

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste relatório de pós-doutorado será disponibilizado somente a partir de 05/04/2025.

KATIA APARECIDA DA SILVA VIEGAS

**CARACTERIZAÇÃO HISTOLÓGICA E HISTOMORFOMÉTRICA DA
ESTEATOSE HEPÁTICA EM PERDIZ (*RHYNCHOTUS RUFESCENS*
TEMMINCK, 1815)**

Relatório de Pós-doutorado realizado na
Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências, Departamento de
Biologia Estrutural e Funcional, Botucatu.

Supervisor: Prof. Dr. André Luís Filadelpho

Cossupervisora: Prof^a Dr^a Camila Contin
Diniz de Almeida-Francia

Botucatu

2024

Sumário

1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 Morfologia do fígado em aves	3
2.2 Metabolismo lipídico e lipidose	3
2.3 Caracterização da lipidose hepática	4
3. OBJETIVOS.....	5
3.1 Objetivo geral	5
3.2 Objetivos específicos.....	5
4. MATERIAL E MÉTODOS	6
4.1 Animais, coleta e fixação do material.....	6
4.2 Análises Histológica e Histomorfométrica	7
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	8
5.1 Avaliação Macroscópica	8
5.2 Avaliação Microscópica.....	10
5.3 Avaliação Morfométrica	17
6. CONCLUSÃO.....	21
7. REFERÊNCIAS.....	22
ANEXOS.....	27
ANEXO I – Atestado do CEUA – Comitê de Ética em Uso de Animais.....	27
ANEXO II – Link do Repositório UNESP.....	28
ANEXO III – Avaliação do Supervisor	29

Resumo

O presente estudo teve como objetivo caracterizar histologicamente e histomorfometricamente a lipidose hepática em fígados de perdizes (*Rhynchotus rufescens*) mantidas em cativeiro. A lipidose hepática, caracterizada pelo acúmulo anormal de lipídios nos hepatócitos, compromete a função hepática e pode levar a distúrbios metabólicos graves. Foram analisados fígados de 15 perdizes adultas, utilizando colorações com Hematoxilina e Eosina (H.E.) e Tricrômico de Masson, além de análises morfométricas realizadas com o software ImageJ. Os resultados mostraram vacuolização significativa dos hepatócitos, particularmente nas zonas periacinares, onde o acúmulo lipídico foi mais acentuado, em comparação com as zonas periportais, que apresentaram menor grau de vacuolização. A análise dos diâmetros dos hepatócitos revelou variações entre as regiões periportais e periacinares. As áreas periacinares apresentaram diâmetros maiores e maior quantidade de vacúolos, sugerindo um estágio mais avançado de lipidose nessa zona, associada a menor oxigenação e maior vulnerabilidade ao estresse metabólico. Em contraste, as regiões periportais mostraram hepatócitos com diâmetros menores e menos vacúolos, indicando menor comprometimento estrutural. Além disso, foi observada compressão dos sinusoides hepáticos, desorganização dos cordões de hepatócitos, e infiltrados inflamatórios em algumas regiões, o que sugere um estágio progressivo de lipidose que pode evoluir para fibrose e esteato-hepatite. A análise morfométrica confirmou a heterogeneidade do acúmulo lipídico entre as diferentes zonas hepáticas, evidenciando o impacto da lipidose na morfologia e função celular. Este estudo fornece dados importantes sobre a lipidose hepática em aves de cativeiro, ressaltando a importância de estratégias nutricionais e de manejo para prevenir a doença. Os resultados servem como base para futuras investigações e para o desenvolvimento de protocolos preventivos e terapêuticos em aves de criação.

Palavras-chave: lipidose hepática; metabolismo lipídico; histopatologia; patologia animal; aves.

1. INTRODUÇÃO

A esteatose, também conhecida como transformação gordurosa, lipidose ou doença hepática gordurosa não alcoólica, é uma condição degenerativa caracterizada pela acumulação anormal e reversível de lipídeos no citoplasma de células parenquimatosas, como hepatócitos e fibras do miocárdio, onde normalmente não seriam encontrados histologicamente. Isso resulta na formação de vacúolos devido a desequilíbrios na síntese, utilização ou mobilização de lipídeos. Devido ao fígado ser o responsável pelo metabolismo lipídico, a esteatose é mais comumente encontrada nesse órgão (BEAUFRÈRE *et al.*, 2019; HERMIER, 1997; MIDDENDORF *et al.*, 2021).

