

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho de conclusão de residência será disponibilizado somente a partir de 28/02/2026.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**BIOQUÍMICA SÉRICA E DOSAGEM SÉRICA DE FERRO EM TUCANO-  
TOCO (*Ramphastos toco*) (Statius Muller, 1776)**

ANA JULIA TONETTI CLARO

Botucatu

2024

ANA JULIA TONETTI CLARO

**BIOQUÍMICA SÉRICA E DOSAGEM SÉRICA DE FERRO EM TUCANO-  
TOCO (*Ramphastos toco*) (Statius Muller, 1776)**

Trabalho de Conclusão de Residência em Medicina Veterinária apresentado à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, SP, para obtenção do título de Residente em Medicina Veterinária.

Área de concentração: Animais Silvestres.

Preceptor: Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira.

Co-orientador: Profa. Dra. Sheila Canevese Rahal.

Botucatu

2024

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

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: MARIA CAROLINA A. CRUZ E SANTOS-CRB 8/10188

Claro, Ana Julia Tonetti.

Bioquímica sérica e dosagem sérica de ferro em tucano-toco  
(Ramphastos toco) (Statius Muller, 1776) / Ana Julia Tonetti  
Claro. - Botucatu, 2024

Trabalho acadêmico (residência - Residência  
Multiprofissional em Saúde e em Área Profissional da Saúde em  
Medicina Veterinária ) - Universidade Estadual Paulista "Júlio  
de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e  
Zootecnia

Orientador: Carlos Roberto Teixeira

Coorientador: Sheila Canevese Rahal

Capes: 50501003

1. Aves. 2. Hemocromatose. 3. Sobrecarga de Ferro. 4. Tucano.

Palavras-chave: Aves; Doença do acúmulo de ferro; Hemocromatose;  
Piciformes.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente à minha família, em especial à minha mãe e minha avó, que me apoiaram muito no processo seletivo para a residência e sempre estão ao meu lado.

Aos professores preceptores Profa. Dra. Sheila Canevese Rahal e Prof. Dr. Carlos Roberto Teixeira, bem como dos professores Profa. Dra. Luciane dos Reis Mesquita, Profa. Dra. Cláudia Valéria Seullner Brandão e Prof. Dr. Felipe Fornazari. Sua orientação ao longo destes últimos dois anos foi crucial para o meu crescimento acadêmico e profissional. Em especial ao Prof. Dr. Paulo Fernandes Marcusso, que me incentivou e permitiu a realização das dosagens utilizadas nesse TCR.

Aos meus R2, Gabriel Camargo e Erick Yuri, vocês me ensinaram muito e me deram apoio nos meus momentos mais difíceis como R1. O auxílio e orientação de vocês contribuíram muito na minha formação como profissional, e com certeza levarei para o resto da vida.

À minha parceira na Residência, Carime Carrera, passamos dois anos intensos da residência, que com certeza nos marcaram e nos fizeram nos tornar as profissionais que somos hoje. Assim como aos meus R1 (Mylena Oliveira, Bruno Oliani), por me ensinarem muito sobre paciência e compreensão, e todos os ex-residentes que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

À todos os pós-graduandos que atuam na rotina clínica do CEMPAS, em especial ao Guilherme Rech, Ricardo Shoiti e Jeana Pereira, pela orientação e auxílio de vocês em inúmeros casos.

Finalmente, gostaria de agradecer a cada professor, estagiário, residente, aluno, tutor e pacientes que passaram pelo CEMPAS durante a minha passagem por este lugar incrível.

CLARO, ANA J. T. Bioquímica sérica e dosagem sérica de ferro em tucano-toco (*Ramphastos toco*) (Statius Muller, 1776). Botucatu, 2023. 20p. Trabalho de conclusão da residência em Medicina Veterinária (área de concentração: animais silvestres) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

## RESUMO

Tucanos (*Ramphastos*; Piciformes) são aves neotropicais mundialmente reconhecidas pelo formato característico de seus bicos, sendo normalmente grandes e coloridos. Todavia, diversas particularidades, como uma dieta frugívora e faunística diversa associada a uma melhor eficiência na absorção de ferro, fazem com que a hemocromatose, ou doença do acúmulo de ferro (DAF), seja uma das afecções mais comumente encontradas na espécie. A DAF é caracterizada pelo acúmulo de ferro em grânulos nos hepatócitos, comprometendo a função hepática, gerando quadros crônicos e progressivos de hepatopatia, podendo culminar na morte súbita. Infelizmente, o diagnóstico *in vivo* dessa doença em aves ainda é limitado e de difícil realização, tendo em vista a manifestação inespecífica de sinais. Com o objetivo de contribuir para elucidação diagnóstica e comportamento fisiológico do ferro nessa espécie em cativeiro, foi realizado um levantamento a respeito das variáveis bioquímicas, incluindo o ferro sérico, de tucanos-toco (*Ramphastos toco*) sob cuidados humanos. Foram utilizadas amostras sanguíneas de 13 indivíduos, obtendo-se valores de ferro sérico entre 21 e 264,3 mcg/dL, além de valores para outros 13 parâmetros do exame de bioquímica sérica. Espera-se que os dados obtidos nesse trabalho possam auxiliar para elucidação diagnóstica e comportamento fisiológico do ferro nessa espécie em cativeiro, além de contribuir para o desenvolvimento de um intervalo de referência mais específico.

