

O olho da coruja-orelhuda: observações morfológicas, biométricas e valores de referência para testes de diagnóstico oftálmico¹

Ana C.V. Rodarte-Almeida^{2*}, Marcello Machado³, Suelen B. Baldotto², Luciane Leigue dos Santos², Leandro Lima², Rogério R. Lange², Tilde R. Froes² e Fabiano Montiani-Ferreira²

ABSTRACT.- Rodarte-Almeida A.C.V., Machado M., Baldotto S.B., Leigue dos Santos L., Lima L., Lange R.R., Froes T.R. & Montiani-Ferreira F. 2013. [The eye of the striped owl: morphologic observations, biometric findings and reference values for selected ophthalmic diagnostics tests.] O olho da coruja-orelhuda: observações morfológicas, biométricas e valores de referência para testes de diagnóstico oftálmico. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33(10):1275-1289. Setor de Oftalmologia Veterinária, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba, PR 80035-050, Brazil. E-mail: acrodarte@gmail.com

The investigation aimed to describe the most relevant morphological characteristics of the eyes of the striped owl (*Asio clamator*) and determine normal values for selected ophthalmic diagnostic tests. A total of 32 eyes of 16 young and adult free-ranging healthy striped owls of both sexes were investigated. Data of different morphological observations of the skull, eye globe and adnexa, clinical tests and parameters were collected, including Schirmer Tear Test (STT), normal conjunctival bacterial microbiota, esthesiometry, intraocular pressure (IOP), central corneal thickness (CCT), horizontal palpebral fissure length, horizontal, corneal diameter and funduscopy. Twenty two types of bacteria were identified in twelve owls, the most frequent bacteriae were the Gram-positive. The mean value found for the STT was 5.03 ± 3.28 mm/min; horizontal palpebral fissure lengths was 21.24 ± 1.17 mm, and 15.7 ± 2.74 mm for horizontal corneal diameter. The mean value for the esthesiometry was 0.80 ± 0.59 cm, IOP was 13.81 ± 5.62 mmHg and CCT was 0.28 ± 0.03 cm. This study contributes to establish reference values for selected ophthalmic diagnostic tests in the striped owl, as well as for morphological characterization of the eyeball of *Asio clamator*; but it is still necessary to characterize furthermore its histologic features.

INDEX TERMS: *Asio clamator*, Schirmer tear test, normal microflora, esthesiometry, intraocular pressure, morphology of the skull, ultrasound pachymetry.

RESUMO.- Objetivou-se relatar características morfológicas do bulbo ocular e determinar valores de referência para testes oftálmicos selecionados em corujas-orelhudas (*Asio clamator*). Foram estudados 32 olhos de 16 corujas (*Asio clamator*), adultas e jovens, machos e fêmeas, de vida livre. Sendo compilados dados referentes a observações

morfológicas do crânio, bulbo ocular e anexos, além de mensuração de testes oftálmicos, incluindo, Teste Lacrimal de Schirmer (TLS), cultura da microbiota normal da conjuntiva, estesiometria, pressão intraocular (PIO), espessura de córnea central (ECC), diâmetro horizontal da rima palpebral, diâmetro horizontal da córnea e oftalmoscopia indireta. Vinte e dois tipos de bactérias foram identificados em 12 corujas havendo predominância de microrganismos Gram-positivos. A média encontrada para o TLS foi de $5,03 \pm 3,28$ mm/min, para o diâmetro horizontal da rima palpebral em 16 corujas foi $21,24 \pm 1,17$ mm, e $15,7 \pm 2,74$ mm para o diâmetro horizontal da córnea. O valor médio para o teste de estesiometria foi de $0,80 \pm 0,59$ cm, a PIO média de $13,81 \pm 5,62$ mmHg e ECC média de $0,28 \pm 0,03$ cm. O estudo contribuiu para a caracterização da morfologia ocular e

¹ Recebido em 18 de janeiro de 2013.

Aceito para publicação em 10 de julho de 2013.

² Laboratório de Oftalmologia Comparada, Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba, PR 80035-050, Brasil. *Autor para correspondência: acrodarte@gmail.com

³ Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Curitiba, Rodov. Ulysses Gaboardi Km 3, Curitiba, SC 89.520-000, Brasil.

para o estabelecimento de valores de referências de testes diagnósticos oftálmicos em corujas-orelhudas, sendo necessário ainda o desenvolvimento de estudos complementares sobre histologia ocular desta espécie.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: *Asio clamator*, teste lacrimal de Schirmer, espessura central da córnea, pressão intraocular, microbiota conjuntival normal, paquimetria ultrassônica, estesiometria, morfologia da órbita.

INTRODUÇÃO

A coruja (*Asio clamator*), também conhecida como coruja-orelhuda (Sick 1993, Novaes 2011), é uma ave de rapina noturna pertencente à ordem dos Strigiformes que é subdividida em duas famílias: Titonidae (suindaras) e Estrigidae (corujas típicas) (Agillar 2003, Pereira 2007). A família Titonidae conta com 1 gênero composto por 16 espécies diferentes e 63 taxons. Por sua vez, a família Estrigidae é composta por 25 gêneros com 189 espécies 548 taxons (Agillar 2003).

As corujas estão distribuídas em diversos habitats no mundo (Santos 1979, Sick 1993, Agillar 2003), exceto na Antártica, e são provavelmente originárias do Velho Mundo (Sick 1993, Aguiar & Naiff 2009). As corujas-orelhudas são encontradas na América do Sul, principalmente na Venezuela, Bolívia, Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil, tanto em áreas altamente arborizadas quanto em áreas urbanas (Sick 1993, Agillar 2003, Squarzoni et al. 2010).

Os tamanhos das corujas de modo geral variam consideravelmente com a espécie (Sick 1993), sendo que as corujas-orelhudas (*Asio clamator*) são relativamente grandes, apresentando aproximadamente 37cm e pesando entre 320,00-546,00g (Sick 1993, Squarzoni et al. 2010). Os indivíduos de ambos os sexos se parecem, sendo que às vezes as fêmeas são maiores que os machos. Uma peculiaridade das corujas é que a penugem natal destas aves é substituída por uma segunda geração de plumas assemelhando-se a uma lanugem (Sick 1993).

As corujas-orelhudas (*Asio clamator*) se alimentam de roedores, marsupiais (gambás) e morcegos (Santos 1979, Sick 1993, Agillar 2003), muitas vezes devorando a presa inteira sem limpá-la, e possuem ainda a capacidade de regurgitar alimentos inteiros, ou seja, pelotas de ossos de roedores maiores e de quirópteros. (Santos 1979, Sick 1993, Agillar 2003, Pereira, 2007). Sua maior atividade caçadora desenvolve-se no crepúsculo e no começo da noite até aproximadamente 21 horas, podendo haver alteração de acordo com a claridade da lua (Sick 1993). Esta espécie animal apresenta um ouvido bem desenvolvido, com presença de um disco facial que possui a função de refletor sonoro, permitindo assim, que a coruja localize sua preza em movimento. Os ouvidos externos são assimétricos, fato este que parece colaborar, com a focalização, onde o lado esquerdo focaliza para baixo e o direito para cima. As penas que recobrem os ouvidos possuem uma estrutura rala peculiar, permitindo a penetração de som (Sick 1993, Agillar 2003). Nestas corujas, a capacidade visual aparentemente não é inferior à acústica destas aves (Sick 1993).

Nas corujas em geral, os olhos apresentam características distintas, como olhos grandes localizados rostralmen-

te, altamente expressivos, com campo visual limitado pela pouca mobilidade do bulbo ocular, fato este suprido pela alta mobilidade da cabeça, que pode girar em até aproximadamente 270º, para facilitar a visão, sendo ela uma cabeça larga e redonda (Santos 1979, Sick 1993, Agillar 2003). Os olhos destas aves apresentam formato semitubular devido à conformação do anel de ossículos esclerais, contínuo com a lâmina cartilaginosa da esclera. O olho da ave é relativamente grande em relação à cabeça do animal. Geralmente a coruja-orelhuda e as outras corujas apresentam excelente acomodação visual, em torno de 0,7-10 Dioptrias aproximadamente (Gelatt 1999), já que tanto a córnea quanto a lente podem modificar a curvatura ao focar (King 1984, Murphy 1993, Gelatt 1999, Montiani-Ferreira 2001, Montiani-Ferreira 2007). Sabe-se que as córneas das corujas apresentam a lamina limitante anterior (lâmina de Bowman) visível à microscopia. As retinas das corujas de modo geral são anangióticas, possuindo apenas uma fóvea e o pecten ocular, sendo capaz de responder a amplo espectro de cores, como o ultravioleta (King 1984, Murphy 1993, Montiani-Ferreira 2001, Montiani-Ferreira 2007). Algumas investigações oftálmicas já foram realizadas em outras espécies de corujas como Scheech-oriental (*Megascops asio*) (Harris et al. 2008), macho galego (*Athene noctua*), bufo-real (*Bubo bubo*) (Bayón et al. 2006, Jeong et al. 2007). Na espécie *Asio clamator*, no entanto, apenas avaliações dos aspectos ultrassonográficos dos olhos destes animais foram realizadas (Squarzoni et al. 2010), sendo portando, necessários ainda mais estudos, principalmente de outros parâmetros biométricos e morfológicos dos seus olhos e valores de referência para testes de diagnóstico oftálmico desta espécie. Uma vez que a oftalmologia comparada tornou-se parte importante na oftalmologia veterinária, objetivou-se obter na presente investigação descritiva do órgão da visão, dados sobre as peculiaridades morfológicas, bem como fisiológicas do olho das corujas orelhudas, por meio de testes oftálmicos aqui selecionados, que poderão ajudar na interpretação e no diagnóstico de doenças oculares nessas aves.

MATERIAL E MÉTODOS

A nomenclatura utilizada nesta investigação, para a classificação da coruja-orelhuda (*Asio clamator*) e das outras espécies de aves mencionadas, foi a proposta pelo Comitê Brasileiro de registros ornitológicos (CBRO) (Novaes 2011).

Preparo das peças anatômicas. Para o estudo morfológico da órbita óssea da espécie de coruja *Asio clamator*, objeto deste trabalho, foram utilizadas 03 (três) cabeças de animais que vieram a óbito no Hospital Veterinário da Universidade do Contestado (UnC, Canoinhas, Brasil) e 1 (uma) de um animal doado por um pesquisador (Dr. José Ricardo Pachaly, Unipar-PR). A técnica utilizada para o preparo dos ossos das cabeças foi maceração com larvas de moscas, a qual permite a completa remoção dos tecidos moles, preservando apenas as partes ósseas e as ranfotecas. Tal técnica é um método eficaz para a preservação de ossos delicados, pois evita danos que comumente ocorrem com o emprego de outras formas de osteotécnicas, como também em tentativas de dissecação com instrumental cirúrgico.

Após a remoção da pele e dos bulbos oculares, as cabeças foram colocadas em recipientes individuais e cobertas por tela de metal com aberturas hexagonais de cerca de 2 cm de diâmetro, em seguida, serem expostas ao tempo na intenção de haver a de-

posição de ovos de insetos dípteros, comumente atraídos por carcaças desprotegidas. O período de maceração varia de acordo com a quantidade de larvas que se desenvolvem e, neste estudo, variou de 5-7 dias. Após este período, as peças ósseas foram lavadas em água corrente e mergulhadas em peróxido de hidrogênio 50% para o seu clareamento, durante 24 horas. Em seguida as peças foram lavadas em água destilada, secas ao ar e montadas. Um adesivo comercial de éster de cianoacrilato foi utilizado para colar as partes ósseas, com exceção da mandíbula, a qual foi mantida livre. Os bulbos oculares foram preparados por dissecação com instrumental cirúrgico, a fim de se preservar a disposição natural dos ossículos esclerais. Logo após removidos da órbita, os bulbos foram minuciosamente dissecados para a remoção de tecidos moles como músculos extrínsecos oculares, fâscias, conjuntiva bulbar, camadas superficiais da esclera, córnea e componentes internos como íris, corpo ciliar, coróide, retina, corpo vítreo e lente. Foram preservados apenas a lâmina cartilaginosa da esclera e o anel de ossículos esclerais. Especial atenção foi dada à preservação do osso sesamoide da esclera. Assim, a conformação óssea da órbita e os ossículos esclerais de 4 (quatro) corujas adultas da espécie *Asio clamator* foi estudada a olho desarmado, como também sob magnificação de duas a quatro vezes por meio de lupa estereoscópica. Foram realizadas fotografias digitais do conjunto total dos ossos da cabeça, bem como de detalhes relativos à órbita e aos bulbos oculares.