A lipidose hepática é uma doença comum em aves domésticas, incluindo galinhas, patos, gansos e perus (BEAUFRÈRE *et al.*, 2019; DONELEY, 2011; HERMIER *et al.*, 1999; MIDDENDORF *et al.*, 2021; PERUSSI, 2019). É caracterizada pelo acúmulo excessivo de lipídios no fígado, levando a uma disfunção hepática grave (MIDDENDORF *et al.*, 2021). Essa condição pode ser causada por vários fatores, incluindo dieta rica em gordura, obesidade, imobilidade e deficiências nutricionais. A lipidose hepática é uma preocupação significativa para a produção avícola, já que pode levar a perda de produção e mortalidade significativa (BEAUFRÈRE *et al.*, 2019; MIDDENDORF *et al.*, 2019, 2021; VISSCHER *et al.*, 2017).

Alguns estudos vêm mostrando que a lipidose hepática afeta, principalmente, aves de postura (MAHARJAN *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2017). As aves afetadas geralmente apresentam sintomas clínicos, como fraqueza, anorexia, perda de peso e produção de ovos reduzida (APPLEGATE; ANGEL, 2014; AWAD *et al.*, 2019; MAHARJAN *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2017).

A prevenção da lipidose hepática é a melhor abordagem para evitar a doença. Uma dieta balanceada com baixo teor de gordura e rica em nutrientes é crucial para a prevenção da lipidose hepática em aves (APPLEGATE; ANGEL, 2014; BAKER; HAN, 1994). De acordo com um estudo realizado por Li *et al.* (2018), a suplementação de antioxidantes, como selênio e vitamina E, pode ajudar a prevenir a lipidose hepática em aves (LI *et al.*, 2018).

A confirmação diagnóstica é realizada por meio de exames laboratoriais, incluindo exames de sangue e biópsia hepática (RITCHIE *et al.*, 1994). No entanto, uma vez que a lipidose hepática é diagnosticada, o tratamento é necessário para evitar complicações graves. Em geral, a abordagem terapêutica da lipidose hepática em aves inclui mudanças na dieta, administração de medicamentos e suporte nutricional. Em casos graves, a remoção cirúrgica do fígado pode ser necessária.

A implementação de programas de manejo adequados é fundamental para a prevenção da lipidose hepática em aves. A manutenção da higiene, ventilação e espaço adequados são importantes para garantir a saúde das aves. O controle do estresse também é importante para evitar a lipidose hepática, já que o estresse pode afetar negativamente o metabolismo lipídico em aves.

6. CONCLUSÃO

A análise histológica e histomorfométrica do fígado das perdizes (*Rhynchotus rufescens*) revelou características típicas da lipídose hepática, como a presença de vacuolização lipídica nos hepatócitos, desorganização tecidual e variação na quantidade e tamanho dos vacúolos entre as zonas periportais e periacinares. Esses achados sugerem que o acúmulo de lipídios nos hepatócitos afeta significativamente a estrutura e função do fígado, com maior comprometimento nas áreas periacinares, onde o suprimento de oxigênio é menor, tornando-as mais vulneráveis ao estresse metabólico.

A identificação de infiltrados inflamatórios e sinais de fibrose indica que o processo de esteatose (lipídose) pode estar evoluindo para um estágio mais avançado, como esteato-hepatite, o que corrobora com a literatura existente. As alterações morfológicas observadas, especialmente a compressão dos sinusoides hepáticos, evidenciam o impacto potencial da lipídose sobre a circulação hepática, podendo levar a complicações metabólicas mais severas.

Esse estudo contribui para a compreensão dos efeitos da lipídose hepática em perdizes mantidas em cativeiro, ressaltando a importância de estratégias de manejo nutricional e ambiental, com redução do estresse, que possam prevenir o acúmulo excessivo de lipídios no fígado. Além disso, os resultados obtidos podem servir de base para futuros estudos sobre intervenções terapêuticas e dietéticas voltadas para a melhoria da saúde hepática em aves de criação.

