diário (MS)}} \quad (\text{Eq. 8})$$

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da PB, EE, FB, FDN, MM, ENN e EB das dietas foram determinados com a fórmula (Eq. 9), foram utilizados os modelos matemáticos propostos por Andriguetto *et al.* (2002):

$$\text{CDA nutriente (\%)} = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Consumo diário (MS)}} \times 100 \quad (\text{Eq. 9})$$

Escore fecal

O escore fecal foi avaliado durante os três dias do ensaio de digestibilidade, considerando-se as características atribuídas às fezes, tais como: consistência, volume e coloração. Foram realizados registros fotográficos, em três diferentes momentos do dia, para ambas as dietas. O peso total das fezes por indivíduo foi mensurado.

Preferência Alimentar

As preferências alimentares dos tucanuços foram observadas, individualmente, por três dias durante a etapa 1 e a etapa 2.

Os animais foram observados individualmente por 15 minutos cada, (tempo de atividade de ingestão alimentar) para registrar os itens alimentares selecionados durante o ensaio. Foram anotados os três primeiros itens escolhidos por cada animal durante todo o período de observação. Com base na frequência de preferência dos itens alimentares, foram identificados os principais alimentos selecionados pelos indivíduos.

Análise Estatística

A análise estatística foi realizada utilizando software comercial (Graphpad Prism versão 8.4.2). A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparação do peso corporal dos animais, da quantidade das fezes total produzida em três dias, dos teores de nutrientes e energia das dietas, e do coeficiente de digestibilidade aparente entre as dietas 1 e 2 foi utilizado Test T de Student pareado, para dados paramétricos. A comparação do ECC entre as etapas 1 e 2 foi realizada pelo teste de Wilcoxon. Foi considerado o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Para o ensaio de digestibilidade e análises ponderais foram utilizados dez tucanuços adultos, hígidos, sendo seis fêmeas e quatro machos (Tabela 2).

Avaliação da condição de escore corporal (ECC)

Os ECCs dos indivíduos variaram entre as pontuações 2 a 4. Não foi observada diferença significativa do peso corporal ou ECC entre as etapas 1 e 2. Ao final do consumo da Dieta 2, o número de aves com escore ideal (ECC = 3) aumentou de 30 para 70% (Tabela 3). Dentre os tucanuços avaliados, os quatro machos (T1, T2, T3 e T4) apresentaram maior ECC, quando comparado às fêmeas. As seis fêmeas (T5, T6, T7, T8, T9 e T10) tiveram o ECC ideal ao final da segunda etapa.

Escore fecal e pesagem das excretas

Na pesagem total de fezes coletadas durante três dias (D1 = 1º dia; D2 = 2º dia; D3 = 3º dia), observou-se que as aves defecaram maior quantidade quando ingeriram a Dieta 2. O peso médio total de fezes na Dieta 1 foi de 78,93 g, enquanto para a Dieta 2 ocorreu aumento significativo, com valor de 105,63 g ($p=0,007$) (Figura 2). A consistência das fezes para as duas dietas está ilustrada na Figura 3.

Preferência alimentar

Nos três dias de ensaio de digestibilidade a preferência alimentar foi avaliada, para ambas as dietas (Figura 4). Para a Dieta 1, os itens de preferência inicial foram o mamão, seguido da banana sendo a maçã e a ração os de menor preferência. Para a Dieta 2, a banana e o mamão também foram as escolhas de preferência, apesar de constituírem uma pequena porção do alimento. A batata-doce foi o terceiro item selecionado, sendo esse um dos novos ingredientes incluídos. O ovo cozido, a cenoura e a ração foram os itens com menor preferência na Dieta 2 (Figura 4).

Consumo alimentar e composição das Dietas

A média de ingestão alimentar total foi maior para a Dieta 1, em comparação com a Dieta 2 ($p<0,0001$). Para a Dieta 1, a ingestão média diária foi de 235,8 g, enquanto para a Dieta 2 foi de 189,5 g (Figura 5C). A porcentagem média de cada item ingerido para a Dieta 1 foi a seguinte: 52,7% de mamão, 29,7% de banana, 12,8% de maçã e 4,8% de ração, enquanto para a Dieta 2 foi:

30% de banana, 28,5% de mamão, 19,1% de batata doce, 8,3% de ovo cozido, 7,3% de ração e 6,8% de cenoura (Figura 5A e 5B). O consumo individual diário está representado na Figura 6.

Na comparação dos teores nutricionais das dietas, a Dieta 2 apresentou níveis superiores de EB ($p=0,03$), MS ($p=0,0001$), MM ($p=0,002$), PB ($p=0,006$) e EE ($p<0,0001$). Enquanto os teores de FB ($p<0,0001$) e ENN ($p=0,001$) foram superiores para Dieta 1 em comparação com a Dieta 2. Na FDN não foi observada diferença para as dietas ($p=0,06$). A composição das Dietas 1 e 2 está representada na Tabela 1.

Ensaio de Digestibilidade

As análises químicas foram realizadas a partir da coleta de amostras das fezes e das Dietas 1 e 2 consumidas. Os valores individuais dos nutrientes ingeridos e os cálculos dos nutrientes digestíveis em gramas estão apresentados nas Tabelas 4, 5, 6 e 7.

A porcentagem de ingestão dos nutrientes digestíveis das Dietas 1 e 2 está representada nas Tabelas 8 e 9.

Quando comparados os coeficientes de digestibilidade das duas dietas do estudo, o CDA da MS foi estatisticamente superior para a Dieta 2, enquanto a Dieta 1 apresentou valores de CDA superiores para EB, MM, FB, ENN e FDN (Tabela 10).

DISCUSSÃO

O estudo comparou duas dietas formuladas para tucanuçu, sendo a primeira (Dieta 1) composta basicamente de frutos e pequena quantidade de ração, e a segunda (Dieta 2) contendo uma mistura de frutos, ovo cozido, legumes e maior quantidade de ração. Na comparação dos teores nutricionais das dietas, a Dieta 2 apresentou níveis superiores de EB, MS, MM, PB e EE, fatos justificados provavelmente pela maior inclusão de ração, que apresenta maiores teores de matéria seca, energia e concentração de nutrientes, além de ingredientes como o ovo, rico em proteínas e gorduras. Por outro lado, os teores de FB e ENN foram superiores para Dieta 1, provavelmente devido à alta inclusão de frutos, ricos em açúcares e fibras.

A formulação de dietas em algumas aves selvagens mantidas sob cuidados humanos, como os tucanuços, não apresenta padronização em literatura. Assim, as recomendações das exigências nutricionais para aves de produção, com base nas tabelas de exigências do Nutrient Requirement Council – NRC (Council, 1994) são extrapoladas, para balancear a dieta desses animais. Entretanto, nas aves de produção são utilizadas concentrações mais altas de nutrientes para incorporação, com recomendações de EM=2.500 kcal/Kg e de PB=17,5%. Porém, a digestibilidade dos nutrientes e os valores energéticos não devem ser extrapolados, pois existem variações fisiológicas entre as aves domésticas e as silvestres (AAFCO, 1998). Pouco se sabe sobre a composição nutricional da dieta de tucanuços em vida livre (Dislich, 2014).

Sabe-se que os tucanuços apresentam hábito alimentar frugívoro primário e faunívoro oportunista. As rações comerciais disponíveis no mercado brasileiro apresentam níveis de garantia que variam de 19% a 20% de proteína bruta (Dislich, 2014). No presente estudo, pode-se constatar que a Dieta 1 apresentou EB de 2.335 kcal/Kg e PB de 7,7%, enquanto na Dieta 2 a EB foi de 2.223 kcal/kg e PB de 20,5%. Apesar dos níveis energéticos (EB) das duas dietas estudadas serem próximos, pode-se notar importante diferença da composição de nutrientes, a exemplo da PB, bastante superior na Dieta 2, sendo os teores de PB dessa dieta mais próximos aos das rações comerciais padronizadas para a espécie.

Certamente, pode-se afirmar que o consumo de alimento por parte das aves é influenciado pela concentração energética do alimento (Colvara *et al.*, 2002). No presente estudo, foi possível observar a regulação do consumo de ambas as dietas pelos tucanuços, que ocorreu de acordo com os seus requisitos nutricionais individuais (Tabelas 6 e 7), indicando que o forrageamento ocorre somente na quantidade necessária de nutrientes para atender a necessidade energética de manutenção (NEM) da espécie.

Com base na premissa postulada, de que os tucanuços regulam a ingestão da dieta para atender aos seus requisitos nutricionais, observou-se que o consumo em gramas da Dieta 1 foi superior ao da Dieta 2, apesar de uma maior concentração de energia. Assim, o maior consumo da Dieta 1 poderia ser explicado pelos menores teores de proteínas e gorduras, uma vez que a composição dessa dieta apresentou 7,7% de proteína e 2% de gordura, enquanto na Dieta 2 os teores de proteína e gordura foram de 20,5% e 10,6%, respectivamente.

Ainda no quesito da ingestão da dieta, é importante considerar que, em aves, as fibras dietéticas aumentam o tempo de passagem intestinal, culminando em maior consumo para atender a NEM da espécie (Klasing, 1998). A composição da Dieta 1 revelou inclusão de fibras em 11,3%, enquanto a Dieta 2 apresentou 8,7% de FB, sendo esse outro fator que pode ter influenciado para o maior consumo em gramas da Dieta 1.

Quando avaliada a preferência dos tucanuços, foi observada nítida escolha dos frutos mamão e banana. A maior digestibilidade do ENN na Dieta 1, ocorre principalmente pelo fato das aves aumentarem o consumo alimentar para atender as necessidades nutricionais. Os dados de escolha alimentar apresentados pelos tucanuços estão de acordo com Padula (2017), que concluiu em sua pesquisa que tucanuços apresentam a capacidade de distinguir os frutos pelo grau de maturação, preferindo os frutos mais maduros de Jerivá, corroborando também com o estudo de Lane (1997), que descreve a preferência por alimentos com maiores teores de sacarose, e consequentemente com maiores teores de ENN. Em adição, é notório que baixos índices de açúcares são benéficos em dietas formuladas para animais que estão sob cuidados humanos.

A preferência se deu por maiores frequências de escolha aos itens com maior umidade e concentração de açúcares, representados pelos frutos: banana e mamão. Observou-se que alimentos com maior consistência e menor porcentagem de umidade foram preteridos na escolha alimentar, como exemplo da maçã e ração, sendo que em ambas as dietas, a ração foi o item com menor preferência pelos tucanuços. Alguns animais selecionaram o ovo cozido entre os três itens de preferência. Uma hipótese para a ingestão preferencial dos frutos

mamão e banana, pode ser devido ao maior teor de ENN, indicativo de maior palatabilidade para a espécie.

Mesmo muitas espécies se alimentando de dietas ricas em carboidratos, existem diferenças anatômicas e fisiológicas entre elas. Um exemplo dessas diferenças pode ser notado no estudo de Duke (1997), mostrando que as ratitas (avestruzes), por possuírem cecos grandes e um cólon muito longo, apresentam a fermentação de fibras vegetais, devido a essas estruturas digestivas. Já no caso dos tucanuços, há a ausência de ceco (Silva, 2021), reduzindo essa capacidade fermentativa. Provavelmente a digestibilidade de FB inferior para a Dieta 2, sugere a hipótese de ocorrência de um mecanismo de regulação para esse nutriente, de acordo com a anatomia da espécie.

Observou-se baixo CDA da FB para a Dieta 2 (10%), em comparação com a Dieta 1 (47%). Tais resultados contrapõem o estudo de Saad *et al.* (2007), que afirmam que a extrusão do alimento favorece a digestibilidade da FB. Entretanto, apesar de uma maior concentração de ração comercial extrusada na Dieta 2, houve importante redução do CDAFB para essa dieta. Deve-se considerar ainda, que o processo de extrusão pode modificar a proporção de fibra insolúvel e solúvel da dieta (Lukeskova *et al.*, 1996). Estudos que avaliem a composição das fibras da dieta, considerando a solubilidade das mesmas, devem ser realizados na espécie para auxiliar na elucidação de tais questões.

Harper (1981) salienta que a inclusão de soja em rações para aves, como a usada no presente estudo, ao sofrer o processo de extrusão, promove a eliminação de gordura, liberada das células da soja que contêm óleo. Vários estudos têm mostrado que a ruptura destas células proporciona aumento na absorção do óleo da soja em aves (Carew *et al.*, 1961; Featherston & Rogler, 1966; Adams & Jensen, 1985). Entretanto, apesar da Dieta 2 apresentar maior porcentagem de alimentos extrusados, como a ração, e maiores teores de EE, não foi observada diferença no CDA para esse nutriente entre as Dietas 1 e 2, sinalizando que, mesmo em dietas com baixos teores de gordura, como a Dieta 1 com 2% de EE, os tucanuços conseguem um bom aproveitamento desse nutriente.