Procedimentos oftálmicos e animais vivos. Foram estudadas 16 corujas (*Asio clamator*), sendo que nove delas eram aparentemente adultas, três jovens e quatro não foram informadas as idades. Adicionalmente, dois filhotes de corujas, de aproximadamente um mês de idade também tiveram seus bulbos oculares examinados e documentados apenas com relação à morfologia. Do total foram avaliadas sete fêmeas; quatro machos e cinco animais cujo sexo não foi determinado. Os animais pesavam entre 485,00

e 625,00g e foram selecionados aleatoriamente dos seguintes locais: Centro de Triagem de Animais Silvestres (Cetas, PUCPR/IBAMA), Tijucas do Sul, Brasil; Guira-Oga Centro de Recuperação e Reprodução de Animais da Selva Paranaense, Puerto Iguazú, Argentina; Zoológico Roberto Ribas Lange, Criadouro de Animais Silvestres e Hospital Veterinário da ITAIPU, Foz do Iguaçu, Brasil; e do Parque Ecológico Ouro Fino, Campo Largo, Brasil.

O experimento foi integralmente baseado nos critérios preconizados pelas "Normas para uso de animais em pesquisas oftalmológicas" da ARVO (Statement for the Use of Animals in Ophthalmic and Vision Research) e aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Objetivando excluir possíveis alterações sistêmicas, todos os animais foram submetidos à exame físico, seguido de exame oftálmico. Os testes oftálmicos foram realizados por diferentes avaliadores, porém, para evitar discrepância de resultados, o mesmo avaliador que realizou um determinado teste, passou a sempre fazê-lo durante toda a investigação.

Exames oftálmicos. Para a contenção física, utilizaram-se luvas de couro, que auxiliaram na contenção dos membros pélvicos. As asas foram então recolhidas e seguradas com a mesma mão que continha os membros pélvicos, para evitar fraturas em qualquer seguimento dos membros ou quebra das penas, gerando o mínimo de estresse possível para o animal durante os procedimentos. Cada ave foi então mantida na posição vertical, com a cabeça estabilizada por contenção manual da extremidade do bico e tomou-se cuidado para não realizar compressão sobre a região cervical.

Após contenção, as aves foram submetidas a exame oftálmico, que incluía uso do transiluminador de Finoff, biomicroscopia com lâmpada de fenda (Hawk Eye, Dioptrix, L'Union, France.), teste Lacrimal de Schirmer (TLS) (Teste da Lágrima de Schirmer, Ophthalmos Ind. Com. Produtos Farmacêuticos Ltda.), coleta de material



Fig.1. Os testes oculares realizados nos olhos das corujas-orelhudas. (A) Teste lacrimal de Schirmer. (B) Coleta de amostra da microbiota da conjuntiva e córnea. (C) Análise estesiométrica da córnea central. (D) Mensuração da PIO.

para cultura e análise bacteriológica, estesiometria (Cochet-Bonnet, Luneau Ophtalmologie, Chartres Cedex, France.), documentação fotográfica digital (Máquina fotográfica, Sony Cybershot, DSC- T700, Câmera Digital com 3x Zoom Óptico.), tonometria de aplanção (Tonopen XL, Mentor Medical Systems.), medida da espessura central de córnea (Paquímetro ultrassônico, Micropach® Sonomed, Model 200P+, Lake Success, NY, USA.), mensuração do diâmetro horizontal da rima palpebral e do diâmetro horizontal da córnea (paquímetro de aço inoxidável) (Paquímetro de aço inoxidável, Neiko Tools, Klamath Falls, Oregon, USA.) e fundoscopia (Hawk Eye, Dioptrix, L'Union, France).

Inspeção ocular. Utilizando iluminação direta com auxílio de um transiluminador de Finoff e biomicroscópio com lâmpada de fenda, procedeu-se a inspeção do segmento anterior de 32 olhos de 16 corujas (*Asio clamator*). Um olho foi excluído da pesquisa, por apresentar alterações oftálmicas, totalizando então 31 olhos estudados.

Teste lacrimal de Schirmer (TLS). Posteriormente, procedeu-se o exame lacrimal, por meio do Teste Lacrimal de Schirmer tipo 1 (TLS) (Fig.1A) em 31 olhos das 16 corujas, sem instalação de colírio anestésico para minimizar qualquer influência sobre os resultados. Este teste mensurou a produção basal e parte da produção reflexa da fração aquosa do filme lacrimal, sendo utilizadas tiras milimetradas e padronizadas de papel estéril de TLS para sua realização. As fitas foram acondicionadas individualmente no interior do saco conjuntival até o fórnice inferior de ambos os olhos, durante o período de um minuto.

Análise microbiológica. Para análise da microbiota ocular de avaliou-se 12 corujas realizando gentil fricção de zaragatoa na conjuntiva palpebral e fórnice conjuntival inferior de cada olho e na superfície ocular (córnea e conjuntiva bulbar) (Fig.1B), de forma asséptica, perfazendo um total de 23 olhos (amostras) de 12 corujas. Tomou-se o devido cuidado para que a zaragatoa não tocasse as filoplumas e a margem palpebral, tentando assim evitar ao máximo a contaminação externa. Não foi administrado anestésico tópico, pois a utilização deste fármaco poderia interferir no crescimento de micro-organismos (Mullin & Rubinfeld 1997). Em seguida, as zaragatoas foram acondicionadas em meio de transporte de Stuart e armazenadas sob refrigeração para, posteriormente, serem enviadas ao laboratório de microbiologia. As culturas dos micro-organismos foram realizadas em placas com meio BHI (brain-heart infusion), Agar sangue de carneiro 5% e MacConkey, as quais permaneceram incubadas a 37°C em ambiente aeróbico durante 24 a 48 horas. Em suma, a metodologia para análise microbiológica empregada nesta pesquisa foi a mesma de outras pesquisas realizadas em outras espécies animais para o estabelecimento da microbiota conjuntival (Pinard et al.2002, Montiani-Ferreira et al. 2006, Montiani-Ferreira et al. 2008a, Lima et al. 2010). As colônias bacterianas obtidas foram identificadas por coloração de Gram e procedimentos padrão de avaliação.

Estesiometria. A sensibilidade da córnea de 27 olhos de 14 corujas foi mensurada, utilizando o estesiômetro de Cochet-Bonnet (Fig.1C). O equipamento é composto por um monofilamento de náilon com diâmetro pré-definido, e comprimento ajustável. Para a mensuração, tocou-se suavemente o monofilamento de náilon, na

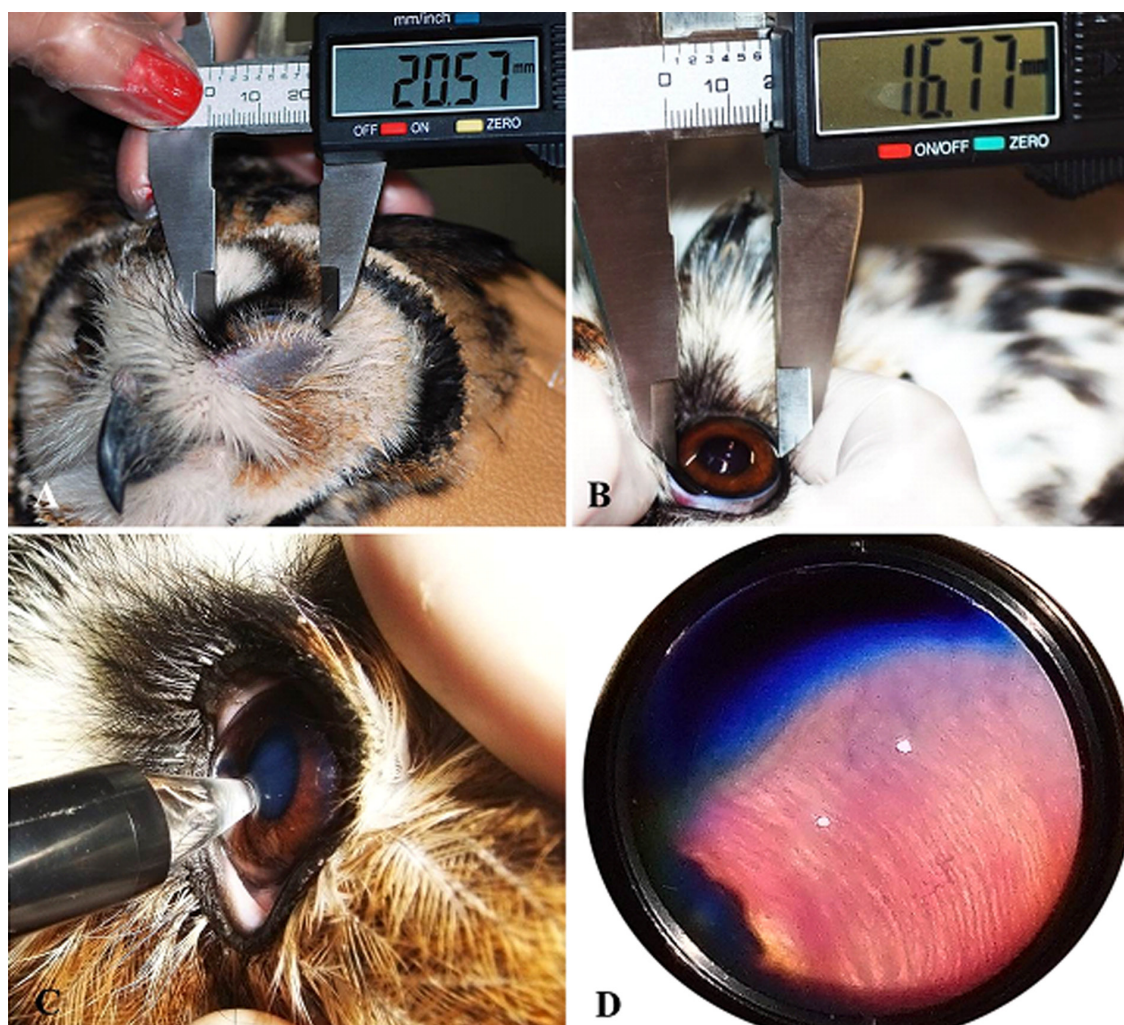


Fig.2. Os testes oculares realizados nos olhos de corujas-orelhudas. (A) Mensuração do diâmetro horizontal da rima palpebral. (B) Mensuração do diâmetro horizontal da córnea. (C) Paquimetria de córnea. (D) Oftalmoscopia indireta com lente de 20 dioptrias.

superfície central da córnea, regulando o comprimento do fio, deixando-o mais curto, até se obter uma resposta (ato de piscar) da ave.

Pressão intraocular (PIO). A pressão intraocular de 31 olhos de 16 corujas foi mensurada com auxílio do tonômetro de aplanação (Fig.1D), posicionando-o perpendicularmente à córnea e tocando-a suavemente. O resultado final obtido representa uma média de três mensurações, com erro máximo de 5%, entre as mensurações consecutivas. Nesta etapa do estudo, o avaliador preocupou-se em não realizar qualquer forma de pressão na região cervical dos animais, evitando assim possível alteração na mensuração final da PIO.

Diâmetro horizontal da rima palpebral e diâmetro horizontal da córnea. As mensurações do diâmetro horizontal da rima palpebral e do diâmetro horizontal da córnea foram realizadas utilizando-se paquímetro de aço inoxidável com visor de LCD e precisão de +/- 0,02 mm, em 31 olhos de 16 corujas (*Asio clamator*).

Para a mensuração do diâmetro horizontal da rima palpebral uma das extremidades do paquímetro foi posicionada sobre o vértice do ângulo medial do olho e, a outra extremidade, sobre o vértice do ângulo lateral. Já para a aferição do diâmetro horizontal da córnea, ambas as extremidades do paquímetro foram posicionadas sobre o limbo da córnea (Fig.2A e B).

