

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TESTES OFTÁLMICOS, BIOMETRIA OCULAR E
CÁLCULO DO PODER DIÓPTRICO DA LENTE EM
CORUJAS

NATALIE BERTELIS MERLINI

BOTUCATU – SP

2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TESTES OFTÁLMICOS, BIOMETRIA OCULAR E
CÁLCULO DO PODER DIÓPTRICO DA LENTE EM
CORUJAS

NATALIE BERTELIS MERLINI

Tese apresentada junto ao Programa de Pós-
Graduação em Biotecnologia Animal da
UNESP – Campus de Botucatu para obtenção
do título de Doutor.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Cláudia
Valéria Seullner Brandão

Nome do Autor: Natalie Bertelis Merlini

Título: TESTES OFTÁLMICOS, BIOMETRIA OCULAR E CÁLCULO DO
PODER DIÓPTRICO DA LENTE EM CORUJAS

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Cláudia Valéria Seullner Brandão _____
Presidente e Orientadora
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária – área de Oftalmologia
FMVZ – UNESP - Botucatu

Prof. Dr. José Joaquim Tilton Ranzani _____
Membro
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária – área de Oftalmologia
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof^a. Dr. Antônio Carlos Lottelli Rodrigues _____
Membro
Doutor em Medicina

Prof^a. Dra. Zara Bortolini _____
Membro
Departamento de Medicina Veterinária UNICENTRO

Prof^a. Dr. João Leandro Vera Chiurciu _____
Membro
Doutor em Medicina Veterinária

Data da defesa: 15 de dezembro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha avó Zelinda Gatti Bertelis, que desde criança sempre falava que queria uma neta professora!

Agradecimentos

A DEUS por ter aberto as portas e me mostrado o caminho; por ter me sustentado nos caminhos mais difíceis.

À minha mãe Rosely Merlini e meu pai Luiz Sérgio Merlini por todo o apoio dado durante esses anos, longe ou perto de casa, pela confiança, ajuda, incentivo, por ajudarem na minha formação profissional, amor incondicional pela filha do meio predileta e por me proporcionarem uma vida maravilhosa.

Aos meus irmãos, Fernanda Merlini e Izidoro Merlini Netto, que apesar da distância, tenho certeza e sei que são eles que realmente vão me apoiar no futuro.

A minha sobrinha Manuela Merlini dos Santos que mesmo tão pequena é essencial na minha vida!

À toda minha família (avós, tios e tias, primos e primas) que às vezes não sabe bem o que eu estou fazendo, mas sempre me apoiam e estão comigo para quando eu precisar.

À minha orientadora Professora Dra Cláudia Valéria Seullner Brandão, pela oportunidade e confiança em mim depositada; por ter me dado à oportunidade de crescer profissionalmente e por toda paciência ao saber lidar com minha euforia e claro pela amizade.

Ao Prof.Dr. José Joaquim Tilton Ranzani, pelos ensinamentos, amizade e confiança.

À família oftalmo, Joice F. Fonzar, Cintia S. Perches, Úrsula Chaves Guberman, Cristiane Estanislau, Vivian Lima de Souza, Rodrigo Barros e Luciana Pardini pelos ensinamentos, confiança, grande amizade, risadas e aventuras, e lógico as irmãs mais novas Micaela Gandolfi, Inajara Hirota e Anna Clara Hussein por toda ajuda, companheirismo e amizade. E espero que mantenham o orgulho e espírito de fazer parte da família Oftalmo Botucatu.

Aos meus grandes amigos, minha família paulista da capital Daniela, João e Guadalupe pela grande amizade, pela confiança e por toda ajuda prestada nos tempos das aventuras por São Paulo.

A grande amiga Úrsula Chaves Guberman, pela amizade, parceria, confiança e por me trazer de volta o espírito de alegria.

Aos amigos de São Paulo, Camila Matias, Fabiana Pessuto e Jaqueline França por toda ajuda prestada durante o período de trabalho em São Paulo.

A todos os Professores, residentes, estagiários e funcionários do CEMPAS (Centro de Ensino e Pesquisa de Animais Selvagens), pela disposição em ajudar, pela confiança depositada e pela amizade.

Ao Prof. Carlos Teixeira por manter um local para pesquisa com esses incríveis animais.

Ao Prof. Carlos Roberto Padovani pela análise estatística.

A todos os residentes, funcionários e estagiários do Parque Zoológico Quinzinho de Barros/Sorocaba-Sp pela disposição em ajudar e pela confiança depositada.

A todos os Professores, residentes e funcionários do Hospital Veterinário da FMVZ/Unesp-Botucatu, pela disposição em ajudar, pela confiança depositada e pela amizade.

À minha amiga Juliana Amarante, por sempre estar ao meu lado, me ouvir e ter paciência comigo, pois mesmo após a formatura continua me aguentando nesses doze anos de amizade, e lógico, a Fernanda Costa pelos grandes conselhos profissionais e amizade.

À minha república (Rep. Da Oftalmo) Ana Paula Bertoni, Úrsula Guberman, Vivian Lima de Souza, Micaela Gandolfi e Joice Fonzar por tornarem minha vida muito mais feliz, por estarem do meu lado sempre, pelas inúmeras risadas, festas e aventuras e por ser minha família.

As corujas que participaram desse trabalho sem vocês nada seria possível.

A Capes pela bolsa de doutorado concedida

À Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realização do doutorado.

A todos os demais amigos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização e finalização de mais uma etapa em minha vida.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	(Capítulo 1) Valores médios da literatura para: Teste lacrimal de Schirmer I e pressão intraocular em aves (Tonopen XL®).....	15
Tabela 2 -	(Capítulo 2) Teste lacrimal de Schirmer I(mm/min), estesiometria (cm), pressão intraocular (mmHg) e espessura corneal central (μm), segundo as diferentes espécies de coruja.	36
Tabela 3 -	(Capítulo 2) Média e desvio padrão do comprimento da fenda palpebral (mm), diâmetro horizontal e vertical da córnea, em milímetros, segundo as espécies de coruja.....	37
Tabela 4-	(Capítulo 3) Média e desvio padrão das mensurações biométricas ultrassonográficas modo A, nas diferentes espécies de coruja.....	50
Tabela 5-	(Capítulo 3) Média e desvio padrão da ceratometria (meridianos K1, K2 e médio) nas diferentes espécies de Coruja.....	51
Tabela 6-	(Capítulo 3) Média e desvio padrão do poder dióptrico da lente considerando as diferentes fórmulas avaliadas e espécies de coruja.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Ecograma modo A de um olho normal. Observa-se os seguintes ecos: 1- córnea, 2- cápsula anterior da lente; 3- cápsula posterior da lente; 4- retina. Determinando entre os picos uma série de intervalos: 1 e 2- câmara anterior; 2 e 3- espessura da lente; 3 e 4- câmara vítrea.....	19
Figura 2-	Os testes oculares realizados nos olhos da Suindara (A e B) e Coruja-orelhuda (C, D e E). (A) Teste lacrimal de Schirmer I. (B) Estesimetria corneal central. (C) Mensuração do diâmetro horizontal da córnea. (D) Mensuração da PIO. (E) Paquimetria corneal.....	35
Figura 3-	Ceratometria (A) e Biometria ocular (Ultrassom modo-A) (B) em Coruja-orelhuda (<i>Asio Clamator</i>)....	49

LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

µm – micrometro

ACD – profundidade da câmara anterior

cm – centímetros

D – Dioptria

FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

kg - quilograma

LIO – lente intraocular

min. - minutos

mm – milímetros

mmHg- milímetros de mercúrio

PIO- pressão intraocular

SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

TLPP - teste lacrimal da ponta de papel

TLS – Teste lacrimal de Schirmer

UNESP – Universidade Estadual Paulista

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRAT	xii
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1. Corujas	4
2.1.1. Coruja-buraqueira (<i>Athene cunicularia</i>)	4
2.1.2. Coruja-orelhuda (<i>Asio clamator</i>)	5
2.1.3. Suindara (<i>Tyto furcata</i>).....	5
2.2. Anatomia Ocular	5
2.3. Anatomia Ocular em Aves.....	6
2.3.1. Órbita e Bulbo Ocular	6
2.3.2. Músculos extra-oculares.....	7
2.3.3. Pálpebras	7
2.3.4. Terceira pálpebra.....	7
2.3.5. Glândulas lacrimais e Sistema Nasolacrimal	8
2.3.6. Túnica fibrosa (Córnea e Esclera)	8
2.3.7. Túnica Vascular (Úvea).....	9
2.3.8 Túnica nervosa	10
2.3.9. Pécten	11
2.3.10. Lente	12
2.4. Acomodação Visual	13
2.5. Testes Oftalmológicos	14
2.5.1. Teste Lacrimal de Schirmer	14
2.5.2. Tonometria	15
2.5.3. Estesimetria	16
2.5.4. Paquimetria	16
2.6. Catarata	17
2.7. Cálculo de lente intraoculares	18
2.7.1. Biometria ocular e Ceratometria	18
2.8. Fórmulas para o cálculo da LIO.....	20
2.9. Cálculo da LIO em Medicina Veterinária	21
3.0 REFERÊNCIAS	23

CAPÍTULO 2	29
RESUMO	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	33
Animais	33
Testes Oftalmológicos	33
ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO	37
CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42
CAPÍTULO 3	44
RESUMO	45
INTRODUÇÃO	46
MATERIAL E MÉTODOS	47
Animais	47
Ceratometria	48
Biometria ocular (Ultrassom modo-A)	48
Cálculo do poder da lente intraocular	49
ANÁLISE ESTATÍSTICA	49
RESULTADOS	50
Ceratometria	51
Poder dióptrico da lente intraocular	51
DISCUSSÃO	53
CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60
ANEXO I: Veterinary Ophthalmology	63

MERLINI, N. B. **Testes Oftálmicos, Biometria Ocular e Cálculo do Poder Dióptrico da Lente em Corujas**. Botucatu, 2015, 82p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo determinar os valores para os principais testes oftalmológicos, a biometria ocular e o poder dióptrico da lente para as corujas Buraqueira (*Athene cunicularia*), Suindara (*Tyto furcata*) e Orelhuda (*Asio clamator*). Foram utilizados 30 animais adultos (60 olhos), sendo 10 corujas de cada espécie, todos os animais foram submetidos ao exame oftalmológico. Completando o estudo foi realizada a biometria ocular dos 60 olhos, assim como a ceratometria e cálculo do poder dióptrico da Lente intraocular (LIO). Os valores encontrados para o teste lacrimal de Schirmer I para Buraqueira, Suindara e Orelhuda foram respectivamente de 6,75 mm/min, 4,50 mm/min e 4,80 mm/min. A estesiometria foi de 1,78 cm, 2,10 cm e 2,00 cm, respectivamente para Suindara, Buraqueira e Orelhuda; não houve diferença significativa entre as espécies considerando-se esses testes. A pressão intraocular e a espessura central da córnea demonstraram diferença significativa entre as espécies. Quanto à biometria ocular manteve-se um padrão para todas as variáveis analisadas, em ordem crescente a Suindara apresentou os menores valores biométricos, seguido da Buraqueira e Orelhuda, com exceção, porém da espessura da lente que não foi significativa entre a Suindara e Buraqueira. A ceratometria, porém seguiu padrão inverso em ordem crescente a Orelhuda apresentou a menor dioptria (38,05), seguido da Buraqueira (49,51) e Suindara (54,73). A dioptria da LIO para todas as fórmulas avaliadas foi maior para a Suindara, seguido da Buraqueira e Orelhuda. Considerando-se a vantagem da fórmula Holladay II, de individualizar melhor o bulbo ocular para o cálculo da LIO, pressupõe-se que uma dioptria ao redor de 24 pode ser suficiente para conseguir a emetropia na Orelhuda, 32 dioptrias para a Buraqueira e em torno de 41 dioptrias para Suindara. Conclui-se que diante da diversidade de espécies na Ordem Strigiforme, torna-se necessário o estudo cada vez mais detalhado de todo sistema ocular desses animais, a fim de melhorar a qualidade do atendimento oftalmológico prestado.