O extrato etéreo constitui a maior fração de energia dos alimentos, fornecendo em média mais energia que os carboidratos (Silva *et al.*, 2014). Entretanto, aves como os tucanuços, que são frugívoras, buscam suprir suas

necessidades energéticas, principalmente com fontes de carboidratos (Silva, 2017). Esse fato pode ser constatado no presente estudo, conforme se observa nas Tabelas 4 e 5. Durante a ingestão da Dieta 1, pobre em extrato etéreo (2%), a energia advinda do ENN foi maior que a obtida pela gordura (EE=3%; ENN=58%), de modo similar ao observado para a ingestão da Dieta 2, que apesar de teores superiores de extrato etéreo (10,6%), permaneceu a obtenção da energia procedente do ENN (EE=6%; ENN=48%).

Os valores encontrados para CDAEE foram de 80,5% para a Dieta 1, e de 84,1% para a Dieta 2. Tais valores foram próximos ou ligeiramente inferiores aos observados em animais de produção, como obtido por Fernandes *et al.* (2015), na avaliação dos CDAs de uma ração tradicional em aves poedeiras da linhagem Label Rouge, com CDAEE, para aves adultas, de 91,50%. Ainda, de acordo com Kamwa (2002), o aumento no teor de lipídios das dietas promove maior digestibilidade de EE, similar ao presente estudo.

Moran (1989) relata que a absorção de extrato etéreo em aves jovens é baixa até a maturação do intestino delgado, principalmente pela ausência ou pouco desenvolvimento de células especializadas para digestão e absorção. Após o nascimento, as células epiteliais do intestino das aves encontram-se ainda em fase de transição, desta forma, as aves aumentam a capacidade de digerir gorduras com o aumento da idade (Café *et al.*, 2000) e maturação dos tecidos do trato gastrointestinal. As diferenças na digestibilidade da gordura entre aves jovens e adultas foram verificadas por Carew *et al.* (1972), Katongole & March (1980), além de Kan *et al.* (1988); resultados convergentes com o presente estudo com aves adultas, uma vez que todas apresentaram elevada digestibilidade para a gordura.

O extrato etéreo é importante fonte de energia, e há indícios de que menores concentrações de frutos na elaboração das dietas de animais cativos é benéfica (Saad *et al.*, 2008). No estudo presente, o valor de EB ingerida foi superior para a Dieta 2, com menor concentração de açúcar, além da inclusão de legumes e ovo cozido e maior porcentagem de ração, em comparação com a Dieta 1, tendo essa dieta, portanto, uma composição nutricional mais adequada. Em se tratando de EB, é consenso que a energia é um dos fatores limitantes do consumo. A precisão dos valores energéticos está diretamente relacionada com o sucesso da formulação da dieta ofertada. A determinação dos valores de

energia metabolizável (EM) dos alimentos é importante, pois é a forma mais utilizada no cálculo de elaboração de rações para aves (Albino *et al.*, 1991).

Os resultados de CDAs podem ser influenciados pela preparação, elaboração e composição de dietas (Kalmar *et al.*, 2007), como observado nas Dietas 1 e 2. O mesmo autor, em sua pesquisa, aferiu os valores de $50,4\% \pm 6,0$ para CDA da PB, similares aos que obtivemos para a Dieta 1 (47,3%), baixa em proteína, enquanto na Dieta 2, com maiores teores de proteína, o valor de CDA da PB foi reduzido para 38,5%. Tais resultados sugerem que os tucanuços regularam a ingestão de nutrientes para suas necessidades.

No comparativo de ECC sob vigência das Dietas 1 e 2, não se observou diferença significativa nos animais. Após a Dieta 1, 30% das aves apresentaram ECC ideal, 10% magras (ECC=2) e 60% acima do ideal (ECC=4). Após a Dieta 2, observou-se melhor condição corporal dos animais, com 70% em ECC ideal e 30% acima do ideal (ECC=4). Tais resultados indicam que a dieta com menor concentração de açúcares pode ter efeito benéfico, uma vez que reduziu o ECC de 4 (sobrepeso) para 3 (ideal) em três aves, e melhorou o escore da única ave magra, corroborando com o considerado ideal para aves de cativeiro na avaliação do ECC (Harrison & Ritchie, 1994; Tully, 2009; Kaytee, 2008; Doneley, 2010; Grespan & Raso, 2014).

Arelado ao alto consumo da Dieta 1, observou-se maior umidade e menor peso das fezes com essa dieta, com valor médio de MS de $17,30\% \pm 2,94$, enquanto a Dieta 2, com menor consumo, exibiu valor médio de MS $23,23\% \pm 2,44$ e apresentou melhor qualidade na consistência das fezes (Figura 3), sendo eficaz no trânsito gastrointestinal. Segundo Kalmar (2007), impactos da dieta nas excretas podem ser explicados pela sua influência na taxa de passagem do alimento através do trato gastrointestinal, o que por sua vez resulta em digestão e tempos de absorção dos nutrientes alterados. É possível que os resultados do presente estudo, com fezes de consistência mais líquida na primeira etapa, possam ser decorrentes de maiores teores de umidade da Dieta 1 quando comparados com a Dieta 2. A introdução de novos alimentos como a batata-doce, cenoura e ovo cozido, se mostraram importantes para resultados promissores de escore fecal, aumentando a consistência das excretas.

Apesar das diferentes composições de ingredientes (matéria natural) e de nutrientes (matéria seca) das dietas, as aves foram capazes de selecionar os

itens de consumo de modo a regular, similarmente, a ingestão de nutrientes digestíveis, incluindo a MM, PB, FDN e EB. As exceções incluíram a ingestão de ENN e FB, mais elevada na dieta rica em carboidratos (Dieta 1), e a ingestão de gordura, superior na dieta rica em proteínas e gorduras (Dieta 2).

A fantástica capacidade de regulação de absorção de nutrientes, aliada a uma parcial seleção favorável à absorção de determinados ingredientes da dieta, como carboidratos, fibras e gorduras, podem ser usadas na alimentação em cativeiro, favorecendo o manejo desses animais. Para animais em cativeiro com baixa atividade física e tendência ao sobrepeso / obesidade, a Dieta 2 se mostrou favorável, uma vez que alguns animais que estavam em sobrepeso, voltaram para o ECC ideal em apenas trinta dias de consumo dessa dieta. Por outro lado, aves em condições de recuperação do peso ou convalescença podem ser beneficiadas pela Dieta 1, que promoveu maior escore corporal.

CONCLUSÃO

A Dieta 2, com maior diversidade de grupos alimentares, ofereceu maiores quantidades de nutrientes, melhorou a condição nutricional (ECC) e o escore fecal em tucanuços. Desta forma, a inclusão de legumes e ovo cozido, rações extrusadas e a diminuição de frutos pode ser encorajada nas dietas oferecidas sob cuidados humanos para a espécie.

REFERÊNCIAS

- Adams, K. L., & Jensen, A. H. (1985). Effect of processing on the utilization by young pigs of the fat in soya beans and sunflower seeds. *Animal Feed Science and Technology*, 12(4), 267-274. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(85\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0377-8401(85)90003-3)
- Albino, L. F. T. (1991). *Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte* (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Viçosa.).
- Andriguetto, J.M.; Perly, L.; Minardi, I.; Gemael, A.; Flemming, J.S.; Souza, G.A. & Bona Filho, A. (2002). Nutrição animal – Vol. 1. In: *As bases e os fundamentos da nutrição animal*. 4 ed. São Paulo: Livraria Nobel, p.11- 267.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1995). Official methods of analysis, 16th ed. AOAC, Washington, USA.

Association of American Feed Control Officials Incorporated- AAFCO. (1998). Nutrition expert panel review: new rules for feeding pet birds. *Feed Management*, Sea Isle City, 49(2), 3.

Café, M. B., Sakomura, N. K., Junqueira, O. M., Carvalho, M. R. B., & Del Bianchi, M. (2000). Determinação do valor nutricional das sojas integrais processadas para aves. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 2, 67-74. <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2000000100010>

Carew Jr, L. B., Hill, F. W., & Nesheim, M. C. (1961). The comparative value of heated ground unextracted soybeans and heated dehulled soybean flakes as a source of soybean oil and energy for the chick. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 38(5), 249-253. <https://doi.org/10.1007/bf02636770>

Carew Jr, L. B., Machemer Jr, R. H., Sharp, R. W., & Foss, D. C. (1972). Fat absorption by the very young chick. *Poultry Science*, 51(3), 738-742. <https://doi.org/10.3382/ps.0510738>

Cecchi, H. M. (2003). *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Editora da UNICAMP.

Chabu, D. B. (2014). *Determinação não-invasiva da concentração de metabólitos de hormônios gonadais em excretas de ranfastídeos* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Clark, P., Boardman, W., & Raidal, S. (2009). *Atlas of clinical avian hematology*. John Wiley & Sons.

Colvara, I. G., Maier, J., Rutz, F., Brum, P., & Pan, E. (2002). Níveis de energia metabolizável em rações para poedeiras semipesadas durante o segundo ciclo de produção no verão. *Current Agricultural Science and Technology*, 8(1).

Dale, N. (1988). Energía metabolizable verdadera: usando los valores en la formulación práctica. *Avicultura Profesional*, Athens, 16(2), 54-56.

Dierenfeld, E. S., & Graffam, W. S. (1996). Manual de nutrición y dietas para animales silvestres en cautiverio (ejemplos para animales de América Latina). *Zoo Conservation Outreach Group: New Orleans, LA, USA*.

Dislich, M. (2014). Piciformes (Tucanos, Araçaris e Pica-paus). In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., Catão-Dias, J. L. (Eds.). *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*. (pp. 598-625). São Paulo, Brazil: Roca.

Doneley R. (2010). Disorders of the gastrointestinal tract. In: *Avian Medicine and Surgery in practice: Companion and aviary birds* London: Manson Publishing Ltd; p. 159.

Duke, G. E. (1997). Gastrointestinal physiology and nutrition in wild birds. *Proceedings of the Nutrition Society*, 56(3), 1049-1056. <https://doi.org/10.1079/pns19970109>

Fernandes, R. T. V., de Arruda, A. M. V., de Araújo, M. S., da Silva Melo, A., Marinho, J. B. M., Vasconcelos, N. V. B. & de Holanda, J. S. (2015). Valores energéticos e coeficientes de digestibilidade de uma ração tradicional para aves Label Rouge em diferentes idades. *Acta Veterinaria Brasilica*, 9(2), 108-113. <https://doi.org/10.21708/avb.2015.9.2.4255>

Featherston, W. R., & Rogler, J. C. (1966). A comparison of processing conditions of unextracted soybeans for utilization by the chick. *Poultry Science*, 45(2), 330-336. <https://doi.org/10.3382/ps.0450330>

Fischer JR., A. A.; Albino, L. F. T., Rostagno, H. S., & Gomes, P. C. (1998). Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27(2), 314-318.

França, L. F., Ragusa-Netto, J., & Paiva, L. V. D. (2009). Consumo de frutos e abundância de Tucano Toco (*Ramphastos toco*) em dois habitats do Pantanal Sul. *Biota Neotropica*, 9, 125-130. <https://doi.org/10.1590/s1676-06032009000200012>

Galetti, M., Laps, R., & Pizo, M. A. (2000). Frugivory by Toucans (*Ramphastidae*) at Two Altitudes in the Atlantic Forest of Brazil 1. *Biotropica*, 32(4b), 842-850. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00622.x>

Gherard, B., & Maciel, R. (2015). Guia de aves. *Fundação Ezequiel Dias. Belo Horizonte: Imprensa Oficial*. Disponível em: <http://www.funed.mg.gov.br/wp-content/uploads/2018/10/GUIA-DE-AVES-FUNED-Vers%C3%A3o-Net_final.pdf>. Acesso em: 16/06/2023.

Goymann, W. (2005). Noninvasive monitoring of hormones in bird droppings: physiological validation, sampling, extraction, sex differences, and the influence of diet on hormone metabolite levels. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1046(1), 35-53. <https://doi.org/10.1196/annals.1343.005>

Grespan, A., & Raso, T. D. F. (2014). Psittaciformes (araras, papagaios, periquitos, calopsitas e cacatuas). In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., Catão-Dias, J. L. (Eds.). *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*. (pp. 550-589). São Paulo, Brazil: Roca.

Harper, J. M. (1981). *Extrusion of foods*. Boca Raton: CRC Press. 2, 116.

Harrison, G. J., Harrison, L. R., & Ritchie, B. W. (1994). *Avian medicine: principles and application* (pp. 523-525). D. W. Zantop (Ed.). Wingers Pub.

