

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v19n06e1792>

Uso de *scaffold* de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) no reparo de úlcera de córnea em *Amazona aestiva*: relato de caso

Mirza de Souza Melo^{1*}, Sophia Martins da Silva¹, Antonio Eufrásio Vieira-Neto², Maria Elisabete Amaral de Moraes³, Edmar Maciel Lima Júnior³, Felipe Augusto Rocha Rodrigues³, Carlos Roberto Koscky Paier³, Manoel Odorico de Moraes Filho³

¹Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Medicina Translacional – Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil.

²Docente de Ciências da Rede Municipal de Fortaleza, Prefeitura de Fortaleza (SME), Fortaleza, Ceará, Brasil.

³Pesquisador no Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos (NPDM) – UFC, Fortaleza, Ceará, Brasil.

*Autora para correspondência, e-mail: mirza.melo@uece.br. Telefone: +55 (085) 98888-1778

Resumo. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficácia da matriz proteica acelular (*scaffold*) derivada da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) como alternativa terapêutica no tratamento de úlcera de córnea em um papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*), comparando-a à terapêutica convencional. As úlceras de córnea são comuns na clínica de pequenos animais e, em casos graves, exigem intervenção cirúrgica. No entanto, as opções acessíveis e eficazes ainda são limitadas. A aplicação do *scaffold*, produzido com critérios rigorosos de biossegurança, foi realizada em um papagaio macho, adulto, com perda superior a 80% da espessura corneana e sem resposta a tratamentos anteriores. O procedimento envolveu anestesia geral, preparo do enxerto com antissepsia, sutura sobre a lesão e aplicação de colírios antibióticos, seguido do uso de *flap* da terceira pálpebra. Durante o pós-operatório, foram observadas melhoras na transparência corneana, ausência de rejeição, vascularização moderada com posterior avascularização, boa lubrificação ocular (10 mm/min), reflexo pupilar presente e pressão intraocular dentro dos padrões da espécie. O *scaffold* atuou como suporte até a regeneração completa do tecido, promovendo aderência adequada ao epitélio, sem sinais de infecção, inflamação ou desconforto. Após 30 dias, o papagaio apresentou cicatrização avançada, hiperemia conjuntival sem incômodos e melhora significativa na postura, mobilidade e comportamento, com retorno à alimentação normal. Os resultados indicam que o *scaffold* de pele de tilápia é um biomaterial altamente compatível, seguro, com boa relação custo-benefício e potencial de aplicação na medicina regenerativa veterinária, promovendo conforto e qualidade de vida aos animais. A experiência bem-sucedida neste caso reforça a viabilidade do uso desse arcabouço tecidual em outras espécies, consolidando seu papel como uma inovação promissora na oftalmologia veterinária.

Palavras-chave: Córnea, papagaio, pele de tilápia

*Use of tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin scaffold in corneal ulcer repair in *Amazona aestiva*: case report*

Abstract. his study aimed to evaluate the efficacy of an acellular protein matrix (*scaffold*) derived from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin as a therapeutic alternative for the treatment of corneal ulcers in a turquoise-fronted amazon (*Amazona aestiva*) compared to conventional therapy. Corneal ulcers are common in small animal clinical practice and, in severe cases, require surgical intervention. However, accessible and effective treatment options remain limited. The scaffold, produced under strict biosafety standards, was applied to an adult male parrot with a corneal thickness loss of more than 80% and no response to

previous treatments. The procedure involved general anesthesia, graft preparation with antisepsis, suturing over the lesion, application of antibiotic eye drops, and placement of a third eyelid flap. Postoperative observations included improved corneal transparency, absence of graft rejection, moderate vascularization followed by avascularization, good ocular lubrication (10 mm/min), preserved pupillary reflex, and intraocular pressure within the species' normal range. The scaffold functioned as structural support for complete tissue regeneration, promoting adequate epithelial adherence with no signs of infection, inflammation or discomfort. After 30 days, the parrot showed advanced corneal healing, conjunctival hyperemia without discomfort, and significant improvements to posture, mobility and behavior, returning to a normal feeding routine. The results indicate that tilapia skin scaffold is a highly compatible and safe biomaterial with a favorable cost-benefit ratio and potential for application in veterinary regenerative medicine, providing comfort and improved quality of life for animals. The successful outcome of this case reinforces the viability of this tissue scaffold for use in other species, establishing it as a promising innovation in veterinary ophthalmology.