7. REFERÊNCIAS

- APPLEGATE, T. J.; ANGEL, R. Nutrient requirements of poultry publication: History and need for an update. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 3, p. 567–575, 2014. Acesso em: 18 jun. 2023.
- AWAD, E. A.; ZULKIFLI, I.; SOLEIMANI, A. F.; LAW, F. L.; RAMIAH, S. K.; MOHAMED-YOUSIF, I. M.; HUSSEIN, E. A.; KHALIL, E. S. Response of broilers to reduced-protein diets under heat stress conditions. **World's Poultry Science Journal**, v. 75, n. 4, p. 583–598, 1 dez. 2019. Acesso em: 18 jun. 2023.
- AYDIN, R. Type of fatty acids, lipoprotein secretion from liver and fatty liver syndrome in laying hens. **Volume 4, Issue 11, Pages 917 - 919**, v. 4, n. 11, p. 917–919, 2005. Acesso em: 4 out. 2024.
- BAKER, D. H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry science**, v. 73, n. 9, p. 1441–1447, 1994. Acesso em: 18 jun. 2023.
- BARBOZA, T. K.; SUSTA, L.; ZUR LINDEN, A.; GARDHOUSE, S.; BEAUFRÈRE, H. Association of plasma metabolites and diagnostic imaging findings with hepatic lipidosis in bearded dragons (*Pogona vitticeps*) and effects of gemfibrozil therapy. **PLOS ONE**, v. 18, n. 2, p. e0274060, 1 fev. 2023.
- BAZOTTE, R. B.; BERTOLINI, G. L.; SOUZA, H. M. de. Fígado e suas Funções. *Em*: CURI, R.; PROCOPIO, J. **Fisiologia Básica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2017. p. 630–644.
- BEAUFRÈRE, H.; REAVILL, D.; HEATLEY, J.; SUSTA, L. Lipid-Related Lesions in Quaker Parrots (*Myiopsitta monachus*). **Veterinary Pathology**, v. 56, n. 2, p. 282–288, 1 mar. 2019. Acesso em: 18 jun. 2023.
- BRENNER, C.; GALLUZZI, L.; KEPP, O.; KROEMER, G. Decoding cell death signals in liver inflammation. **Journal of hepatology**, v. 59, n. 3, p. 583–594, set. 2013. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23567086/>>. Acesso em: 3 out. 2024.
- BROWN, G. T.; KLEINER, D. E. Histopathology of nonalcoholic fatty liver disease and nonalcoholic steatohepatitis. **Metabolism: clinical and experimental**, v. 65, n. 8, p. 1080–1086, 1 ago. 2016.
- CAMPOS, C. M.; MORAES, J. R. E.; MORAES, F. R. Histopathology of liver, kidney and spleen of *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Pseudoplatystoma fasciatum* infected by myxosporean parasite, caught in Aquidauana River, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Revista brasileira de parasitologia veterinária = Brazilian journal of veterinary parasitology : Orgao Oficial do Colegio Brasileiro de Parasitologia Veterinaria**, v. 17, n. 4, p. 200–205, out. 2008. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19265578/>>. Acesso em: 24 jun. 2023.
- COELHO, H. E. **Patologia Veterinária**. São Paulo: Manole, 2002.
- DE BOEVER, S.; CROUBELS, S.; MEYER, E.; SYS, S.; BEYAERT, R.; DUCATELLE, R.; DE BACKER, P. Characterization of an intravenous lipopolysaccharide inflammation model in broiler chickens. **Avian Pathology**, v. 38, n. 5, p. 403–411, out. 2009. Acesso em: 23 jun. 2023.