Kalmar, I. D., Werquin, G. J. D. L., & Janssens, G. P. J. (2007). Apparent nutrient digestibility and excreta quality in African grey parrots fed two pelleted diets based

on coarsely or finely ground ingredients. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91(5-6), 210-216. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2007.00694.x>

Kamwa, E. B. (2002). *Níveis crescentes de lípase exógena em dietas para papagaios verdadeiros (Amazona aestiva) com diferentes taxas de inclusão de óleo de girassol* (Doctoral dissertation, Tese de Doutorado. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais).

Kan, C. A., Scheele, C. W., & Janssen, W. M. M. A. (1988). The energy content of full-fat soya beans in meal and pelleted feeds for adult cocks and broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 19(1-2), 97-104. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(88\)90058-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(88)90058-2)

Kaytee. (2008). *Education reference guide*. Chilton: Kaytee Products.

Katongole, J. B. D., & March, B. E. (1980). Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources. *Poultry Science*, 59(4), 819-827. <https://doi.org/10.3382/ps.0590819>

Klasing, K. C. (1998). *Comparative avian nutrition* (pp. ix+-350). New York: CAB International Publishing.

Lane, S. J. (1997). Preferences and apparent digestibilities of sugars by fruit damaging birds in Japan. *Annals of applied biology*, 130(2), 361-370. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1997.tb06839.x>

Lukešová, P., Příhoda, J., & Mačková, B. (1996). Changes in dietary fibre characteristics after the extrusion of cereals.

Machado, P. A. R., & Saad, C. E. P. (2000). O futuro das rações para aves ornamentais e silvestres no Brasil. *Aves Revista Sul-Americana de Ornitofilia, Belo Horizonte*, 3, 37-40.

Mejía, A. M. G., & Ferreira, W. M. (1996). Métodos de avaliação da disponibilidade da proteína e dos aminoácidos nos alimentos para não ruminantes. *Simpósio Internacional de Produção de Monogástricos*, 1.

Mittermeier, R. A., Fonseca, G. A., Rylands, A. B., & Brandon, K. (2005). Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1), 14-21. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00709.x>

Moran, E. T. (1989). Fat feeding value-relationships between analyses and digestion-absorption. In: *Proc. Western Canada Animal Nutrition Conference*, page (Vol. 13).

National Research Council, & Subcommittee on Poultry Nutrition. (1994). *Nutrient requirements of poultry: 1994*. National Academies Press.

Pacheco, J. F., Silveira, L. F., Aleixo, A., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bravo, G. A., ... & de Q. Piacentini, V. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research*, 29(2), 94-105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>

Padula, C. R. (2017). *Comportamento e preferência alimentar de tucanuços (Ramphastos toco) criados em cativeiro visando subsidiar programas de soltura*. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Animais Selvagens), Universidade Estadual Paulista. Botucatu.

Pott, A., & Pott, V. J. (1994). *Plantas do Pantanal*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.

Ragusa-Netto, J. (2006). Abundance and frugivory of the toco toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil's Southern Pantanal. *Brazilian Journal of Biology*, 66, 133-142.

RENTAS. (2001). *Primeiro Relatório Nacional sobre o Tráfico de Animais Silvestres*. Brasília, Rentas.

Robbins, C. T. (1992). *Wildlife feeding and nutrition*. 2 ed. EUA: Academic Press, 352.

Saad, C. E. D. P., Ferreira, W. M., Borges, F. M. D. O., & Lara, L. B. (2007). Avaliação nutricional de rações comerciais e semente de girassol para papagaios-verdadeiros (Amazona aestiva). *Ciência e Agrotecnologia*, 31, 1493-1499. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542007000500033>

Saad, C. E. D. P., Ferreira, W. M., Borges, F. M. D. O., & Lara, L. B. (2008). Energia metabolizável de alimentos utilizados na formulação de rações para papagaios-verdadeiros (Amazona aestiva). *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 591-597. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542008000200038>

Sakomura, N. K., & Rostagno, H. S. (2007). *Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos* (Vol. 9). Jaboticabal: Funep.

Sibbald, I. R., & Slinger, S. J. (1963). A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. *Poultry Science*, 42(2), 313-325. <https://doi.org/10.3382/ps.0420313>

SICK, H. (1997). *Ornitologia Brasileira: uma introdução*. Rio de Janeiro: Nova fronteira, 862.

Silva, A. M., Oliveira, R. L., Ribeiro, O. L., Bagaldo, A. R., Bezerra, L. R., Carvalho, S. T., ... & Leão, A. G. (2014). Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação animal. *Comunicata Scientiae*, 5(4), 370-379.

Silva, C. R. B. D. (2017). *Própolis na dieta de papagaios-verdadeiros (Amazona aestiva aestiva): digestibilidade de minerais*. Tese de doutorado (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista – UNESP. Botucatu.

Silva, B. C., Silveira, C. C. S., & CARNEIRO, S. P. (2021). Descrição do trato gastrointestinal de tucano-toco (*Ramphastos toco*) e sua correlação com hábito alimentar. *Sinapse Múltipla*, 10(1), 67-69.

Sousa, L. D. O. (2016). *Avaliação da eficiência nutricional e economica de dietas para papagaios verdadeiros (Amazona aestiva) em cativeiro*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira

Stiles, E. W. (1993). The influence of pulp lipids on fruit preference by birds. In: Fleming, T. H., Estrada, A. (Eds.) *Frugivory and seed dispersal: ecological and evolutionary aspects*, (pp. 227-235). *Advances in vegetation science*, vol 15. Springer, Dordrecht, 1993. https://doi.org/10.1007/978-94-011-1749-4_16

Testa, C. A. E. P. (2019). *Avaliação da preferência alimentar e desempenho de tatus Dasypus novemcinctus (Linnaeus, 1758) em cativeiro*. Tese de Doutorado – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

Tully T. N. (2009). Manual of exotic pet practice. In: Mitchell, M. A & Tully T. N. (Eds.), *Manual of exotic pet practice*. St. Louis:Saunders.

Van Soest, P. J. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of official Agricultural Chemists*, 46(5), 829-835. <https://doi.org/10.1093/jaoac/46.5.829>

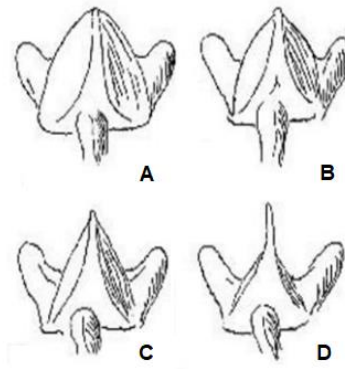
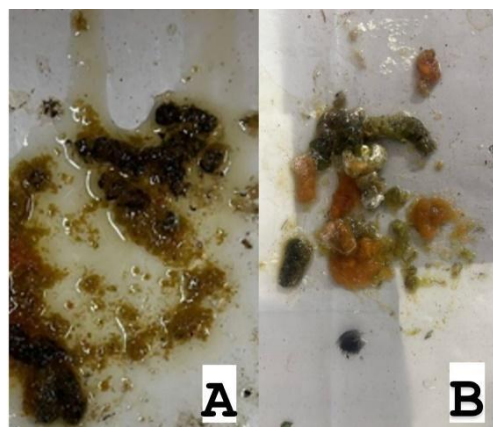
Lista das Figuras:**FIGURA 1:****FIGURA 2:****FIGURA 3:**

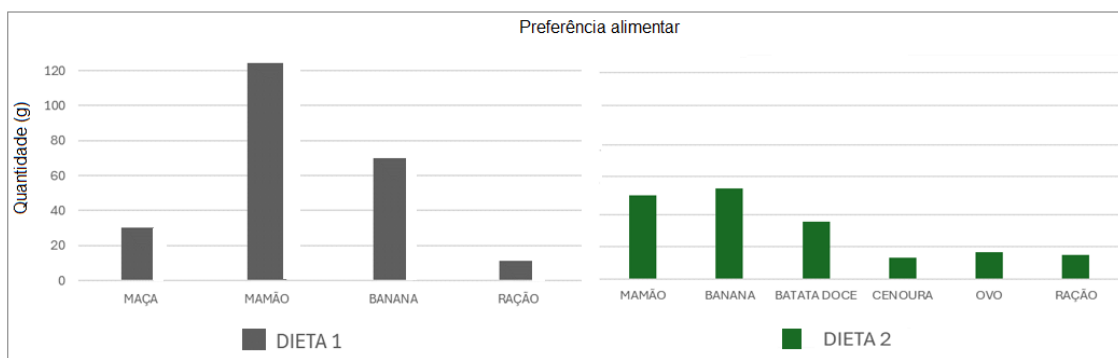
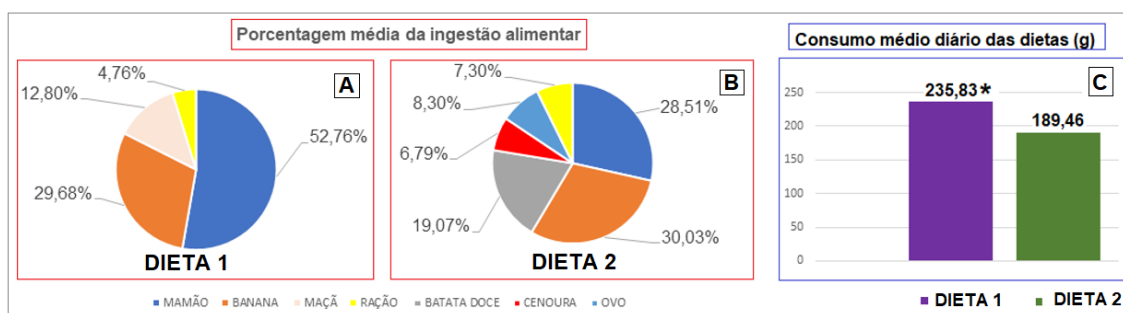
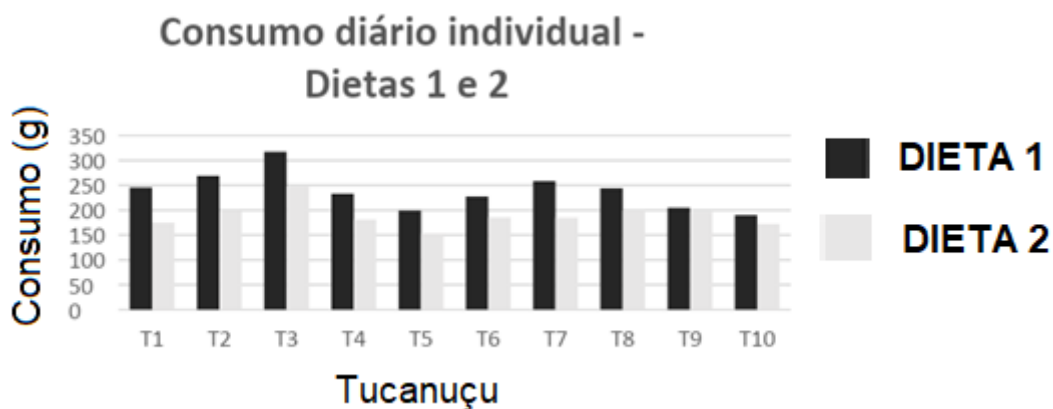
FIGURA 4:**FIGURA 5:****FIGURA 6:****Legenda das Figuras:**

FIGURA 1: Escore corporal dos tucanuços (*Ramphastos toco*) (a): Acima do peso; (b): Ideal, (c): Abaixo do peso; (d): muito abaixo do peso, atrofia de musculatura peitoral. Fonte: Harrison; Ritchie, 1994.

FIGURA 2: Dados comparativos do peso total diário (D1, D2 e D3) e médio de fezes da Dieta 1 (Etapa 1) e Dieta 2 (Etapa 2) dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

FIGURA 3: Consistência das fezes dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo: A: Dieta 1; B: Dieta 2.

FIGURA 4: Preferência alimentar dos tucanuços (*Ramphastos toco*), envolvidos no estudo, nas Dietas 1 e 2.

FIGURA 5: Porcentagem média do consumo dos itens alimentares das Dietas 1 e 2; e consumo médio diário das dietas pelos tucanuços (*Ramphastos toco*), envolvidos no estudo, na Dieta 1 e Dieta 2.

FIGURA 6: Consumo diário individual (em gramas) pelos tucanuços (*Ramphastos toco*), envolvidos no estudo, nas Dietas 1 e 2.

Lista de Tabelas:

Tabela 1. Análise química da concentração de nutrientes na matéria seca das Dietas 1 (maior inclusão de frutos) e 2 (maior inclusão de ração comercial), informações nutricionais da ração Nutral® para tucanuços e exigência nutricional (EN) para aves domésticas e psitacídeos.