Keywords: Cornea, parrot, tilapia skin

Introdução

A família *Psittacidae* é única na ordem dos Psittaciformes, possuindo aproximadamente 353 espécies atualmente reconhecidas e distribuídas, em sua maioria, em regiões tropicais e subtropicais ([Astuti et al., 2006](#); [Fraga & Mazar, 1997](#); [Schweizer et al., 2010](#)). *Amazona aestiva*, popularmente conhecida como papagaio-verdadeiro, é uma espécie predominante no Nordeste do Brasil, especialmente nos estados do Piauí, Pernambuco e Bahia ([Vilela, 2012](#)). Apresenta comprimento entre 35 e 37 centímetros, peso aproximado de 400 gramas, e é facilmente reconhecida pela cabeça amarela, fronte e bochechas azul-esverdeadas, narinas escuras, ombros vermelhos com contorno amarelo, asas com parte vermelha e extremidades azul-escuras. As demais partes do corpo são geralmente verdes, com tonalidade mais clara entre o ventre e a região caudal. Em adultos machos, a íris é amarelo alaranjada, enquanto nas fêmeas é vermelho alaranjada, ambas com um anel externo vermelho destacado; indivíduos juvenis apresentam íris marrom uniforme. O bico dos machos adultos é negro ([Cohen et al., 2022](#)).

Em diversas aves, o olho é o órgão sensorial mais importante, com órbita geralmente grande, incompleta e aberta ([Gargiulo, 2015](#); [Gelatt et al., 2021](#)). A visão é altamente especializada e adaptada ao estilo de vida, habitat, voo e reprodução dessas espécies. As aves possuem acuidade visual até oito vezes superior à dos mamíferos, com excelente capacidade de comunicação, camuflagem e orientação espacial ([Campbell et al., 1994](#); [Davis et al., 1987](#); [Greenwood, 1987](#); [Williams, 2013](#)). No entanto, são animais suscetíveis a diversas afecções oculares, especialmente relacionadas à córnea. A maioria dos casos envolve defeitos epiteliais secundários a traumas, como anormalidades palpebrais, infecções, corpos estranhos (areia, grama, cascas de sementes e cascalhos), olho seco e ceratite secundária — sendo esta última o distúrbio de córnea mais frequentemente relatado ([Gargiulo, 2015](#); [Hvenegaard et al., 2009](#); [Korbel, 2011](#); [Orcutt, 2016](#)).

As úlceras de córnea ou ceratites infecciosas são oftalmopatias muito comuns em animais de pequeno porte e frequentemente observadas na rotina clínica veterinária ([Foote, 2021](#); [Lobo et al., 2021](#); [Vygantas & Whitley, 2003](#)). Quando não tratadas adequadamente, podem causar perda visual significativa ou, em casos graves, a perda do globo ocular. Mesmo com tratamento medicamentoso, algumas úlceras não respondem à terapia convencional, podendo afetar os nervos sensoriais ([Caetano et al., 2019](#); [Schuerch et al., 2020](#)). O diagnóstico geralmente é clínico, complementado com a utilização de colírio à base de fluoresceína ([Miranda et al., 2023](#)). Quanto mais precoce o diagnóstico, maior a chance de sucesso terapêutico, evitando a progressão para perfuração ocular. As principais alternativas terapêuticas incluem antibioticoterapia, pomadas oftálmicas e anti-inflamatórios não esteroidais ([Stiles, 2020](#); [Stiles & Kimmitt, 2016](#)). Em úlceras profundas, a intervenção cirúrgica é indicada quando mais da metade da espessura corneana está comprometida ou quando não há resposta satisfatória ao tratamento clínico. Entretanto, ainda são escassas as opções cirúrgicas acessíveis e com boa relação custo-benefício na

medicina oftalmológica veterinária, o que representa uma demanda crescente na prática clínica ([Gurjão, 2023](#); [Schuerch et al., 2020](#); [Vygantas & Whitley, 2003](#)).

