

Distrofia muscular de origem nutricional em avestruz (*Struthio camelus*): relato de caso

Rafaella D'ávila Milioreli Araújo^{1*}, Luana Martins Machado Mattoso¹, Júlio César Vale de Andrade¹, Arthur Silva Ramos¹, Ivam Moreira de Oliveira Junior², Nelson Henrique de Almeida Curi²

¹Graduandos do Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil

²Professor do Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil

*Autor para correspondência, e-mail: rafaella200858@hotmail.com

Resumo. A nutrição é fundamental para garantir o bem-estar animal, a qualidade de vida e o fortalecimento do sistema imunológico. Quando os animais não recebem os nutrientes necessários, seja por uma dieta inadequada ou insuficiente, podem desenvolver doenças graves. Este relato de caso tem como foco principal descrever um episódio de distrofia muscular por desnutrição em uma avestruz fêmea, ocorrido em uma propriedade rural no município de Perdões, na região sul de Minas Gerais. A avestruz, com dois anos de idade, apresentava decúbito prolongado, apesar de manter apetite normal. Os exames bioquímicos indicaram sinal característico de distrofia muscular nessa espécie. Mesmo com o início de um tratamento intensivo, que incluiu o uso de fluidoterapia, suplementação vitamínica e corticoides, houve apenas uma melhora temporária, e o animal, infelizmente, veio a óbito. Durante a necropsia, observou-se atrofia da musculatura esquelética e palidez no miocárdio, confirmando o diagnóstico de distrofia muscular. Este relato reforça a importância de um manejo nutricional adequado, do enriquecimento ambiental e do monitoramento contínuo do comportamento e da condição corporal de avestruzes mantidos em cativeiro, visando à prevenção de problemas nutricionais.

Palavras-chave: Avestruz, desnutrição, distrofia muscular, manejo

Nutritional muscular dystrophy in ostrich (*Struthio camelus*): case report

Abstract Nutrition is essential in ensuring animal welfare, quality of life, and a robust immune system. When animals do not receive the necessary nutrients, whether from an inadequate or insufficient diet, they may develop serious health conditions. This case report describes a case of nutritional muscular dystrophy in a female ostrich, which occurred at a rural farm in the municipality of Perdões, located in the southern region of Minas Gerais, Brazil. The two-year-old ostrich exhibited prolonged recumbency despite maintaining a normal appetite. Biochemical tests revealed typical signs of muscular dystrophy in this species. Despite the initiation of intensive treatment, including fluid therapy, vitamin supplementation and corticosteroids, only temporary improvement was observed, and the animal unfortunately died. Necropsy revealed skeletal muscle atrophy and pallor of the myocardium, confirming the diagnosis of muscular dystrophy. This report underscores the importance of proper nutritional management, environmental enrichment, and continuous monitoring of the behavior and body conditioning of ostriches in captivity to prevent nutrition-related health issues.

Keywords: Ostrich, malnutrition, muscular dystrophy, management

Distrofia muscular nutricional en avestruz (Struthio camelus): reporte de caso

Resumen. La nutrición es esencial para garantizar el bienestar animal, la calidad de vida y un sistema inmunológico robusto. Cuando los animales no reciben los nutrientes necesarios, ya sea debido a una dieta inadecuada o insuficiente, pueden desarrollar afecciones de salud graves. Este informe de caso describe un episodio de distrofia muscular nutricional en un avestruz hembra, ocurrido en una finca rural en el municipio de Perdões, ubicado en la región sur del estado de Minas Gerais, Brasil. El avestruz, de dos años de edad, presentaba decúbito prolongado, a pesar de mantener un apetito normal. Los análisis bioquímicos revelaron distrofia muscular en esta especie. A pesar del inicio de un tratamiento intensivo, que incluyó fluidoterapia, suplementación vitamínica y corticosteroides, solo se observó una mejora temporal y, lamentablemente, el animal falleció. La necropsia reveló atrofia del músculo esquelético y palidez del miocardio, lo que confirmó el diagnóstico de distrofia muscular. Este informe resalta la importancia de un manejo nutricional adecuado, el enriquecimiento ambiental y la monitorización continua del comportamiento y la condición corporal de los avestruces en cautiverio, con el objetivo de prevenir problemas de salud relacionados con la nutrición.