Nutrientes (%)	DIETA 1	DIETA 2	Ração Nutral®	EN Aves domésticas*	EN Psitacídeos
Proteína bruta	7,72	20,53	19,00	17	12**
Extrato etéreo	1,96	10,63	5,00	--	5-12***
Fibra bruta	11,33	8,65	3,50	--	--
Cinzas	2,92	3,04	7,50	--	--
ENN	73,00	39,99	52,00	--	--
Energia bruta (Kcal/Kg)	2336	2223	2910	3150	3200**

*Rostagno et al. (2011); **AAFCO (1998); ***Nijboer (2020).

Tabela 2. Dados gerais dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

<i>Ramphastos toco</i>	Anilha	Sexo	Faixa etária
T1	2244	M	Adulto
T2	2119	M	Adulto
T3	2243	M	Adulto
T4	2228	M	Adulto
T5	2166	F	Adulto
T6	2260	F	Adulto
T7	2117	F	Adulto
T8	2227	F	Adulto
T9	2000	F	Adulto
T10	2070	F	Adulto

M: Macho; F: Fêmea

Tabela 3. Dados individuais, médias (desvios-padrão) do peso corporal e medianas (percentis (p25; p75)) do escore de condição corporal (ECC) dos tucanuços (*Ramphastos toco*) participantes do estudo, sob vigência da Dieta 1 (Etapa 1) e Dieta 2 (Etapa 2).

<i>Ramphastos toco</i>	Peso(g) ETAPA 1	Peso(g) ETAPA 2	ECC ETAPA 1	ECC ETAPA 2
T1	694	682	4	3
T2	694	616	4	4
T3	726	662	3	4
T4	828	644	4	4
T5	718	666	4	3
T6	628	598	4	3
T7	706	632	3	3
T8	670	590	3	3
T9	688	600	4	3
T10	478	598	2	3
Média ± DP / mediana	683 ± 88,3	628 ± 33,3	4 (3; 4)	3 (3; 4)

Tabela 4. Composição nutricional da Dieta 1 reconstituída, médias e desvios-padrão, em função dos alimentos ingeridos pelos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

<i>R. toco</i>	%MS	%MM	%PB	%EE	%FB	%FDN	%ENN	EB (kcal/Kg)
T1	15,4	4,4	12,8	2,6	4,6	15,0	60,3	4.100
T2	17,7	4,2	13,3	2,6	4,5	14,0	57,8	3.900
T3	20,6	4,2	15,2	4,3	5,1	17,1	50,6	4.200
T4	23,6	4,6	17,7	5,6	5,4	19,7	43,1	4.300
T5	15,2	4,5	11,2	2,5	4,7	14,2	62,0	4.000
T6	17,6	4,5	11,4	1,4	3,6	13,4	61,6	4.000
T7	16,2	4,4	11,1	1,8	4,7	14,1	61,8	4.100
T8	16,9	4,2	12,6	3,0	4,4	13,5	58,9	4.000
T9	16,7	4,6	13,3	3,3	6,0	16,9	56,1	4.100
T10	13,2	3,4	10,0	1,4	7,1	22,5	64,9	3.800
Média ±								
DP	17,3±3,0	4,3±0,3	12,9±2,0	2,8±1,9	5,0±1,0	16,0±3,0	57,7±6,5	4.000±0,1

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDN: fibra detergente neutra; ENN: extrativo não-nitrogenado; EB: energia bruta.

Tabela 5. Composição nutricional da Dieta 2 reconstituída, médias e desvios-padrão, em função dos alimentos ingeridos pelos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

<i>R. toco</i>	%MS	%MM	%PB	%EE	%FB	%FDN	%ENN	EB (kcal/Kg)
T1	22,2	4,2	15,0	4,5	3,7	15,1	50,3	4.400
T2	24,0	5,0	15,9	6,0	2,5	11,3	46,6	4.300
T3	28,1	5,2	18,6	6,8	2,4	14,2	38,9	4.100
T4	24,0	5,2	16,6	6,6	2,5	14,4	45,2	4.300
T5	22,5	4,7	13,6	3,9	2,4	11,0	52,9	4.100
T6	21,2	4,8	15,2	6,7	2,6	12,7	49,6	4.200
T7	24,0	5,3	16,9	7,5	2,9	18,3	43,5	4.300
T8	25,0	5,0	16,1	6,4	2,6	12,6	45,1	4.100
T9	22,5	4,5	14,6	4,4	2,2	13,8	51,9	3.900
T10	18,9	4,9	13,3	6,3	2,3	12,5	54,4	4.100
Média ±								
DP	23,2±2,0	4,9±0,3	15,6±1,6	5,9±1,2	2,6±0,4	13,6±2,1	47,8±4,9	4.200±0,1

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDN: fibra detergente neutra; ENN: extrativo não-nitrogenado; EB: energia bruta.

Tabela 6. Consumo individual de nutrientes digestíveis, em gramas, médias e desvios-padrão apresentados pelos tucanuços (*Ramphastos toco*), envolvidos no estudo, alimentados com a Dieta 1.

<i>R. toco</i>	MM (g)	PB (g)	EE (g)	FB (g)	FDN (g)	ENN (g)	EB (kcal)
T1	0,3	0,8	0,2	0,1	1,2	6,4	402
T2	0,3	1,1	0,3	0,4	1,4	7,5	480
T3	0,5	2,0	0,8	0,7	2,5	8,7	687
T4	0,5	2,1	0,9	0,4	2,6	6,5	609
T5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,5	4,9	278
T6	0,2	0,5	0,1	0,2	1,0	6,3	376
T7	0,3	0,4	0,1	0,2	1,0	6,3	368
T8	0,4	1,1	0,3	0,3	1,2	6,8	444
T9	0,2	0,4	0,2	0,2	1,0	5,2	324
T10	0,01	0,2	0,1	0,3	1,1	3,9	196
Média ±							
DP	0,3±0,2	0,9±0,7	0,3±0,3	0,3±0,2	1,4±0,7	6,5±1,4	417±150,0

MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDN: fibra detergente neutra; ENN: extrativo não-nitrogenado; EB: energia bruta.

Tabela 7. Consumo individual de nutrientes digestíveis, em gramas, médias e desvios-padrão apresentados pelos tucanuços (*Ramphastos toco*), envolvidos no estudo, alimentados com a Dieta 2.

<i>R. toco</i>	MM (g)	PB (g)	EE (g)	FB (g)	FDN (g)	ENN (g)	EB (kcal)
T1	0,1	0,4	0,4	0,2	1,1	5,1	394
T2	0,3	1,2	0,7	0,1	0,9	5,4	476
T3	0,5	2,4	1,2	0,1	1,9	6,1	658
T4	0,2	0,7	0,8	0,0	1,1	4,7	420
T5	0,1	0,2	0,3	0,0	0,4	4,7	303
T6	0,1	0,6	0,7	0,0	0,8	4,4	345
T7	0,3	1,1	0,9	0,1	1,7	4,8	446
T8	0,4	1,2	0,8	0,1	1,1	5,6	484
T9	0,2	0,7	0,5	0,0	1,0	5,4	375
T10	0,1	0,3	0,5	0,0	0,5	4,4	284
Média±DP	0,2±0,1	0,9±0,7	0,7±0,3	0,1±0,1	1,1±0,5	5,1±0,6	418±110,0

MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDN: fibra detergente neutra; ENN: extrativo não-nitrogenado; EB: energia bruta.

Tabela 8. Quantidade de nutrientes digestíveis (%), na Dieta 1 reconstituída, médias e desvios-padrão, apresentados pelos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

<i>R. toco</i>	%MMD	%PD	%EED	%FD	%FDND	%ENND	EMAn (kcal/Kg)
T1	2,6	7,3	2,2	1,4	10,7	56,6	3.565
T2	2,3	7,8	2,2	2,9	9,7	52,1	3.353
T3	2,4	10,2	3,9	3,5	12,9	43,8	3.517
T4	2,8	12,5	5,3	2,6	15,8	39,6	3.704
T5	1,0	2,4	1,9	1,2	5,9	53,9	3.072
T6	1,1	4,5	0,9	1,6	8,2	52,5	3.144
T7	2,3	4,0	1,3	1,8	8,9	57,6	3.379
T8	3,0	9,2	2,7	2,6	10,0	54,9	3.608
T9	1,6	3,6	2,5	2,0	10,3	50,8	3.165
T10	0,1	2,1	0,8	3,5	14,5	52,1	2.623
Média ± DP	2,0±0,9	6,4±3,6	2,4±1,4	2,3±0,8	10,7±3,0	51,4±5,6	3.313±322,0

MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDN: fibra detergente neutra; ENN: extrativo não-nitrogenado; EB: energia bruta.

Tabela 9. Quantidade de nutrientes digestíveis (%), na Dieta 2 reconstituída, médias e desvios-padrão, apresentados pelos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

R. toco	%MMD	%PD	%EED	%FD	%FDND	%ENND	EMAn (kcal/Kg)
T1	1,1	3,6	3,5	1,5	10,1	44,2	3.377
T2	2,3	8,3	5,1	0,5	6,1	37,8	3.341
T3	2,5	11,4	6,0	0,2	9,1	29,4	3.168
T4	1,6	5,8	5,8	0,3	8,1	36,1	3.235
T5	0,7	2,0	3,1	0,0	4,2	45,8	2.934
T6	1,4	5,5	5,6	0,2	7,1	37,4	2.941
T7	2,4	8,0	6,7	0,1	12,7	35,9	3.361
T8	2,6	8,3	5,5	0,7	7,2	37,3	3.251
T9	1,4	5,6	3,5	-0,1	8,1	40,6	2.839
T10	1,3	3,0	5,2	-1,1	5,0	45,3	2.927
Média ± DP	1,7±0,7	6,2±2,9	5,0±1,2	0,3±0,7	7,8±2,5	39,0±5,1	3.137±210,0

MM: matéria mineral; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FB: fibra bruta; FDN: fibra detergente neutra; ENN: extrativo não-nitrogenado; EB: energia bruta.

Tabela 10. Médias, desvios-padrão e valor de p dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), das Dietas 1 e 2 reconstituídas, apresentados pelos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

NUTRIENTE	DIETA 1	DIETA 2	P VALOR
% MS	42±6,8	50±4,7	0,005
% EB	82±5,9	75±3,2	0,002
% PB	47±20,4	39±14,9	0,12
% EE	80±10,8	84±4,0	0,28
% MM	47±20,5	35±12,1	0,03
% ENN	89±4,4	81±4,2	0,001
% FB	47±14,4	10±25,8	0,02
% FDN	66±10,9	56±10,2	0,01

MS: matéria seca; EB: energia bruta; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; MM: matéria mineral; ENN: extrativo não-nitrogenado; FB: fibra bruta; FDN: fibra detergente neutra.

CAPÍTULO IV– ARTIGO CIENTÍFICO II

Artigo a ser enviado para: *Anatomia, Histologia, Embryologia*

Normas disponíveis em:

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

Tomografia computadorizada na mensuração de gordura celomática em tucanuços (*Ramphastos toco*) mantidos sob cuidados humanos

Caroline de Cássia Gallo¹, Jeana Pereira da Silva¹, Ricardo Shoiti Ichikawa¹, Luis Eduardo Pontes Stefanelli², Carolyne Pinke Testa³, Gabriel Corrêa de Camargo⁴, Priscylla Tatiana Chalfun Guimarães-Okamoto⁵, Maria Jaqueline Mamprim⁶, Alessandra Melchert⁵.