A matriz proteica acelular (*scaffold*) derivada da pele de tilápia surge como um dispositivo regenerativo seguro, com baixo potencial imunogênico, capaz de induzir regeneração e remodelação tecidual, além de ser economicamente viável — uma inovação ainda pouco explorada no Brasil ([González-González et al., 2022](#)). Estudos na oftalmologia veterinária de pequenos animais (cães e gatos) demonstraram que o *scaffold* é uma excelente alternativa como arcabouço tecidual no tratamento de úlceras de córnea, promovendo conforto e bem-estar ([Lau et al., 2019](#); [Li et al., 2018](#)). O biomaterial apresentou alta compatibilidade, ausência de rejeição, maior transparência corneana, ausência de melanose, baixa vascularização e boa lubrificação. Ademais, análises da microbiota bacteriana em pacientes tratados com o *scaffold* mostraram baixo crescimento bacteriano, reforçando a importância de cuidados contínuos após o uso do enxerto biotecnológico.

O sucesso obtido em pequenos animais sugere o potencial de aplicação do *scaffold* em outras espécies, destacando seu valor científico, tecnológico e inovador para a medicina veterinária. Neste contexto, o *scaffold* de pele de tilápia foi utilizado como arcabouço tecidual no reparo de úlcera de córnea em um papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*).

Relato de caso

O *scaffold* foi produzido no Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos (NPDM) da Universidade Federal do Ceará (UFC), preparado, embalado e armazenado na fração de 150 µm, sendo esterilizado por radiação gama no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Posteriormente, foi utilizado no procedimento cirúrgico na Clínica Optivet, em Fortaleza, Ceará, Brasil, seguindo todos os critérios éticos estabelecidos pelo [CONCEA \(2016\)](#) para experimentação animal, com obtenção de termo de consentimento esclarecido assinado pelo tutor do animal.

Trata-se de um estudo de caso clínico, com o objetivo de avaliar a eficácia da matriz proteica acelular (*scaffold*) oriunda da pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*), em comparação ao tratamento convencional (antibioticoterapia), no manejo de úlcera de córnea em um papagaio-verdadeiro (*Amazona aestiva*).

O paciente é um macho adulto, com cerca de um ano de idade, apresentando úlcera com perda superior a 80% da espessura da córnea, sem histórico de tratamento prévio. Na consulta inicial, observou-se torção lateral do pescoço, movimentos totalmente limitados e incapacidade de manter a postura ereta. O comportamento era agressivo e o estado nutricional comprometido.

Antes do procedimento cirúrgico, o animal foi submetido a jejum hídrico e alimentar por 6 horas. O protocolo anestésico incluiu pré-medicação com morfina (0,3 mg/kg) e midazolam (0,2 mg/kg), ambos administrados por via intravenosa. A indução foi feita com propofol (2 mg/kg) e cetamina (2 mg/kg), também intravenosos. O animal foi intubado e mantido sob anestesia com isoflurano vaporizado com oxigênio em sistema semifechado.

No olho acometido, foram instiladas duas gotas de colírio anestésico (cloridrato de tetracaína 1% e cloridrato de fenilefrina 0,1%) e realizado bloqueio retrobulbar com 0,5 mL de cloridrato de lidocaína 1% sem vasoconstritor. A profilaxia antimicrobiana consistiu na administração de ceftriaxona intravenosa (4 mg/kg), 30 minutos antes da cirurgia ([Melo et al., 2022](#)).