**Palavras-chave:** hemocromatose, Piciformes, Doença do Acúmulo de Ferro, aves

CLARO, ANA J. T. Serum biochemistry and serum iron assay in toco toucan (*Ramphastos toco*) (Statius Muller, 1776). Botucatu, 2023. 20 p. Final paper for residence in Veterinary Medicine (concentration area: wild animals) - School of Veterinary Medicine and Animal Science, Campus Botucatu, São Paulo State University "Júlio de Mesquita Filho".

### **ABSTRACT**

Toucans (*Ramphastos*; Piciformes) are Neotropical birds globally recognized for the distinctive shape of their bills, which are typically large and colorful. However, various characteristics, such as a frugivorous diet and diverse fauna associated with better iron absorption efficiency, make hemochromatosis, or iron storage disease (ISD), one of the most commonly encountered conditions in the species. ISD is characterized by the accumulation of iron granules in hepatocytes, compromising liver function and leading to chronic and progressive hepatopathy, potentially resulting in sudden death. Unfortunately, the *in vivo* diagnosis of this disease in birds is still limited and challenging due to the nonspecific manifestation of signs. This study conducted a survey regarding biochemical variables, including serum iron, in toco toucans (*Ramphastos toco*) under human care. Blood samples from 13 individuals were used. The serum iron values ranged from 21 to 264.3 mcg/dL, along with values for 13 other serum biochemistry parameters. It is expected that the data obtained in this study can contribute to diagnostic elucidation and understanding of the physiological behavior of iron in this species in captivity, besides contributing to the development of a more specific reference range.

**Keywords:** Hemochromatosis, Piciformes, Iron Storage Disease, birds

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	8
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	9
	2.1 Metabolismo do Ferro e Doença do Acúmulo de Ferro em Aves.....	9
	2.2 Métodos de Diagnóstico .....	11
3.	ANÁLISES BIOQUÍMICAS DAS AVES DO CEMPAS .....	13
	3.1 Coleta das amostras e resultados .....	13
	3.2 Discussão.....	15
4.	CONCLUSÃO .....	17
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

## 1. INTRODUÇÃO

Tucanos são aves pertencentes à família Ramphastidae, do gênero *Ramphastos*, que possuem como principal característica o bico grande com cores marcantes e em formato de espada (SICK, 1984). São aves nativas da América Central e América do Sul, possuindo quatro espécies no território brasileiro, com diferentes habitações conforme o comportamento, podendo variar desde o interior das florestas até regiões urbanizadas, como no caso do tucano-toco (*Ramphastos toco*) (STREFEZZI, PEREIRA, 2014). Por conta de seu comportamento sociável e curioso, é uma espécie com boa adaptação ao cativeiro, sendo comum em criadouros, mantenedores, zoológicos e como animal de estimação não convencional (DISLICH, 2014).

Como descrito por Dislich (2014), os tucanos possuem diversas particularidades anatômicas e fisiológicas, as quais os diferenciam de outras aves. O bico grande e ricamente trabeculado atua na termorregulação, as asas são curtas e fortes, além de um trato gastrointestinal curto e com acelerado metabolismo. São aves primariamente frugívoras e faunívoras oportunistas, se alimentando principalmente de frutas nativas, pequenos vertebrados, ovos e invertebrados.

Os tucanos estão entre as aves que necessitam de atenção especial quanto ao metabolismo de ferro (Fe), apresentando elevada predisposição para o desenvolvimento de Doença do Acúmulo de Ferro (DAF), com alto grau de óbito e diminuição da expectativa de vida (STREFEZZI, PEREIRA, 2014). O diagnóstico assertivo ainda é um desafio, sendo muitas vezes realizado *post mortem* (MASSAROTTO, MARIETTO-GONÇALVES, 2010). Desta forma, objetivou-se realizar uma revisão bibliográfica a respeito do assunto, além da dosagem de Fe sérico e bioquímica sérica de todos os indivíduos da espécie tucano-toco, que se encontram sob cuidados humanos do Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens, de modo a auxiliar na elucidação das possibilidades diagnósticas.

#### 4. CONCLUSÃO

A medicina de animais selvagens é uma área da medicina veterinária em crescimento exponencial e, associado a este fator, os estudos a respeito das afecções, meios de diagnóstico e tratamentos devem ser desenvolvidos buscando elucidar diversos fatores.