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

² Pesquisador Independente, Dr. em Agronomia pela Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

³ Parque Zoológico Municipal de Bauru, Bauru, Brasil

⁴ Departamento de Cirurgia Veterinária e Anestesiologia, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

⁵ Departamento de Clínica Veterinária, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

⁶ Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil

Correspondência: Caroline de Cássia Gallo, Departamento de Clínica Veterinária, Universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Botucatu, Brasil. Email: caroline.gallo@unesp.br

ORCID

Caroline de Cássia Gallo: <https://orcid.org/0000-0002-5074-5153>

Jeana Pereira da Silva: <https://orcid.org/0000-0002-2852-6288>

Ricardo Shoiti Ichikawa: <https://orcid.org/0000-0002-9763-5445>

Luis Eduardo Pontes Stefanelli: <https://orcid.org/0000-0002-5446-536X>

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

Gabriel Corrêa de Camargo: <https://orcid.org/0000-0002-8888-0801>

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

Maria Jaqueline Mamprim: <https://orcid.org/0000-0002-2238-5584>

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

RESUMO

Para a detecção do estado nutricional de uma ave é imprescindível a análise da condição corporal. Aves mantidas sob cuidados humanos podem desenvolver obesidade, sendo importante diagnosticar preventivamente o teor de gordura para evitar doenças crônicas. Atualmente, diferentes técnicas são usadas para determinar o estado nutricional das aves, sendo o Escore de Condição Corporal (ECC) um método bastante usado por sua rapidez e praticidade, mas que, no entanto, é subjetivo e apresenta baixa precisão na detecção de depósitos de gordura. A tomografia computadorizada (TC) vem ganhando destaque para avaliação corporal, por ser método pouco invasivo ao paciente e que permite estimar a composição, o volume e a distribuição dos tecidos corporais. Desta forma, o estudo objetivou avaliar a porcentagem e a distribuição de gordura na cavidade celomática, por meio de tomografia computadorizada (TC) helicoidal, em nove tucanuços (*Ramphastos toco*) hígidos. Os exames foram realizados com as aves em decúbito dorsal. Imagens transversais foram realizadas da entrada do celoma até a porção final da cloaca. Após a geração das imagens, foram delimitadas as áreas médias totais de cavidade celomática (109817,83 mm²) e gordura celomática (15528,63 mm²) e os respectivos volumes médios de cavidade celomática (219635,66 mm³) e gordura celomática (7710,90 mm³). Foi possível determinar a partir dos cortes analisados, a porcentagem de gordura de cada ave, variando de 0,55% a 9,86%. A porcentagem de gordura celomática apresentou correlação positiva com o ECC, dominância dentro do grupo e tempo em cativeiro. Na avaliação da TC, os cortes do celoma caudal e alças intestinais, apresentaram maiores depósitos de gordura, ocupando uma área maior em relação à área total da cavidade celomática.

Palavras-chave: aves silvestres, escore de condição corporal, estado nutricional, técnicas de imagem.

ABSTRACT

To detect the nutritional status of a bird, it is essential to analyze its body condition. Birds kept under human care can develop obesity, and it is important to preventively diagnose their fat content to avoid chronic diseases. Currently, different techniques are used to determine the nutritional status of birds, with the Body Condition Score (BCS) being a method widely used due to its speed and practicality, but which, however, is subjective and has low accuracy in detecting fat deposits. Computed tomography (CT) has been gaining prominence for body assessment, as it is a method that is not very invasive to the patient and allows the composition, volume and distribution of body tissues to be estimated. Thus, the study aimed to evaluate the percentage and distribution of fat in the coelomic cavity, using helical CT, in nine healthy tucanuços (*Ramphastos toco*). The examinations were carried out with the birds in dorsal recumbency. Transverse images were taken from the coelom entrance to the final portion of the cloaca. After generating the images, the total mean areas of the coelomic cavity (109817.83 mm²) and celomatic fat (15528.63 mm²) and the respective mean volumes of the coelomic cavity (219635.66 mm³) and celomatic fat (7710.90 mm³). It was possible to determine, from the cuts analyzed, the fat percentage of each bird, ranging from 0.55% to 9.86%. The percentage of coelomic fat showed a positive correlation with BCS, dominance within the group, and time in captivity. In the CT evaluation, the sections of the caudal coelom and intestinal loops showed larger fat deposits, occupying a larger area in relation to the total area of the coelomic cavity.

Keywords: body condition score, imaging techniques, nutritional status, wild birds.

INTRODUÇÃO

As aves são as formas mais diversificadas de vertebrados terrestres modernos (Marugán-Lobón & Buscalioni, 2004). Em decorrência da redução do habitat natural e do aumento das atividades envolvendo o tráfico de animais selvagens, os atendimentos a estes animais vêm crescendo cada vez mais nos centros de triagem. As aves resgatadas e encaminhadas a estes locais possuem diferentes destinos, incluindo a finalidade de conservação, reabilitação e soltura (Pacheco *et al.*, 2021).

No entanto, um número crescente de pesquisas científicas indica que os animais silvestres sofrem profundas mudanças fisiológicas e comportamentais em resposta ao cativeiro (Calisi & Bentley, 2009; Dickens *et al.*, 2009; Mason, 2010). Essas mudanças podem englobar o sistema endócrino, comportamentos reprodutivos, função imunológica, morfologia cerebral e ritmos circadianos (Lattin *et al.*, 2017).

Diante de tal cenário, existe a necessidade de aprimorar o estudo anatômico desses animais, com o objetivo de conservação, manutenção (Silva, 2020) e controle das enfermidades das aves (Cavinatto *et al.*, 2016). Os tucanuços são suscetíveis a diversas doenças, que podem acometer o funcionamento dos órgãos celomáticos, tais como doenças infecciosas e alterações metabólicas, entre outros problemas de saúde (Cornelissen & Ritchiel, 1994). A técnica de diagnóstico por imagem proporciona maior detalhamento diagnóstico (Hathcock, 1993) e a utilização da tomografia computadorizada (TC) está aumentando nas clínicas de aves, principalmente por ser um método pouco invasivo (Gumpenberger & Henninger, 2001).

Neste contexto, estudos de imagem para a compreensão de padrões anatômicos normais e medidas relativas nesta espécie são necessários para melhorar a precisão dos diagnósticos (Silva *et al.*, 2020) na saúde animal. É notório, que a vitalidade e hígidez animal requerem atenção dos técnicos responsáveis pelo manejo, principalmente porque os animais cativos estão propensos a desenvolver condições de obesidade (Serafini *et al.*, 2011).

Em se tratando de obesidade e saúde animal, é importante realizar, de forma preventiva, o diagnóstico do teor de gordura dos animais, sendo o escore de condição corporal (ECC) a ferramenta mais usada na rotina clínica, que determina, empiricamente, a presença de gordura corporal (Harrison & Ritchie, 1994; Tully, 2009; Kaytee, 2008; Doneley, 2010; Grespan & Raso, 2014). A gordura presente no corpo é um excelente indicador para determinar a obesidade, no entanto o ECC apresenta baixa precisão e subjetividade na avaliação, o que pode interferir na qualidade do diagnóstico. Desta forma, o presente estudo objetivou avaliar a distribuição de gordura na cavidade celomática e determinar a porcentagem da mesma, por meio de tomografia computadorizada (TC) em tucanuços (*Ramphastos toco*) hígidos, além de avaliar se há correlação da quantidade de tecido adiposo com o ECC, tempo em cativeiro e dominância da ave no recinto.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do estudo

O estudo foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP no Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS) e no Laboratório Multiusuário de Diagnóstico por Imagem Veterinário (LMUDIV) da FMVZ, UNESP – Botucatu- São Paulo, Brasil.

Aprovação ética

A presente pesquisa atendeu os Princípios Éticos de Experimentação Animal, e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Botucatu, protocolo 0266/2022. E obteve a autorização para atividades com finalidade científica do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), segundo nº 84623-1.

Animais e alojamento

Foram utilizados nove indivíduos, cinco fêmeas e quatro machos, da espécie *R. toco*, alocados no CEMPAS, UNESP Campus de Botucatu-SP. Os

animais eram oriundos de resgate, tráfico ou posse ilegal, advindos de vários locais da região de Botucatu-SP, e encaminhados por órgãos responsáveis. As aves foram alojadas no recinto pelo período de 18 até 72 meses. No manejo nutricional dos animais, foi ofertada a dieta de rotina das aves, uma vez ao dia, composta de 8% de ração comercial para tucanuços e 92% de frutos (banana, mamão e maçã), além de água *ad libitum*.

O alojamento dos animais é dividido em parte externa e interna, ambos possuindo um comedouro (bandeja de alumínio) e bebedouro de cimento. A área interna tinha dimensões de 4,00 x 3,45 x 2,00 m e área externa com 10,70 x 3,45 x 2,20 m de comprimento, largura e altura, respectivamente. O recinto permite o voo das aves e apresentava poleiros de troncos de árvores de formatos e tamanhos diferentes.

Delineamento experimental

Foi avaliado o padrão de escore de condição corporal (ECC) para determinar a condição nutricional das aves. Após constatar a higidez dos animais, foi realizada a técnica de tomografia computadorizada (TC), para determinar a área de cavidade celomática, a quantidade, a distribuição e a porcentagem de gordura.

Os dados de porcentagem de gordura na cavidade celomática, foram correlacionados com outros parâmetros das aves, tais como sexo, ECC, tempo de cativeiro e dominância dentro do grupo.

Crítérios de inclusão e exclusão para o estudo

Os critérios de inclusão para a técnica de TC foram a normalidade do exame físico (frequências cardíacas e respiratórias, coloração das mucosas, hidratação e temperatura corporal), além de hemograma dentro dos parâmetros de referência para a espécie. Os critérios de exclusão foram animais doentes, com alterações do exame físico e parâmetros gerais e com alterações hematológicas ao hemograma.

Peso corporal, escore de condição corporal (ECC) e biometria

Para estabelecer o escore de condição corporal (ECC) foi utilizado um sistema de cinco pontos (escala de notas), baseado na musculatura peitoral, padronizado para papagaios (adaptado de Grespan & Raso, 2014; Kaytee, 2008), sendo:

- **Pontuação 1:** animais com musculatura peitoral côncava sobre a quilha (desnutrição e magreza);
- **Pontuação 2:** massa muscular moderada com ápex da quilha facilmente palpável (ligeiramente magro);
- **Pontuação 3:** músculos peitorais convexos (ideal);
- **Pontuação 4:** massa muscular nivelada com o ápex da quilha (sobrepeso);
- **Pontuação 5:** os músculos se prorrogam além da quilha (obesidade).

As aves foram pesadas em balança digital e aferidas as medidas biométricas, com auxílio de uma fita métrica. As medidas foram categorizadas em:

- **BICO:** Medida em cm do comprimento do bico (com exceção da medida do bico da fêmea T5 que apresenta mandíbula lesionada, sendo descartada essa medida);
- **B/C:** Medida do comprimento em cm do bico até a cauda (comprimento total da ave);
- **O/C:** Medida do comprimento em cm do osso occipital até a ponta da cauda;
- **C1:** Medida em cm da circunferência total do corpo na região da quilha.

Protocolo Anestésico

O protocolo anestésico de sedação, para a realização do exame tomográfico, foi administrado por injeção intramuscular de midazolam (Midazolam®, Teuto) 0,4mg/kg e cetamina (Ketaflex®- Laboratório Vencofarma) 15mg/kg (Carpenter, 2017), imobilizando desta forma o animal por 30 minutos, facilitando a captura das imagens.

Tomografia Computadorizada (TC)

O exame tomográfico foi realizado com as aves em decúbito dorsal, com as asas estendidas lateralmente e presas com fita adesiva e os membros pélvicos relaxados, segundo protocolo padronizado por Silva (2020), na utilização de TC em tucanuços. Imagens transversais sequenciais dos cortes foram realizadas da entrada do celoma até a porção final da região da cloaca, utilizando o aparelho tomográfico helicoidal (Shimadzu SCT-7800CT). As imagens foram adquiridas com filtros de tecidos moles e ósseo, utilizando protocolo de aquisição de 120 kVp, 130 mA, cortes de 2,0 mm de espessura, pitch de 1,5 e 1 s/rotação, campo de visualização (FOV) de 350 × 350 mm.

Após a aquisição, as imagens tomográficas transversais da cavidade celomática foram transferidas para o software Synapse para análise e obtenção dos valores de atenuação, medidos em unidades Hounsfield (HU). As estruturas formadas em uma imagem de TC são representadas e mensuradas por variações nas tonalidades de cinza (Hathcock & Stickle, 1993), determinando a água como referência zero, a cortical óssea com valores até +1000 e o ar de -1000. Nas imagens de TC, os valores negativos são representados por tonalidades mais escuras (hipoatenuantes) e os valores positivos, por tonalidades mais claras (hiperatenuantes) (Hathcock & Stickle, 1993; Berry, 2002; Tidwell, 2007), podendo assim delimitar e diferenciar a gordura das demais estruturas celomáticas.

A série de imagens transversais foi coletada ao longo do corpo da ave (Figura 1), seguindo o mesmo modelo de Brenøe & Kolstad, (2000). O volume total da área de cavidade celomática e gordura dos tecidos foi estimado a partir da utilização do princípio de Cavalieri, ou seja, multiplicando-se a soma das áreas em todas as imagens pela distância entre cada imagem, assumindo uma amostragem aleatória de seções paralelas separadas por uma distância conhecida (Gundersen *et al.*, 1988), neste caso, 2mm.

A porcentagem de gordura da cavidade celomática foi calculada por regra de três, considerando a área total da cavidade celomática (100%) e a área de gordura da cavidade dos tucanuços (X %). Foram determinadas também, as principais regiões de deposição de gordura na cavidade.