Palavras-chave: Strigiforme, dioptria, teste oftalmológico.

MERLINI, N. B. **Testing Ophthalmic, Ocular Biometry and Calculation of Power Dioptric lens in Owls.** Botucatu, 2015, 82p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT

This study aims to determine the values for the principal ophthalmic tests, the ocular biometry and the dioptric power of the lens, to the following animals: Burrowing Owl (*Athene cunicularia*), Barn Owl (*Tyto furcata*) and Striped Owl (*Asio clamator*). For the research, 30 adult animals were examined (60 eyes), 10 owls of each species, all animals were submitted to ophthalmologic tests. To conclude the study, the ocular biometry of the 60 eyes was executed, along with the Keratometry and LIO dioptric power measurement. The values found for Schirmer tear test I for Borrowing, Striped and Barn Owls were, respectively, 6,75 mm/min, 4,50 mm/min and 4,80 mm/min. The Esthesiometry result was 1,78cm, 2,10cm and 2,00cm, for Barn, Borrowing and Striped Owls, respectively. There was no significant difference between the species considering these tests. The intraocular pressure and the CTT demonstrated significant difference between the species. Concerning ocular biometry, a standard was kept for all variables analyzed. In ascending order, the Barn Owl presented the lowest biometric values, followed by Borrowing and Striped, except for the lens thickness, which was irrelevant between Barn and Burrowing Owls. The Keratometry, however, followed an inverse standard; in ascending order, The Striped presented the lowest diopter (38,05), followed by the Burrowing (49,51) and the Barn Owl (54,73). The LIO Diopter for all formulas evaluated was higher for Barn Owls, followed by Borrowing and Striped. Considering the advantage of Holladay formula II, of better individualizing the ocular bulb to calculate the LIO, it is assumed that one diopter around 24 might be enough to get the Emmetropia on the Striped, 32 diopters for the Burrowing and about 41 diopters for the Barn Owls. It is possible to conclude that in front of the diversity of species in the Strigiformes Order, it is necessary a more and more detailed research into the ocular apparatus of these animals, in order to optimize the quality of the ophthalmic assistance dispensed.

Key words: Strigiformes, diopter, ophthalmic test

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

Ecologicamente as corujas apresentam papel de destaque no meio ambiente, pois representam fator importante no controle da população de roedores, contribuindo assim para o controle de pragas nas propriedades rurais. Essa característica deve-se a excelente atividade caçadora, garantida pela visão apurada, audição aguçada e voo silencioso devido à plumagem macia (FOWLER, 2001; SICK, 2001; MOTTA-JUNIOR et al., 2004).

A visão binocular nestes animais é essencial para um bom desempenho na atividade de caça e voo, sendo que qualquer déficit visual é extremamente prejudicial para a sobrevivência (COUSUQUER, 2005; PEREIRA, 2007).

Afecções oculares como úlcera de córnea, uveíte traumática, catarata, glaucoma e descolamento de retina são frequentemente encontradas em corujas, portanto, o exame oftalmológico deve ser incluído no exame físico desses animais (BROOKS, 1997; COUSUQUER, 2005; HARRIS et al., 2008; LABELLE et al., 2012).

Os testes oftalmológicos são necessários para o diagnóstico e tratamento de doenças relacionadas ao bulbo do olho e anexos, sendo importante conhecer os parâmetros oculares de cada espécie para facilitar e melhorar a qualidade dos procedimentos clínicos e cirúrgicos (LANGE, 2012).

A catarata é uma afecção que comumente afeta as aves, resultando em diminuição na acuidade visual, sendo o tratamento exclusivamente cirúrgico (BROOKS, 1997; MONTIANI-FERREIRA, 2001). No caso das corujas este déficit visual interfere consideravelmente para a visão binocular, porquanto há necessidade da busca por uma visão emétrepe para esta espécie (CARTER, et al., 2007).

Objetivando a obtenção da emetropia ideal é necessário conhecer o poder dióptrico da lente de cada espécie. Nos cavalos, coelhos, cães e gatos tal padrão já foi descrito (GILGER, et al., 1998; PEIXOTO, et al., 2008; McMULLEN, et al., 2010; VALINHOS et al., 2012); no entanto, nas aves apenas a águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*) apresenta um valor estabelecido de lente intraocular (LIO) (KUHN et al., 2013).

Considerando-se três espécies americanas importantes e presentes no território brasileiro, ressalta-se que na família Estrigidae, a *Athene cunicularia* (Coruja-buraqueira) apresenta hábitos diurnos e a *Asio clamator* (Coruja-

orelhuda) hábitos noturnos, sendo que ambas apresentam atividades caçadoras no crepúsculo (SICK, 2001). A Suindara (*Tyto furcata*) possui hábito noturno e é membro da família Titonidae (PEREIRA, 2007).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi estabelecer parâmetros de normalidade para os principais testes oftalmológicos, a biometria ocular e o poder dióptrico da lente para as corujas: Buraqueira (*Athene cunicularia*), Suindara (*Tyto furcata*) e Orelhuda (*Asio clamator*).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Corujas

As corujas são consideradas aves de rapina noturnas, pertencentes a ordem Strigiformes, subdividida em duas famílias: Títonidae e Estrigidae (SICK, 2001; PEREIRA, 2007), compõem um grupo de aves com padrões bastante característicos tanto de comportamento, quanto de morfologia e anatomia (MOTTA-JUNIOR et al., 2004).

São distribuídas por todos os continentes, exceto na Antártica (SICK, 2001); no Brasil, estão registradas 23 espécies (CBRO, 2014), sendo que a família Títonidae possui apenas um representante na América do Sul, a Suindara (*Tyto furcata*); por sua vez a família Estrigidae abriga as demais espécies encontradas em território brasileiro (PEREIRA, 2007).

As corujas têm um papel de grande importância para o meio ambiente, devido ao fato de alimentarem-se das populações de roedores (principalmente), anfíbios, répteis e insetos, fazendo assim o controle dessas populações (FOWLER, 2001; MOTTA-JUNIOR et al., 2004).

A opção pelas três espécies deste estudo considerou seus hábitos e o fato que, entre a família Estrigidae, a *Athene cunicularia* (Coruja-buraqueira) apresenta hábitos diurnos, *Asio clamator* (Coruja-orelhuda) hábitos noturnos, sendo que ambas apresentam atividades caçadoras no crepúsculo (SICK, 2001). A Suindara (*Tyto furcata*), com hábito noturno e membro da família Títonidae (PEREIRA, 2007).

2.1.1. Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*)

Ave de pequeno porte, apresentando aproximadamente 23cm e pesando entre 170 a 214 gramas, com plumagem de coloração terra; é uma das poucas espécies que possuem hábitos diurnos, atuando também durante o crepúsculo e à noite (SICK, 2001). Está presente em toda a América, sendo amplamente distribuída no Brasil, considerada a coruja mais comum e mais conhecida pelas populações urbanas e rurais brasileiras, encontrada com facilidade em campos, pastagens, restingas, planícies e até mesmo em áreas urbanas (SICK, 2001; DEVELEY e ENDRIGO, 2004).

2.1.2. Coruja-orelhuda (*Asio clamator*)

A Coruja-orelhuda é relativamente grande, apresentando aproximadamente 37cm e pesando entre 320 a 546g. Possui hábitos noturnos, tornando-se ativa após o crepúsculo (SICK, 2001; SQUARZONI et al, 2010); é relativamente comum em áreas abertas, campos com árvores e arbustos, cerrado, caatinga e até dentro de cidades. Encontrada em todo território brasileiro e também na Venezuela, Bolívia, Paraguai, Argentina e Uruguai (SICK, 2001).

2.1.3. Suindara (*Tyto furcata*)

Coruja cosmopolita, amplamente encontrada em todos os continentes, exceto em regiões muito frias, distribuída por todo território brasileiro (SICK, 2001), encontrada em uma grande variedade de habitats, ambientes abertos, como campos e savanas, pastagens e até em áreas urbanas (RODA, 2006).

Inconfundível pela estatura delgada e a coloração clara (“coruja-branca”); possui média de 37cm de comprimento, com peso variando de 470 a 570g, com hábitos essencialmente noturnos (SICK, 2001).

2.2. Anatomia Ocular

O sistema ocular nos animais é formado pelos anexos e pelo bulbo propriamente dito. Os anexos são responsáveis pela proteção e o bulbo ocular é a parte principal do mecanismo da visão (PIPPI, GONÇALVES, 2009). Os anexos oculares são compostos pela órbita, fáscia orbital, músculos e gordura extra-oculares, pálpebras, terceiras pálpebras e conjuntiva (SAMUELSON, 2013).

Os olhos das aves possuem a mesma estrutura básica dos mamíferos, constituídos por três túnicas concêntricas e a lente. Estas túnicas são: a fibrosa, vascular e a nervosa (MONTIANI-FERREIRA, 2001; MONTIANI-FERREIRA, 2006).

A túnica mais externa, fibrosa, é dividida em córnea e esclera; a túnica média é formada pelo trato uveal, ou úvea, que compreende íris, corpo ciliar e coróide; e a camada mais interna, a túnica nervosa, composta pela retina (PIPPI, GONÇALVES, 2009).

As três túnicas contêm os meios transparentes do olho: o humor aquoso, a lente e o humor vítreo, que em conjunto atuam na transmissão e na refração da luz sobre a retina e também proporcionam uma pressão interna que mantém o bulbo distendido (MONTIANI-FERREIRA, 2006; SAMUELSON, 2013).

2.3. Anatomia Ocular em Aves

2.3.1. Órbita e Bulbo Ocular

A órbita das aves é formada pelos ossos frontal, prefrontal, esfenóide, etmóide, palatino, ossos quadrados e o arco jugal (precursor do arco zigomático) (JONES et al, 2007). A cavidade orbitária é geralmente muito grande e pode ser do tipo completa ou incompleta (MONTIANI-FERREIRA, 2006).

O bulbo ocular das aves é relativamente grande em relação ao tamanho do crânio; no homem, por exemplo, o olho representa cerca de 1% da massa total da cabeça; enquanto nas aves, esta relação sobe para 15% do volume da cabeça (MONTIANI-FERREIRA, 2001; MONTIANI-FERREIRA, 2006).

O segmento posterior do bulbo é relativamente maior que o anterior; sendo assim, o bulbo ocular das aves apresenta três formas básicas: plana, globosa e tubular, sendo que nenhuma se aproxima da forma esférica do olho dos mamíferos (WILLIS, WILKIE, 1999; KERN, COLITZ, 2013).