Com relação à doença do acúmulo de Fe, ainda são escassos os trabalhos relacionados aos melhores meios de diagnóstico e prevenção, sendo que muitas vezes é utilizado apenas o diagnóstico *post mortem*. Como demonstrado, na literatura há apenas um valor de referência para a dosagem de Fe sérico na espécie, que se mostrou não muito específico, já que os tucanos-toco avaliados apresentaram grande variação nessa dosagem. Espera-se que os valores obtidos possam auxiliar no desenvolvimento de futuros estudos e possam contribuir para uma melhor elucidação dessa afecção.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPENTER, J. W.; HARMS, C. (Ed.). **Exotic Animal Formulary-E-Book**. Elsevier Health Sciences, 2022.

CORK, S. C. Iron storage diseases in birds. **Avian Pathology**, v. 29, n. 1, p. 7-12, fev. 2000. DOI 10.1080/03079450094216.

CORNELISSEN, H. Normal hematologic and biochemical values in toucans. *In*: RITCHIE B. W.; Harrison G. J.; Harrison L. R. **Avian Medicine: Principles and application**. 1ed Lake Worth, FL: Wingers Publishing, 1994. p.1337

DISLICH, M. Piciformes (Tucanos, Araçaris e Pica-paus). *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 665-697.

DONELEY, B. Interpreting diagnostic tests. *In*: DONELEY, B. **Avian Medicine and Surgery in Practice: Companion and Aviary Birds**. 2. ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2016. p. 117-144.

HARRISON, G. J.; MCDONALD, D. Nutritional Considerations Section II: nutritional disorders. *In*: HARRISON, G. J.; LIGHTFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach: Spix Publishing, 2006. p. 108-140.

HOCHLEITHNER, M.; HOCHLEITHNER C. Evaluating and Treating the Liver. *In*: HARRISON, G. J.; LIGHTFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach: Spix Publishing, 2006.

KENDAL E. H. Diagnostic Value of Biochemistry. *In*: HARRISON, G. J.; LIGHTFOOT, T. L. **Clinical Avian Medicine**. Palm Beach: Spix Publishing, 2006.

KLASING, K. C.; DIERENFELD, E. S.; KOUTSOS, E. A. Avian iron storage disease: variations on a common theme?. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 43, n. 3, p. 27-34, 2 set. 2012. DOI 10.1638/2011-0157.1.

MARROW, J. C. *et al.* Comparison of circulating iron, total iron binding capacity, and percent transferrin saturation in wild and captive kori bustards (*Ardeotis kori*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 49, n. 2, p. 450-453, jun. 2018. DOI 10.1638/2017-0168.1.

MASSAROTTO V. M.; MARIETTO-GONÇALVES G. A. Hemocromatose em aves da família Ramphastidae. **Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 4, p. 450-460, dez. 2010.

METE, A. *et al.* Intestinal over-expression of iron transporters induces iron overload in birds in captivity. **Blood Cells, Molecules, and Diseases**, v. 34, n. 2, p. 151-156, mar. 2005. DOI 10.1016/j.bcmd.2004.12.001.

METE, A. *et al.* Iron metabolism in mynah birds (*Gracula religiosa*) resembles human hereditary haemochromatosis. **Avian Pathology**, v. 32, n. 6, p. 625-632, dez. 2003. DOI 10.1080/03079450310001610659.

OLIVEIRA, A. R. *et al.* A retrospective study of hepatic hemosiderosis and iron storage disease in several captive and free-ranging avian species. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 53, n. 2, p. 455-600, jun. 2022. DOI 10.1638/2021-0130.

OSOFSKY, A.; JOWETT, P. L. H.; HOSGOOD, G.; TULLY, T. N. Determination of Normal Blood Concentrations of Lead, Zinc, Copper, and Iron in Hispaniolan Amazon Parrots (*Amazona ventralis*). **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 15, n. 1, p. 31-36, 2001.

RAIDAL, S. Laboratory Diagnostics for Birds. *In*: HEATLEY, J. J.; RUSSELL, K. E. **Exotic Animal Laboratory Diagnosis**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2020. p. 432-439.

SHEPPARD, C.; DIERENFELD, E. Iron Storage Disease in Birds: Speculation on Etiology and Implications for Captive Husbandry. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 16, n. 3, p. 192–197, 2002.

SICK, H.; BARRUEL, P. **Ornitologia Brasileira**. Editora Universidade de Brasília, 1984.

STREFEZZI, R. F.; PEREIRA, L. Q. Doença do Acúmulo de Ferro em Aves. *In*: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de Animais Selvagens: Medicina Veterinária**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 1652-1657.

VERGNEAU-GROSSET, C.; BEAUFRÈRE, H.; AMMERSBACH, M. Clinical biochemistry. *In*: SPEER, B. L. **Current Therapy in Avian Medicine and Surgery**. St. Louis: Elsevier, 2016.