Palabras clave: Avestruz, desnutrición, distrofia muscular, manejo

Introdução

A criação de animais silvestres/selvagens em cativeiro é uma prática muito antiga, seja com fins de comercialização de produtos oriundos desses animais ou para a conservação de espécies ([Barbosa et al., 2018](#); [Behling & Islas, 2014](#); [Cubas et al., 2014](#); [Silva et al., 2010](#)). No entanto, trata-se de uma atividade complexa, que requer conhecimentos específicos sobre alimentação, manejo, instalações e as características físicas e fisiológicas de cada espécie ([Carrer & Kornfeld, 1999](#); [Priano & Ferrarezi Júnior, 2022](#)). Além disso, em locais afastados dos grandes centros urbanos, pode haver dificuldade no acesso a médicos-veterinários especializados nesses animais. Portanto, é fundamental que o tutor esteja comprometido com o bem-estar do animal, garantindo-lhe uma nutrição adequada ([Braga et al., 2018](#)). Esse tipo de criação frequentemente enfrenta enfermidades relacionadas ao manejo, ao ambiente e à sazonalidade da região ([Cubas et al., 2014](#); [Paixão et al., 2004](#)).

Os avestruzes (*Struthio camelus*), pertencentes à família Struthionidae, são ratitas (aves que não voam) e são consideradas as maiores aves do mundo, sendo a única espécie sobrevivente dessa família ([Carrer & Kornfeld, 1999](#)). Com aparência "pré-histórica", são frequentemente interpretados de forma equivocada como animais "rústicos". São nativos do continente africano e podem atingir até 2,7 metros de altura. Possuem pescoço longo e forte, desprovido de penas, recoberto por penugem lanosa. São animais pesados, variando de 80 a 150 kg na fase adulta ([Cubas et al., 2014](#); [Paixão et al., 2004](#)). Seu maior perigo está relacionado à alta capacidade de corrida e à força de suas garras extremamente afiadas.

Em vida livre, essas aves obtêm energia a partir de alimentos ricos em carboidratos (açúcares e amido), fibras, e em menor proporção, gordura ([Priano & Ferrarezi Júnior, 2022](#)). São seletivas, optando por volumosos com alto teor de umidade e proteína bruta, além de consumirem insetos, que fornecem proteína de alto valor, especialmente importante para os filhotes ([Souza, 2005](#)).

Diversas patologias podem acometer os avestruzes, incluindo distúrbios reprodutivos, cardíacos, traumas, afecções do sistema digestório e do sistema musculoesquelético, como a distrofia muscular de origem nutricional ([Cubas et al., 2014](#)). Esse distúrbio ocorre, principalmente, devido à deficiência de vitamina E e/ou selênio, podendo também ser influenciado por fatores genéticos, hormonais e ambientais, como o tipo de substrato, a quantidade de exercício físico realizado e a ocorrência de traumas. Clinicamente, os animais acometidos podem apresentar paresia dos membros pélvicos, e, macroscopicamente, observa-se atrofia do miocárdio ([Carbajo, 1997](#)).

Este trabalho tem como objetivo relatar o caso de uma avestruz que apresentou sinais clínicos compatíveis com distrofia muscular de origem nutricional. Considerando a escassez relativa de

informações sobre essa patologia, este relato pode contribuir para futuros diagnósticos, bem como para a compreensão, prevenção e tratamento da distrofia muscular em ratitas.

Relato de caso

O animal era uma avestruz fêmea de dois anos de idade. Vivía em um recinto de aproximadamente 400 m², junto a um macho, em um sítio familiar localizado no município de Perdões, sul de Minas Gerais, Brasil. O sítio era voltado para produção de subsistência e abrigava diversas espécies de animais exóticos. O recinto onde o animal era mantido consistia em um cercado amplo, feito com tela, contendo gramíneas da espécie *Tifton* spp. No local havia também dois abrigos com paredes de madeira (cerca de 3 m x 2,5 m), cobertos com telhas, onde os animais se alimentavam em cochos e se abrigavam das intempéries.