A forma plana é a mais comum entre as aves, sendo que possui um eixo anteroposterior curto, uma zona intermediária (ciliar) plana ou côncava, uma córnea convexa e um grande segmento posterior (JONES et al, 2007; KERN, COLITZ, 2013); esta categoria está presente em psitacídeos e passeriformes (WILLIS, WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2001). A globosa que apresenta uma zona ciliar que se estende além do segmento posterior mantendo-se, no entanto, côncava. Esta forma é comum a muitas aves diurnas que precisam de alta resolução em grandes distâncias, por exemplo: corvos, aves de rapinas diurnas (BAYÓN et al, 2007; KERN, COLITZ, 2013). Na forma tubular, o segmento intermediário côncavo alonga-se no sentido anteroposterior da tal modo que forma um tubo, antes de se juntar ao segmento posterior, em um ângulo agudo; este tipo é normalmente encontrado nas espécies que detêm os maiores bulbos oculares, como é o caso das aves de rapinas noturnas (corujas). A córnea apresenta-se frontalmente,

apresentando excelente visão binocular (BAYÓN et al, 2007; JONES et al, 2007).

2.3.2 Músculos extra-oculares

Devido ao fato do grande tamanho do bulbo ocular e encaixe perfeito na órbita, os músculos extra-oculares são finos e pobremente desenvolvidos (WILLIS e WILKIE, 1999), resultando em olhos quase imóveis; contudo essa desvantagem é compensada pela extrema agilidade em mover a cabeça, que em corujas pode chegar em até 270° de rotação (SICK, 2001).

Os músculos extra-oculares consistem em: músculos reto medial, lateral, dorsal, ventral e músculos oblíquos dorsal e ventral. O músculo retrator do bulbo está ausente nas aves, entretanto estão presentes os músculos quadrado e piramidal, cuja função é a movimentação da terceira pálpebra (MONTIANI-FERREIRA, 2006; JONES et al, 2007).

2.3.3. Pálpebras

As aves possuem pálpebra superior, inferior e uma terceira pálpebra (BAYÓN et al, 2007). A pálpebra superior é menor e mais espessa, enquanto que a inferior é fina, maior e apresenta grande mobilidade, sendo que esta contém uma placa tarsal fibroelástica, responsável pelo fechamento da fenda palpebral (WILLIS e WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2001; MONTIANI-FERREIRA, 2006). As pálpebras são desprovidas de glândulas de meibômio (WILLIS e WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2001). Observou-se que nas corujas em estado de estresse a pálpebra superior tende a mover-se mais rápido e, em estado de tranquilidade, o fechamento palpebral volta a ser papel da pálpebra inferior (SICK, 2001; RODARTE-ALMEIDA et al., 2013).

2.3.4. Terceira pálpebra

A terceira pálpebra é bem desenvolvida, extremamente móvel e mais ativa que as pálpebras inferior e superior (BAYÓN et al., 2007; KERN, COLITZ, 2013). Localiza-se no quadrante dorsonasal do saco conjuntival, e tem como função proteger, umedecer e limpar a córnea (WILLIS e WILKIE, 1999; JONES et al., 2007). A terceira pálpebra pode ser transparente/ translúcida ou, no caso das corujas, opaca/branca (JONES et al., 2007).

Seus movimentos são rápidos, com exceção das Corujas (Strigiformes); nestas apresenta-se mais lento (JONES et al, 2007). A alta mobilidade substitui a função das outras pálpebras ao piscar, sendo que esta membrana pode mover-se sobre a córnea 15 a 20 vezes por minuto, mesmo estando às outras pálpebras fechadas (GUM et al, 2013).

Ela é movida pela contração do músculo piramidal que cursa por trás de outro músculo, denominado quadrado, potencializando a ação do primeiro por um efeito “estilingue”, ambos os músculos inervados pelo VI par de nervo craniano (MONTIANI-FERREIRA, 2006).

2.3.5. Glândulas Lacrimais e Sistema Nasolacrimonal

A grande parte das aves possuem glândula lacrimal, glândula de Harder e glândula da terceira pálpebra, cujas secreções mantêm a córnea úmida e nutrida (JONES et al, 2007; KERN, COLITZ, 2013).

A glândula lacrimal localiza-se na porção ventrotemporal do bulbo, apresenta tamanho variável entre as espécies (MONTIANI-FERREIRA, 2006), e é ausente em pombos e corujas (JONES et al, 2007). A glândula de Harder é encontrada adjacente à esclera posterior, na base da terceira pálpebra, porém não faz parte da mesma (WILLIS e WILKIE, 1999; WILLIAMS, 2012; KERN, COLITZ, 2013); sendo a principal fonte de produção lacrimal em aves (BAYÓN et al, 2007).

A glândula da terceira pálpebra localiza-se no quadrante ventronasal da órbita e, segundo Jones et al. (2007), esta encontra-se infiltrada por células plasmáticas; estas células produzem um anticorpo específico como resposta à estimulação antigênica do olho, ajudando assim à sua proteção contra invasão microbiana.

Dois pontos lacrimais mediais, superior e inferior, drenam as secreções lacrimais para o ducto nasolacrimal e posteriormente para a cavidade nasal (JONES et al., 2007; WILLIAMS, 2012; KERN, COLITZ, 2013).

2.3.6. Túnica fibrosa (Córnea e Esclera)

Uma característica anatômica do olho das aves, que confere a sua forma, é a presença na esclera de cartilagem hialina e dos ossículos esclerais (anel ósseo). A cartilagem encontra-se na esclera posterior do bulbo, enquanto os

ossículos esclerais determinam a forma do segmento anterior (WILLIS e WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2001; MONTIANI-FERREIRA, 2006).

Os ossículos esclerais encontram-se na região intermediária, imediatamente atrás do limbo, unindo os dois segmentos oculares por um conjunto de 10 a 18 ossículos em média (sendo que a maioria das aves possui entre 14 e 15); esses ossículos determinam a forma do olho e servem como ponto de fixação para a origem dos músculos estriados ciliares (MONTIANI-FERREIRA, 2006; JONES et al, 2007; KERN, COLITZ, 2013). No anel de ossículos esclerais das corujas é descrito o osso sesamóide da esclera, que apresenta como função redirecionar o trajeto do tendão do músculo piramidal da terceira pálpebra (JONES et al, 2007; RODARTE-ALMEIDA et al, 2013). Em algumas espécies existe um ossículo separado, que está posicionado na saída do nervo óptico (MONTIANI-FERREIRA, 2001).

Como nos outros vertebrados, a córnea das aves é transparente, avascular e faz parte da porção anterior da túnica fibrosa. Suas funções incluem suportar o conteúdo intraocular, refração e transmissão da luz (SAMUELSON, 2013).

A córnea das aves é considerada geralmente mais fina que em outras espécies; é formada por cinco camadas (epitélio, membrana de Bowman, estroma, membrana de Descemet e endotélio), sendo assim similar à córnea dos humanos, pois a membrana de Bowman é inexistente em cães e gatos (EVANS; MARTIN, 1993; MONTIANI-FERREIRA, 2006).

2.3.7. Túnica Vascular (Úvea)

A íris, corpo ciliar e coróide fazem parte da túnica vascular do bulbo. A íris é formada por numerosos vasos sanguíneos, fibroblastos, nervos, colágenos, células epiteliais e um extenso componente muscular, tem como função regular a quantidade de luz que entra no segmento posterior do olho, através da abertura e fechamento pupilar (JONES et al, 2007; SAMUELSON, 2013).

Nas aves, a íris apresenta-se mais fina e é composta principalmente por músculos estriados constritor e dilatador, bem como mioepitélio e músculo liso, e seu estroma abriga vários pigmentos responsáveis pela sua coloração (KERN, COLITZ, 2013). A musculatura estriada permite que a pupila funcione sob o controle voluntário; sendo assim, a pupila é sujeita à influência de

estímulos retinianos, bem como ao seu próprio controle (WILLIS e WILKIE, 1999; KERN, COLITZ, 2013).

O corpo ciliar é uma continuação anterior da coróide unindo-se à íris; suas funções consistem em produção do humor aquoso por seus processos ciliares, manutenção do equilíbrio da pressão intraocular, suspensão da lente através das zônulas e auxílio na acomodação visual (JONES et al., 2007).

O estroma do corpo ciliar consiste no músculo ciliar, o qual, em contraste com os mamíferos, é estriado e constituído por três grupos distintos: o grupo muscular anterior (ou músculo de Crampton), o grupo muscular posterior (ou músculo de Brucke) e o grupo muscular interno (músculo de Muller). Uma característica importante do músculo ciliar é sua participação ativa no processo de acomodação visual (MONTIANI-FERREIRA, 2001; BAYÓN et al., 2007).

A coróide é a porção posterior da túnica vascular; é composta basicamente por vasos sanguíneos e tecido conectivo pigmentado, não possui área tapetal e tem como função manter o suprimento nutricional da retina (JONES et al., 2007; WILLIAMS, 2012).

2.3.8 Túnica nervosa

A retina das aves é avascular (anangiótica) e recebe nutrição por intermédio da coróide subjacente. Cones e bastonetes estão presentes, sendo rica em cones e hábil a responder a um amplo espectro de cores (incluindo luz ultravioleta), sendo tetracromática (MONTIANI-FERREIRA, 2006; BAYÓN et al., 2007)

Seus cones apresentam pequenas coleções oleosas, denominadas gotículas, que consistem em pigmentos carotenoides na célula, têm como função a capacidade de reduzir borrões visuais, aumentar o espectro discriminatório de cores, além de atuar como escudo contra radiação ultravioleta. Essas gotículas não estão presentes nos bastonetes (WILLIS e WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2006).

Na área central da retina, região com alta densidade de cones, algumas espécies apresentam uma estrutura denominada fóvea (região de visão aguçada que é alojada em um aprofundamento da retina), variando em número de acordo com a espécie, sendo ausente em cães e gatos e presente em humanos. A maioria das espécies de aves domésticas são afoveados (por

exemplo a galinha), algumas espécies são monofoveados (corujas) e algumas são bifoveadas (aves de rapina diurnas, passeriformes) (WILLIS e WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2006; WILLIAMS, 2012; KERN, COLITZ, 2013).

Em aves bifoveadas, uma fóvea está voltada para a lateral (temporal) e a outra para frente (central), disposição que proporciona à ave de rapina uma notável percepção de distância e movimento (PEREIRA, 2006; WILLIAMS, 2012).

Devido à presença da fóvea e do grande tamanho do bulbo ocular das aves de rapina, elas apresentam a visão mais evoluída entre os demais seres vivos, sendo que algumas águias e gaviões tem a capacidade de distinguir detalhes, quatro a oito vezes maiores que a do homem (PEREIRA, 2006).

As corujas apresentam apenas a fóvea temporal (monofoveada), diferentemente das aves de rapina diurnas (bifoveadas), sendo que os bastonetes são predominantes em sua fóvea, provavelmente devido ao estilo de vida noturno desses animais (JONES et al, 2007); no entanto, pesquisas mostram que a espécie *Suindara* não apresenta fóvea (afoveada) (LISNEY et al., 2012).

2.3.9. Pécten

Uma característica comum em todas as aves é a presença do pécten, uma estrutura altamente vascularizada e pigmentada, que se protruí da superfície do nervo óptico em direção ao corpo vítreo (WILLIS e WILKIE 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2006; KERN, COLITZ, 2013).

Três tipos morfológicos de pécten podem ser identificados: cônico existente somente no Kiwi (*Apteryx australis*), em forma de palheta reportado no Avestruz (*Struthio camelus*) e nas Emas (*Rhea americana*) e a forma pregueada, existente nas aves de rapina e na maioria das outras aves. Neste último tipo, o número de pregas pode variar consideravelmente entre as espécies; estas variações parecem estar relacionadas com a necessidade funcional da ave, incluindo a capacidade visual, observando-se que em aves diurnas tem maior número de pregas e, por isso, um maior fluxo sanguíneo no pécten (SAMUELSON, 2013).