- DE GOTTARDI, A.; SEMPOUX, C.; BERZIGOTTI, A. Porto-sinusoidal vascular disorder. **Journal of hepatology**, v. 77, n. 4, p. 1124–1135, 1 out. 2022.
- DONELEY, Bob. **Avian medicine and surgery in practice: companion and aviary birds**. [s.l.] Manson/Veterinary Press, 2011. 336 p.
- FAILS, A. D. Anatomia do Sistema Digestório. *Em: Frandson - Anatomia e Fisiologia dos Animais de Produção*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. p. 284–289.
- FRENCH, C. E.; SALES, M. A.; ROCHELL, S. J.; RODRIGUEZ, A.; ERF, G. F. Local and systemic inflammatory responses to lipopolysaccharide in broilers: new insights using a two-window approach. **Poultry Science**, v. 99, n. 12, p. 6593–6605, 1 dez. 2020. Acesso em: 23 jun. 2023.
- FROMENTY, B.; BERSON, A.; PESSAYRE, D. Microvesicular steatosis and steatohepatitis: role of mitochondrial dysfunction and lipid peroxidation. **Journal of hepatology**, v. 26 Suppl 1, n. 1, p. 13–22, 1997. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9138124/>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- GERMANO, C. W.; MEGA, P. F.; MATTOSINHO, T. J. A. P.; DIAS, L. L. C.; GESTIC, M. A.; UTRINI, M. P.; CHAIM, F. D. M.; CALLEJAS-NETO, F.; CHAIM, E. A.; CAZZO, E. Microvesicular Steatosis in Individuals with Obesity: a Histological Marker of Non-alcoholic Fatty Liver Disease Severity. **Obesity surgery**, v. 33, n. 3, p. 813–820, 1 mar. 2023. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36694089/>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- HAMMOUTENE, A.; RAUTOU, P. E. Role of liver sinusoidal endothelial cells in non-alcoholic fatty liver disease. **Journal of hepatology**, v. 70, n. 6, p. 1278–1291, 1 jun. 2019.
- HAN, B.; LV, Z.; ZHANG, X.; LV, Y.; LI, S.; WU, P.; YANG, Q.; LI, J.; QU, B.; ZHANG, Z. Deltamethrin induces liver fibrosis in quails via activation of the TGF- β 1/Smad signaling pathway. **Environmental Pollution**, v. 259, 1 abr. 2020. Acesso em: 4 out. 2024.
- HAUTEKEETE, M. L.; DEGOTT, C.; BENHAMOU, J. P. Microvesicular steatosis of the liver. **Acta Clinica Belgica**, v. 45, n. 5, p. 311–326, 1990. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2177300/>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- HERMIER, D. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. **Journal of Nutrition**, v. 127, n. 5 SUPPL., 1997. Acesso em: 28 maio. 2023.
- HERMIER, D.; SALICHON, M. R.; GUY, G.; PERESSON, R. Differential channelling of liver lipids in relation to susceptibility to hepatic steatosis in the goose. **Poultry Science**, v. 78, n. 10, p. 1398–1406, 1999. Acesso em: 28 maio. 2023.
- HUNT, N. J.; KANG, S. W. (Sophie); LOCKWOOD, G. P.; LE COUTEUR, D. G.; COGGER, V. C. Hallmarks of Aging in the Liver. **Computational and structural biotechnology journal**, v. 17, p. 1151–1161, 1 jan. 2019.
- JONES, T. C.; HUNT, R. D.; KING, N. W. **Patologia Veterinária**. São Paulo: Editora Manole, 2000.
- KÖNIG, H. E.; SÓTONYI, P.; SCHÖPPER, H.; LIEBICH, H. G. Sistema digestório (apparatus digestorius). *Em: HORST ERICH KÖNIG; HANS-GEORG LIEBICH*.

Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido. Porto Alegre: Grupo A, 2021. p. 384–389.

LI, J. L.; ZHANG, L.; YANG, Z. Y.; ZHANG, Z. Y.; JIANG, Y.; GAO, F.; ZHOU, G. H. Effects of Different Selenium Sources on Growth Performance, Antioxidant Capacity and Meat Quality of Local Chinese Subei Chickens. **Biological trace element research**, v. 181, n. 2, p. 340–346, 1 fev. 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28516388/>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

LI, S.; ZHENG, X.; ZHANG, X.; YU, H.; HAN, B.; LV, Y.; LIU, Y.; WANG, X.; ZHANG, Z. Exploring the liver fibrosis induced by deltamethrin exposure in quails and elucidating the protective mechanism of resveratrol. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 207, 1 jan. 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33254389/>>. Acesso em: 4 out. 2024.

LIN, C. W.; HUANG, T. W.; PENG, Y. J.; LIN, Y. Y.; MERSMANN, H. J.; DING, S. T. A novel chicken model of fatty liver disease induced by high cholesterol and low choline diets. **Poultry Science**, v. 100, n. 3, p. 100869, 1 mar. 2021. Acesso em: 23 jun. 2023.