Com o auxílio de microscópio cirúrgico, foi realizada a antissepsia da pele com povidona 10% diluída em soro fisiológico. O desbridamento da borda da úlcera foi feito utilizando uma broca de diamante. O fragmento do *scaffold* foi lavado com soro fisiológico e imerso em clorexidina 0,12%, com exposição de 15 minutos em cada solução. Em seguida, o biomaterial foi posicionado sobre a lesão e suturado com fio de nylon 8.0, utilizando pontos simples separados. Foi aplicada tobramicina colírio (0,3%) e administrada injeção subconjuntival de 0,2 mL de ceftriaxona (1 g/10 mL). O procedimento foi finalizado com o uso de flap da terceira pálpebra.

No pós-operatório, foi recomendado o uso contínuo do colírio, manutenção do flap e retornos a cada dez dias para acompanhamento até a cicatrização completa da lesão ([Figura 1](#)).

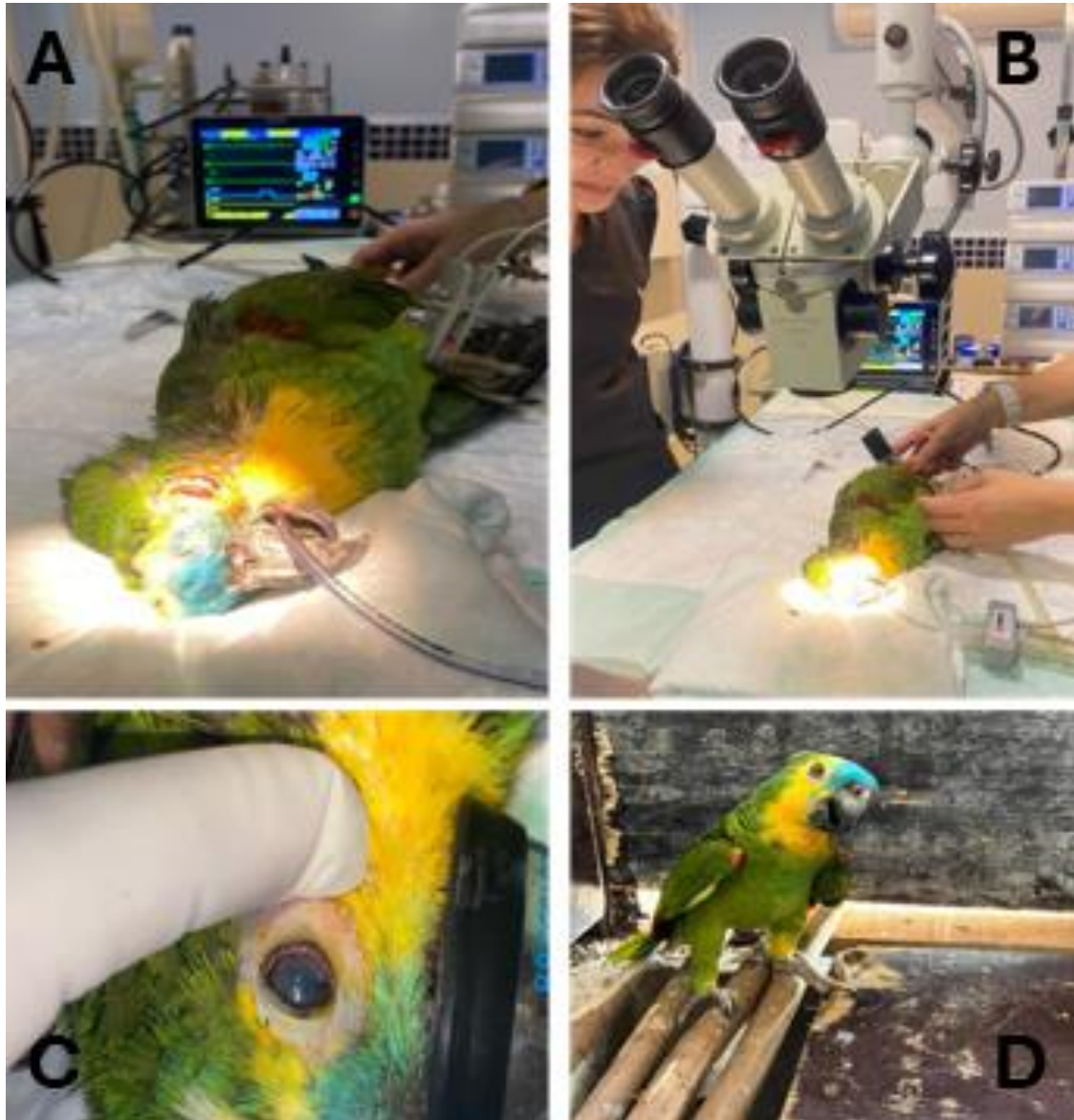


Figura 1. Procedimento geral de ceratoplastia realizada em um papagaio adulto, macho, 1 ano de idade, demonstrando o uso e as adaptações da técnica cirúrgica com o uso do *scaffold* oriundo da pele de tilápia: **A)** Sedação e protocolo anestésico para ceratoplastia com *scaffold* oriundo da pele de tilápia; **B)** transcirúrgico antes do desbridamento (aspecto inicial); **C)** transcirúrgico imediato após sutura do enxerto do *scaffold*; **D)** pós-cirúrgico de 30 dias evidenciando a completa reepitelização da córnea, com boa lubrificação e transparência. *Imagens autorizadas pelo tutor do animal.

Discussão

Os biomateriais devem ser produzidos de acordo com a necessidade clínica. Para a enxertia no papagaio-verdadeiro, o *scaffold* foi produzido em tamanho e espessura ideais para que possibilitasse acomodação visual no paciente, sendo que essa característica natural é excelente nas aves ([Campbell et al., 1994](#); [Davis et al., 1987](#); [Gelatt et al., 2021](#); [Paul-Murphy et al., 1987](#); [Williams, 2013](#)). O resultado da