Acredita-se que o pécten tem como função primária a nutrição da retina, porém durante os anos já foi formulado mais de 30 hipóteses para sua função;

entre as principais estariam à produção de fluido intraocular e regulação ácido-básica intraocular (MONTIANI-FERREIRA, 2006; KERN, COLITZ, 2013).

2.3.10. Lente

A lente é uma estrutura transparente, avascular, cujo principal função é refratar e convergir os raios de luz para os fotorreceptores da retina. Possui muitas variações interespecíficas de tamanho e forma, que refletem em diferentes taxas de acomodação e poder de refração entre as aves; por exemplo, apresenta-se quase esférica nas aves noturnas, e com o seu aspecto anterior plano nas espécies diurnas (BAYÓN et al., 2007; KERN, COLITZ, 2013). A lente é mantida na sua posição graças ao humor vítreo, fibras zonulares que ligam os processos ciliares diretamente à almofada anelar e pelo suporte da íris (JONES et al., 2007).

Em comparação aos mamíferos, às fibras lenticulares apresentam um metabolismo mais lento, tornando-se assim mais mole e friável nas aves e rodeada por uma cápsula elástica, características necessárias para permitir uma rápida acomodação (JONES et al., 2007); essa divide-se em córtex, núcleo e apresenta uma almofada anelar, podendo ainda ser dividida em capsular, subcapsular, cortical e nuclear, com polo anterior e posterior e regiões equatoriais (BROOKS, 1997).

Ao redor do corpo central da lente existe uma almofada anelar que encontra-se diretamente sob a cápsula perto do equador, porém ausente no centro óptico, e consiste de fibras lenticulares aumentadas e dispostas radialmente, em vez de concentricamente (BROOKS, 1997; SAMUELSON, 2013). Entre a almofada anelar e o corpo central da lente existe uma câmara (espaço lenticular) repleta de fluido (MONTIANI-FERREIRA, 2001).

A almofada anelar não tem papel direto na visão, mas tem importante função no mecanismo de acomodação da lente e papel no metabolismo nutricional da mesma (BROOKS, 1997; KERN, COLITZ, 2013). O seu tamanho está normalmente ligado com o limite de acomodação da lente nas diferentes classes, sendo maior em aves com um maior intervalo de acomodação (BROOKS, 1997).

2.4. Acomodação Visual

A acomodação é a habilidade do olho em aumentar seu poder dióptrico e trazer raios de luz de objetos próximos para um ponto focal na retina, à medida que o objeto torna-se mais próximo do olho. Para os animais domésticos, o poder óptico varia tanto pela alteração do poder da lente, alterando sua curvatura, quanto pela movimentação lenticular para frente ou para trás (MILLER, 2013). Nas aves, a acomodação visual é realizada por meio de vários mecanismos, que envolvem não somente alteração lenticular, mas também alteração na curvatura corneal (MONTIANI-FERREIRA, 2001; JONES et al., 2007; KERN, COLITZ, 2013).

Como já descrito, o músculo ciliar possui duas divisões, na parte anterior localiza-se o músculo de Crampton, que reduz o raio de curvatura da córnea. Ele origina-se abaixo da esclera tendo como suporte o anel escleral e é inserido diretamente no interior das lamelas corneais (OTT, 2006). A contração desse músculo aplaina as margens da córnea e cria uma tensão circunferencial para a área central que protui para fora, aumentando assim seu poder de refração (WILLIAMS, 2012; KERN, COLITZ, 2013).

A divisão posterior do músculo ciliar, músculo de Brucke, também é inserido abaixo da esclera, porém atrás do corpo ciliar. Este músculo é responsável pela alteração na configuração lenticular, que permite a movimentação da base do corpo ciliar, fazendo a movimentação anterior da lente e alterando sua curvatura (OTT, 2006; WILLIAMS, 2012). Quando o músculo ciliar relaxa, a tensão zonular aumenta, a lente é achatada e seu poder óptico diminui; já quando há contração do músculo ciliar, a lente se torna mais esférica, aumentando assim seu poder óptico (MILLER, 2013).

A deformação real da lente, realizada por aves aquáticas, é causada pelas fibras musculares circulares da íris, que apertam a lente sobre a sua superfície anterior abaulando a porção central da lente através da pupila, aumentando assim seu poder de refração (OTT, 2006).

A musculatura ciliar em aves de rapina mostra-se mais desenvolvida que em outras espécies de aves, permitindo assim uma acomodação visual rápida e precisa, necessária durante o ataque a uma presa em movimento (PEREIRA, 2006).

As corujas geralmente apresentam excelente acomodação visual, em torno de 0,7 a 10 dioptrias (D) aproximadamente (KERN, COLITZ, 2013); na espécie Suindara é descrito poder de acomodação variando de 6 a 12 D (HARMENING e WAGNER, 2011); comparativamente, nos cães varia de 2 a 3 D, nos cavalos 2D e nos gatos apresentam 4D de acomodação visual (MILLER, 2013).

2.5. Testes Oftalmológicos

O exame oftalmológico dos olhos das aves utiliza os mesmos instrumentos e testes diagnósticos que os mamíferos, embora com modificações devido ao tamanho do bulbo em algumas espécies e das características anatomofisiológicas das aves (WILLIYS e WILKIE, 1999; KERN, COLITZ, 2013). Observa-se grande variação destes testes (Teste Lacrimal de Schirmer, pressão intraocular e espessura corneal central) entre as diversas espécies, sendo que padrões considerados normais para uma determinada espécie pode ser patológico para outra (MONTIANI-FERREIRA, 2006).

2.5.1 Teste Lacrimal de Schirmer

O teste lacrimal de Schirmer (TLS), originalmente desenvolvido para seres humanos, é o método mais utilizado para mensurar a fração aquosa do filme lacrimal. O TLS vendido comercialmente apresenta uma fita PRADOnizada de papel absorvente estéril milimetrado com largura de 0,5 cm. O teste lacrimal de Schirmer I é realizado inserindo-se a extremidade inicial no saco conjuntival inferior, em contato com a córnea, entre o terço médio e lateral das pálpebras, permanecendo por um minuto (OLLIVIER et al., 2007).

É possível realizar o teste lacrimal de Schirmer na grande maioria das aves, sendo que algumas adaptações podem ser realizadas devido ao menor tamanho absoluto do bulbo em relação às outras espécies, Montiani-Ferreira (2006) sugere aparar a tira de Schirmer longitudinalmente, reduzindo seu tamanho pela metade; uma outra alternativa é a utilização do teste lacrimal do fenol vermelho ou o Teste lacrimal da ponta de papel (TLPP) que utiliza cones ou pontas de papéis estéreis, desenvolvidos para endodontia (WILLIS e WILKIE, 1999, LANGE et al., 2012).

2.5.2 Tonometria

A tonometria é o exame que permite aferir a pressão intraocular, podendo ser realizado pela técnica digital, indentação ou aplanção (OLLIVIER et al., 2007). A técnica de indentação pelo tonômetro de Schiotz não é muito utilizado devido ao reduzido tamanho do bulbo ocular das aves, pois sua interface leitora é muito grande (MONTIANI-FERREIRA, 2001). O Tonopen, tonômetro de aplanção portátil mais utilizado na medicina veterinária, é ideal para o uso em animais domésticos e selvagens, nos quais o diâmetro da córnea é maior que 9mm; com diâmetro entre 5mm-9mm a mensuração se torna limitada e em diâmetros menores que 5mm, as leituras não são confiáveis (WILLIS E WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2001; OLLIVIER et al., 2007).

A tabela 1 mostra os valores médios encontrados na literatura para o teste lacrimal de Schirmer I e tonometria de aplanção com Tonopen XL.

Tabela1: Valores médios da literatura para: Teste lacrimal de Schirmer I e pressão intraocular em aves (Tonopen XL®).

Espécie	Schirmer (mm/min)	Pressão intraocular (mmHg)
Avestruz (<i>Struthio camelus</i>) ¹	16,3±2.5mm/min	18,3±3.5mmHg
Perus ²	-	25mmHg
Abutre-negro (<i>Aegypius monachus</i>) ³	11,4 mm/min	-
Abutre-fouveiro/grifo (<i>Gyps fulvus</i>) ³	6,45 mm/min	-
Pinguim (<i>Eudyptes chrysolophus</i>) ⁴	12,1mm/min	21,9±7,05mmHg
Pinguim (<i>Eudyptes chrysocome</i>) ⁴	11mm/min	20,0±5,77mmHg
Águia americana (Bald Eagle) ⁵	14mm/min	21,5±1,7mmHg
Águia calçada (<i>Aquila pennata</i>) ⁶	-	16,19±3,49mmHg
Águia cobreira (<i>Circaetus gallicus</i>) ⁶	-	20 ±5,92mmHg
Águia-de-bonelli (<i>Aquila fasciata</i>) ⁶	-	19,61± 2,43mmHg
Águia-de-asa-redonda (<i>Buteo buteo</i>) ⁷	12,47±2,66mm/min	17,2±3,53mmHg
Peneireiro (<i>Falco tinnunculus</i>) ⁷	6,2±3,67mm/min	8,53±1,59mmHg
Coruja mocho-galego (<i>Athene noctua</i>) ⁷	3,5±1,96mm/min	9,83±3,41mmHg

Coruja marrom (<i>Strix aluco</i>) ⁷	3,12±1,92mm/min	11,21±3,12mmHg
Coruja-screech-oriental (<i>Megascops asio</i>) ⁸	2mm/min	11±1,9mmHg
Coruja Bufo-real (<i>Bubo bubo</i>) ⁹	-	9,35±1,81mmHg
Coruja-orelhuda (<i>Asio clamator</i>) ¹⁰	5,03±5,0mm/min	13,81±5,63mmHg

Fonte: 1-GHAFFARI et al, 2012; 2- KERN, COLITZ, 2013; 3-KOMNENOU et al, 2013; 4- BLISS et al, 2013; 5- KUHN et al, 2013; 6- BAYÓN et al, 2006; 7- BARSOTTI et al, 2013; 8-HARRIS et al, 2008; 9-JEONG et al, 2007; 10- RODARTE-ALMEIDA et al, 2013.

2.5.3. Estesimetria

A sensibilidade corneal é essencial para a manutenção dos processos fisiológicos normais da córnea, mantendo o epitélio íntegro, estimulando a produção da glândula lacrimal e o reflexo do piscar. É realizada com o auxílio de um estesiometro, que avalia a sensibilidade da córnea através do limiar toque na sua superfície, sendo que o reflexo da piscada determina o valor sensível à córnea. O equipamento é composto por um monofilamento de náilon com diâmetro de 0,12 mm, e comprimento ajustável variando de 0,5 cm a 6 cm (OLLIVIER et al., 2007).

Lacerda et al. (2014) estudaram a estesimetria em três espécies de corujas, *Athene noctua* (3,5±2,1cm), *Otus scops* (5,5±0,9cm), *Strix aluco* (5,7±0,8cm), sendo estas espécies encontradas no continente europeu. Na América do Sul somente há relatos de estesimetria na espécie *Asio clamator* (0,81±0,59cm) (RODARTE-ALMEIDA et al., 2013).

2.5.4. Paquimetria

A paquimetria ultrassônica é o método preciso e confiável para mensurar a espessura corneal *in vivo*, é útil para avaliar o estado fisiológico normal da córnea, é um método indireto de avaliação da integridade estrutural e da fisiologia do endotélio corneal (GILGER et al., 1991).

Bayón et al. (2006) encontraram para coruja mocho-galego (*Athene noctua*) espessura média de 141,21±18,03µm, para a coruja bufo-real (*Bubo bubo*) 240,0±8,42µm. Na coruja-orelhuda (*Asio clamator*) a espessura média encontrada segundo Rodarte-Almeida et al. (2013), foi de 290,0±30,0µm.