Para facilitar o entendimento da localização das áreas da cavidade celomática e gordura, a cavidade foi dividida em cinco regiões (Figura 2), sendo:

- 1- Região de início na bifurcação da traquéia;

- 2- Região média do coração;
- 3- Região média do fígado;
- 4- Região de maior concentração de alças intestinais;
- 5- Região da cloaca.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. A correlação da porcentagem de gordura celomática com as variáveis ECC, sexo, tempo de cativeiro e comportamento de dominância foi avaliada pelo teste de Spearman. Para comparar a correlação de porcentagem de gordura entre machos e fêmeas foi usado o teste T de Student não pareado. Foi considerado o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

O peso corporal médio do grupo foi de 635,45g. A avaliação de escore de condição corporal dos indivíduos variou de 3 a 4, portanto, não havia no recinto indivíduos caquéticos ou obesos, conforme os valores descritos na Tabela 1. As medidas biométricas dos nove tucanuzos, estão descritas na Tabela 2.

Observou-se que T1 apresentou a maior área total de cavidade celomática, enquanto T9, a menor área de cavidade celomática, de acordo com a Tabela 3.

A área de gordura dentro da cavidade celomática apresentou maior valor no indivíduo T1, como apresentado na Tabela 3. A ave T3 apresentou menor área de gordura e conseqüentemente menor porcentagem de gordura dentro da cavidade celomática.

Dentre as cinco áreas delimitadas para a cavidade celomática (Figura 2), as maiores áreas foram identificadas com início na altura da silhueta hepática até topografia das alças intestinais (altura das articulações coxofemorais) nas regiões de 2 a 4 (Figura 3).

As maiores áreas de gordura foram identificadas no intervalo de cortes próximos a alças intestinais - Região 4; e cloaca (na altura da topografia da glândula uropígea) - Região 5, como exemplificadas nas Figuras 4, 5 e 6.

Para exemplificar a porcentagem da área de gordura na cavidade celomática, foram utilizadas as imagens tomográficas dos cortes nas Regiões 4 e 5 no tucanuçu com maior área de gordura (T1) e no tucanuçu com menor área de gordura (T3), apresentados nas Figuras 5 e 6.

A distribuição dos valores de área de gordura na cavidade celomática dos tucanuçus, pode ser observada na Figura 7, onde T1 apresentou uma maior concentração de distribuição de valores entre 200-400mm² e T3 valores entre 0-50mm².

A porcentagem de gordura oscilou entre 0,55% (T3) e 9,86% (T1) nos animais estudados. Apenas três tucanuçus apresentaram comportamento de dominância no recinto, enquanto os demais apresentaram-se com comportamento submisso (Tabela 4).

Na avaliação da correlação da gordura celomática com os demais dados, não foi observada associação positiva ou negativa entre a porcentagem de gordura e o sexo dos animais. Entretanto, forte correlação positiva entre a porcentagem de gordura corporal dos tucanuçus com o ECC e tempo de cativeiro foram obtidas. Do mesmo modo, os animais dominantes apresentaram maior porcentagem de gordura celomática, o que foi indicado pela forte correlação entre esses parâmetros (Tabela 5).

DISCUSSÃO

O presente estudo determinou a porcentagem de gordura na cavidade celomática de tucanuços, e a avaliação de correlação positiva ou negativa desses valores com outros parâmetros, como ECC, sexo, tempo de cativeiro e dominância no recinto. Vale ressaltar que a padronização da distribuição e volume de gordura do celoma pela TC na espécie não foi descrita na literatura, requerendo assim padronização.

Lattin *et al.* (2017) demonstraram a importância da TC em pardais de vida livre capturados e mantidos em cativeiro. Os resultados demonstraram que, sob cuidados humanos, ocorreu alteração da composição corporal das aves, e que a técnica constitui uma importante ferramenta de demonstração da composição corporal de aves selvagens, representando um método mais seguro e menos invasivo quando comparado com a biópsia muscular ou até laparotomia para avaliar as medidas em animais vivos.

O presente estudo desenvolveu um padrão para a avaliação da deposição de gordura na cavidade celomática por meio da TC, fornecendo dados para que pesquisadores da comunidade científica possam realizar estudos longitudinais da composição corporal em animais selvagens. Essa metodologia é semelhante a outras técnicas e modalidades de avaliação de imagem *in vivo*, incluindo ultrassom e ressonância magnética (Piersma & Lindström, 1997; Starck *et al.*, 2001; Tinsley *et al.*, 2004).

A avaliação do escore de condição corporal (ECC) é um método simples e fácil de ser utilizado na clínica, que auxilia na detecção da obesidade e desnutrição das aves (Santos *et al.*, 2020). O ECC usado no presente estudo foi o aplicado para papagaios (Grespan & Raso, 2014; Kaytee, 2008), uma vez que não há padronização para tucanuços. Quando se comparou resultados de ECC e porcentagem de gordura dentro da cavidade celomática nos animais do estudo, observou-se correlação positiva ($p = 0,024$; $r = 0,82$), mostrando que aves com maiores ECCs apresentam maiores porcentagens de gordura (média de 6,45%; valores mínimo e máximo: 4,11% - 9,86%) em comparação a aves com menores ECCs (média de 1,95%; valores mínimo e máximo: 0,55% - 3,15%).

Diante do exposto, foi constatado que o método do ECC usado para papagaios é uma ferramenta válida para determinação do estado nutricional de tucanuços. Foi considerada no estudo a musculatura peitoral como a principal referência para a avaliação do ECC, corroborando assim, com pesquisas consagradas envolvendo escore de condição corporal em aves (Harrison & Ritchie, 1994; Tully, 2009; Kaytee, 2008; Doneley, 2010; Grespan & Raso, 2014).

O tamanho individual e o escore corporal determinam o sucesso reprodutivo em muitas espécies de aves (Masello & Quillfeld, 2003). Desse modo, ferramentas como a TC, que possibilitem e melhorem a avaliação da condição corporal de aves mantidas em cativeiro, podem auxiliar no controle do sucesso de programas de reprodução planejados para diferentes espécies.

Os locais de deposição de gordura dos tucanuços do presente estudo seguiram um padrão, além de regiões de predileção de depósito. Houve aumento do predomínio de tecido adiposo com o aumento dos escores corporais, com predileção para as áreas do celoma caudal, na altura das alças intestinais e cloaca, na região correspondente à glândula uropígea, que segundo Fallavena (2009) e Orosz (1997), possui uma secreção que é rica em lipídios, sendo uma hipótese para grande concentração de gordura nessa área.

Em se tratando de obesidade, a utilização da TC permitiu aferir a porcentagem de gordura dos animais de cativeiro, que pode ser associada principalmente ao consumo excessivo de alimentos impróprios ou a falta de atividades físicas para o gasto energético. A obesidade ocorre quando há desbalanceamento nutricional entre a energia ingerida e o dispêndio da mesma, ou seja, ocorre um balanço energético positivo (Halpern *et al.*, 2004). Os resultados obtidos demonstraram que existe forte correlação positiva de porcentagem de gordura e maior tempo de cativeiro ($p = 0,29$; $r = 0,74$), sugerindo que aves com um maior período sob cuidados humanos estavam expostas a mais tempo a condições de balanço energético positivo. Isso ocorre porque, para as aves em condição de cativeiro, na maioria dos casos, a dieta ofertada é fornecida em abundância (Serafini *et al.*, 2011).

A área de gordura dentro da cavidade celomática apresentou maior valor no indivíduo T1, que se trata de um macho com grande tempo de permanência em cativeiro, quando comparado com o restante do grupo. A ave T3 apresentou menor área de gordura e consequentemente menor porcentagem de gordura dentro da cavidade celomática, que segundo seu histórico chegou filhote no CEMPAS e que no comparativo de permanência em cativeiro teve entrada mais recente no plantel.

No estudo desenvolvido por Morgan & Tromborg (2007) foi sugerida a hipótese de que muitas das alterações fisiológicas que ocorrem em animais selvagens após a transferência para o cativeiro são causadas em resposta a estressores do ambiente cativo. Rebuffé-Scrive *et al.* (1992) atestaram essas condições crônicas em animais *ex situ*, demonstrando o aumento dos depósitos de gordura naqueles mantidos a mais tempo em cativeiro, corroborando os dados obtidos no presente estudo, no qual os animais com maior tempo de cativeiro (T1, T2 e T5) apresentaram maiores depósitos de gordura na cavidade celomática. A detecção da obesidade permite que algumas iniciativas possam ser realizadas para mitigar essa problemática, dentre elas a utilização do enriquecimento ambiental, recintos para treinamento de voo e uma dieta balanceada ofertada para essas aves.

Animais com maior tempo de cativeiro são mais dominantes e apresentam diferença na frequência de comportamento relacionado à ansiedade e agressão, assim como na quantidade de tempo que os animais passaram se alimentando (Lattin *et al.*, 2017). Tal fato vai de encontro ao observado no presente estudo, onde a área de gordura celomática apresentou correlação positiva forte com a dominância em cativeiro. O indivíduo T1, com maior quantidade de gordura celomática, um dos machos dominantes dentro do plantel. A ave T3, com menor área e porcentagem de gordura na cavidade celomática, o indivíduo mais submisso do grupo.

A dominância dos indivíduos perante o grupo também foi um resultado importante para as análises dos resultados encontrados. As aves dominantes espantavam os indivíduos com dominância inferior e se alimentavam primeiro. Consequentemente, os dominantes tinham vantagens na alimentação, e escolhiam alimentos mais palatáveis e com maiores concentrações de açúcares. Além disso, os indivíduos com maior dominância foram pouco, ou não foram, estorvados, prejudicados ou impedidos por outros tucanuços durante a alimentação. Seibert & Crowell-Davis (2001) discutem sobre essa ocorrência de subserviência de uma ave para outra que expressa comportamentos territorialistas.

O comportamento de dominância dos tucanuços e a possibilidade de escolhas de itens alimentares com maior palatabilidade e concentração de açúcares, é uma hipótese para maiores depósitos de gordura, uma vez que a média da gordura foi de 6,45% (4,11% - 9,86%), em comparação com os animais submissos, com média de gordura de 1,95% (0,55% - 3,15%). Deve-se assim considerar que as alterações da condição corporal observadas em cativeiro, podem não estar relacionadas unicamente ao estresse, podendo também ser causadas pelo comportamento de dominância ou submissão dos animais.

Diferentemente dos animais de vida livre, o ambiente cativo propicia aos animais o acesso *ad libitum* e fácil a alimentos ricos em nutrientes, como gorduras e açúcares, além de proporcionar um estilo de vida sedentário (Dykstra & Karasov, 1992; Piersma *et al.*, 1993; Price *et al.*, 2011; Vézina *et al.*, 2006). A procura por abrigo e alimentos na natureza, permite a ave maior gasto energético nas atividades de voo, exploração e forrageamento. Desta forma, as aves com mais tempo de cativeiro são expostas por longos períodos às dietas ricas em açúcares, além disso ocorre diminuição de atividades diárias, como voo por exemplo. Contribuindo assim, para um maior acúmulo de gordura nas aves com essas características.

CONCLUSÃO

A tomografia computadorizada convencional permitiu detectar a distribuição de gordura celomática, localizada principalmente no celoma caudal. Fatores como o aumento do ECC e do tempo de cativeiro, e o comportamento de dominância, influenciaram positivamente nas quantidades de gordura da cavidade celomática dos tucanuços.

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

Berry, C. R. (2002). Physical principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. In: Thrall, D. E. (Ed.), *Textbook of veterinary diagnostic radiology*, 4th ed. (pp. 28-34). Philadelphia: W.B. Saunders.

Brenøe, 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>

Calisi, R. M. & Bentley, G. E. (2009). Lab and field experiments: are they the same animal? *Hormones and behavior*, 56(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2009.02.010>

Carpenter, J. W. & Marion, C. (2017). *Exotic Animal Formulary-E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Castro, M. S., Recco-Pimentel, S. M. & Rocha, G. T. (2003) Sexual dimorphism in *Ramphastos toco* and *Ramphastos dicolorus* (Piciformes, Aves). *Revista de biologia tropical*, 51(1), 241-246.

Cavinatto, C. C., Armando, A. P., Cruz, L. K., Lima, E. M. & Santana, M. I. (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>

Clark, P., Boardman, W. & Raidal, S. (2009). In: *Atlas of Clinical Avian Hematology* (p. 177). Wiley-Blackwell, Iowa, USA.

Cornelissen, H. & Ritchie, B. W. (1994). Ramphastidae. In: Ritchie, B. W., Harrison, G. J. & Harrison, L. R. (Eds.), *Avian medicine: Principles and application* (pp. 1277-1283). Lake Worth: Wingers Publishing.