Paquimetria central de córnea. A espessura central da córnea (ECC) foi mensurada em 28 olhos de 14 corujas, utilizando-se um paquímetro ultrassônico, que apresenta a velocidade de som na córnea pré-estabelecida em 1640m/s (Fig.2C). Previamente ao exame, instilou-se um colírio anestésico tópico estéril à base de cloridrato de tetracaína 1% e cloridrato de fenilefrina 0,1% (Colírio Anestésico, Allergan, São Paulo, BR).

Fundoscopia. Os fundos dos olhos de 5 corujas foram examinados por meio de uma lente de 20 dioptrias e um transiluminador de Finoff (Fig.2D). Fotografias foram obtidas por meio do

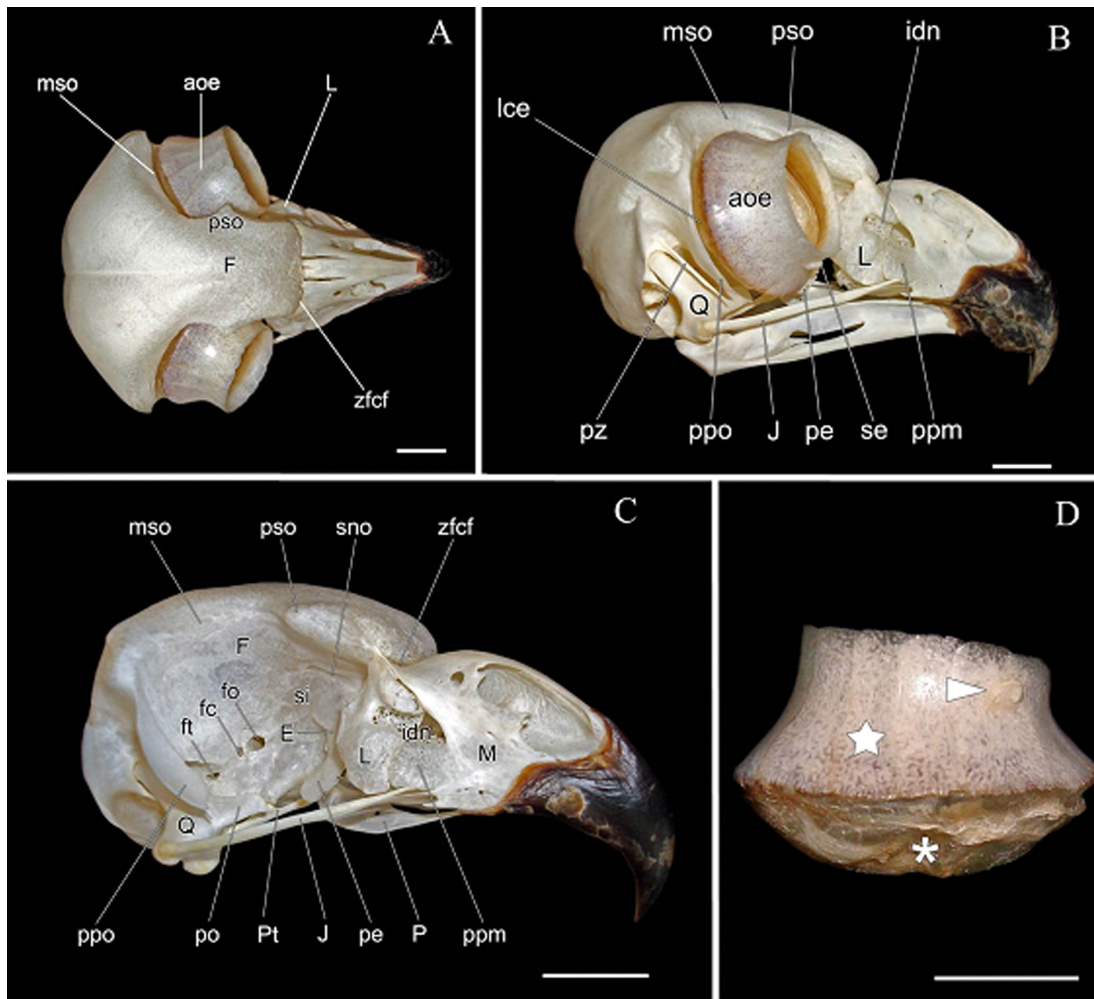


Fig.3. Elementos ósseos do esqueleto da cabeça de uma coruja-orelhuda (*Asio clamator*) adulta. (A) Aspecto dorsal. (B) Aspecto lateral direito. (C) Aspecto rostrolateral direito. A mandíbula e o anel de ossículos esclerais foram removidos. (D) Aspecto ventral do bulbo ocular direito após remoção dos tecidos moles. Notar a forma tubular do anel de ossículos esclerais (estrela) e como os ossículos laterais são mais longos em comparação aos mediais; o sesamoide da esclera (cabeça de seta) localizado anterior e medialmente, próximo à margem anterior do anel de ossículos esclerais, margem que correspondente à região do limbo da córnea no vivo; e a lâmina cartilaginosa da esclera (asterisco), fixa à margem posterior do anel de ossículos, em forma de cúpula. Legenda: aoe, anel de ossículos esclerais esquerdo; Osso frontal (F); osso lacrimal (L); margem supraorbital (mso); zona flexora craniofacial (zfcf); processo supraorbital (pso); incisura do ducto nasolacrimal (idn); osso jugal (J); lâmina cartilaginosa da esclera (lce); processo do osso ectetmoide (pe); processo palatino da maxila (ppm); processo pós-orbital (ppo); processo zigomático (pz); osso sesamoide da esclera (se). (E) Osso ectetmoide; forame comum para os nervos oculomotor III (fc), troclear IV e abducente VI; forame óptico (fo); forame do nervo trigêmeo V (ft); maxila (M); osso palatino (P); processo orbital do osso quadrado (po); osso pterigoide (Pt); osso quadrado (Q); septo interorbital, osso mesetmoide (si); sulco do nervo olfatório (sno). Barra = 1cm.

Quadro 1. Quantidade de animais e olhos avaliados com os respectivos resultados estatísticos, obtidos para os diferentes testes de diagnóstico oftalmológicos em olho de corujas (*Asio clamator*)

Exames	Nº de corujas	Nº de olhos	Média	Mediana	Desv Pad*	CV**
Teste lacrimal de Schirmer (mm/min)	16	30	5,03	5,00	3,29	0,65
Estesiometria (cm)	14	27	0,81	0,50	0,59	0,73
Diâmetro horizontal da rima palpebral (mm)	16	31	21,25	21,15	1,18	0,06
Diâmetro horizontal da córnea (mm)	16	31	15,76	16,50	2,74	0,17
Espessura da córnea central (mm)	13	26	0,29	0,29	0,03	0,11
Pressão intraocular (mmHg)	16	31	13,81	13,00	5,63	0,41

DesvPad* = Desvio padrão; CV** = Coeficiente de variação; Nº = Número; (mm/min) = milímetro por minuto; (mm) = milímetro; (mmHg) = milímetros de mercúrio.

biomicroscópio com lâmpada de fenda adaptado a um sistema de fotografia digital.

Análise estatística. Foi realizada análise de estatística descritiva, Teste-t quando houve comparação entre dois grupos (comparando olhos direitos e esquerdos ou animais machos e fêmeas) de dados contínuos numéricos (dados biométricos), Teste Exato de Fisher (para comparação de proporções) e Teste de Correlação de Bartlett (para comparar correlações das variáveis contínuas numéricas) utilizando o software JMP, versão 5.0.1 (Software JMP, versão 5.0.1, SAS Institute Inc., Cary, NC). Os dados foram expressos na forma de média \pm desvio padrão e foram considerados significativos quando o valor de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Os resultados numéricos obtidos para todos os testes oftálmicos utilizados nos animais desta pesquisa apresentaram uma distribuição normal, uma vez que os erros dos dados apresentaram distribuição normal de acordo com o Teste

Shapiro-Wilk. O Quadro 1 contém os resultados das análises estatísticas descritivas dos testes oftálmicos.

Aspectos morfológicos da órbita óssea e da túnica fibrosa do bulbo ocular

Foi possível observar que, devido à forma tubular do bulbo ocular, os ossículos esclerais desta espécie apresentam forma retangular e côncava, com o eixo mais longo direcionado no sentido anteroposterior. A largura dos ossículos é nitidamente variável (Fig.3D). Dentre os quatro animais analisados, dois animais (50%) apresentavam 16 ossículos esclerais em ambos os olhos, um animal (25%) apresentava 15 em ambos os olhos e, por fim, um animal (25%) apresentava apenas 15 no olho direito e 16 no olho esquerdo. Neste último, o ossículo escleral supranumerário se apresentava mais curto que os demais e intercalado entre dois ossículos bem desenvolvidos, de modo que a sua extremidade anterior não participava da margem anterior do anel de ossículos esclerais, voltada limbo da córnea. Já a extremidade posterior deste ossículo participava da margem posterior do anel de ossículos esclerais, aquela contínua com a lâmina cartilaginosa da esclera e que denuncia



Fig.4. Imagem lateral do olho de uma coruja *Asio clamator*, evidenciando filoplumas em ambas as pálpebras, superior quanto inferior (setas), margem palpebral inferior mais extensa que a superior, margem palpebral irregular, demonstrando um desnível em "degrau" entre os limbos palpebrais anterior e posterior (asterisco), despigmentação na extremidade lateral da margem da terceira pálpebra e câmara anterior do olho profunda (DTP).

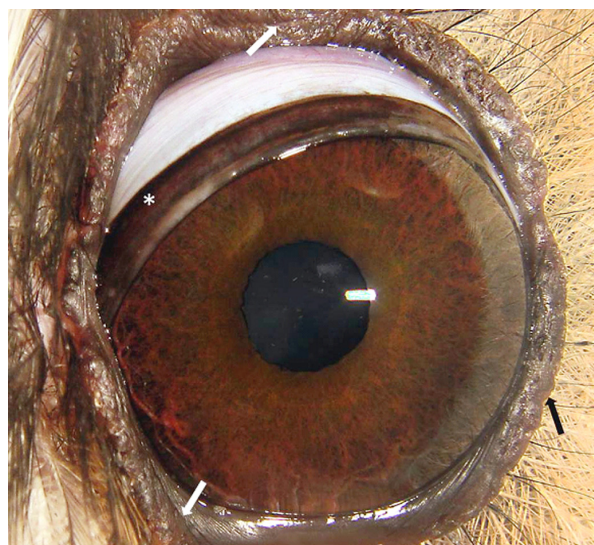


Fig.5. Olho esquerdo de uma coruja-orelhuda adulta, evidenciando a terceira pálpebra, de coloração esbranquiçada e margem pigmentada, que está localizada dorsomedialmente (asterisco). Notar a superfície irregular das margens palpebrais de ambas as pálpebras (setas).

o equador do bulbo ocular destes animais (Fig.3D). O osso sesamoide da esclera foi observado no aspecto ventral de todos os anéis de ossículos esclerais (Fig.3D).

A órbita óssea das corujas-orelhudas apresenta um curto processo supraorbital (Fig.3B,C), dirigido lateral e caudalmente, que se projeta do terço médio da margem supraorbital (Fig.3A-C), constituída pelo osso frontal. Tal processo provê área de fixação para a larga fâscia orbital, a qual tem papel na contenção do bulbo na órbita.

O processo pós-orbital (Fig.3B,C) é bem desenvolvido. Trata-se de um processo longo, largo e côncavo na sua face orbital. Projeta-se lateral e ventralmente da parte lateral da margem orbital, que em strigiformes é formada pelo osso frontal, de modo a acompanhar a curvatura da parte lateral do polo posterior do bulbo ocular. O processo pós-orbital constitui o limite lateral da cavidade orbital destas aves.