O proprietário relatou que a avestruz permanecia deitada há uma semana, apresentando penas sem brilho e de aspecto anormal. Apesar disso, comia e bebia normalmente quando separada. A dieta consistia basicamente em milho e ração para equinos, oferecida em um único cocho, dentro de um dos abrigos. O macho apresentava comportamento de dominância, impedindo a fêmea de se alimentar adequadamente. Observou-se que a ave só conseguia se alimentar e beber água livremente quando estava sozinha.

Ao exame físico, a ave apresentava desidratação grave, mucosas hipocoradas, perda extrema de massa muscular e permanecia em decúbito esternal devido à paresia dos membros, embora estivesse ativa e com apetite preservado (normorexia). Para os exames laboratoriais, foram coletadas fezes e 5 mL de sangue da veia ulnar (em duas ocasiões) conforme indicado por [Bueno et al. \(2017\)](#). Os exames hematológicos estavam dentro dos padrões de normalidade. No entanto, os testes bioquímicos indicaram elevação nos níveis de AST: 652 U/L no primeiro exame e 800 U/L no segundo [valores de referência: 252–401 U/L ([Frandsen et al., 2011](#); [Reece, 2008](#); [Verstappen et al. 2002](#))]. O exame coproparasitológico (HPJ) foi negativo para ovos ou larvas de helmintos e protozoários. A suspeita clínica foi de distrofia muscular, conforme descrito por [Cubas et al. \(2014\)](#). Os proprietários tentaram incluir ração de peixe na dieta, o que também provocou diarreia no animal.

O tratamento instituído incluiu fluidoterapia intravenosa (1 litro de Ringer com lactato, via veia tibial medial no 1º dia, e posteriormente por via subcutânea até o final do tratamento), dexametasona (2 mg/kg, IM, uma vez ao dia), ceftiofur (10 mg/kg, IM, duas vezes ao dia), suplementos vitamínicos, probióticos e glicose oral (Glicopan® Organew®, Nutralogic®, Vitaminas ADE 3 mL, SC, dose única, Zoetis®), omeprazol (0,5 mg/kg, uma vez ao dia), além da mudança na dieta (inclusão de fibras, capim, vegetais, ração para equinos, frutas e folhas). Após uma semana de tratamento, observou-se melhora clínica: os níveis de AST reduziram para 630 U/L, e o animal passou a se levantar e caminhar pelo recinto. No entanto, após mais dois dias, houve piora do quadro, com postura de "asas caídas", seguida de retorno ao decúbito, permanecendo assim até o óbito, ocorrido 15 dias após o início do tratamento.

O exame necroscópico revelou atrofia muscular generalizada severa, miocárdio pálido e presença de substância de aspecto gelatinoso no interior do pericárdio (atrofia serosa da gordura) ([Figura 1](#)), indicando mobilização de gordura para o pericárdio, o que confirmou o diagnóstico de distrofia muscular associada à desnutrição.



Figura 1. Achados macroscópicos da necropsia do *Struthio camelus*, miocárdio com palidez e atrofia serosa da gordura.

Resultados e discussão

A nutrição desempenha um papel vital na criação e produção de avestruzes ([Aganga et al., 2003](#); [Ullrey & Allen, 1996](#)). São animais herbívoros monogástricos com alta demanda energética, devido ao seu grande porte físico. Quando mantidos em cativeiro, devem receber uma dieta adequada e balanceada, com níveis ótimos de fibra ([Ullrey & Allen, 1996](#)). No caso relatado, a alimentação fornecida ao animal não era adequada, pois consistia apenas de ração extrusada para equinos, ração de peixe e gramíneas da espécie *Tifton* spp., quando o ideal seria o fornecimento de ração extrusada específica para a espécie, suplementada com volumoso picado, silagem ou feno em cocho ([Cubas et al., 2014](#)). Água limpa e fresca deve estar sempre disponível para consumo *ad libitum*. A proporção entre a ingestão de água e a ingestão de matéria seca em avestruzes é relativamente constante, em torno de 2,36. No caso em questão, a ingestão de água estava reduzida, possivelmente devido ao comportamento territorial do macho que compartilhava o recinto.