boa aderência do enxerto, apresentou-se com uma córnea mais transparente, lisa e avascular no papagaio ([Figura 1](#)), assim como observado nas demais espécies que utilizaram o *scaffold* (cães e gatos) ([González-González et al., 2022](#); [Lau et al., 2019](#)). Em biomicroscopia por lâmpada de fenda, observou-se uma discreta redução na opacidade de extensão mínima e significativa vascularização, sendo que a quantidade de vasos é característica do *scaffold* em cirurgias oftalmológicas, com posterior avascularização.

A baixa produção lacrimal ou o olho seco é comum em pacientes com lesões infecciosas e um achado de complicações após o procedimento cirúrgico. Realizou-se a quantificação lacrimal (teste de *Schirmer*), e o paciente apresentou excelentes resultados (10 mm/min), sem ocorrência de lacrimejamento e boa lubrificação da córnea. O aspecto lacrimal era mucoide e o reflexo pupilar mostrou-se presente nos exames fotocromáticos. A pressão intraocular foi de 15 mm/Hg, dentro dos valores de referência para a espécie (15 e 25 mm/Hg).

Após 10 dias da cirurgia foi retirada a terceira pálpebra e durante esse período verificou-se novamente a lubrificação da córnea, apresentando valores normais (acima de 10 mm/min). Foi observado que o *scaffold* tinha aspecto opaco e coloração esbranquiçada, além da presença de vasos congestos e hiperemia na conjuntiva. Em razão da boa aderência do enxerto, não foi possível uma avaliação oftalmoscópica pós-cirúrgica; as bordas estavam finas e aderidas ao epitélio da córnea. Durante esse período, o paciente apresentou ótimo reflexo pupilar e nos exames hematológicos apresentou parâmetros normais, sem quadro de infecção ou inflamação aguda. Após 30 dias da cirurgia, verificou-se a hiperemia conjuntival severa sem a demonstração de incômodo e com ótimo processo cicatricial. Em decorrência da absorção do *scaffold* na córnea, não foi possível visualizar a retina.