O septo interorbital (Fig.3C) é reduzido um tanto espesso e sendo constituído principalmente pelo osso mesetmoide, o qual abrange a parte rostral da parede medial da órbita. Não apresenta fontículos interorbitais, sendo, portanto, inteiramente ósseo. Em seu aspecto dorsal está localizado o sulco do nervo olfatório (I) (Fig.3C). Rostralmente, fundido ao osso mesetmoide, o osso ectetmoide (Fig.3C) contribui para a formação da parede rostral da órbita juntamente com o osso lacrimal (Fig.3B,C), localizado lateralmente a este. Entretanto apesar de relacionados, estes dois ossos não são fundidos e acabam por constituir uma parede rostral descontínua. A característica mais marcante do osso ectetmoide é um processo que se projeta em direção ventrolateral, o processo do ectetmoide (Fig.3B,C). Em similitude com o processo pós-orbital, o processo do ectetmoide é côncavo em sua face orbital e acompanha o contorno do bulbo ocular, mas no quadrante ventromedial da órbita. Sua extremidade livre está voltada para a extremidade livre do processo pós-orbital, de modo que o espaço entre as extremidades livres dos dois processos e o espaço entre estes e a parede medial da órbita constituem um assoalho orbital ósseo descontínuo, fechado basicamente por músculos relacionados à mandíbula e, no estado macerado, invadido pelo processo orbital do osso quadrado (Fig.3C).

O osso lacrimal (Fig.3A-C) é muito desenvolvido e constitui grande parte da parede rostral da órbita. Está articulado ao osso frontal e amplamente à maxila, desde a região da zona flexora craniofacial (Fig.3A,C), dorsalmente, se estendendo ventralmente até muito próximo ao osso jugal (Fig.3B,C); rostral e ventralmente mantém amplo contato com o desenvolvido e bulboso processo palatino da maxila (Fig.3B,C). Apresenta formato irregular, contornos rombos e delicadas trabéculas ósseas que lhe conferem um aspecto esponjoso, perceptíveis em seu interior através de suas paredes finas e, em algumas partes, fenestradas. O osso lacrimal não apresenta processo supraorbital (este está presente no osso frontal) e é sulcado lateralmente pela incisura do ducto nasolacrimal (Fig.3B,C) que se continua na maxila e se abre na cavidade medial.

Três forames são facilmente perceptíveis no fundo da órbita. O maior e mais rostral corresponde ao forame óptico, enquanto que os outros dois menores e mais caudais e ventrais, correspondem ao forame comum para os nervos

oculomotor (III), troclear (IV), abducente (VI) e ao forame do nervo trigêmeo (V) (Fig.3C), o mais caudal e ventral do conjunto.

Observações gerais nos animais vivos

Todos os 16 animais submetidos ao exame físico apresentavam-se em boas condições de saúde. Ao exame oftálmico, somente um paciente apresentou luxação de lente unilateral, com edema de córnea no bulbo ocular direito, sendo este olho excluído da pesquisa. Destes 16 animais, sete (43,75%) eram fêmeas, quatro (25,00%) eram machos e cinco (31,25%) não foram sexados. Nesta pesquisa, nove (56,25%) eram adultos, três (18,75%) jovens, quatro (25%) dos animais não foram classificados, pois eram de vida livre. Portanto, 12 animais foram classificados apenas em adultos ou em jovens, não sendo possível calcular a média da idade da população dos animais avaliados.

O peso médio encontrado foi $510,00 \pm 50,00$ g. Foi observado que as fêmeas eram significativamente mais pesadas que os machos, apresentando peso médio de $510,00 \pm 51,75$ g e os machos $490,00 \pm 68,50$ g, $P = <0001$. Contudo, não houve diferença significativa entre idade aproximada e peso médio dos animais ($P = 0,52$).

Observações da morfologia ocular externa em animais vivos

Externamente, é facilmente perceptível que os olhos de coruja *Asio clamator* são voltados rostralmente. As pálpebras são relativamente finas e móveis, sendo que a inferior é maior que a superior. A pálpebra inferior apresenta, na maior parte do tempo, maior mobilidade quando comparada com a superior. Contudo, foi observado que em algumas situações a pálpebra superior movimentava-se com maior intensidade. O ângulo lateral do olho é maior do que o ângulo medial e a abertura total da rima palpebral é relativamente larga quando comparada ao diâmetro da córnea e ao tamanho do bulbo ocular. A margem palpebral é pigmentada, irregular e apresenta um desnível em “degrau” entre os limbos palpebrais anterior e o posterior. Há delicadas filoplumas (cílios modificados) em ambas as pálpebras (Fig.4). Dois pontos lacrimais, um superior e outro inferior, estão presentes na margem das respectivas pálpebras, na região do ângulo medial de ambos os olhos.

A terceira pálpebra está localizada dorsomedialmente no saco conjuntival, entre a pálpebra superior e o bulbo ocular. É relativamente espessa e de coloração esbranquiçada, não possibilitando a visualização das estruturas intraoculares ao recobrir a superfície corneana. Em alguns exemplares tende a azulada. Em sua margem é possível observar uma faixa pigmentada marrom-escura, que diminui de intensidade à medida que se aproxima do ângulo lateral do olho e termina por desaparecer por completo (Fig.5). A terceira pálpebra de corujas *Asio clamator* é uma estrutura extremamente móvel e seu movimento se dá em direção ventrolateral.

A íris apresenta diferentes graus de pigmentação, variando entre o marrom escuro nos animais adultos e nos jovens de amarelado a marrom claro. As pupilas possuem formato circular, movimento voluntário e é possível obser-

var uma pequena parte do epitélio pigmentar da íris na margem pupilar (Fig.6).

Com relação aos reflexos pupilares, as corujas avaliadas não apresentaram resposta ao reflexo direto e ao consensual, contudo, foi observado que dois animais apresentaram anisocoria, provavelmente por estresse, logo após a contenção, sendo que as pupilas retornaram a dilatação normal quando as corujas estavam em situação de repouso após cerca de 20 minutos.

Os ligamentos pectinados nestas aves são mais desenvolvidos que nos mamíferos sendo que as malhas trabeculares são extensas, particularmente no nível do ângulo lateral do olho. Nos animais jovens parte da malha trabecular encontra-se não apenas no ângulo iridocorneano, mas é também visível na superfície periférica da íris, podendo-se observar os espaços entre os ligamentos pectinados, espaços do ângulo iridocorneano (Espaços de Fontana), sem o

uso de lente para gonioscopia. Nos animais adultos, os ligamentos pectinados, espaços do ângulo iridocorneano e até mesmo parte da malha trabecular, ainda estão aparentes ao olho desarmado. Entretanto, a extensão de tais ligamentos e o espaçamento entre eles nitidamente diminuem conforme as corujas envelhecem (Fig.6).

A lente nesta espécie é transparente, contudo nas aves mais jovens (com aproximadamente um mês de idade) foi observada leve opacidade de localização central (nuclear), que após aproximadamente dois meses de vida começou a diminuir, tornando-se translúcida quando as aves chegam a idade adulta (entre três e quatro meses de idade) (Fig. 7A,B).

Teste lacrimal de Schirmer

O valor médio geral encontrado no Teste Lacrimal de Schirmer foi de $5,03 \pm 3,28$ mm/min. De acordo com o

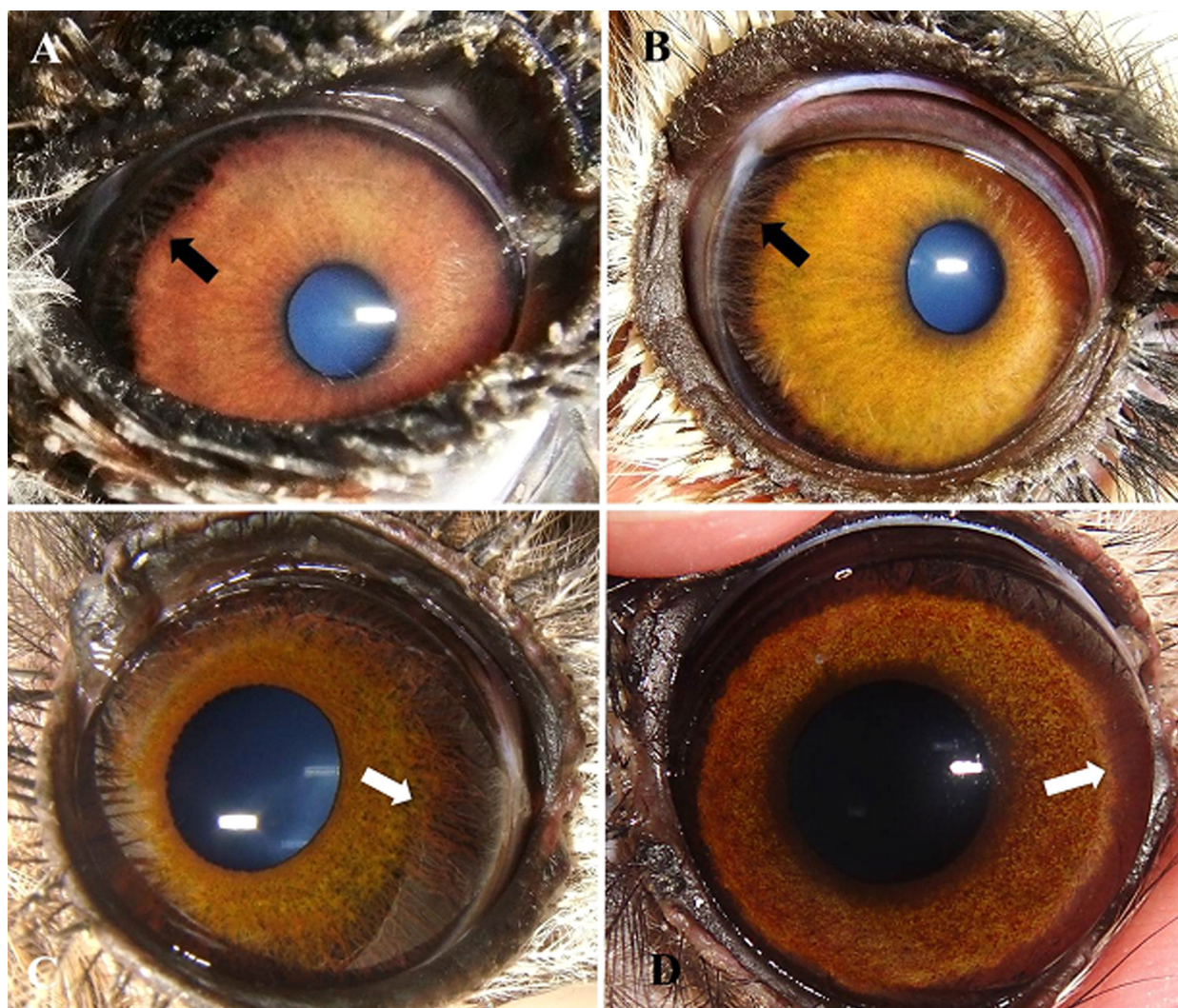


Fig.6. Íris de olhos de corujas-orelhudas em diferentes faixas etárias, evidenciando as diferentes colorações, os ligamentos pectinados e os espaços do ângulo iridocorneano (Espaços de Fontana) observáveis sobre na superfície da íris. (A) Ligamentos pectinados do olho direito de uma coruja de aproximadamente um mês de idade. Observar a grande extensão dos ligamentos pectinados e o espaçamento entre eles, e a coloração marrom clara. (B) Ângulo iridocorneano do olho direito de uma coruja jovem evidenciando espaços menores entre os ligamentos pectinados e coloração mais amarelada. (C,D) Ângulo iridocorneano do olho esquerdo de uma coruja idosa; notar os ligamentos pectinados ainda aparentes, mas curtos e com espaçamento pequeno entre si e ambos apresentam coloração marrom escura.