Os valores de referência para AST em aves variam entre 252 e 401 U/L. No caso relatado, foram observados níveis elevados de 652 U/L e 800 U/L nos dois exames realizados, indicando possível lesão hepática e/ou muscular associada à deficiência nutricional ([Aganga et al., 2003](#); [Ullrey & Allen, 1996](#)). A AST sérica é um marcador de distúrbios celulares que auxilia na identificação de lesões hepáticas, miocárdicas e musculares [Cornelius \(1961\)](#), embora não seja específica para um único tecido. Essa enzima pode aumentar em várias condições, incluindo hepatopatias, miopatias, traumas e estresse térmico ([Cooper & Gough, 2009](#); [Harr, 2002](#)). Em aves, a enzima mais sensível e específica para lesão muscular é a creatina quinase (CK), que deveria ser dosada em conjunto com AST ([Lumeij, 1997](#)).

A distrofia muscular nutricional é causada por deficiência de vitamina E e/ou selênio, resultando em paresia e claudicação quando as aves são submetidas a dietas desequilibradas ([Albuquerque et al., 2020](#); [M. G. Souza et al., 2011](#)). Antioxidantes são substâncias capazes de proteger as células dos efeitos dos radicais livres ([Lang et al., 2024](#)). O selênio e a vitamina E, com ação antioxidante, estabilizam a membrana celular e protegem os tecidos contra lesões oxidativas ([Surai et al., 2016](#)). Sua deficiência pode causar distúrbios de crescimento, infertilidade, degeneração celular e necrose muscular ([Reece, 2008](#); [Yao et al., 2015](#)). Fatores como a deficiência de vitamina E, B6 e metionina podem comprometer a biodisponibilidade do selênio no organismo ([Suzuki et al., 2018](#)).

A deficiência de selênio está associada a diversos problemas de saúde em aves e outros animais de produção ([McCartney, 2007](#)). Esse micronutriente é escasso em grande parte das matérias-primas utilizadas na formulação de dietas. Entre as patologias relacionadas a essa deficiência, destaca-se a distrofia muscular nutricional. A suplementação de selênio em aves melhora a produção de ovos, a taxa de eclosão, a resposta imune e ajuda na prevenção de miopatias. Por isso, a suplementação dietética com selênio, seja ele orgânico ou inorgânico, é essencial. A forma inorgânica do selênio é menos eficaz, pois cobre apenas as necessidades imediatas do organismo, sendo rapidamente excretada, com baixa absorção e armazenamento nos tecidos e ovos ([McCartney, 2007](#)). A melhor alternativa seria o uso de selênio orgânico proveniente de levedura, por ser estruturalmente semelhante ao selênio natural presente em grãos, oleaginosas e cereais, promovendo melhor absorção, armazenamento nos tecidos e transferência da mãe para os ovos via saco vitelino ([Avery & Hoffmann, 2018](#); [Guillin et al., 2019](#); [Schrauzer & Surai, 2009](#)).

O parasitismo por endoparasitas é comum em aves mantidas em cativeiro ([Snak et al., 2014](#)). Neste caso, a investigação parasitológica foi realizada devido à diarreia apresentada pelo animal, além da necessidade de excluir infecções parasitárias. No entanto, os exames coproparasitológicos foram negativos. A mudança repentina da dieta pode desencadear diarreia; por isso, o uso de probióticos é recomendado sempre que houver alterações na alimentação. Infecções causadas por bactérias dos gêneros *Clostridium* spp., *Salmonella* spp., *Staphylococcus* spp. e *Streptococcus* spp. também podem causar distúrbios gastrointestinais, sendo necessário tratá-las com antibioticoterapia específica ([Abbas & Wasin, 2018](#)).

A fluidoterapia é fundamental no tratamento de aves em estado crítico. A administração de fluidos intravenosos visa restabelecer o volume sanguíneo eficaz, normalizar o débito cardíaco e melhorar a oxigenação tecidual ([Rojas, 2014](#); [Tully et al., 2010](#)). Por essa razão, foi o primeiro passo adotado no tratamento do animal em questão. A dexametasona foi escolhida por suas propriedades anti-inflamatórias e imunossupressoras em situações agudas. O ceftiofur, pertencente à classe das

cefalosporinas, é um antibiótico bactericida de baixa toxicidade que atua inibindo a síntese da parede celular bacteriana ([Batista et al., 2015](#)). Apesar da eficácia, o custo elevado pode ser um fator limitante ao seu uso. O omeprazol foi utilizado como protetor gástrico, com o objetivo de prevenir ou tratar possíveis úlceras ([Spinosa et al., 2017](#)). As demais substâncias administradas foram utilizadas como suplementos para reverter a hipovitaminose.