2.6. Catarata

A catarata é uma das principais afecções que acomete a lente; é definida como uma opacidade do córtex, núcleo ou de suas cápsulas, causada por um desarranjo na arquitetura normal das fibras da lente (BROOKS, 1997).

Em aves é uma afecção comum, sendo uma das principais causas de cegueira nesses animais e está associada a diversas causas como: deficiência nutricional, fator hereditário, infecção, idade, uveíte e trauma (BROOKS, 1997; MONTIANI-FERREIRA, 2001; BAYON et al., 2007; KUHN et al., 2013).

O tratamento para a catarata é exclusivamente cirúrgico, realizado por diversas técnicas (BROOKS, 1997). A facectomia intracapsular é pouco usada na atualidade, ficando reservada para casos de luxação lenticular, e nas aves não é indicada devido ao íntimo contato dos processos ciliares à cápsula da lente, dificultando sua extração intacta (BROOKS, 1997; MONTIANI-FERREIRA, 2001).

A técnica extracapsular é descrita em aves de rapina (MONTIANI-FERREIRA, 2001) e apresenta, como vantagem, a manutenção da cápsula posterior, porém requer grande incisão corneal para extração lenticular, promovendo colabamento da câmara anterior, uveíte intensa e deformidades corneais (DZIEZYC, 1990).

A facoemulsificação é a técnica de escolha atualmente, descrita em várias espécies de aves, incluindo as corujas e aves de rapina diurnas; tem a vantagem da pequena incisão corneal, manutenção da pressão intraocular, reduzido tempo cirúrgico e aspiração das massas corticais, vantagens que reduzem a inflamação ocular no pós-operatório e acelera o retorno para as atividades normais (DZIEZYC, 1990; BROOKS, 1997; MONTIANI-FERREIRA, 2001; CARTER et al., 2007). No caso das aves, a facoemulsificação é melhor utilizada em olhos grandes, sendo que para olhos pequenos, devido ao caráter macio/mole da lente, irrigação e aspiração são suficientes (BROOKS, 1997; MONTIANI-FERREIRA, 2001; BAYÓN et al., 2007).

Com a extração da lente, o olho torna-se afático, diminuindo seu poder de refração, tornando assim um olho hipermetrope, com formação da imagem “atrás” da retina; essa perda de focalização pode ser severamente debilitante para algumas aves (OFRI, 2013).

A hipermetropia pode ser corrigida com a implantação de lentes intraoculares (LIO), sendo necessário determinar o valor do poder dióptrico da lente para cada espécie.

2.7. Cálculo de lente intraoculares

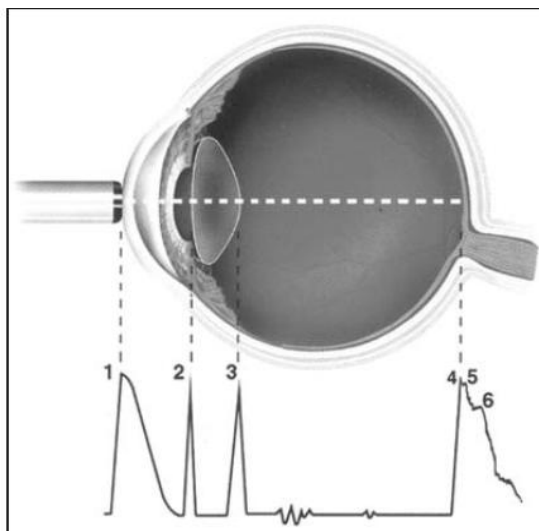
A cirurgia de catarata hoje é considerada uma cirurgia refrativa que atua sobre dois componentes dióptricos do olho: córnea com o tipo de incisão e a substituição da lente, por uma LIO com determinado poder dióptrico (PRADO-SERRANO e NAVA-HERNÁNDEZ, 2009).

Em humanos, o cálculo do poder dióptrico de lente intraoculares (LIO) é parte essencial do exame pré-operatório na cirurgia de catarata, e é determinado principalmente por fatores como a biometria ocular, para mensuração do comprimento axial do bulbo e profundidade da câmara anterior, e pela ceratometria (curvatura corneal anterior) (GARZÓN et al., 2008; PRADO-SERRANO e NAVA-HERNÁNDEZ, 2009, TELLES, 2009).

2.7.1. Biometria ocular e Ceratometria

A biometria ocular pode ser realizada mediante três técnicas: biometria ultrassônica modo A (de contato ou imersão) e a biometria óptica (TELLES, 2009).

A biometria ocular realizada com ultrassom modo A (linear) é uma técnica não invasiva, rápida e indolor. Permite realizar a mensuração das estruturas oculares, e é um método bem estabelecido na medicina humana (TELLES, 2009). Apresenta uma representação acústica unidimensional, na qual ecos são visibilizados como picos verticais com relação a uma linha base horizontal (Fig. 1). O intervalo entre estes picos é dependente do tempo que o feixe de ultrassom demora para alcançar uma determinada interface e o seu eco retornar à sonda (DIETRICH, 2013).



Fonte:Prado-Serrano e Nava-Hernandez, 2009.

Fig 1: Ecograma modo A de um olho normal. Observa-se os seguintes ecos: 1- córnea, 2- cápsula anterior da lente; 3- cápsula posterior da lente; 4- retina. Determinando entre os picos uma série de intervalos: 1 e 2- câmara anterior; 2 e 3- espessura da lente; 3 e 4- câmara vítrea.

Em um ecograma de um olho normal observam-se os seguintes ecos: córnea, cápsula anterior da lente, cápsula posterior da lente e retina, determinando entre eles uma série de intervalos: câmara anterior, espessura da lente e câmara vítrea, respectivamente, sendo a soma total dos espaços o valor do comprimento axial (PRADO-SERRANO e NAVA-HERNÁNDEZ, 2009; DIETRICH, 2013).

Existem duas técnicas para mensurar o comprimento axial por meio da biometria ultrassônica, o método de contato/aplanação e o de imersão. No primeiro, a sonda é colocada diretamente sobre a córnea e na imersão utiliza-se um recipiente cilíndrico com solução fisiológica ou metilcelulose que se assenta sobre a córnea, sobre o qual é aplicado a sonda, porém sem tocar a superfície corneal. Independente da técnica de escolha, o feixe de ultrassom deve estar alinhado com o eixo visual, ou seja, a sonda posicionada perpendicularmente à córnea (MARTINS et al., 2009; TELLES, 2009).

O método da biometria óptica tem se mostrado mais preciso na medicina humana, não necessita de contato direto com o olho, porém necessita de um olhar fixo e estável por alguns minutos, o que acaba tornando-se um desafio significativo na medicina veterinária e apresenta algumas limitações como dificuldade na mensuração na presença de opacificação dos meios intraoculares (GARZON et al., 2008).

A ceratometria compreende a medida da curvatura corneal anterior e é o segundo fator mais importante no cálculo do poder dióptrico da LIO (PRADO-SERRANO e NAVA-HERNÁNDEZ, 2009). Os aparelhos mais utilizados para se obterem os valores ceratométricos no meridiano mais curvo (K1) e no mais plano (K2), são o ceratômetro manual, automatizado e a topografia computadorizada de córnea (TELLES, 2009).

2.8. Fórmulas para o cálculo da LIO

O implante da LIO é um grande benefício para os pacientes submetidos à cirurgia de catarata, pois a lente intraocular fornece uma imagem na retina semelhante à fisiológica, retomando assim o estado de emetropia. No início, todas as lentes implantadas apresentavam valor padrão, no entanto observou-se que alguns pacientes eram hipocorrigidos e outros hipercorrigidos, com o objetivo de uma correção mais exata, foram desenvolvidas fórmulas biométricas com base no comprimento axial e na curvatura corneal (PRADO-SERRANO e NAVA-HERNÁNDEZ, 2009).

Existem dois tipos de fórmulas: Fórmulas Teóricas, que são baseadas em óptica geométrica, utilizando a ceratometria, profundidade da câmara anterior e a medida do comprimento axial do olho; e as fórmulas de Regressão (empíricas), originadas da análise computadorizada retrospectiva de pacientes submetidos à facectomia com implante de LIO (TELLES, 2009).

Objetivando-se sempre o menor erro possível no cálculo da LIO, após o advento das fórmulas de primeira e segunda geração, foram desenvolvidas fórmulas de terceira e quarta geração, visando determinar qual fórmula melhor se aplicava a cada padrão de bulbo ocular (TELLES, 2009).

As fórmulas de terceira geração, que são amplamente utilizadas para o cálculo da LIO são: SRK-T, Hoffer Q e Holladay I. A SRK-T mostrou-se mais eficiente, em olhos longos, enquanto a Hoffer Q, melhor eficiência em olhos pequenos e a Holladay I encaixa-se no padrão médio dos olhos (GARZÓN et al., 2008; PRADO-SERRANO e NAVA-HERNÁNDEZ, 2009).

As fórmulas de quarta geração Holladay II e Haigis surgiram mais recentemente (TELLES, 2009). A fórmula Haigis é mais utilizada no cálculo da LIO após cirurgia refrativa. A Holladay II utiliza sete variáveis: comprimento axial, ceratometria, idade do paciente, refração pós-operatória, medida branco-

branco horizontal, ACD pré-operatória e espessura da lente, para determinar o poder dióptrico da LIO, tendo como indicação seu uso em olhos muito curtos ou na realização de implante duplo (piggy-back) (PRADO-SERRANO e NAVA-HERNÁNDEZ, 2009).

Segundo Garzón et al. (2008), além da biometria ocular e da ceratometria, a escolha da fórmula ideal para cada paciente também demonstra ser um ponto fundamental na precisão da LIO a ser implantada; sendo assim, na medicina humana, o consenso para a escolha da fórmula a ser utilizada deve ser baseado no comprimento axial de cada paciente (HOFFER, 2000; NARVAEZ et al., 2006).

Seguindo este princípio, os olhos humanos foram classificados de acordo com seu comprimento axial em: extremamente curtos (<18 mm), olhos curtos (<22 mm), olhos médios (22 mm a 24,5 mm) e olhos longos (>24,5 mm), este último podendo ser subdividido em moderadamente longos (24,5 mm a 26 mm) e muito longos (>26 mm) (HOFFER, 2000).

2.9- Cálculo da LIO em Medicina Veterinária

Na medicina veterinária, desde os anos 80, pesquisas vêm sendo realizadas objetivando atingir a emetropia ideal pós-extração da catarata, entretanto, assume-se que a hipótese de um valor médio para cada espécie é suficiente para que animais afácicos aproximem-se da emetropia, acreditando-se que esta correção imprecisa seja melhor do que nenhuma correção (OFRI, 2013).

Diversos estudos tiveram como objetivo a determinação da LIO em animais, como Valinhos et al. (2012) que estudaram a dioptria da lente em coelhos, utilizando as fórmulas Holladay II, Holladay I, Hoffer Q e SRK-T, encontrando valores, respectivamente, de: 48,5D, 50,27D, 59,67D e 49,24D.

Townsend et al. (2012) avaliaram a implantação da lente intraocular em equinos após a facoemulsificação, concluindo que a implantação da lente de 14D nesta espécie melhorou a hipermetropia e a acuidade visual pós operatória.

Gaiddon et al. (1991) determinaram a ceratometria e comprimento axial de olhos de cães de diversas raças e utilizando a fórmula de 1ª geração de

Retzlaff, sugeriram que um poder dióptrico de aproximadamente 40D seria necessário para atingir a emetropia em cães.