Quadro 2. Gêneros bacterianos e frequência de bactérias encontradas em olhos de corujas-orelhudas saudáveis

Bactérias - Gênero	Nº de bactérias	% de bactérias	Espécie das bactérias
TOTAL DE GRAM-POSITIVA	20	90,90%	
<i>Staphylococcus</i> sp.	18	81,82	
sp.	4	18,18	<i>Staphylococcus</i> sp.
SCP	8	36,35	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>
SCN	6	27,27	<i>Staphylococcus aureus</i>
<i>Micrococcus</i> sp.	1	4,54	
<i>Corynebacterium</i> sp.	1	4,54	
TOTAL DE GRAM-NEGATIVAS	2	9,1	
Enterobacteria	2	9,1	
<i>E. coli</i>	1	4,55	
<i>Serratia</i> sp.	1	4,55	
TOTAL DE BACTÉRIAS ISOLADAS	22	100	

SCP = *Staphylococcus* coagulase positivo; SCN = *Staphylococcus* coagulase negativo.

sexo, as fêmeas apresentaram a média de $6,64 \pm 3,85$ mm/min, já os machos de $4,16 \pm 2,40$ mm/min, e de acordo com a idade, foi mensurado nos jovens $4,00 \pm 3,09$ mm/min e $6,25 \pm 3,58$ mm/min nos adultos. Não houve diferença significativa do Teste Lacrimal de Schirmer entre machos e fêmeas ($P=0,16$), adultos e jovens ($P=0,19$) e olhos direito e esquerdo ($P=0,62$).

Análise microbiológica

Foram isoladas 22 tipos de bactérias, em 23 amostras oculares obtidas de 12 corujas. O Quadro 2 traz os resultados condensados das análises microbiológicas encontrada em olhos de corujas. Os resultados da cultura revelaram que houve crescimento bacteriano nas amostras, em 21 dos 23 olhos (91,3%), sendo que apenas 2 (9,52%) amostras foram negativas. No total de amostras positivas, foram isoladas 20 (90,9%) bactérias classificadas em Gram-positivas e apenas 2 (9,09%) amostras foram Gram-negativas. As bactérias encontradas na microbiota ocular das corujas deste estudo incluem: *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp. *Coryne-*

bacterium sp., todas Gram-positivas. Dentre as Gram-negativas foram isoladas apenas *E. coli* e *Serratia* sp. (Quadro 2). Neste estudo, as bactérias mais frequentes na microbiota ocular dos animais foram os *Staphylococcus* sp., sendo encontrado em 18 (81,83%) amostras (Quadro 2).

Estesiometria da córnea

A média geral de estesiometria foi de $0,80 \pm 0,59$ cm para a população estudada. O valor médio encontrado nas fêmeas foi $1,00 \pm 0,51$ cm e nos machos $0,64 \pm 0,61$ cm. Os animais jovens apresentaram média de $1,2 \pm 0,28$ cm e os adultos de $0,86 \pm 0,65$ cm. Não foi encontrada diferença significativa das médias de estesiometria com relação à idade (adultos ou jovens) ($P=0,22$), entre machos e fêmeas ($P=0,23$) ou entre olhos direito e esquerdo ($P=0,53$).

Pressão intraocular (PIO)

A média geral da PIO foi de $13,81 \pm 5,62$ mmHg da população estudada. As fêmeas apresentaram média de $14,35 \pm 4,58$ mmHg e os machos de $13,143 \pm 4,88$ mmHg. A média de pressão intraocular encontrada nos jovens foi de $16,83 \pm 3,86$ mmHg e nos adultos de $12,29 \pm 4,41$ mmHg. A PIO nas aves jovens foi significativamente maior que nas aves adultas ($P=0,036$). Não houve diferença significativa das médias obtidas entre os sexos ($P=0,58$) ou entre os olhos direito e esquerdo ($P=0,79$).

Diâmetro horizontal da rima palpebral e diâmetro horizontal da córnea

O valor médio horizontal geral para a rima palpebral foi de $21,24 \pm 1,17$ mm para a população estudada. A média obtida para os machos foi $22,18 \pm 0,95$ mm e para fêmeas $21,02 \pm 1,09$ mm. A média encontrada para jovens foi de $20,43 \pm 0,97$ mm e em adultos foi de $21,78 \pm 0,97$ mm. Foi observado que os machos apresentam o diâmetro horizontal da rima palpebral significativamente maior que as fêmeas ($P=0,027$), e nos jovens é significativamente menor que nos adultos ($P=0,008$).



Fig.7. Face de dois aves em diferentes faixas etárias. (A) Coruja jovem de aproximadamente um mês, é possível notar a opacidade da lente em ambos os olhos. (B) Coruja adulta, apresentando translucidez da lente bilateralmente.

A média geral do diâmetro horizontal da córnea foi de $15,7 \pm 2,74$ mm para a população estudada. O comprimento médio encontrado nos machos foi de $17,57 \pm 0,48$ mm e de $14,12 \pm 3,40$ mm para fêmeas. Nos jovens a média foi de $13,63 \pm 3,29$ mm e $16,02 \pm 2,87$ mm para os adultos. Os machos tiveram o diâmetro da córnea significativamente maior que as fêmeas ($P=0,016$). Não houve diferença significativa quando o diâmetro horizontal da córnea das corujas adultas e jovens foi comparado ($P=0,10$), e do olho direito e esquerdo ($P=0,99$).

Espessura central da córnea

O valor médio da espessura central da córnea para a população estudada foi de $0,28 \pm 0,03$ cm. Para fêmeas a espessura média foi de $0,29 \pm 0,02$ cm o qual foi significativamente menor ($P=0,03$) que a espessura observada em machos desta espécie $0,31 \pm 0,02$ cm. Com relação à idade dos animais, observou-se pouca diferença na espessura central da córnea entre jovens e adultos, os quais os valores médios encontrados foram $0,30 \pm 0,02$ cm e $0,30 \pm 0,024$ cm, respectivamente. Não foi observada diferença significativa com relação à idade ($P=0,71$) ou aos olhos direito e esquerdo ($P=0,68$).

Fundoscopia

Somente em cinco corujas que responderam à contenção física em ambiente escuro com midríase, foi possível observar padrão anangiótico e atepetal na retina. A coróide é altamente vascularizada, com vasos evidentes e distribuídos em um padrão radial a partir de uma faixa central imaginária, onde tais vasos, por vezes, se entrelaçam (Fig.2D). Da superfície do nervo óptico se protrui, em direção ao corpo vítreo, uma estrutura denominada pécten ocular, em formato plissado, similar a um pente, altamente pigmen-

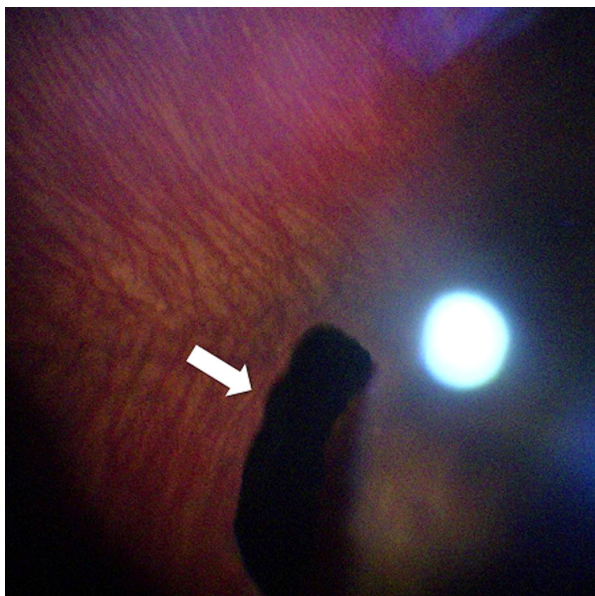


Fig.8. Fundo de olho de uma coruja-orelhuda adulta capturada por oftalmoscopia indireta. Observar a intensa vascularização coroidal, com vasos em disposição radial a partir de uma faixa central imaginária na qual tais vasos, por vezes, se entrelaçam, e a presença do pécten ocular (seta).

tada (Fig.8). Foi possível de se observar ainda uma fóvea bem desenvolvida em algumas aves, localizada dorsolateralmente ao pécten ocular.

DISCUSSÃO

Devido ao fato dos animais examinados terem sido originalmente de vida livre, não foi possível obter a idade exata de cada exemplar, apenas aproximada. No presente estudo, observou-se diferença significativa de pesos entre os sexos das corujas-orelhudas (*Asio clamator*), sendo que as fêmeas são mais pesadas. Esta diferença entre sexos já foi descrita anteriormente em outros rapinantes. Esta característica é mais evidente em falconídeos que nas corujas, podendo ser em decorrência do chamado dimorfismo sexual reverso que estas aves apresentam (Weidensaul 1996, Pereira, 2007). Nosso achado corrobora também com alguns relatos, que afirmam que as fêmeas são mais pesadas nos rapinantes que se alimentam de serpentes e roedores, como é o caso das corujas *Asio clamator* (Del Hoyo, Sargatal & Elliot 1994, Pereira, 2007).

Como já demonstrado em outros animais da ordem Strigiformes (Curtis & Miller 1938), observamos na coruja-orelhuda que os ossículos esclerais apresentam forma retangular e côncava, com o eixo mais longo direcionado no sentido anteroposterior, apresentando uma largura nitidamente variável, isto em decorrência da forma tubular do bulbo ocular destas aves (Franz-Odendaal & Hall 2006, Lima et al. 2009, Menegaz & Kirk 2009). A forma individual dos ossículos esclerais varia entre as aves de achatada ou ligeiramente convexa a côncava, de acordo com o formato geral do bulbo ocular (Baumel et al. 1993, Lima et al. 2009). Este arranjo tem importante papel na acomodação da córnea e na proteção do bulbo ocular (Franz-Odendaal & Hall 2006, Lima et al. 2009). A quantidade de ossículos esclerais variaram entre 15-16, corroborando Mahecha & Oliveira (1998) que encontraram variação de 14-16 ossículos esclerais em corujas da família Titiidae e Stringidae, e Lima et al (2009), que encontraram 15 ossículos esclerais em cada anel de ossículos em corujas da espécie *T. alba*. Porém, o bulbo ocular destes animais, as coruja-das-torres (*T. alba*), é relativamente pequeno, provavelmente, pelo fato do crânio desta espécie ser mais estreito comparativamente ao de outras corujas (Mahecha & Oliveira 1998). Diversos estudos afirmam que o anel escleral é composto por ossículos que podem apresentar-se em quantidade variável e possuir formatos diferentes entre si, variando amplamente entre as diferentes espécies de aves (Curtis & Miller 1938, De Queiroz & Good 1988, Warheit, Good & De Queiroz 1989, Lima et al. 2009, Menegaz & Kirk 2009), reptéis e teleosteos (Franz-Odendaal & Hall 2006).

O osso sesamoide da esclera foi observado no aspecto ventral de todos os anéis de ossículos esclerais das corujas-orelhudas analisadas. Segundo Mahecha & Oliveira (1998), relatam que tal osso sesamoide foi observado apenas nas corujas, apresentando dimensões e formas variadas nas diferentes espécies estudadas. Ocasionalmente pode ser duplo, como na coruja jacurutu (*Bubo virginianus*) (Mahecha & Oliveira 1998). O osso sesamoide tem a função de redirecionar o trajeto do tendão do músculo piramidal da terceira pálpebra (Baumel et al. 1993, Mahecha & Oliveira 1998).

A órbita óssea das corujas-orelhudas apresentou algumas particularidades distintas, dentre elas um curto processo supraorbital, dirigido lateral e caudalmente, projetado do terço médio da margem supraorbital, constituído pelo osso frontal (Pycraft 1902). Tal processo provê área de fixação para a larga fâscia orbital que contribui para a manutenção do bulbo ocular na órbita e que se continua pela parte caudal da margem supraorbital e processo pós-orbital (Pycraft 1902). Outra peculiaridade observada é o processo pós-orbital que é bem desenvolvido. Trata-se no caso de um processo longo, largo e côncavo na sua face orbital, projetando-se lateral e ventralmente da parte lateral da margem orbital, que em strutioniformes é formada pelo osso frontal (Baumel et al. 1993), de modo a acompanhar a curvatura da parte lateral do polo posterior do bulbo ocular. Aparentemente, as corujas são as únicas aves nas quais o processo pós-orbital, pelo fato de ser largo, isola a órbita da fossa lateral (Menegaz & Kirk 2009). Adicionalmente foi observado que o septo interorbital é reduzido, um tanto espesso e não apresenta fontículos interorbitais, sendo, portanto, inteiramente ósseo. Esta característica é observada nas espécies *Asio*, *Photodilus*, *Bubo* (Pycraft 1902) e na espécie *Strinx* que também apresenta o septo interorbital relativamente espesso, comparativamente a outras espécies de corujas (Shufeldt 1900). Sendo assim, o septo interorbital de corujas-orelhudas é diferente da ampla e delgada lâmina óssea presente na maioria das outras ordens de aves, apresentando tecido ósseo esponjoso entre suas finas lâminas de osso compacto (Pycraft 1902, Baumel et al. 1993). O osso lacrimal (Fig.1-3) é muito desenvolvido e constitui grande parte da parede rostral da órbita, mantendo amplo contato com o desenvolvido e bulboso processo palatino da maxila presente neste gênero (Pycraft 1902). Três forames foram identificados no fundo da órbita, corroborando com os achados de Pycraft (1902) que demonstram que o maior e mais rostral corresponde ao forame óptico, enquanto que os outros dois menores, mais caudais e ventrais, correspondem ao forame comum para os nervos oculomotor (III), troclear (IV) e abducente (VI) e ao forame do nervo trigêmeo (V) (Figura 3), o mais caudal e ventral do conjunto.