Embora a dexametasona não faça parte do tratamento específico da distrofia muscular nutricional, seu uso pode ser justificado de forma paliativa, devido às suas propriedades anti-inflamatórias e estabilizadoras de membranas celulares, que ajudam a reduzir a inflamação, o edema e o desconforto associados à degeneração das fibras musculares ([Ritchie et al., 1994](#); [Speer, 2015](#)). Em aves de grande porte, como o avestruz (*Struthio camelus*), glicocorticoides podem ser empregados em situações de estresse metabólico intenso ou choque inflamatório, visando estabilização clínica temporária ([Samour, 2016](#)). Contudo, doses elevadas, como a utilizada neste caso, podem, se mantidas por tempo prolongado, agravar o catabolismo muscular e retardar a regeneração das fibras ([Fudge, 2000](#)). Assim, o uso de dexametasona deve ser interpretado como medida adjuvante de suporte, não substitutiva ao tratamento etiológico, que consiste na correção nutricional adequada ([Mcdowell, 2000](#); [Surai, 2002](#)).

Dessa forma, a melhora clínica inicial do animal era esperada, visto que o protocolo terapêutico foi adequado à gravidade do quadro. Embora tenha havido melhora nos primeiros dias, o estado clínico regrediu de forma significativa, culminando com o óbito do animal 15 dias após o início do tratamento.

Vale destacar que casos semelhantes já foram relatados na literatura, como no estudo de [Mushi et al. \(1998\)](#), no qual quatro avestruzes apresentavam paresia e incapacidade de se levantar. Os exames laboratoriais demonstraram aumento das enzimas creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST), indicativos de degeneração muscular, além de redução dos níveis séricos de selênio e vitamina E, decorrente de dieta inadequada ([Baptistella, 2010](#); [Câmara & Silva et al., 2007](#)). O tratamento consistiu em aplicações intramusculares de um composto multivitamínico e penicilina. Após quatro dias de tratamento, apenas uma ave apresentou melhora, enquanto as demais evoluíram a óbito. Os animais que não apresentavam sinais clínicos foram então suplementados com multivitamínicos e multiminerais, e nenhum novo caso foi observado na propriedade após essa intervenção.

Conclusão

O presente relato destaca a importância do manejo nutricional adequado na prevenção da distrofia muscular nutricional em ratitas, evidenciando que dietas desequilibradas, associadas a fatores como dominância social e falta de suplementação, podem levar a quadros graves e fatais. A elevação de AST, a atrofia muscular e a palidez do miocárdio confirmam os achados clínicos descritos na literatura. Ressalta-se também a necessidade de cautela no uso de glicocorticoides, que devem ser empregados apenas como suporte, com doses controladas e sempre associados à correção da causa primária. Este trabalho reforça a importância da atuação integrada entre criadores e médicos-veterinários para a prevenção de enfermidades e promoção do bem-estar de aves silvestres mantidas em cativeiro.

Referências

- Abbas, G., & Wasin, A. S. (2018). Health and hygiene guidelines for ostriches. *International Journal of Animal Husbandry and Veterinary Science*, 3(3), 15–26.
- Aganga, A. A., Aganga, A. O., & Omphile, U. J. (2003). Ostrich feeding and nutrition. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(2), 60–67. <https://doi.org/10.3923/pjn.2003.60.67>.
- Albuquerque, R. S., Ávila, L. G., Batista, F. A., Pupin, R. C., Lemos, R. A. A., & Araújo, M. A. (2020). Aspectos epidemiológicos e clínico-patológicos de um surto de miopatia nutricional em potros – relato de caso. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72(4), 1386–1390. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11363>.
- Avery, J. C., & Hoffmann, P. R. (2018). Selenium, selenoproteins, and immunity. *Nutrients*, 10, 1–20.
- Baptistella, M. F. (2010). Atividade sérica das enzimas Aspartato Aminotransferase, Creatinoquinase e Lactato Desidrogenase em equinos submetidos a diferentes intensidades de exercício. *Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente*, 12(13), 33–42.