Dickens, M. J., Earle, K. A. & Romero, L. M. (2009). Initial transference of wild birds to captivity alters stress physiology. *General and comparative endocrinology*, 160(1), 76-83. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2008.10.023>

Doneley R. (2010). *Avian medicine and surgery in practice*. London: Manson Publishing Ltd.

Dykstra, C. R. & Karasov, W. H. (1992). Changes in gut structure and function of house wrens (*Troglodytes aedon*) in response to increased energy demands. *Physiological Zoology*, 65(2), 422-442. <https://doi.org/10.1086/physzool.65.2.30158261>

Fallavena, L. C. B. (2009). Fisiopatologia do sistema tegumentar. In: Berchieri-Junior A., Silva E. N., Di-Fábio, J., Sesti, L. & Zuanaze, M. A. F. (Eds.), *Doenças das aves* (pp. 191-200). Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas.

Grespan, A. & Raso, T. F. (2014). Psittaciformes (araras, papagaios, periquitos, calopsitas e cacatuas). In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R. & Catão-Dias, J. L. (Eds.). *Tratado de Animais Selvagens: medicina veterinária* (pp. 550-589). São Paulo: Rocca.

Gumpenberger, M. & Henninger, W. (2001). The use of computed tomography in avian and reptile medicine. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 10(4), 174-180. <https://doi.org/10.1053/saep.2001.24674>

Gundersen, H. J. G., Bentsen, T. F., Korbo, L., Marcussen, N., Møller, A., Nielsen, K., Nyengaard, J. R., Parkenberg, B., Sørensen, F. B., Vesterby, A. & West, M. J. (1988). Some new, simple and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis. *Acta Pathologica, Microbiologica, et Immunologica Scandinavica*, 96(1-6), 379–394. <https://doi.org/10.1111/j.1699-0463.1988.tb05320.x>

Halpern, Z. S. C., Rodrigues, M. D. B. & Costa, R. F. (2004). Determinantes fisiológicos do controle do peso e apetite. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, 31, 150-153. <https://doi.org/10.1590/S0101-60832004000400002>.

Harrison, G. J. & Ritchie, B. W. (1994). Making distinctions on the physical examination. In: Ritchie, B. W., Harrison, G. J. & Harrison, L. R. (Eds.), *Avian medicine: principles and application* (pp.144-175). Brehmwood: Harrisons's Bird Foods.

Hathcock, J. T. & Stickle, R. L. (1993). Principles and concepts of computed tomography. *Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 23(2), 399-415. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(93\)50034-7](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(93)50034-7)

Kaytee. (2008). *Education reference guide*. Chilton: Kaytee Products.

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 behavior*, 89, 121-129. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2016.12.016>

Ludders, J. W. & Matthews, N. (1996). Birds. In: Thurmon, J. C., Tranquilli, W. J. & Benson, G. J. (Eds.), *Lumb & Jones: Veterinary anesthesia* (pp. 645-669). Baltimore: Lea & Febiger.

Marugán-Lobón, J. & Buscalioni, Á. D. (2004). Geometric morphometrics in macroevolution: morphological diversity of the skull in modern avian forms in contrast to some theropod dinosaurs. *Morphometrics: applications in biology and paleontology*, 157-173. https://doi.org/10.1007/978-3-662-08865-4_12

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>

Mason, G. J. (2010). Species differences in responses to captivity: stress, welfare and the comparative method. *Trends in ecology & evolution*, 25(12), 713-721. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.08.011>

Morgan, K. & Tromborg, C. T. (2007). Fontes de estresse em cativeiro. *Ciência aplicada do comportamento animal*, 102, 262-302. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.05.032>

Orosz, S. (1997). Anatomy of the integument. In: Altman, R. B., Clubb, S. L., Dorrestein, G. M. & Quesenberry, K. E. (Eds.), *Avian medicine and surgery* (pp. 540-545). Philadelphia, USA: W. B. Saunders Company.

Pacheco, J. F., Silveira, L. F., Aleixo, A., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bravo, G. A. & Piacentini, Q. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research*, 29(2), 94-105. <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>

Piersma, T., Koolhaas, A. & Dekinga, A. (1993). Interactions between stomach structure and diet choice in shorebirds. *The Auk*, 110(3), 552-564. <https://doi.org/10.2307/4088419>

Piersma, T. & Lindström, Å. (1997). Rapid reversible changes in organ size as a component of adaptive behaviour. *Trends in Ecology & Evolution*, 12(4), 134-138. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(97\)01003-3](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(97)01003-3)

Price, E. R., Bauchinger, U., Zajac, D. M., Cerasale, D. J., Mcfarlan, J. T., Gerson, A. R., McWilliams, S. R. & Guglielmo, C. G. (2011). Migration-and exercise-induced changes to flight muscle size in migratory birds and association with IGF1 and myostatin mRNA expression. *Journal of Experimental Biology*, 214(17), 2823-2831. <https://doi.org/10.1242/jeb.057620>

Rebuffle-Scrive, M., Walsh, U. A., McEwen, B. & Rodin, J. (1992). Efeito do estresse crônico e dos glicocorticóides exógenos na distribuição regional e no metabolismo da gordura. *Fisiologia & comportamento*, 52, 583-590. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(92\)90351-2](https://doi.org/10.1016/0031-9384(92)90351-2)

Santos, G. J., Silva, J. P., Hippólito, A. G, Ferro, B. S., Oliveira, E. L., Okamoto, T. C. G., Lourenço, M. L. G., Machado, V. M. V., Rahal, S. C., Teixeira, C. R. & 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. *Anatomia, histologia, embryologia*, 49(2), 299-306. <https://doi.org/10.1111/ahe.12528>

Seibert, L. M. & Crowell-Davis, S. L. (2001). Gender effects on aggression, dominance rank, and affiliative behaviors in a flock of captive adult cockatiels (*Nymphicus hollandicus*). *Applied animal behaviour science*, 71(2), 155-170. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(00\)00172-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(00)00172-6)

Seki, Y., Kad, B., Benson, D. & Meyers, M. A. (2006). The toucan beak: structure and mechanical response. *Materials Science and Engineering: C*, 26(8), 1412-1420. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2005.08.025>

Serafini, P. P., Andriguetto, J. L., Cavaleiro, M. L., Klemz, C. & Warpechowski, M. B. (2011). Análise nutricional na dieta do Papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*) no Litoral Sul do Estado de São Paulo. *Ornithologia* 4(2), 104-109.

Silva, J. P., Rahal, S. C., Castiglioni, M. C. R., Gonçalves R. A. B., Doiche, D. P., Moresco, A., Mamprim, M. J. & Vulcano, L. C. (2020). Radiography and computed tomography of the heart and lower respiratory tract in toco toucans (*Ramphastos toco*). *Anatomia, histologia, embryologia*, 49(4), 541-549. <https://doi.org/10.1111/ahe.12559>.

Starck, J. M., Dietz, M. & Piersma, T. (2001). The assessment of body composition and other parameters by ultrasound scanning. In: Starck, J. M., Dietz, M. & Piersma, T. (Eds.), *Body composition analysis of animals: A handbook of non-destructive methods* (pp. 188-210). Cambridge University Press, Cambridge, UK. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511551741.009>

Tidwell, A. S. (2007). Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. In: Thrall, D. E. (Ed.), *Textbook of veterinary diagnostic radiology* (pp. 50-56). St. Louis: Saunders Elsevier.

Tinsley, F. C., Taicher, G. Z. & Heiman, M. L. (2004). Evaluation of a quantitative magnetic resonance method for mouse whole body composition analysis. *Obesity research*, 12(1), 150-160. <https://doi.org/10.1038/oby.2004.20>

Tully T. N. (2009). Manual of exotic pet practice. In: Mitchell, M. A & Tully T. N. (Eds.), *Manual of exotic pet practice*. St. Louis:Saunders.

Vézina, F., Jalvingh, K. M., Dekinga, A. & Piersma, T. (2006). Acclimation to different thermal conditions in a northerly wintering shorebird is driven by body mass-related changes in organ size. *Journal of Experimental Biology*, 209(16), 3141–3154. <https://doi.org/10.1242/jeb.02338>

Lista de Tabelas:

Tabela 1. Sexo, dados individuais, média (desvio padrão) do peso corporal e mediana (percentis) do escore de condição corporal (ECC) dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

<i>Ramphastos toco</i>	SEXO	Peso (g)	ECC
T1	M	713	4
T2	M	626	4
T3	M	619	3
T4	M	594	3
T5	F	682	4
T6	F	618	3
T7	F	660	3
T8	F	596	3
T9	F	620	3
-		635,45± 40,24*	3 (3; 4)**

M: Macho; F: Fêmea; ECC: Escore de Condição Corporal; * média± desvio padrão; ** mediana (percentil 25%; percentil 75%).

Tabela 2. Medidas biométricas dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

<i>Ramphastos toco</i>	B/C (cm)	BICO (cm)	O/C (cm)	C1 (cm)
T1	67	23	40	32
T2	69	20	36	31
T3	63	17	40	28
T4	67	19	39	32
T5	58	14	38	36
T6	61	17	40	31
T7	60	17	34	29
T8	62	17	38	32
T9	61	17	36	32
MÉDIA±DP	63,1±3,7	17,9±2,5	37,9±2,2	31,4±2,2

B/C: Medida do comprimento em cm do bico até a ponta da cauda (comprimento total da ave); BICO: Medida em cm do comprimento do bico; O/C: Medida do comprimento em cm do osso occipital até a ponta da cauda; C1: Medida em cm da circunferência total na região da quilha.

Tabela 3. Área (mm²) e volume (mm³) de cavidade celomática total e área e volume de gordura dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

<i>R. toco</i>	ÁREA CAVIDADE (mm ²)	VOLUME CAVIDADE (mm ³)	ÁREA GORDURA (mm ²)	VOLUME GORDURA (mm ³)
T1	118418,7	236837,5	116731,8	23346,4
T2	110407,5	220815,1	5946,7	11893,5
T3	116665,5	233331,0	636,7	1273,3
T4	109844,4	219688,8	745,2	1490,4
T5	113922,2	227844,4	4687,4	9374,7
T6	100992,2	201984,4	3064,6	6129,3
T7	113202,0	226404,0	3576,0	7152,0
T8	105659,0	211318,1	2302,2	4604,4
T9	99248,8	198497,7	2067,1	4134,3
MÉDIA ± DP	109817,8± 6292,9	219635,6±12585,8	15528,6± 35817,6	7710,9±6412,9

Tabela 4. Dados individuais referentes ao sexo, escore de condição corporal (ECC), porcentagem de gordura mensurada pela TC, tempo em cativeiro e comportamento de dominância dos tucanuços do estudo.

<i>Ramphastos toco</i> N = 9	SEXO	ECC	%GORDURA	TEMPO DE CATIVEIRO*	DOMINÂNCIA**
T1	M	4	9,86	48	1
T2	M	4	5,39	48	1
T3	M	3	0,55	18	2
T4	M	3	0,67	36	2
T5	F	4	4,11	72	1
T6	F	3	3,03	25	2
T7	F	3	3,15	30	2
T8	F	3	2,17	18	2
T9	F	3	2,08	18	2
MÉDIA±DP	-	3	3,03±2,9	30±18,4	-

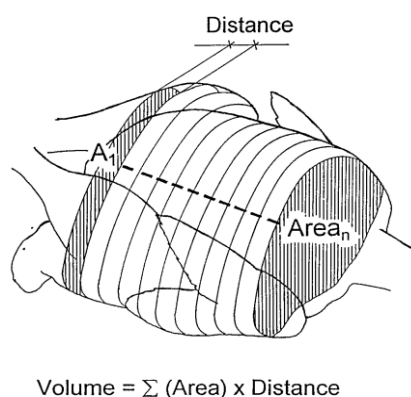
M: Macho; F: Fêmea; * tempo de cativeiro em meses; ** Dominante: 1; Submisso:2

Tabela 5. Correlação entre porcentagem de gordura da cavidade celomática com os parâmetros sexo, escore de condição corporal (ECC), tempo em cativeiro (meses) e comportamento de dominância dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

Parâmetros	Mediana (IQ)	r (p)
Sexo*	2 (1; 2)	0,00 (0,99)
ECC	3 (3; 4)	0,82 (0,02)
Tempo de cativeiro	30 (18; 48)	0,74 (0,03)
Dominância**	1 (1; 2)	0,82 (0,02)

*: 1 = machos; 2 = fêmeas; **: 1 = dominante; 2 = submisso

Lista de Figuras:



*Volume = $\sum$ (Área) * Distância

FIGURA 1: Os princípios do cálculo do volume de tecido a partir de cortes transversais paralelos coletados a uma distância constante por tomografia computadorizada em toda a ave. (Brenøe & Kolstad, 2000).