Nas corujas *Asio clamator*, em algumas situações, há grande movimentação da pálpebra superior no ato de piscar em decorrência da movimentação da terceira pálpebra, com frequência de movimentos maior do que a pálpebra inferior. Em outras situações a pálpebra inferior move-se com maior intensidade. Isto pode estar associado ao estresse ou nervosismo destes animais, frente a situações em que se sentem ameaçados (Sick 1993). Nas aves em geral, as pálpebras comumente são finas, mais susceptíveis aos traumas e apresentam pouco movimento, sendo que as pálpebras inferiores são mais móveis que as superiores (Murphy 1993, Williams 1994, Gelatt 1999, Montiani-Ferreira 2001), principalmente em situação de tranquilidade (Sick 1993). Nas corujas-orelhudas observou-se que o movimento da terceira pálpebra ocorre no sentido ventrolateral, diferente dos cães e gatos, espécies nas quais a terceira pálpebra se movimenta no sentido dorsolateral devido esta estrutura estar localizada ventromedialmente no saco conjuntival, entre a pálpebra inferior e o bulbo

ocular (Maggs, Miller & Ofri 2008). Nos rapinantes diurnos, este movimento ocorre do ângulo medial do olho em direção lateral (Murphy 1993). Nas corujas estudadas, foi observado que a terceira pálpebra é espessa, apresenta coloração esbranquiçada e não é translúcida como em muitas outras aves (Gelatt 1999, Montiani-Ferreira 2001, Harris et al. 2008, Maggs et al. 2008). Em sua margem apresentam pigmentação, como observado em alguns cães (Maggs et al. 2008).

As aves apresentam as margens palpebrais altamente pigmentadas e não apresentam glândulas tarsais (Murphy 1993, Montiani-Ferreira 2001, Harris et al. 2008), diferentemente dos canídeos, felinos domésticos (Maggs, Miller & Ofri 2008) e seres humanos (Liesegang, Skuta & Cantor 2005). Nas pálpebras de corujas-orelhudas, percebeu-se que as margens, são irregulares e associadas aos folículos das filoplumas. Além disso, um desnível em “degrau” é nitidamente perceptível entre os limbos palpebrais anterior e posterior de ambas as pálpebras. O ângulo lateral do olho é aparentemente maior que o ângulo medial e foi notado que as pálpebras inferiores são maiores que as superiores diferentemente do que foi encontrado por Harris et al. (2008), que destacaram que a pálpebra superior das corujas *Megascops asio*, é maior que a inferior. As filoplumas são cílios modificados que estão presentes em ambas as pálpebras de corujas e são estruturas observadas apenas em aves (Murphy 1993, Montiani-Ferreira 2001, Harris et al. 2008).

A cor da íris, bem como o formato da pupila, podem variar de acordo com a espécie dos indivíduos (Gelatt 1999), podendo também alterar-se entre os animais, dependendo da quantidade e tipos de pigmentos, do grau de vascularização (Gelatt 1999), da idade (Gelatt 1999) e sexo (Bortolotti et al. 2003). Em aves a dieta também pode influenciar na coloração da íris (Gelatt 1999). Como os animais vieram de diferentes criatórios, as dietas podem ter influenciado a coloração da íris destes animais. Contudo, verificou-se que nas corujas-orelhudas a influência da idade na coloração da íris. Os animais jovens, até aproximadamente quatro meses de vida, apresentavam íris mais clara, variando de castanho amarelado a castanho claro. Nos animais com idade além desta, a íris tornou-se marrom escura, podendo este fenômeno estar relacionado com a presença de purinas e de pteridinas (Gelatt 1999, Bortolotti et al. 2003), sendo isto observado principalmente em pombas e nas corujas jacurutu (*Bubo virginianus*) (Gelatt 1999).

No presente estudo dois animais apresentaram anisocoria fisiológica, provavelmente em decorrência do estresse da contenção, sendo este fenômeno comumente descrito em aves em situações de estresse (Montiani-Ferreira 2001, Harris et al. 2008).

Quanto ao ângulo iridocorneano, pode-se observar que a malha trabecular estende-se pelo estroma da íris. Isto ocorre porque no ângulo iridocorneano das aves, a extensão lateral da câmara anterior, situada entre a íris e a córnea, é altamente desenvolvida e estende-se posteriormente, entre o corpo ciliar e a esclera, onde recebe o nome de seio cílioscleral (Evans & Martin 1993). Este seio é atravessado por uma grande rede de fibras elásticas que constituem os ligamentos pectinados com largas aberturas, os chamados

espaços do ângulo iridocorneano (Espaços de Fontana). Nos animais investigados os mais jovens apresentavam espaçamento entre os ligamentos pectinados, enquanto que, nos adultos, a malha trabecular pareceu estar mais desenvolvida, com espaçamentos menos evidentes ou ausentes.

A mensuração lacrimal é parte importante do exame oftálmico e tem como objetivo avaliar o funcionamento da glândula lacrimal, sendo possível mensurar em mamíferos, reptéis e aves por meio do Teste Lacrimal de Schirmer-1 (TLS) (Montiani-Ferreira 2001). Com relação aos rapinantes noturnos, não há relatos da mensuração do Teste Lacrimal de Schirmer em corujas-orelhudas. A produção lacrimal que encontramos foi de $5,03 \pm 5,00$ mm/min, diferiu substancialmente do resultado encontrado em 21 olhos de corujas-screech-oriental (*Megascops asio*) nas quais a média foi de < 2 mm/min (Harris et al. 2008). Outros estudos em diferentes espécies de aves, já foram realizados, como nos psitacíformes que apresentaram $3,2 \pm 2,7$ a $7,5 \pm 2,6$ mm/min de produção lacrimal e nas pombas africanas que foi de $4,5 \pm 1$ mm/min (Williams 1994). Dentre os rapinantes diurnos, os Accipitriformes apresentaram uma produção lacrimal bem maior que os Falconiformes, que foi de $10,7 \pm 4,0$ a $11,5 \pm 5,4$ mm/min e de $4,1 \pm 2,7$ a $14,4 \pm 7,2$ mm/min, respectivamente (Harris et al. 2008). Provavelmente as diferenças de valores encontrada nas diferentes espécies de aves podem estar relacionadas com a adaptação ao meio ambiente natural no qual cada uma vive, tamanho da órbita, tamanho e função da glândula lacrimal (Williams 1994), além da conformação e do movimento das pálpebras.

A microbiota conjuntival normal tem sido estudada em diferentes mamíferos e animais selvagens, pois pode auxiliar eventualmente na escolha da melhor conduta terapêutica, frente a processos infecciosos. Dentre os animais investigados encontram-se aves (Dupont et al. 1994, Williams 1994, Harris et al. 2008, Bayón et al. 2007), porcos (Davidson et al. 1994), cães (Moore & Nasisse 1995), gatos (Shewen et al. 1980), cavalos (Andrew et al. 2003), cervo (Dubay et al. 2000), macacos-prego (Galera et al. 2002, Montiani-Ferreira et al. 2008b), bugio (Galera et al. 2002), capivaras (Montiani-Ferreira et al. 2008a), castores (Cullen 2003), furão-europeu (Montiani-Ferreira et al. 2006), chinchilas (Lima et al. 2010, Müller et al. 2010), gambás (Pinard et al. 2002, Spinelli et al. 2010), racoon (Pinard et al. 2002, Spinelli et al. 2010), coelhos (Cooper et al. 2001), entre outras. Neste estudo, assim como a grande maioria dos mamíferos (Shewen et al. 1980, Davidson et al. 1994, Dupont et al. 1994, Williams 1994, Moore & Nasisse 1995, Dubay et al. 2000, Pinard et al. 2002, Cullen 2003, Montiani-Ferreira et al. 2006, Bayón et al. 2007, Harris et al. 2008, Montiani-Ferreira et al. 2008a, 2008b, Lima et al. 2010, Spinelli et al. 2010), a predominância foi de isolados bacterianos Gram-positivos, com maior prevalência do *Staphylococcus* sp. e em menor frequência *Micrococcus* sp., e *Corynebacterium* spp. Estas bactérias fazem parte microbiota conjuntival normal destes animais, mas são oportunistas e podem se tornar patogênicas em situações específicas (Moore & Nasisse 1995). Nas corujas deste estudo, a maioria das bactérias Gram-negativas foram da família Enterobacteriaceae, dentre elas *E. coli*, e *Serratia* sp. Corroborando com estu-

dos que afirmam que o isolamento de *E. coli* em olhos de animais é um achado relativamente comum, e sendo igualmente descrito em outras espécies de corujas, falconiformes (Dupont et al. 1994, Harris et al. 2008) entre outras espécies animais. Por serem bactérias habitantes naturais do intestino de mamíferos, são excretadas pelas fezes, podendo sobreviver em partículas fecais, na poeira e em água por meses (Quinn 1994). Assim como no caso das *E. coli*, estas bactérias não parecem serem residentes do olho e sim, agentes transitórios. Portanto, o seu isolamento neste estudo pode indicar possível contaminação fecal, sendo neste caso, apenas uma bactéria transitória da conjuntiva.

O estesiometro de Cochet-Bonnet tem como objetivo avaliar a sensibilidade da córnea através do limiar de toque da sua superfície, sendo a utilização deste instrumento calibrado recentemente bem estabelecida na medicina veterinária. Para tanto, pesquisas com diversas espécies de animais já foram realizadas, exceto em corujas-orelhudas, as quais apresentaram menor sensibilidade corneana média ($0,81 \pm 0,59$ cm) em relação aos porcos-da-índia ($2,0 \pm 0,6$ cm) (Trost, Skalicky & Nell 2007), aos Hispaniolan parrot ($1,33 \pm 1,06$ cm) (Storey 2009), aos gatos domésticos ($2,8$ cm) (Chan-Ling 1989, Blocker & Van der Woerd 2001), aos cavalos ($5,01 \pm 0,61$ cm) (Brooks et al. 2000, Rankin et al. 2003) e aos seres humanos ($5,3$ cm) (Millodot 1969). Esta menor sensibilidade corneana observada nas corujas-orelhudas e nos Hispaniolan parrot pode ocorrer para permitir que a visão durante o vôo não seja obstruída por lacrimajamento excessivo (Storey 2009). Vale ressaltar que as corujas jovens ($1,25 \pm 0,28$ cm) foram mais sensíveis que as corujas adultas ($0,86 \pm 0,65$ cm), corroborando com estudos em outras espécies, como em gatos domésticos (Blocker & Van der Woerd 2001), cavalos e em alpacas que apresentaram sensibilidade corneana significativamente maior em filhotes (Brooks, Clark & Lester 2000, Rankin et al. 2012). Millodot (1977) afirma em seu estudo, comparando a influência da idade na sensibilidade corneana de seres humanos que pessoas de 7-40 anos de idade apresentam maior sensibilidade. Porém, após os 50 anos, a sensibilidade vai diminuindo significativamente e o autor ainda questiona se esta alteração é decorrente do espessamento da estrutura fibrosa da córnea, da diminuição do teor de água ou da atrofia das fibras nervosas (Millodot 1977).