- Barbosa, B. B., Rebello, F. K., Santos, M. A. S., & Lopes, M. L. B. (2018). Mercado de produtos e serviços para animais silvestres de estimação no município de Belém – PA. *PUBVET*, 12(4), 1–7. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a78.1-7>.
- Batista, B. G., Rauber, J. M., & D’Azevedo, P. A. (2015). Novas cefalosporinas como alternativa no tratamento de infecções por *Staphylococcus aureus* resistente à metilicina (MRSA). *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, 5(2), 94–99. <https://doi.org/10.17058/reci.v5i2.4821>.
- Behling, G. M., & Islas, C. A. (2014). Extensão universitária, educação ambiental e ludicidade na preservação de animais silvestres. *Revista Científica Conexão*, 10(1), 128–139.
- Braga, J. S., Macitelli, F., Lima, V. A., & Diesel, T. (2018). O modelo dos “Cinco Domínios” do bem-estar animal aplicado em sistemas intensivos de produção de bovinos, suínos e aves. *Revista Brasileira de Zootecias*, 19(2), 204–226. <https://doi.org/10.34019/2596-3325.2018.v19.24771>.
- Bueno, J. P. R., Nascimento, M. R. B. M., Martins, J. M. S., Marchini, C. F. P., Gotardo, L. R. M., Sousa, G. M. R., Mundim, A. V., Guimarães, E. C., & Rinaldi, F. P. (2017). Influência da idade e do estresse cíclico de calor no perfil bioquímico sérico em frangos de corte. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(3), 1383–1392.
- Câmara e Silva, I. A., Dias, R. V. C., & Soto-Blanco, B. (2007). Determinação das atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(1), 250–252. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000100041>.
- Carbajo, E. (1997). Aspectos generales de la patología en avestruces. *Mundo Ganadero*, 85, 47–50.
- Carrer, C. C., & Kornfeld, M. E. (1999). Aspectos de importância na produção racional de avestruzes (*Struthio camelus*). *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP*, 2(1). <https://doi.org/10.36440/recmvz.v2i1.3378>.
- Cooper, R. G., & Gough, R. E. (2009). Diseases of the ostrich (*Struthio camelus* var. *domesticus*): a review. *Avian Pathology*, 38(3), 217–237.
- Cornelius, C. E. (1961). Serum isocitric dehydrogenase (SIC-D) activities in domestic animals with experimental hepatic necrosis and in equine hepatopathy. *The Cornell Veterinarian*, 51(1), 559–568.
- Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., & Catão-Dias, J. L. (2014). *Tratado de animais selvagens: Medicina veterinária*. Roca, São Paulo.
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (2011). *Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda*. Guanabara Koogan.
- Fudge, A. M. (2000). *Laboratory Medicine: Avian and Exotic Pets*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Guillin, O. M., Vindry, C., Ohlmann, T., & Chavatte, L. (2019). Selenium, selenoproteins and viral infection. *Nutrients*, 11(9), 2101. <https://doi.org/10.3390/nu11092101>.
- Harr, K. E. (2002). Clinical chemistry of companion avian species: a review. *Veterinary Clinical Pathology*, 31(3), 140–151.
- Lang, Y., Gao, N., Zang, Z., Meng, X., Lin, Y., Yang, S., Yang, Y., Jin, Z., & Li, B. (2024). Classification and antioxidant assays of polyphenols: A review. In *Journal of Future Foods* (Vol. 4, Issue 3, pp. 193–204). <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2023.07.002>.
- Lumeij, J.T. (1997). *Avian Clinical Biochemistry*. In: Kaneko et al. (Eds.), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*.
- McCartney, E. (2007). Selenio, un nutriente esencial para humanos y aves. *Selecciones Avícolas*, 49(2), 91–120.
- McDowell, L. R. (2000). *Vitamins in Animal and Human Nutrition*. 2. ed. Iowa State University Press.
- Mushi, E. Z., Isa, J. F. W., Chabo, R. G., Binta, M. G., Nyange, J., & Modisa, L. (1998). Selenium - Vitamin E responsive myopathy in farmed ostriches (*Struthio camelus*) in Botswana. *Avian Pathology*, 27(3), 326–328. <https://doi.org/10.1080/03079459808419346>.
- Paixão, T. A., Nascimento, E. F., Parra, P. N. S., & Santos, R. L. (2004). Aspergilose em avestruz (*Struthio camelus*) no Brasil. *Ciência Rural*, 34(2). <https://doi.org/10.1590/s0103-84782004000200037>.