LV, Y.; BING, Q.; LV, Z.; XUE, J.; LI, S.; HAN, B.; YANG, Q.; WANG, X.; ZHANG, Z. Imidacloprid-induced liver fibrosis in quails via activation of the TGF- β 1/Smad pathway. **Science of the Total Environment**, v. 705, p. 135915, 25 fev. 2020. Acesso em: 4 out. 2024.

MACLACHLAN, N. J.; CULLEN, J. M. Fígado, Sistema Biliar e Pâncreas Exócrino. Em: CARLTON, W. W.; MCGAVIN, M. D. **Patologia Veterinária Especial de Thonson.** Porto Alegre: ARTMED, 1998.

MAHARJAN, P.; MARTINEZ, D. A.; WEIL, J.; SUESUTTAJIT, N.; UMBERSON, C.; MULLENIX, G.; HILTON, K. M.; BEITIA, A.; COON, C. N. Review: Physiological growth trend of current meat broilers and dietary protein and energy management approaches for sustainable broiler production. **Animal**, v. 15, p. 100284, 1 dez. 2021. Acesso em: 18 jun. 2023.

MALARKEY, D. E.; JOHNSON, K.; RYAN, L.; BOORMAN, G.; MARONPOT, R. R. New insights into functional aspects of liver morphology. **Toxicologic pathology**, v. 33, n. 1, p. 27–34, 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15805053/>>. Acesso em: 4 out. 2024.

MIDDENDORF, L.; RADKO, D.; DÜNGELHOEF, K.; SIEVERDING, E.; WINDHAUS, H.; MISCHOK, D.; VISSCHER, C. Amino acid pattern in the liver and blood of fattening turkeys suffering from hepatic lipidosis. **Poultry Science**, v. 98, n. 9, p. 3950–3962, 1 set. 2019. Acesso em: 18 jun. 2023.

MIDDENDORF, L.; SCHMICKE, M.; DÜNGELHOEF, K.; SIEVERDING, E.; WINDHAUS, H.; MISCHOK, D.; RADKO, D.; VISSCHER, C. Hepatic lipidosis: Liver characteristics and acute phase proteins in affected turkeys. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 105, n. S2, p. 70–78, 1 nov. 2021. Acesso em: 18 jun. 2023.

OCHIAI, K.; HANDHARYANI, E.; UMEMURA, T. Idiopathic hepatic fibrosis with cholestasis in broiler chickens: immunohistochemistry of hepatic stellate cells. **Avian pathology: journal of the W.V.P.A**, v. 31, n. 5, p. 425–428, out. 2002. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12427335/>>. Acesso em: 4 out. 2024.