O biomaterial apresentou-se como um arcabouço tecidual até que o tecido lesionado fosse substituído. Esses excelentes resultados, demonstram bem-estar e conforto animal, pois, mesmo com o uso do colar elisabetano para evitar traumas ao olho operado, não houve tentativas de intervenção que indicassem desconforto, relatou o tutor; também não houve episódios de convulsão. Após alguns dias, o paciente conseguiu posicionar o pescoço de forma ereta, obteve maior mobilidade, ausência de quedas e maior estabilidade física. Com isso, restaurou a qualidade de vida, retomando a sua dieta habitual e apresentando comportamento mais dócil, natural da espécie.

Conclusão

Nos estudos da oftalmologia veterinária, a matriz proteica acelular (*scaffold*) oriunda da pele de tilápia apresenta-se como uma excelente alternativa de enxertia em todas as espécies utilizadas (cães, gatos e papagaio). O biomaterial otimiza o conforto e bem-estar animal, possui alta biocompatibilidade, ausência de rejeição, além de uma boa relação custo/benefício. Adicionalmente, possibilitou qualidade de vida ao papagaio ao diminuir a dor e aumentar a mobilidade para a alimentação e o deslocamento. O biomaterial possui alto potencial científico, tecnológico e inovador para a medicina regenerativa veterinária.

Referências bibliográficas

- Astuti, D., Azuma, N., Suzuki, H., & Higashi, S. (2006). Phylogenetic relationships within parrots (Psittacidae) inferred from mitochondrial cytochrome-b gene sequences. *Zoological Science*, 23(2), 191–198. <https://doi.org/10.2108/zsj.23.191>.
- Caetano, C., Bremond, F., & Schwartz, W. R. (2019). Skeleton image representation for 3d action recognition based on tree structure and reference joints. *Proceedings - 32nd Conference on Graphics, Patterns and Images, SIBGRAPI 2019*. <https://doi.org/10.1109/SIBGRAPI.2019.00011>.
- Campbell, T., Ritchie, B., & Harrison, L. (1994). Avian medicine, principles and application. In *Avian medicine, principles and application*.
- Cohen, E. B., Lafleur, J. M., & Moore, F. R. (2022). Density Dependent Refueling of Migratory Songbirds During Stopover Within an Urbanizing Coastal Landscape. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.837790>
- CONCEA. (2016). Guia brasileiro de produção, manutenção. Consciência e senescência como fundamentos do direito animal. *Revista Brasileira de Direito e Justiça*, 6.
- Davis, R. B., Harrison, G. J., & Harrison, L. R. (1987). Clinical avian medicine and surgery. *Avian Diseases*, 31(1). <https://doi.org/10.2307/1590800>.
- Foote, A. R. (2021). Corneal ulcers part 1: Aetiology and management of superficial corneal ulcers. *The Veterinary Nurse*, 12(5). <https://doi.org/10.12968/vetn.2021.12.5.226>.