Gilger et al. (1998) estudaram experimentalmente a colocação da LIO em gatos, definindo que uma lente de 52,8D foi necessária para aproximar-se da emetropia.

Estanislau (2014) trabalhou com macaco prego (*Cebus sp.*) e descreveu o poder dióptrico da LIO, utilizando as fórmulas Holladay II, Haigis e Hoffer Q, constatando valores de 29,43D, 31,25D e 46,71D, respectivamente.

Entre as espécies de aves, o estudo do cálculo da LIO foi apenas realizado na Águia Americana (*Haliaeetus leucocephalus*), utilizando 11 animais, sendo relatado poder dióptrico da LIO variando de 16,4 a 17,4D, calculado através de ceratometria e ultrassonografia modo B (KUHN et al., 2013).

Em um relato com a Coruja *Bubo virginianus*, após a facoemulsificação bilateral, foi realizada a implantação da LIO, com valor de 13,82D, sendo que o animal recuperou a acuidade visual e retornou à natureza (CARTER et al., 2007).

3. REFERÊNCIAS

BARSOTTI, G.; BRIGANTI, A.; SPRATTE, J.R.; CECCHERELLI, R.; BREGHI, G. Schirmer tear test type I readings and intraocular pressure values assessed by applanation tonometry (Tonopen® XL) in normal eyes of four European species of birds of prey. *Veterinary Ophthalmology*, v.16, n.5, p. 365-369, 2013.

BAYÓN A.; VECINO E.; ALBERT A.; ALMELA R.M.; COZZI A.; TALAVERA J.; FERNÁNDEZ DEL PALACIO M.J. Evaluation of intraocular pressure obtained by two tonometers and their correlations with corneal thickness obtained by pachymetry in raptors. *Veterinary Ophthalmology*, v.9, n.6, p.426-434, 2006.

BAYÓN, A.; ALMELA, R.M.; TALAVERA, J. Avian ophthalmology. *European Journal of Companion Animal Practice*, v.17, n. 3, p.253-266, 2007.

BLISS, K.D.; AQUINO, S.; WOODHOUSE, S. Ocular findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests in the macaroni penguin (*Eudyptes chrysolophus*) and southern rockhopper penguin (*Eudyptes chrysocome*). *Veterinary Ophthalmology*. p. 1-8, 2013.

BROOKS, D.E. Avian cataracts. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 6, n.3, p.131-137, 1997.

CARTER, R.T.; MURPHY, C.J.; STUHR, C.M.; DIEHL, K.A. Bilateral phacoemulsification and intraocular lens implantation in a great horned owl. *Journal of the American Veterinary Association*, v. 230, n. 4, 2007.

CBRO; Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2014) *Listas das aves do Brasil*, 11^a ed. Disponível em < <http://www.cbro.org.br> > Acesso em: 05 de Setembro de 2014.

COUSQUER G. Ophthalmological findings in free-living tawny owls (*Strix aluco*) examined at a wildlife veterinary hospital. *Veterinary Record*, v.156, n.23, p. 734-739, 2005.

DEVELEY, P. F, ENDRIGO, E. *Guia de campo: aves da grande São Paulo*. São Paulo: Aves e Fotos. São Paulo, 2004.

DIETRICH, U.M. Ophthalmic examination and diagnostics. In: GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. 5. Ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. chap. 10. p. 669-683.

DZIEZYC, J. Cataract surgery: current approaches. *Veterinary Clinic. North America Small Animal Practice*, v. 20, n. 3, p. 737-754, 1990.

ESTANISLAU, 2014. *Biometria ocular em Macaco prego (Cebus Apella)*. 2014. 50p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

EVANS, H.E.; MARTIN, G.R. Organa sensuum. In: BAUMEL, J.J., *Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium*. 2 ed. Cambridge: Massachusetts: The Nuttall Ornithological Club, 1993, n. 23, p. 585-611.

FOWLER, M.E. Order Strigiformes (Owls), p.125-132. In: Fowler M.E. e Cubas Z.S. (Eds), *Biology Medicine, and Surgery of South American Wild Animals*. Iowa State University Press, Ames. 2001.

GAIDDON, J.; ROSOLEN, S.G.; COOK, C.S.; PEIFFER JUNIOR, R. Use of biometry and and keratometry for determining optimal power for intraocular lens implant in dogs. *American of Journal Veterinary Research*, v. 52, n. 5, p. 781-783, 1991.

GARZÓN, N.; MENDOZA, M.M.; GALÁN, F.P. Cálculo de La potencia de lentes intraoculares. *Gaceta Óptica*, v. 425, p. 22-25, 2008. Disponível em: <<http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta425/cientifico2.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

GILGER B.C.; WHITLEY R.D.; MCLAUGHLIN S.A., WRIGHT J.C. & DRANE J.W. Canine corneal thickness measured by ultrasonic pachymetry. *American Journal of Veterinary Research*, n.10: p.1570–1572, 1991.

GILGER, B.C.; DAVIDSON, M.G.; HOWARD, P.B. Keratometry, ultrasonic biometry, and prediction of intraocular lens power in the feline eye. *American Journal of Veterinary Research*, v. 52, n. 2, p. 131-134, 1998.

GUAFFARI, M.S.; SABZEVARI, A.; VAHEDI, H.; GOLEZARDY, H. Determination of reference values for intraocular pressure and schirmer tear test in clinically normal ostriches (*struthiocamelus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. v.43, n.2, p.229-232, 2012.

GUM, G.G.; MACKAY, E, O. Physiology of the Eye. In: GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. 5. ed., Iowa: Wiley- Blackwell, 2013 chap:3, p.171-207.

HARMENING, W.M.; WAGNER, H. From optics to attention: visual perception in barn owls. *Journal Comparative Physiology, A* v. 197, p.1031–1042, 2011.

HARRIS M.C.; SCHORLING J.J.; HERRING I.P.; ELVINGER F.; BRIGHT P.R.; PICKETT J.P. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). *Veterinary Ophthalmology*, v.11, n.3, p.186-192, 2008.

HOFFER, K.J. Clinical results using the Holladay II intraocular lens power formula. *Journal of Cataract e Refractive. Surgery*, v. 26, n. 8, p. 1233-1237, 2000.

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. Comparison of the rebound tonometer (TonoVet) with the applanation tonometer (TonoPen XL) in normal Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*). *Veterinary Ophthalmology*, v.10, n.6, p.376-379, 2007.

JONES, M.P.; PIERCE, K.E.; WARD, D. Avian vision: a review of form and function with special consideration to birds of prey. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v.16, n.2, p.69-87, 2007.

KERN, T.J.; COLITZ, C. M. H. Exotic Animal Ophthalmology. In: GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. 5. ed., Iowa: Wiley- Blackwell, 2013, chap: 33, p.1750-1819.

KOMNENOU, A. T.; THOMAS, A.L.N.; DANIKA, S.E.; SKARTSI, T.; VASILAKIS, D.P.; CÁRCAMO, B.; OFRI, R. Estimation of normal tear production in free-living eurasian black vultures (*aegyptius monachus*) and griffon vultures (*gyps fulvus*) in Dadia National Park, Greece. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v.44, n.2, p.315-323, 2013.

KUHN, S.E.; HENDRIX, D.V.H.; JONES, M.P.; WARD, D.A.; BAINE, K.H.; FRANKLIN, S.R. Biometry, keratometry, and calculation of intraocular lens power for the bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). *Veterinary Ophthalmology*, p.1-7, 2013.

LABELLE, A.L.; WHITTINGTON, J.K.; BREAU, C.B.; LABELLE, P.; MITCHELL, M.A.; ZARFOSS, M.K.; SCHMIDT, S.A.; HAMOR, R.E. Clinical utility of a complete diagnostic protocol for the ocular evaluation of free-living raptors. *Veterinary Ophthalmology*. v. 15, n.1, p.5-17, 2012.

LANGE, R. R. *Anatomia, morfologia e fisiologia ocular de algumas espécies de interesse na medicina de animais selvagens e de laboratório com ênfase em primatas neotropicais*. 2012. 84p. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

LISNEY, T. J.; IWANIUK, A. N.; BANDET, M. V.; WYLIE, D. R. Eye Shape and retinal topography in Owls (*Aves: Strigiformes*). *Brain, Behavior and Evolution*, v. 79, p. 218-236, 2012.

MARTINS, F.C.R.; MIYAJI, M.E.; LIMA, V.L.; REHDER, J.R.C.L. Biometria ultrassônica no cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares: estudo

comparativo dos métodos de contato e de imersão. *Revista Brasileira de Oftalmologia.*, v. 68, n. 4, p. 212-215, 2009.

MILLER, P. E. Basic Structure and Function of the Eye. In: SLATTER, D. *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*. 5. ed., Missouri: Elsevier, 2013 chap:1, p.1-12.

MCMULLEN, R.J.JR.; DAVIDSON, M.G.; CAMPBELL, N.B.; SALMON, J.H.; GILGER, B.C. Evaluation of 30- and 25-diopters intraocular lens implants in equine eyes after surgical extraction of the lens. *American Journal of Veterinary Research*, v. 71, n. 7, p. 809–816, 2010.

MONTIANI-FERREIRA F. Oftalmologia. In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.; DIAS, J.L.D. *Tratamento de Animais Selvagens*. 1 ed. São Paulo: Roca, 2006, chap: 65, p. 1092-1104.

MONTIANI-FERREIRA F. 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. 2001.

MOTTA-JUNIOR, J.C.; BUENO, A. A.; BRAGA, A.C.R. Corujas Brasileiras. 2004. Disponível em: <<http://www.ib.usp.br/labecoaves/PDFs/pdf30CorujasIBC.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2013.

NARVÁEZ, J.; ZIMMERMAN, G.; STULTING, R.D.; CHANG, D.H. Accuracy of intraocular lens Power prediction using Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, and SRK/T formulas. *Journal of Cataract e Refractive. Surgery*, v. 32, p. 2050 – 2053, 2006.

OFRI, R. Optics and physiology of vision. In: GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. 5 ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. chap 4, p.208-270.

OLLIVIER, F.J.; PLUMMER, C. E.; BARRIE, K.P. The Eye Examination and Diagnostic Procedures. In: GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. 4. ed., Iowa:Blackwell Publishing, 2007, chap: 9, p.438-483.

OTT, M. Visual accommodation in vertebrates: mechanisms, physiological response and stimuli. *Journal Comparative Physiology A* n. 192, p.97-111, 2006.

PEIXOTO, T.P.; RANZANI, J.J.T.; BRANDÃO, C.V.S.; RODRIGUES, A.C.L. Análise da fórmula SRK/T no cálculo de lente intra-ocular em cães portadores de catarata. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.6, p.1418-1425, 2008.

PEREIRA, R.J.G. Falconiformes e Strigiformes (Águia, Gavião, Falcão, Abutre, Coruja). . In: CUBAS, Z.S.; SILVA, J.C.; DIAS, J.L.D. *Tratamento de Animais Selvagens*. 1 ed. São Paulo: Roca, 2007, chap: 17, p.252-267.

PIPPI, N.L.; GONÇALVES, G.F. Anatomofisiologia Ocular. In: LAUS, J.L. *Oftalmologia clínica e cirúrgica em cães e em gatos*. 1ed., São Paulo: Roca, 2009, chap 1, p. 1-10.