A PIO já foi relatada em algumas aves e em diferentes espécies de corujas, contudo não há relatos da PIO em corujas *Asio clamator*. Os valores de PIO relatados variaram consideravelmente entre as diferentes espécies de corujas, como nas corujas jacurutu (*Bubo virginianus*) que apresentaram média de PIO de $7,1 \pm 1,1$ mmHg, relativamente menor que a encontrada nas outras espécies (Rayment & Williams 1997). Contudo o instrumento utilizado nesta ocasião foi a tonometro de Schiotz (Rayment & Williams 1997), que pode ter levado a esse tipo de diferença. Nas corujas bufoniformes (*Bubo bubo*), que atualmente são as maiores corujas relatadas, a média encontrada foi de $9,35 \pm 1,81$ mmHg (Jeong et al. 2007). Nas corujas scheech-oriental (*Megascops asio*) as médias encontradas foram de $11 \pm 1,9$ mmHg (Harris et al. 2008). Já nas corujas mocho-galego (*Athene noctua*), que são aves pequenas, as médias de PIO

(19,15mmHg) (Bayón et al. 2006) foram muito maiores às que as médias obtidas para a espécie investigada no presente estudo (13,81±5,63mmHg). Valores maiores de PIO também foram observados em três espécies de falconídeos, os águia-calçada, (*Aquila pennata*) 16,19±3,49mmHg (Bayón et al. 2006), na águia-cobreira (*Circaetus gallicus*) 20±5,92mmHg (Bayón et al. 2006) e águia-de-bonelli, (*Aquila fasciata*) 19,61±2,43mmHg (Bayón et al. 2006). Em outras espécies de aves a PIO também foi avaliada, como nos perus (25mmHg) (Bayón, Almela & Talavera 2007) e nos Psitacídeos (20-25mmHg) (Bayón et al. 2007), sendo estes resultados, maiores que os valores mensurados nas corujas deste estudo. Estas discrepâncias encontradas entre os strigiformes, falconídeos e outras famílias de aves ocorrem, provavelmente, devido às diferenças nos instrumentos empregados em cada estudo, diferenças nas formas dos bulbos oculares entre estas espécies, influencia do ciclo circadiano na regulação e formação do humor aquoso (Pereira et al. 2011) e por último, devido às diferenças no mecanismo de acomodação ocular entre as diferentes aves (Glasser & Howland 1996).

No presente estudo, apesar das corujas fêmeas serem significativamente maiores que os machos, a média do diâmetro horizontal da rima palpebral encontrada foi maior nos machos e nos adultos. Como algumas corujas se encontravam ainda em crescimento, também foi observada diferença no diâmetro horizontal da rima palpebral entre jovens e adultos. Com relação ao diâmetro horizontal da córnea das corujas-orelhudas deste estudo, a média encontrada foi de 15,7±2,74mm, corroborando com os achados em corujas scheech-oriental (*Megascops asio*) (15,5±0,5mm), que foram semelhantes (Harris et al. 2008). Contudo, em nosso estudo observamos que a córnea dos machos (17,57±0,48mm) é significativamente maior que as das fêmeas (14,12±3,40mm) fato ainda não relatado em outras espécies (Williams 1994, Cullen 2003, Harris et al. 2008).

Algumas pesquisas com o paquímetro ultrassônico avaliando a espessura central da córnea em aves já foram realizadas nas aves de rapina. No entanto, este é o primeiro relato da mensuração de espessura central da córnea em corujas *Asio clamator* (0,29±0,03mm). A espessura central da córnea desta espécie foi maior que as encontradas em coruja mocho-galego (*Athene noctua*) (0,14±0,018mm) (Bayón et al. 2006) e na espécie de corujas bufo-real (*Bubo bubo*) (0,24±0,008 mm) (Bayón et al. 2006). Comparando nossos resultados com os resultados obtidos em outra espécie de ave, nosso dado foi ainda maior que o encontrado nas galinhas 0,24±0,0004mm (Montiani-Ferreira et al. 2004). Por sua vez, menores do que nos diferentes mamíferos já estudados como furão-europeu (0,33±0,02mm) (Montiani-Ferreira et al. 2006), macacos-prego (0,46mm) (Montiani-Ferreira et al. 2008b), capivaras (0,48±0,03mm) (Montiani-Ferreira et al. 2008a), gatos domésticos (0,57±0,012mm) (Moodie et al. 2001) e seres humanos (0,52±0,03 mm) (Ashwin et al. 2009). Corroborando com Prince (1956), que afirmam que a espessura central da córnea em aves, de forma geral, é mais fina que em outras espécies. Contudo a razão para este fato não está bem elucidada, podendo ocor-

rer em função da forma do bulbo ocular e pela presença da lâmina cartilaginosa da esclera. Discordando desta ideia geral, achados em outras aves de rapina, como nos falconídeos, mostram que a espessura corneana média encontrada na águia-calçada (*Aquila pennata*) 0,58±0,05mm, na águia-cobreira (*Circaetus gallicus*) 0,60±0,05mm e águia-de-bonelli, (*Aquila fasciata*) 0,63±0,02mm foram maiores que nas corujas deste estudo e até mesmo que nos seres humanos (Bayón et al. 2006).

Apesar das fêmeas deste estudo serem mais pesadas, suas córneas foram significativamente mais finas que as dos machos. O mesmo fenômeno ocorreu nas chinchilas (Lima et al. 2010) e em crianças (Sahin et al. 2008), contudo não foi encontrado relatos sobre este fenômeno em aves na literatura. Em contrapartida, em capivaras (Montiani-Ferreira et al. 2008a), furão-europeu (Montiani-Ferreira et al. 2006) e seres humanos adultos (Sánchez-Tocino et al. 2007) o oposto ocorreu, as córneas das fêmeas foram mais espessas comparativamente aos machos de suas respectivas espécies.

Não foi realizada fundoscopia em todas as corujas-orelhudas examinadas, uma vez que foi encontrada certa dificuldade em sua execução em decorrência da miose parcial observada em muitos destes animais. O padrão da retina das cinco corujas-orelhudas examinadas é anangiótica e atapetal, recebendo sua nutrição através do corpo vítreo e da coroide, como é observado em aves de forma geral (Pereira 2007, Ruggeri et al. 2010). Ruggeri et al. (2010) confirmaram através das imagens obtidas por tomografia de coerência óptica (TCO) que as camadas da retina de falconídeos e strigiformes não possuem vasos sanguíneos, diferentemente da dos seres humanos.. Foi possível observar nas corujas veias coroidais, especialmente nas aves jovens (Murphy 1993), podendo estas serem visualizadas em decorrência da pouca pigmentação do epitélio pigmentar na maioria das aves de rapina noturnas (Murphy 1993). Apenas uma fóvea, a fóvea temporal, que é bem desenvolvida e localizada dorsolateralmente ao pécten ocular foi observada nas corujas-orelhuda (Ruggeri et al. 2010), característica comumente relatada em strigiformes (Murphy 1993, Orosz, 2007). Por sua vez os falconiformes e os psitacídeos possuem duas fóveas em cada bulbo ocular (Prince 1956, Murphy 1993, Williams 1994, Montiani-Ferreira 2001, Orosz, 2007, Ruggeri et al. 2010). Exames de OCT em corujas (*Bubo virginianus* e *Strix varia*) revelam que a espessura da coroide altera dependendo da localização, ou seja, a coroide é mais fina na região próxima no nervo óptico e mais espessa ao redor da fóvea (Ruggeri et al. 1989). A maioria das espécies domésticas de mamíferos não possui fóvea, apresentando uma acuidade visual menos privilegiada comparativamente às aves (Gelatt 1999, Montiani-Ferreira 2001, 2008a, Cullen 2003, Lima et al. 2010).

O pécten ocular é uma projeção tecidual localizado no interior da câmara vítrea (Prince 1956, Gelatt 1999, Orosz 2007, Montiani-Ferreira 2001, Ruggeri et al. 2010), similar ao tecido da úvea (Montiani-Ferreira 2007), que é encontrado em todas as aves (Prince 1956, Murphy 1993, Orosz, 2007, Ruggeri et al. 2010). O pécten ocular da coruja *Asio clamator* é plissado diferenciando-se de outros formatos

relatados, como a forma de palhetas, ou de cone (Montiani-Ferreira 2001). Esta estrutura pôde ser evidenciada em corujas-orelhudas no exame de oftalmoscopia, no entanto exames de ultrassonografia ocular (Squarzone et al. 2010) e de OCT (Ruggeri et al. 2010) também auxiliam na observação desta estrutura in vivo. O pécten ocular das aves tem como função, proteger e obstruir a sobrecarga de brilho na retina (Prince 1956), mas provavelmente suas funções primárias incluem a nutrição da porção interna da retina avascular (Murphy 1993, Gelatt 1999, Montiani-Ferreira 2001), participação na regulação ácido-básica e provável contribuição na formação de fluido intraocular (Murphy 1993).

Este estudo contribuiu para o estabelecimento de valores de referências para testes diagnósticos oftálmicos em corujas-orelhudas (*Asio clamator*), bem como para a caracterização da morfologia ocular, gerando dados e demonstrando aspectos que poderão auxiliar os médicos veterinários oftalmologistas a não confundirem eventuais oftalmopatias com as características morfológicas peculiares desta espécie. Sendo assim, o estabelecimento de valores de referência certamente proporcionará diagnósticos mais precisos para as oftalmopatias nestas aves quando receberem cuidados oftalmológicos no futuro. Para melhor compreensão de algumas das características morfológicas descritas nesta pesquisa, acredita-se ser necessário o desenvolvimento estudos complementares sobre histologia ocular nesta espécie.