- OZAKI, M. Cellular and molecular mechanisms of liver regeneration: Proliferation, growth, death and protection of hepatocytes. **Seminars in cell & developmental biology**, v. 100, p. 62–73, 1 abr. 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31669133/>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- PENG, G.; HUANG, E.; RUAN, J.; HUANG, L.; LIANG, H.; WEI, Q.; XIE, X.; ZENG, Q.; HUANG, J. Effects of a high energy and low protein diet on hepatic and plasma characteristics and Cidea and Cidec mRNA expression in liver and adipose tissue of laying hens with fatty liver hemorrhagic syndrome. **Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho**, v. 90, n. 2, p. 247–254, 1 fev. 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30523654/>>. Acesso em: 4 out. 2024.
- PERUSSI, P. R. **LIPIDOSE HEPÁTICA EM AVES**. 2019. Universidade Tuiuti do Paraná, 2019.
- PIOCHE, T.; SKIBA, F.; BERNADET, M. D.; SEILIEZ, I.; MASSIMINO, W.; HOUSSIER, M.; TAVERNIER, A.; RICAUD, K.; DAVAIL, S.; SKIBA-CASSY, S.; GONTIER, K. Kinetic study of the expression of genes related to hepatic steatosis, glucose and lipid metabolism, and cellular stress during overfeeding in mule ducks. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 318, n. 2, p. R453–R467, 1 fev. 2020. Acesso em: 28 maio. 2023.
- POPP, C.; HAUCK, R.; VAHLENKAMP, T. W.; LÜSCHOW, D.; KERSHAW, O.; HOFERER, M.; HAFEZ, H. M. Liver Pathology Associated with Increased Mortality in Turkey Breeder and Meat Turkey Flocks. **https://doi.org/10.1637/10675-092413-Case.1**, v. 58, n. 3, p. 474–481, 17 fev. 2014. Disponível em: <<https://bioone.org/journals/avian-diseases/volume-58/issue-3/10675-092413-Case.1/Liver-Pathology-Associated-with-Increased-Mortality-in-Turkey-Breeder-and/10.1637/10675-092413-Case.1.full>>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. **Avian medicine: principles and application**. [s.l.] Wingers Pub, 1994. 1384 p.
- RUSSELL, D. W. The Enzymes, Regulation, and Genetics of Bile Acid Synthesis. **https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.72.121801.161712**, v. 72, p. 137–174, 28 nov. 2003. Disponível em: <<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.biochem.72.121801.161712>>. Acesso em: 23 jun. 2023.
- SALAVATI, A.; TALEBI, Z.; MAHDIPOUR, M.; SHOJAEI, I.; PEIGHAMBARI, S. M. Diagnosis and treatment of hepatic lipidosis in a 42-year-old gray parrot: A case report. **Journal of Poultry Sciences and Avian Diseases**, v. 1, n. 1, p. 34–39, 1 out. 2023.
- SILVA, J. H. V. da; JORDÃO FILHO, J.; SILVA, E. L. da; COSTA, F. G. P.; NAVES, P. E. G.; FIGUEIREDO-LIMA, D. F.; SIQUEIRA, J. C. de; LIMA, R. B. Growth curves, body nutrients deposition and determination of protein requirement for light and semi heavy hen pullets. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 78–87, 5 abr. 2017. Disponível em: <<https://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/14006>>. Acesso em: 18 jun. 2023.
- SINGH, Baljit. **Dyce, Sack e Wensing - Tratado de Anatomia Veterinária**. Rio de Janeiro: Gen Guanabara Koogan, 2019.
- VISSCHER, C.; MIDDENDORF, L.; GÜNTHER, R.; ENGELS, A.; LEIBFACHER, C.; MÖHLE, H.; DÜNGELHOEF, K.; WEIER, S.; HAIDER, W.; RADKO, D. Fat content,

fatty acid pattern and iron content in livers of turkeys with hepatic lipidosis. **Lipids in Health and Disease**, v. 16, n. 1, 30 maio 2017. Acesso em: 18 jun. 2023.

WILDMANN, A. K.; CUSHING, A. C.; PFISTERER, B. R.; SULA, M. J. M. Retrospective review of morbidity and mortality in a population of captive budgerigars (*Melopsittacus undulates*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 53, n. 2, p. 433–441, 1 jun. 2022.

WU, J. P.; PENG, Y.; ZHI, H.; CHEN, X. Y.; WU, S. K.; TAO, L.; ZENG, Y. H.; LUO, X. J.; MAI, B. X. Contamination of organohalogen chemicals and hepatic steatosis in common kingfisher (*Alcedo atthis*) breeding at a nature reserve near e-waste recycling sites in South China. **The Science of the total environment**, v. 659, p. 561–567, 1 abr. 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31096385/>>. Acesso em: 24 jun. 2023.

ZAWACKA, M.; MURAWSKA, D.; GESEK, M. The effect of age and castration on the growth rate, blood lipid profile, liver histology and feed conversion in Green-legged Partridge cockerels and capons. **Animal**, v. 11, n. 6, p. 1017–1026, 1 jan. 2017. Acesso em: 24 jun. 2023.

ZHANG, C.; SHAO, Q.; LIU, M.; WANG, X.; LOOR, J. J.; JIANG, Q.; CUAN, S.; LI, X.; WANG, J.; LI, Y.; HE, L.; HUANG, Y.; LIU, G.; LEI, L. Liver fibrosis is a common pathological change in the liver of dairy cows with fatty liver. **Journal of dairy science**, v. 106, n. 4, p. 2700–2715, 1 abr. 2023. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36823013/>>. Acesso em: 3 out. 2024.