PRADO-SERRANO, A.; NAVA-HERNÁNDEZ, N.G. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares? ¿Cómo evitar la sorpresa refractiva? *Revista Mexicana de Oftalmologia*, v.83, n.5, p.272-280, 2009. Disponível em: <<http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2009/rmo095e.pdf>>. Acesso em 21 jun. 2014

RODA, S.A. Dieta de *Tyto alba* na Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v.14 n.4, p. 449-452, 2006.

RODARTE-ALMEIDA, A.C.V.; MACHADO, M.; BALDOTTO, S.B.; SANTOS, L.L.; LIMA, L.; LANGE, R.R.; FROES, T.R.; MONTIANI-FERREIRA, F. O olho da coruja-orelhuda: observações morfológicas, biométricas e valores de referência para testes de diagnóstico oftálmico. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v.33, n.10, p.1275-1289, 2013.

SAMUELSON, D.A. Ophtalmic Anatomy. In: In: GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. 5. ed., Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. chap: 2, p.39-170.

SICK, H. *Ornitologia brasileira*. 3ª. ed. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro 2001.

SQUARZONI R.; PERLMANN E.; ANTUNES A.; MILANELO L.; BARROS P.S.M.. Ultrasonographic aspects and biometry of Striped owl's eyes (*Rhinoptynx clamator*). *Veterinary Ophthalmology*,. v.13 p. 86-90, 2010.

TELLES, A. Ecobiometria e cálculo da lente intraocular. In: REZENDE, F., *Cirurgia da Catarata*, Editora: Guanabara Koogan.2009, p. 63- 88.

TOWNSEND, W.M.; JACOBI, S.; BARTOE, J.T. Phacoemulsification and implantation of foldable +14 diopter intraocular lenses in five mature horses. *Equine Veterinary Journal*, v.44, p.238–243, 2012.

VALINHOS, M.A.R.; RANZANI, J.J.T.; RODRIGUES, A.C.L.; BRANDÃO, C.V.S. Mensurações do bulbo ocular e cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares em coelhos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia*, v. 64, n. 1, p. 58-62, 2012.

WILLIAMS, D.L. *Ophthalmology of Exotic Pets*. 1 ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. 248p.

WILLIS, A.M.; WILKIE, D.A. Avian Ophthalmology Part 1: Anatomy, examination and diagnostic techniques. *Journal Avian Medicine and Surgery*. v.13 ,n.3, p. 160-166, 1999.

CAPÍTULO 2

**TESTE LACRIMAL DE SCHIRMER,
ESPESSURA CORNEAL, PRESSÃO
INTRAOCULAR E ESTESIOMETRIA EM
CORUJAS**

Trabalho a ser enviado para a revista “Veterinary Ophthalmology”

TESTE LACRIMAL DE SCHIRMER, ESPESSURA CORNEAL, PRESSÃO INTRAOCULAR E ESTESIOMETRIA EM CORUJAS

Resumo

Objetivo: este trabalho teve por objetivo determinar o padrão de normalidade para o teste lacrimal de Schirmer tipo I, pressão intraocular, sensibilidade e espessura corneal central em três espécies de corujas.

Animais: foram utilizados dez corujas de cada uma das seguintes espécies: Buraqueira (*Athene cunicularia*), Orelhuda (*Asio clamator*) e Suindara (*Tyto furcata*).

Material e Métodos: as aves foram examinadas e submetidas ao Teste lacrimal de Schirmer I, estesiometria, mensuração da espessura central da córnea, pressão intraocular (PIO), e determinado às medidas oculares (diâmetro horizontal e vertical da córnea e diâmetro da fenda palpebral).

Resultados: Os valores encontrados para o teste lacrimal de Schirmer I para Buraqueira, Orelhuda e Suindara foram respectivamente de $6,75 \pm 4,17$ mm/min, $4,80 \pm 2,04$ mm/min e $4,50 \pm 4,11$ mm/min. A estesiometria foi de $2,10 \pm 0,93$ cm, $2,00 \pm 1,55$ cm e $1,78 \pm 0,53$ cm, respectivamente para Buraqueira, Orelhuda e Suindara,. A pressão intraocular e a espessura central da córnea demonstraram diferença significativa entre as espécies, em ordem crescente foi de $10,66 \pm 2,46$ mmHg e $170,9 \pm 15,34$ µm para Buraqueira, Suindara $13,34 \pm 2,71$ mmHg e $215,75 \pm 10,18$ µm e Orelhuda $15,75 \pm 3,11$ mmHg e $257,65 \pm 14,98$ µm. As variáveis morfométricas expressaram diferença significativa, sendo em valores crescentes no comprimento da fenda palpebral na Suindara ($14,63 \pm 0,51$ mm), coruja-buraqueira ($15,48 \pm 1,07$) e a Orelhuda ($20,29 \pm 0,60$), e nos diâmetros horizontal e vertical da córnea.

Conclusão: Os valores obtidos no presente estudo poderão contribuir para o diagnóstico e tratamento das diferentes afecções oftálmicas encontradas nas espécies estudadas.

Palavras-chave: *Athene cunicularia*; *Asio clamator*; *Tyto furcata*; teste oftalmológico.

INTRODUÇÃO

As corujas são aves de rapina noturnas, pertencentes à ordem Strigiformes, sendo classificadas em duas famílias: Titonidae (suindaras) e Estrigidae (corujas típicas); estão distribuídas em diversos habitats pelo mundo, com exceção da Antártica (1).

A Coruja-orelhuda e a Coruja-buraqueira pertencem à família Estrigidae, sendo que a primeira é uma ave de grande porte, com 37cm de comprimento e peso variando de 320 a 546g, apresenta hábitos noturnos; a coruja-buraqueira apresenta porte pequeno, medindo 23cm e peso variando de 170 a 214g é uma exceção entre as corujas, pois possui hábitos diurnos. Ambas as espécies exibem atividade caçadora no período crepuscular e são comumente encontradas em quase todo território brasileiro (1);(2);(3).

A Suindara (*Tyto furcata*), membro da família Titonidae é inconfundível pela estatura delgada e coloração clara (coruja branca); possui comprimento médio de 37cm e peso entre 470 e 570g, com hábitos essencialmente noturnos e pode ser encontrada em uma variedade de habitats, incluindo áreas urbanas (1); (4).

Afecções oculares como úlcera de córnea, uveíte traumática, catarata, glaucoma e descolamento de retina são frequentemente encontradas em corujas. Portanto, um completo exame oftalmológico deve ser incluído no exame físico dessas aves (5); (6); (7); (8).

A alta incidência de alterações oculares foi relatada na espécie de coruja *Strix aluco*, sendo 25% afetando a superfície ocular e 50% as estruturas intraoculares (6). Harris et al. (2008) (7), em um estudo na espécie *Megascops asio*, encontraram 52% de anormalidades oftálmicas nos olhos avaliados, dentre estas, lesões corneais, lacerações palpebrais e opacidade de lente foram as alterações mais observadas. Labelle et al. (2012) (8), avaliando aves de rapina de vida livre, encontraram, como as principais

afecções oculares, ceratite ulcerativa, uveíte, hemorragia vítrea, deslocamento de retina e corioretinite.

Os testes oftálmicos são necessários para o diagnóstico e acompanhamento do tratamento de doenças oftálmicas, sendo fundamental conhecer as variáveis oculares de cada espécie para facilitar e melhorar a qualidade dos procedimentos clínicos e cirúrgicos. Existe grande variação entre as espécies em relação ao teste lacrimal de Schirmer I, pressão intraocular, espessura e sensibilidade corneal, assim como diferenças nas medidas oculares (9).

O teste lacrimal de Schirmer I e a pressão intraocular são importantes componentes do exame oftalmológico; uma gama de espécies de aves foi avaliada e estabelecido seus valores fisiológicos normais para estes testes clínicos, como nos abutres, águias, algumas espécies de corujas, pinguins (10);(11); (7); (12); (13); (14); (15); (16); (17); (18). Alguns trabalhos descreveram a sensibilidade corneal em aves de rapinas, tanto diurnas quanto noturnas (18); (19), enquanto a mensuração da espessura corneal central exibe um leque maior de estudo em aves (10); (18); estabelecer esses valores padrões da anatomia/fisiologia ocular é fundamental para o embasamento da oftalmologia destas espécies.

Sendo assim, este estudo teve por objetivo descrever os valores oculares normais do teste lacrimal de Schirmer I, pressão intraocular (PIO), espessura corneal central, sensibilidade corneal e medidas oculares morfométricas nas corujas buraqueira (*Athene cunicularia*), orelhuda (*Asio clamator*) e Suindara (*Tyto furcata*), três espécies de corujas comumente encontradas no território brasileiro; bem como estudar a lateralidade dos valores obtidos em cada espécie e estudar a comparação entre as espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Foram utilizadas 30 aves adultas (60 olhos), sendo 10 Corujas buraqueiras (*Athene cunicularia*), 10 Corujas orelhudas (*Asio clamator*) e 10 Suindaras (*Tyto furcata*), machos e fêmeas, aparentemente saudáveis ao exame físico, provenientes do Parque Zoológico Quinzinho de Barros, Sorocaba/SP e do Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres (CEMPAS) do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu-SP.

Os procedimentos experimentais desenvolvidos seguiram as normas da Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) e foram submetidos à Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Campus de Botucatu (Processo nº 05/2014, SISBIO: 5964058).

Testes Oftalmológicos

As corujas foram contidas manualmente, com luvas de couro, de modo a causar o mínimo desconforto possível, as aves foram mantidas em posição vertical para a realização dos exames oftálmicos, sendo estes realizados por um único avaliador.

As aves foram submetidas ao exame oftalmológico de rotina. Foram utilizados, como critério de exclusão, a presença de qualquer anormalidade oftalmológica, por meio de avaliação dos anexos oftálmicos, segmento anterior e posterior, realizada com auxílio de lâmpada de fenda portátil¹ e oftalmoscópio direto². A seguir, as corujas foram submetidas aos testes oftalmológicos diagnósticos incluindo, teste lacrimal de Schirmer³

¹ Lâmpada de Fenda SL-15 Kowa - Japan

² Oftalmoscópio direto Welch Allyn®

³ Teste de Schirmer Ophthalmos®

tipo I, avaliação da sensibilidade corneal (estesiometria), tonometria de aplanção e mensuração da espessura corneal.

Por meio do teste lacrimal de Schirmer³ tipo I (TLS), procedeu-se a quantificação da porção aquosa lacrimal, com auxílio de tiras comerciais padronizadas e milimetradas de papel estéril de TLS, as quais foram inseridas no saco conjuntival inferior temporal de ambos os olhos e mantidas por um minuto. (Fig. 2A)

A mensuração da sensibilidade corneal foi realizada com auxílio do estesiometro⁴, para avaliação tocou-se suavemente o monofilamento de náilon na região central da córnea (Fig. 2B). A pressão intraocular foi mensurada utilizando o tonometro⁵ de aplanção, após a instilação de colírio anestésico, realizando-se leve toque perpendicularmente na região central da superfície da córnea (Fig. 2D). Efetuaram-se cinco medidas consecutivas em cada um dos olhos dos animais, considerando um erro máximo de 5% entre as medidas, sendo o resultado final represento pelas médias dos valores obtidos nas cinco aferições.

Para mensurar a espessura central da córnea foi utilizado paquímetro ultrassônico⁶, calibrado com velocidade do som para córnea em 1640m/s, efetuou-se a mensuração da espessura corneal central por meio de delicado toque na córnea com a *probe* do paquímetro (Fig. 2E), sendo que o aparelho afere oito medidas consecutivas para cada olho e automaticamente registra a média dos valores.