REFERÊNCIAS

- Agillar R.F. 2003. Strigiformes (Owls), p.491-501. In: Fowler M.E. & Miller R.E. (Eds), Zoo and Wild Animal Medicine. 5th ed. W.B. Saunders, St Louis, Missouri.
- Aguiar K.M.O. & Naiff R.H. 2009. Aspectos reprodutivos e dieta alimentar dos ninhegos de *Asio clamator* (Aves: Strigidae) no campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, Macapá-AP. Acta Amazonica 39:1.
- Andrew S.E., Nguyen A., Jones G.L. & Brooks D.E. 2003. Seasonal effects on the aerobic bacterial and fungal conjunctival flora of normal thoroughbred brood mares in Florida. Vet. Ophthalmol. 6:45-50.
- Ashwin P.T., Shah S., Pushpoth S., Wehbeh L. & Ilango B. 2009. The relationship of Central Corneal Thickness (CCT) to Thinnest Central Cornea (TCC) in healthy adults. Contact Lens and Anterior Eye 32(2):64-67.
- Baumel J.J., King A.S., Breazille J.E., Evans H.E. & Vanden Berge J.C. 1993. Handbook of avian anatomy: Nomina anatomica avium. 2nd ed. Nuttall Ornithological Club, Cambridge.
- Bayón A., Almela R.M. & Talavera J. 2007. Avian ophthalmology. Eur. J. Companion Anim. Pract. 17(3):253-266.
- Bayón A., Vecino E., Albert A., Almela R.M., Cozzi A., Talavera J. & Fernández del Palacio M.J. 2006. Evaluation of intraocular pressure obtained by two tonometers and their correlations with corneal thickness obtained by pachymetry in raptors. Vet. Ophthalmol. 9(6):426-434.
- Blocker T. & Van der Woerd A. 2001. A comparison of corneal sensitivity between brachycephalic and domestic short-haired cats. Vet. Ophthalmol. 4(2):127-130.
- Bortolotti G.R., Smits J.E. & Bird D.M. 2003. Iris colour of American kestrels varies with age, sex and exposure to PCBs. Physiol. Biochem. Zoology 76(1):99-104.
- Brooks D.E., Clark C.K. & Lester G.D. 2000. Cochet-Bonnet aesthesiometer determined corneal sensitivity in neonatal foals and adult horses. Vet. Ophthalmol. 3(2/3):133-137.
- Chan-Ling T. 1989. Sensitivity and neural organization of the cat cornea. Invest. Ophthalmol. Visual Sci. 30(6):1075-1082.
- Cooper S.C., McLellan G.J. & Rycroft A.N. 2001. Conjunctival flora observed in 70 healthy domestic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). Vet. Rec. 149(8):232-235.
- Cullen C.L. 2003. Normal ocular features, conjunctival microflora and intraocular pressure in the Canadian beaver (*Castor canadensis*). Vet. Ophthalmol. 6:279-284.
- Curtis E.L. & Miller R.C. 1938. The sclerotic ring in North American birds. The Auk 55(2):225-243.
- Davidson H.J., Rogers D.P., Yearly T.J., Stone G.G., Schoneweis D.A. & Chengappa M.M. 1994. Conjunctival microbial flora of clinically normal pigs. Am. J. Vet. Res. 55(7):949-951.
- Del Hoyo J., Sargatal J. & Elliot A. 1994. Handbook of the Birds of the World: New world vultures to Guinea-fowl, Lynx, Barcelona. 639p.
- De Queiroz K. & Good D.A. 1988. The scleral ossicles of opisthocomus and their phylogenetic significance. The Auk 105:29-35.
- Dubay S.A., Williams E.S., Mills K. & Boerger-Fields A.M. 2000. Bacteria and nematodes in the conjunctiva of mule deer from Wyoming and Utah. J. Wildl. Dis. 36(4):783-787.
- Dupont C., Carrier M. & Higgins R. 1994. Bacterial and Fungal flora in healthy eyes of birds of prey. Can. Vet. J. 35(11):699-701.
- Evans H.E. & Martin G.R. 1993. Organa sensuum, p.585-611. In: Baumel J.J. (Ed.), Handbook of Avian Anatomy: Nomina anatomica avium. Nuttall Ornithological Club, Cambridge, Massachusetts.
- Franz-Odendaal T.A. & Hall B.K. 2006. Skeletal elements within teleost eyes and a discussion of their homology. J. Morphology 267(11):1326-1337.
- Galera P.D., Avila M.O., Ribeiro C.R. & Santos F.V. 2002. Estudo da microbiota da conjuntiva ocular de macacos-prego (*Cebus apella*) e macacos bugio (*Alouatta caraya*) provenientes do reservatório de Manso, MT, Brasil. Arqs Inst. Biológico, São Paulo, 69(2):33-36.
- Gelatt K.N. 1999. Veterinary Ophthalmology. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia. 1544p.
- Glasser A. & Howland H.C. 1996. History of studies of visual accommodation in birds. Quart. Rev. Biology 71(4):475-509.
- Harris M.C., Schorling J.J. & Herring I.P., Elvinger F., Bright P.R. & Pickett J.P. 2008. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). Vet. Ophthalmol. 11(3):186-192.
- Jeong M.B., Kim Y.J., Yi N.Y., Park S.A., Kim W.T., Kim S.E., Chae J.M., Kim J.T., Lee H. & Seo K.M. 2007. Comparison of the rebound tonometer (Tono-Vet) with the applanation tonometer (TonoPen XL) in normal Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*). Vet. Ophthalmol. 10(6):376-379.
- King A.S. & McLellan J. 1984 Birds: Their structure and function. 2nd ed. Baillière Tindall, London.
- Liesegang T.J., Skuta G.L. & Cantor L.B. 2005. Fundamentals and Principles of Ophthalmology. American Academy of Ophthalmology, São Francisco. 528p.
- Lima F.C., Vieira L.G., Santos A.L.Q., De Simone S.B.S., Hirano L.Q.L., Silva J.M.M. & Romão M.F. 2009. Anatomy of the scleral ossicles in Brazilian birds. Braz. J. Morphol. Sci. 26(3/4):165-169.
- Lima L., Montiani-Ferreira F., Tramontin M., Santos L.L., Machado M., Lange R.R. & Russ H.H.A. 2010. The chinchilla eye: Morphologic observations, echobiometric findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests. Vet. Ophthalmol. 13(Suppl.):14-25.
- Maggs D., Miller P. & Ofri R. 2008. Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology. 4th ed. Elsevier Health Sciences, Missouri. 496p.
- Mahecha G.A.B. & Oliveira C.A. 1998. An additional bone in the sclera of the eyes of owls and the common potoo (*Nyctibius griseus*) and its role in the contraction of the nictitating membrane. Acta Anatomica 163(4):201-211.
- Menegaz R.A. & Kirk E.C. 2009. Septa and processes: Convergent evolution of the orbit in haplorhine primates and strigiform birds. J. Human Evolution 57(6):672-687.
- Millodot M. & Larson W. 1969. New measurements of corneal sensitivity: A preliminary report. Am. J. Optometry, Archs Am. Acad. Optometry 46(4):261-265.
- Millodot M. 1977. The influence of age on the sensitivity of the cornea. Invest. Ophthalmol. Vision Sci. 16(3):240-242.

- Montiani-Ferreira F. 2001. Ophthalmology, p.437-456. In: Fowler M.E. & Cubas Z.S. (Eds), *Biology Medicine, and Surgery of South American Wild Animals*. Iowa State University Press, Ames.
- Montiani-Ferreira F, Cardoso F. & Petersen-Jones S. 2004. Postnatal development of central corneal thickness in chicks of *Gallus gallus domesticus*. *Vet. Ophthalmol.* 7(1):37-39.
- Montiani-Ferreira F, Mattos B.C. & Russ H.H. 2006. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests of the ferret (*Mustela putorius furo*). *Vet. Ophthalmol.* 9(4):209-213.
- Montiani-Ferreira F. 2007. Oftalmologia, p.1092-1104. In: Cubas Z.S., Silva J.C.R. & Catão-Dias J.L. (Eds), *Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária*. Roca, São Paulo.
- Montiani-Ferreira F, Truppel J., Tramontin M.H., Vilani R.G. & Lange R.R. 2008a. The capybara eye: clinical tests, anatomic and biometric features. *Vet. Ophthalmol.* 11(6):386-394.
- Montiani-Ferreira F, Shaw G., Mattos B.C., Russ H.H. & Vilani R.G. 2008b. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests of the capuchin monkey (*Cebus apella*). *Vet. Ophthalmol.* 11(3):197-201.
- Moodie K.L., Hashizume N., Houston D.L., Hoopes P.J., Demidenko E., Trembley B.S. & Davidson M.G. 2001. Postnatal development of corneal curvature and thickness in the cat. *Vet. Ophthalmol.* 4(4):267-272.
- Moore C.P. & Nasisse M.P. 1999. Clinical microbiology, p.259-289. In: Gelatt K.N. (Ed.), *Veterinary Ophthalmology*. 3rd ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia.
- Müller K., Mauler D.A. & Eule J.C. 2010. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests and clinical characteristics of chinchilla eyes (*Chinchilla lanigera*). *Vet. Ophthalmol.* 13(Suppl.):29-34.
- Mullin G.S. & Rubinfeld R.S. 1997. The antibacterial activity of topical anesthetics. *Cornea* 16:662-665.
- Murphy C.J. 1993. Ocular lesions in birds of prey, p.211-221. In: Fowler M.E. (Ed.), *Zoo and Wildlife Medicine*. 3rd ed. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Novaes F.C. 2011. Listas das aves do Brasil. 10^a ed. Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, 25.1.2011, Disponível em <<http://www.cbro.org.br>> Acesso em 20 abr. 2012.
- Orosz S.E. 2007. The special senses of birds, p.22-39. In: Coles B.H. (Ed.), *Essentials of Avian Medicine and Surgery*. 3rd ed. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Pereira R.J.G. 2007. Falconiformes e Strigiformes (águia, gavião, falcão, abutre, coruja), p.252-267. In: Cubas Z.S., Silva J.C.R. & Catão-Dias J.L. (Eds), *Tratado de Animais Selvagens: medicina veterinária*. Vol.17. Roca, São Paulo.
- Pereira F.Q., Bercht B.S., Soares M.G., Mota M.G. & Pigatto J.A. 2011. Comparison of a rebound and an applanation tonometer for measuring intraocular pressure in normal rabbits. *Vet. Ophthalmol.* 14(5):321-326.
- Pinard C.L., Brightman A.H., Yearly T.J., Everson T.D., Cox L.K., Chengappa M.M. & Davidson H.J. 2002. Normal conjunctival flora in the North American opossum (*Didelphis virginiana*) and raccoon (*Procyon lotor*). *J. Wildl. Dis.* 38(4):851-855.
- Prince J.H. 1956. *Comparative Anatomy of the Eye*. Charles C. Thomas, Springfield, Illinois. 418p.
- Pycraft W.I. 1902. A contribution towards our knowledge of the morphology of the owls. Part II. Osteology. *Transactions of the Linnean Society* 9(1):1-48.
- Quinn P.J., Carter M.E., Markey B. & Carter G.R. 1994. *Staphylococcus* species, p.118-125. In: *Ibid.* (Eds), *Clinical Veterinary Microbiology*. Wolfe, London.
- Rankin A.J., Hosking K.G. & Roush J.K. 2012. Corneal sensitivity in healthy, immature, and adult alpacas. *Vet. Ophthalmol.* 15(1):31-35.
- Rayment L.J. & Williams D. 1997. Glaucoma in a captive-bred great horned owl (*Bubo virginianus virginianus*). *Vet. Rec.* 140(18):481-483.
- Ruggeri M., Major Jr J.C., McKeown C., Knighton R.W., Puliafito C.A. & Jiao S. 2010. Retinal structure of birds of prey revealed by ultra-high resolution spectral-domain optical coherence tomography. *Invest. Ophthalmol. Visual Sci.* 51(11):89-95.
- Sahin A., Basmak H. & Yildirim N. 2008. The influence of central corneal thickness and corneal curvature on intraocular pressure measured by tonopen and rebound tonometer in children. *J. Glaucoma* 17(1):57-61.
- Sánchez-Tocino H., Bringas-Calvo R. & Iglesias-Cortiñas D. 2007. Correlation between intraocular pressure, pachymetry and keratometry in a normal population. *Archs Soc. Española Oftalmol.* 82(5):267-272.
- Santos E. 1979. Da Ema ao Beija Flor. Itatiaia, Belo Horizonte. 395p.
- Shewen P.E., Povey R.C. & Wilson M.R. 1980. A survey of the conjunctival flora of clinically normal cats and cats with conjunctivitis. *Can. Vet. J.* 21(8):231-233.
- Shufeldt R.W. 1900. On the osteology of the Striges (Strigidae and Bubonidae). *Proc. Am. Philosoph. Soc.* 39(164):665-722.
- Sick H. 1993. Order Strigiformes, p.286-298. In: *Ibid.* (Ed.), *Birds in Brazil: a natural history*. Princeton University Press, Princeton, USA.
- Spinelli T.P., Oliveira-Filho E.F., Silva D., Mota R. & Sá F.B. 2010. Normal aerobic bacterial conjunctival flora in the crab-eating raccoon (*Procyon cancrivorus*) and coati (*Nasua nasua*) housed in captivity in Pernambuco and Paraíba (Northeast Brazil). *Vet. Ophthalmol.* 13(Suppl.1):134-136.
- Storey E.S., Carboni D.A., Kearney M.T. & Tully T.N. 2009. Use of phenol red thread tests to evaluate tear production in clinically normal Amazon parrots and comparison with Schirmer tear test findings. *Journal Am. Vet. Med. Assoc.* 235(10):1181-1187.
- Squarizoni R., Perlmann E., Antunes A., Milanelo L. & Barros P.S.M. 2010. Ultrasonographic aspects and biometry of Striped owl's eyes (*Rhinoptynx clamator*). *Vet. Ophthalmol.* 13(Suppl.):86-90.
- Trost K., Skalicky M. & Nell B. 2007. Schirmer tear test, phenol red thread tear test, eye blink frequency and corneal sensitivity in the guinea pig. *Vet. Ophthalmol.* 10(3):143-146.
- Warheit K.I., Good D.A. & Queiroz K. 1989. Variation in numbers of scleral ossicles and their phylogenetic transformations within the Pelecaniformes. *The Auk* 106:383-388.
- Weidensaul S. 1996. *Raptors, the birds of prey: an almanac of hawks, eagles, and falcons of the World*. Swan Hill Press, Shrewsbury. 382p.
- Williams D. 1994. Ophthalmology, p.682-686. In: Ritchie B.W., Harrison G.J. & Harrison L.R. (Eds), *Avian Medicine: Principles and application*. Winger's Publishing Inc., Lake Worth, FL.