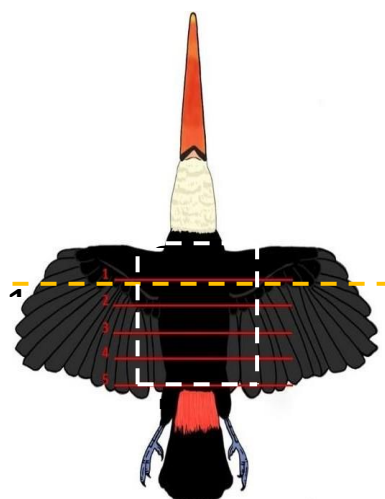


FIGURA 2: Regiões na cavidade celomática do tucanuço (*Ramphastos toco*) utilizada para cálculo da área e volume da gordura celomática. (Cortesia: Ricardo Ichikawa, 2024).

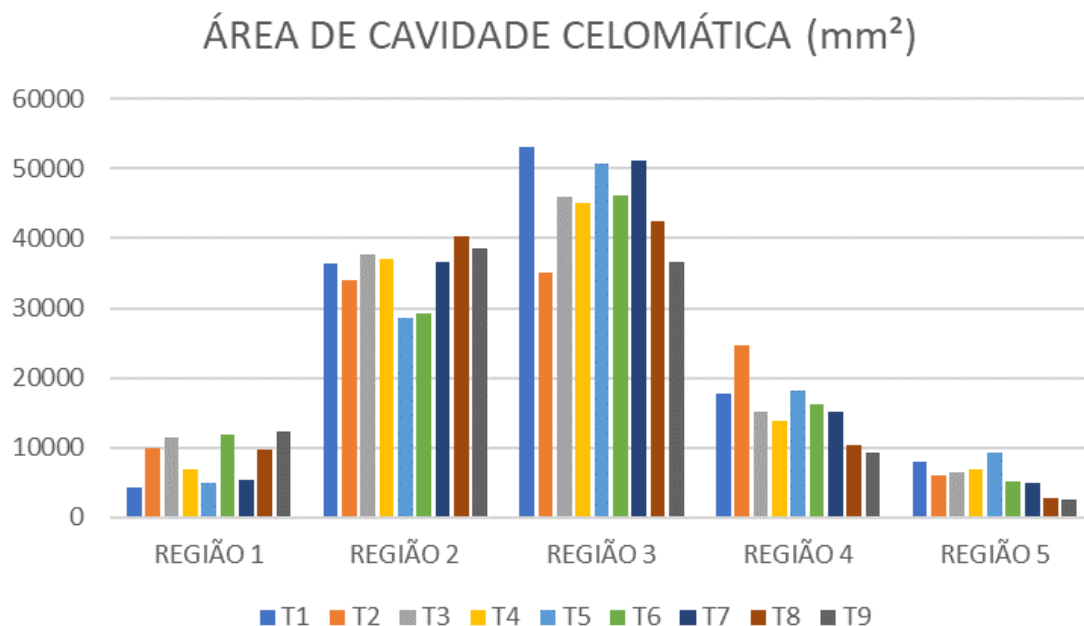


FIGURA 3: Área de cavidade celomática (mm²) nas cinco regiões dos tucanuços (*Ramphastos toco*).

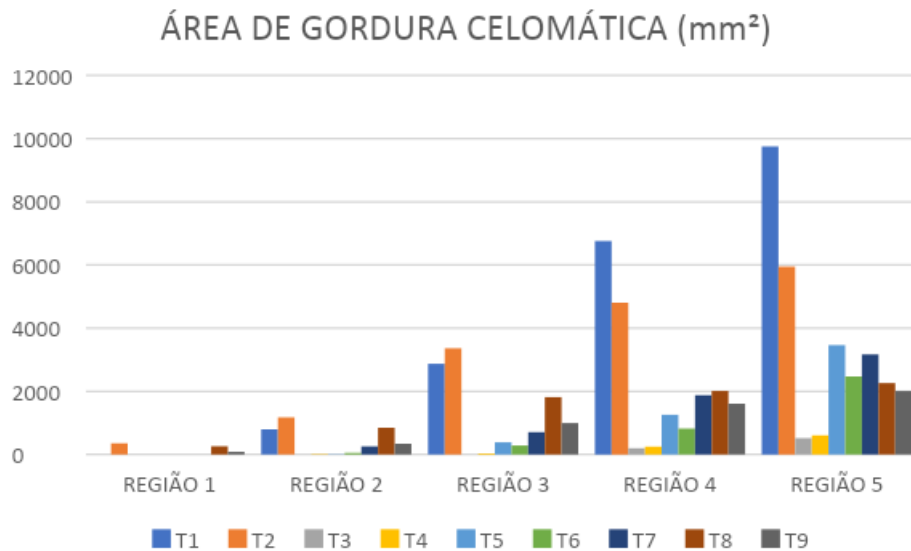


FIGURA 4: Área de gordura (mm²) nas cinco regiões da cavidade celomática dos tucanuços (*Ramphastos toco*).

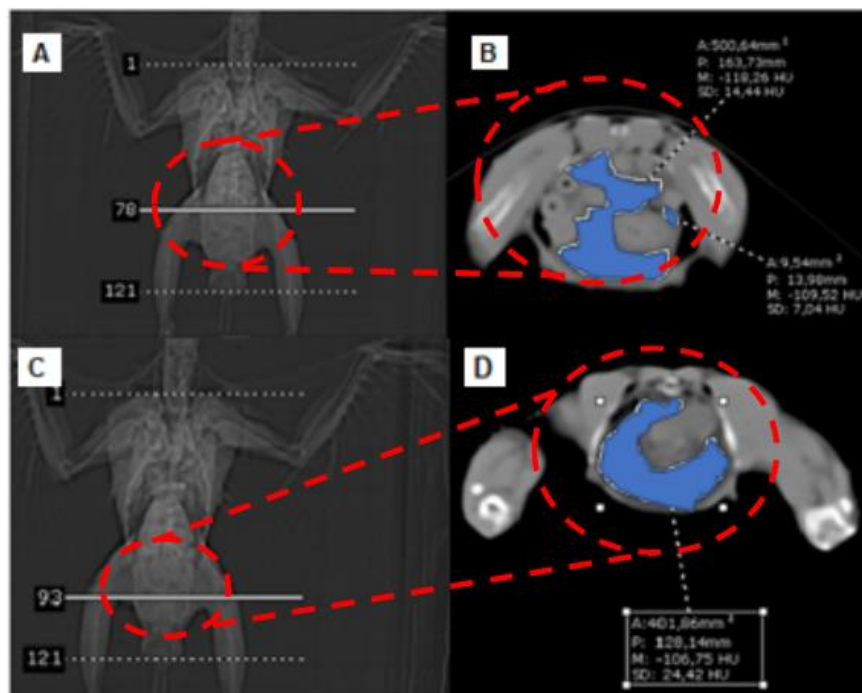


FIGURA 5: Valores de distribuição de gordura na cavidade celomática do tucanuçu (*Ramphastos toco*) - T1: A) Região 4 da cavidade celomática, a linha (corte 78) representa o corte avaliado no detalhe; B) Detalhe da região 4, sendo delimitada em azul a área da gordura; C) Região 5 da cavidade celomática, a linha (corte 93) representa o corte avaliado no detalhe; D) Detalhe da região 5, sendo delimitada em azul a área da gordura.

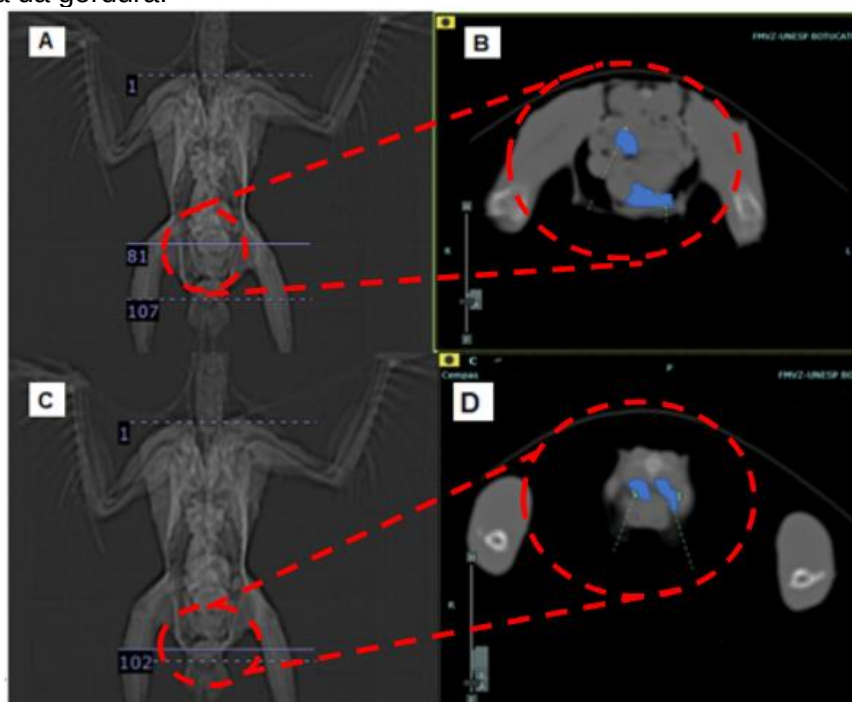


FIGURA 6: Valores de distribuição de gordura na cavidade celomática do tucanuçu (*Ramphastos toco*) - T3: A) Região 4 da cavidade celomática, a linha (corte 81) representa o corte avaliado no detalhe; B) Detalhe da região 4, sendo delimitada em azul a área da gordura; C) Região 5 da cavidade celomática, a linha (corte 102) representa o corte avaliado no detalhe; D) Detalhe da região 5, sendo delimitada em azul a área da gordura.

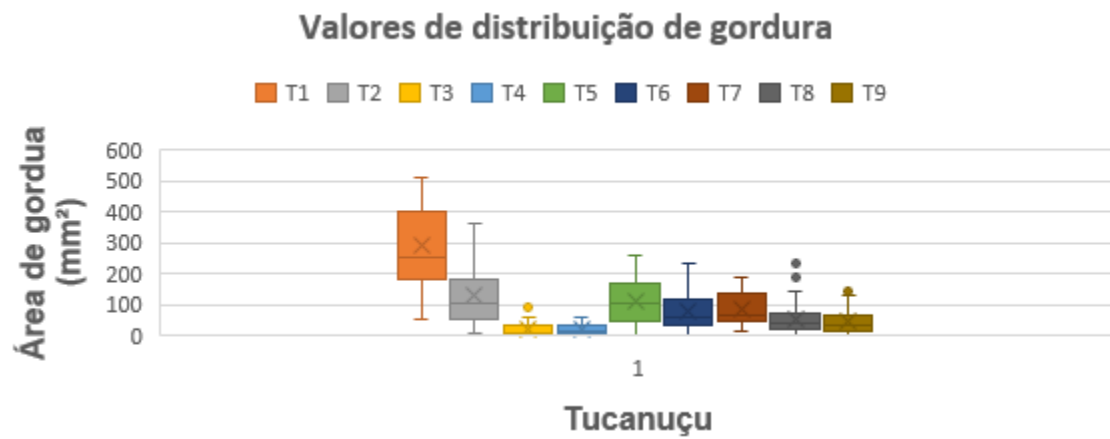


FIGURA 7: Valores de distribuição da área de gordura (mm²) na cavidade celomática dos tucanuços (*Ramphastos toco*) envolvidos no estudo.

ANEXOS



ATESTADO

Atesto que o Projeto "AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL DE Ramphastos toco (Statius Muller, 1776) " **Protocolo CEUA 0266/2022** , a ser conduzido por Caroline de Cássia Gallo, responsável/orientador 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	01/02/2023 a 29/03/2024
Nome Comum / Espécie / Linhagem	AVE / RAMPHASTOS TOCO /
Raça	
Nº de animais machos	0
Nº de animais fêmeas	0
Nº de animais sexo indefinido	20
Peso médio de animais machos	0
Peso médio de animais fêmeas	0
Peso médio de animais sexo indefinido	600G
Idade	2 ano(s) e 6 mes(es) e 0 dia(s).
Procedência	CEMPAS

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 05/12/2022

JULIANY GOMES QUITZAN
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) 3890-2176 - patrizia@fmvz.unesp.br - www.fmvz.unesp.br



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 84623-1	Data da Emissão: 11/08/2022 08:37:56	Data da Revalidação*: 11/08/2023
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		
Dados do titular		
Nome: Caroline de Cássia Gallo	CPF: 410.157.658-07	
Título do Projeto: AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL DE <i>Ramphastos toco</i> (Statius Muller, 1776)		
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO	CNPJ: 48.031.918/0020-97	