- Fraga, R. M., & Mazar, B. J. (1997). Handbook of the Birds of the World. *El Hornero*, 14(4). <https://doi.org/10.56178/eh.v14i4.987>
- Gargiulo, F. C. D. (2015). *Particularidades oftálmicas em aves*. Universidade de Brasília.
- Gelatt, K. N., Ben-Shlomo, G., Gilger, B. C., Hendrix, D. V. H., Kern, T. J., & Plummer, C. E. (2021). *Veterinary ophthalmology*. John Wiley & Sons.
- González-González, D. C., Rodríguez-Félix, D. E., García-Sifuentes, C. O., Castillo-Ortega, M. M., Encinas-Encinas, J. C., Santacruz Ortega, H. D. C., & Romero-García, J. (2022). Collagen scaffold derived from tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin: Obtention, structural and physico-chemical properties. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 31(4). <https://doi.org/10.1080/10498850.2022.2048332>.
- Greenwood, A. G. (1987). Clinical avian medicine and surgery. *British Veterinary Journal*, 143(4). [https://doi.org/10.1016/0007-1935\(87\)90074-1](https://doi.org/10.1016/0007-1935(87)90074-1),
- Gurjão, T. A. (2023). Úlcera de córnea profunda em cães e equinos, uma abordagem clínica e cirúrgica: Revisão de literatura. *Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 12(2).
- Hvenegaard, A. P., Safatle, A. M. V., Guimarães, M. B., Ferreira, A. J. P., & Barros, P. S. M. (2009). Retrospective study of ocular disorders in Amazon parrots. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 29(12), 979–984. <https://doi.org/10.1590/s0100-736x2009001200005>.
- Korbel, R. T. (2011). Avian ophthalmology—Principles and application. *Proceedings of the Association of Avian Veterinarians and the Association of Exotic Mammal Veterinarians (AEMV)*.
- Lau, C. S., Hassanbhai, A., Wen, F., Wang, D., Chanchareonsook, N., Goh, B. T., Yu, N., & Teoh, S. H. (2019). Evaluation of decellularized tilapia skin as a tissue engineering scaffold. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 13(10). <https://doi.org/10.1002/term.2928>.
- Li, J., Wang, M., Qiao, Y., Tian, Y., Liu, J., Qin, S., & Wu, W. (2018). Extraction and characterization of type I collagen from skin of tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its potential application in biomedical scaffold material for tissue engineering. *Process Biochemistry*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2018.07.009>.
- Lobo, T., Sant'Anna, A., Fayad, A., & Lima, A. (2021). A córnea e as ceratites ulcerativas em cães: Uma revisão da anatomia, etiopatogenia e diagnóstico. *Enciclopédia Biosfera*, 18(36). https://doi.org/10.18677/encibio_2021b2.
- Melo, M. S., Vieira Neto, A. E., Wouk, A. F. P. F., Evangelista, J. S. A. M., Moraes, G. B., Moraes, M. E. A., & Moraes Filho, M. O. (2022). Enxerto de pele de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em reparo de úlcera em córnea de cão: relato de caso. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 367–375. <https://doi.org/10.51161/convesp/5827>.
- Miranda, L. G., Silva, E. B., Alencar, S. P., Sá, F. B., Ferreira, M. D. P. F., & Silva, J. P. G. (2023). Ceratoconjuntivite eosinofílica em felino: Relato de caso. *PUBVET*, 17(6), e1404. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v17n6e1404>.
- Orcutt, C. (2016). Ophthalmology of exotic pets. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 25(2). <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2016.03.006>.
- Paul-Murphy, J., Harrison, G. J., & Harrison, L. R. (1987). Clinical avian medicine and surgery. *The Journal of Zoo Animal Medicine*, 18(2/3). <https://doi.org/10.2307/20460251>.
- Schuerch, K., Baeriswyl, A., Frueh, B. E., & Tappeiner, C. (2020). Efficacy of amniotic membrane transplantation for the treatment of corneal ulcers. *Cornea*, 39(4), 479–483. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002179>.
- Schweizer, M., Seehausen, O., Güntert, M., & Hertwig, S. T. (2010). The evolutionary diversification of parrots supports a taxon pulse model with multiple trans-oceanic dispersal events and local radiations. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 54(3), 984–994. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.08.021>
- Stiles, J. (2020). Therapeutic update on infectious keratitis in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 50(3), 517–531.

- Stiles, J., & Kimmitt, B. (2016). Eye examination in the cat: Step-by-step approach and common findings. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 18(9), 702–711. <https://doi.org/10.1177/1098612X16660444>.
- Vilela, D. A. R. (2012). *Diagnóstico da situação dos animais silvestres recebidos nos CETAS brasileiros e chlamydophila psittaci em papagaios Amazona aestiva no CETAS de Belo Horizonte*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Vygantas, K. R., & Whitley, R. D. (2003). Management of deep corneal ulcers. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian Education*, 25(3), 196–205.
- Williams, D. L. (2013). Ophthalmology of exotic pets. In *Ophthalmology of Exotic Pets*. <https://doi.org/10.1002/9781118709627>.

Histórico do artigo:**Recebido:** 15 de maio de 2025**Aprovado:** 4 de junho 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.