- Priano, L. P. B. S., & Ferrarezi Júnior, E. (2022). Produção e manejo de avestruzes do Brasil. *Revista Interface Tecnológica*, 19(1). <https://doi.org/10.31510/inf.v19i1.1351>.
- Reece, W. O. (2008). *Anatomia funcional e fisiologia dos animais domésticos*. Editora Roca.
- Ritchie, B. W., Harrison, G. J., & Harrison, L. R. (1994). *Avian Medicine: Principles and Application*. Wingers Publishing.
- Rojas, P. (2014). Manual de prácticas de clínica en aves. *Universidad Veracruzana*, 23.
- Samour, J. (2016). *Avian Medicine*. 3. ed. St. Louis: Elsevier.
- Schrauzer, G. N., & Surai, P. F. (2009). Selenium in human and animal nutrition: resolved and unresolved issues. A partly historical treatise in commemoration of the fiftieth anniversary of the discovery of the biological essentiality of selenium, dedicated to the memory of Klaus Schwarz (1914–1. *Critical Reviews in Biotechnology*, 29(1), 2–9.
- Silva, J. C. R., Siqueira, D. B., & Marulo, M. F. V. (2010). Ética e bem-estar em animais silvestres em Unidades de conservação. *Ciência Veterinária Nos Trópicos. Recife-PE*, 11(Supl 1), 61–65.
- Snak, A., Lenzi, P. F., Agostini, K. M., Delgado, L. E., Montanucci, C. R., & Zabott, M. V. (2014). Análises coproparasitológicas de aves silvestres cativas. *Ciência Animal Brasileira*, 15(4), 502–507. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v15i425797>.
- Souza, J. D. S. (2005). Nutrição e alimentação de avestruzes. *Revista Eletrônica Nutrime*, 2(6), 284–286.
- Souza, M. G., Oliveira, R. F. M., Donzele, J. L., de Assis Maia, A. P., Balbino, E. M., & Oliveira, W. P. (2011). Utilização das vitaminas C e E em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(10), 2192–2198.
- Spinosa, H. S. S., Górnaiak, S. L., & Bernardi, M. M. (2017). *Farmacologia aplicada à medicina veterinária*. Koogan Guanabara.
- Speer, B. L. (2015). *Current Therapy in Avian Medicine and Surgery*. Elsevier.
- Surai, P. F., Fisinin, V. I., & Karadas, F. (2016). Antioxidant systems in chick embryo development. Part 1. Vitamin E, carotenoids and selenium. *Animal Nutrition*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2016.01.001>.
- Surai, P. F. (2002). *Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction*. Nottingham: Nottingham University Press.
- Suzuki, H., Kume, A., & Herbas, M. S. (2018). Potential of vitamin E deficiency, induced by inhibition of α -tocopherol efflux, in murine malaria infection. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(1), 64. <https://doi.org/10.3390/ijms20010064>.
- Tully, J. R., Dorrestein, G. M., & Jones, A. K. (2010). *Clinica de aves* (2ª ed.). Elsevier Editora Ltda.
- Ullrey, D. E., & Allen, M. E. (1996). Nutrition and feeding of ostriches. *Animal Feed Science and Technology*, 59(1-3 SPEC. ISS.), [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00884-5](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00884-5).
- Verstappen FA, Lumeij JT, Bronneberg RG. Plasma chemistry reference values in ostriches. *J Wildl Dis*. 2002 Jan;38(1):154-9. doi: 10.7589/0090-3558-38.1.154. PMID: 11838206.
- Yao, L., Du, Q., Yao, H., Zhang, Z., & Xu, S. (2015). Role of oxidative stress and endoplasmic reticulum stress in selenium deficiency-induced apoptosis in chicken liver. *Biometals*, 28, 255–265. <https://doi.org/10.1007/s10534-014-9819-3>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 8 de agosto de 2025**Aprovado:** 16 de setembro de 2025**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.