Complementando o estudo, nos olhos das 30 corujas foi mensurado, para cada olho, o comprimento da fenda palpebral e os diâmetros vertical e horizontal da córnea com o auxílio de um paquímetro de aço inoxidável com visor de LCD (Fig. 2C).

⁴ Cochet-Bonnet

⁵ Tonômetro de aplanção Tono Pen®- Med Tronic

⁶ Paquímetro portátil SP-100 – Tomey- Japan.



Figura 2: Os testes oculares realizados nos olhos da Suindara (A e B) e Coruja-orelhuda (C, D e E). (A) Teste lacrimal de Schirmer I. (B) Estesiometria corneal central. (C) Mensuração do diâmetro horizontal da córnea. (D) Mensuração da PIO. (E) Paquimetria corneal.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para cada espécie de coruja foi realizada a análise de estatística descritiva, o Teste-t de Student utilizado para amostras pareadas na comparação entre olho direito e esquerdo. O teste de Tukey foi utilizado na comparação das variáveis entre as espécies. Os dados foram expressos na forma de média e desvio padrão, com nível de 5% de significância ($p < 0,05$) (20).

RESULTADOS

O peso médio dos animais foi de $165,2 \pm 15,9$ g para Coruja-buraqueira, Suindara $408,6 \pm 4,55$ g e $502,8 \pm 47,0$ g para Coruja-orelhuda.

Na tabela 2 estão apresentadas as variáveis descritivas dos testes oftálmicos para as diferentes espécies estudadas.

Tabela 2: Teste lacrimal de Schirmer I(mm/min), estesiometria (cm), pressão intraocular (mmHg) e espessura corneal central (μm), segundo as diferentes espécies de coruja.

Exames	Coruja-buraqueira		Coruja Suindara		Coruja-orelhuda	
	Média	Min-Max	Média	Min-Max	Média	Min-Max
Teste de Schirmer I	6,75 $\pm$ 4,17	2-15	4,50 $\pm$ 4,11	1-13	4,80 $\pm$ 2,04	2-10
Estesiometria	2,10 $\pm$ 0,93	0,5-4	1,78 $\pm$ 0,53	1-2,5	2,00 $\pm$ 1,55	0,5-6
Pressão Intraocular	10,66 $\pm$ 2,46 a	6,6-13,8	13,34 $\pm$ 2,71 b	6,8-17,6	15,75 $\pm$ 3,11 c	9,2-19
Espessura da córnea	170,90 $\pm$ 15,34 a	153-191	215,75 $\pm$ 10,18 b	202-238	257,65 $\pm$ 14,98 c	233-280

* Duas médias com letras diferentes, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey, na comparação entre as espécies. Dp = Desvio Padrão: Min/Max = Mínimo e Máximo: (mmHg) = milímetros de mercúrio

Não houve diferença significativa quando comparado olho direito e esquerdo nas espécies de corujas, para todas as variáveis analisadas ($p > 0,05$).

O valor médio geral obtido para o Teste Lacrimal de Schirmer I foi de 6,75 $\pm$ 4,17mm/min para coruja-buraqueira, 4,5 $\pm$ 4,11mm/min para Suindara e 4,8 $\pm$ 2,04mm/min para coruja-orelhuda. Considerando a estesiometria foram encontrados os seguintes valores médio de 2,1 $\pm$ 0,93cm para Coruja-buraqueira, 1,78 $\pm$ 0,53cm Suindara e 2,0 $\pm$ 1,55cm Coruja-orelhuda.

Não houve diferença significativa entre as espécies considerando o teste de Schirmer I e estesiometria.

Quanto à pressão intraocular, verificou-se diferença significativa entre as espécies, em valores crescentes; a coruja-buraqueira apresentou menor pressão intraocular (10,66 $\pm$ 2,46mmHg), seguida pela Suindara (13,34 $\pm$ 2,7mmHg) e coruja-orelhuda (15,75 $\pm$ 3,11mmHg). Comportamento similar foi observado relativamente à espessura central da córnea, sendo que a coruja-buraqueira apresentou média de espessura mais fina (170,9 $\pm$ 15,34 μm), seguida pela Suindara (215,75 $\pm$ 10,18 μm) e a coruja-orelhuda (257,65 $\pm$ 14,98 μm), a qual apresentou a córnea mais espessa entre as espécies.

Na tabela 3 estão apresentados os valores médios do comprimento da fenda palpebral e diâmetros horizontal e vertical da córnea das corujas avaliadas. Observaram-se diferenças significativas, com comportamento similar nessas variáveis morfológicas, em valores crescentes: no comprimento da fenda palpebral na Suindara ($14,63 \pm 0,51\text{mm}$), coruja-buraqueira ($15,48 \pm 1,07$) e a Orelhuda ($20,29 \pm 0,60$), e nos diâmetros horizontal e vertical da córnea (Tab.3).

Tabela 3: Média e desvio padrão do comprimento da fenda palpebral (mm), diâmetro horizontal e vertical da córnea, em milímetros, segundo as espécies de coruja.

Variável	Coruja-buraqueira	Coruja Suindara	Coruja-orelhuda
Comprimento da fenda palpebral	$15,48 \pm 1,07$ b	$14,63 \pm 0,51$ a	$20,29 \pm 0,60$ c
Diâmetro Horizontal da Córnea	$12,78 \pm 0,62$ b	$12,01 \pm 0,34$ a	$16,98 \pm 0,43$ c
Diâmetro Vertical da Córnea	$12,94 \pm 0,69$ b	$12,04 \pm 0,48$ a	$17,17 \pm 0,37$ c

* Duas médias com letras diferentes, diferem entre si ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O teste lacrimal de Schirmer I, parte importante do exame oftalmológico, mensura a fração aquosa do filme lacrimal (21). Não foram observadas diferenças significativas entre as espécies estudadas, apesar da coruja-buraqueira ($6,75 \pm 4,17\text{mm/min}$), apresentar média numérica ligeiramente superior quando comparada a coruja-orelhuda ($4,5 \pm 4,11\text{mm/min}$) e Suindara ($4,8 \pm 2,04\text{mm/min}$). Tais valores diferem da média inferior a 2mm/min , descritas para a Coruja-screech-oriental (*Megascops asio*) (7). No entanto, os valores são similares ao relatados para a espécie de coruja *Asio clamator* ($5,03 \pm 5,0\text{mm/min}$) (18).

Comparando-se o teste lacrimal de Schirmer tipo I com outras espécies de aves, nota-se valor mais elevado da produção lacrimal como nos: Avestruz (*Struthio camelus*)

(16.3 ± 2.5 mm/min), Abutre-negro (*Aegypius monachus*) (11,4 mm/min); Pinguim-de-testa-amarela (*Eudyptes chrysolophus*) (12,1 mm/min); Águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*) (14 mm/min) (12); (14); (16); (17).

Esta diferença de valores entre as diferentes espécies de aves pode estar relacionada com a adaptação ao meio natural no qual cada ave vive, sendo que aves adaptadas ao ambiente noturno, devido à alta taxa de umidade neste período, muitas vezes não se faz necessária uma alta produção lacrimal; diante disso a maior produção encontrada na coruja-buraqueira, deve-se ao fato de que esta espécie apresenta mais hábitos diurnos quando comparado às outras espécies estudadas (13); (18).

Outro fator importante para a pequena produção lacrimal em corujas relaciona-se ao sistema glandular, pois a glândula lacrimal está ausente e a glândula de Harder, principal fonte da produção lacrimal, com a adaptação à vida noturna destas espécies apresenta-se pouco desenvolvida (22); (13).

A sensibilidade corneal é essencial para a manutenção dos processos fisiológicos normais da córnea, mantendo o epitélio íntegro, estimulando a produção da glândula lacrimal e auxiliando no reflexo do piscar (21). Nos valores encontrados para a coruja-buraqueira ($2,10 \pm 0,93$ cm), Suindara ($1,78 \pm 0,53$ cm) e Coruja-orelhuda ($2,0 \pm 1,55$ cm), observou-se menor sensibilidade corneal média quando comparado a outras espécies como o gato (2.8 cm), cavalo (5.01 cm) e até mesmo em seres humanos (5.3 cm). Este padrão de menor sensibilidade, observada nas espécies estudadas, deve ter sido desenvolvida para permitir que a visão não seja obstruída por lacrimajamento excessivo durante o vôo (18).

Rodarte-Almeida et al. (2013) (18), em estudo com a espécie de coruja *Asio clamator* encontraram valor de $0,81 \pm 0,59$ cm, inferior ao observado no presente estudo. Lacerda et al. (2014) (19) estudaram a estesiometria em três espécies de corujas, *Athene*

noctua ($3,5\pm2,1\text{cm}$), *Otus scops* ($5,5\pm0,9\text{cm}$), *Strix aluco* ($5,7\pm0,8\text{cm}$), as quais apresentaram valores mais elevados quando comparados à coruja-buraqueira, Suindara e coruja-orelhuda. Salienta-se, porém, que neste estudo foram combinados adultos e filhotes e os jovens são mais sensíveis que animais adultos (18).

A pressão intraocular é relatada em diferentes espécies de corujas os valores variam entre as espécies. No estudo o valor encontrado para coruja-buraqueira foi de $10,66\pm2,46\text{mmHg}$, Suindara de $13,34\pm2,71\text{mmHg}$ e Orelhuda de $15,75\pm3,11\text{mmHg}$. Em estudo com a Coruja Mocho Galego (*Athene noctua*) encontrou-se valor de PIO de $9.83\pm3.41\text{mmHg}$, portanto inferior as espécies estudadas (13), a Coruja Screech Oriental (*Megascops asio*) ($11\pm1,9\text{mmHg}$), apresentou valor de PIO similar à coruja-buraqueira (7); já a coruja Bufo real (*Bubo bubo*), umas das maiores corujas estudadas, observou-se um valor de $9,35\pm1,81\text{mmHg}$, sendo inferior a todas as espécies avaliadas neste estudo (11). Na coruja-orelhuda, Rodarte-Almeida et al. (2013) (18) descreveram valor de PIO de $13,81\pm5,63\text{mmHg}$, semelhante ao encontrado no presente estudo.

Ainda entre os rapinantes, observa-se valores de PIO mais elevados entre os falconídeos, como na Águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*) ($21,5\pm1,7\text{mmHg}$) (17), Águia cobreira (*Circaetus gallicus*) ($20 \pm5,92\text{mmHg}$) e Águia-de-bonelli (*Aquila fasciata*) ($19,61\pm 2.43\text{mmg}$) (10). Estas diferenças entre a PIO entre as várias espécies de aves podem ocorrer provavelmente devido ao ciclo circadiano de cada espécie, taxa de formação do humor aquoso e diferenças na forma do bulbo ocular, demonstrando assim, a importância de estudos que determinem os valores normais nos testes diagnósticos para cada espécie (23).

A paquimetria ultrassônica é um método preciso e confiável para mensurar a espessura corneal *in vivo*; é útil para avaliar o estado fisiológico normal da córnea (24). Os valores obtidos no atual estudo foram $170,90\pm15,34\mu\text{m}$ para coruja-buraqueira,

215,75±10,18µm para Suindara e 257,65±14,98µm para coruja-orelhuda, valores estes superiores ao encontrado na coruja Mocho-galego (*Athene noctua*), cuja espessura média foi de 141,21±18,03µm, enquanto para a coruja Bufo-real (*Bubo bubo*) (240,0±8,42µm) a espessura foi superior a coruja-buraqueira e Suindara, porém inferior à coruja-orelhuda (10). Na espécie de coruja *Asio clamator* a espessura média relatada, segundo Rodarte-Almeida et al. (2013) (18), foi de 290,0±30,0µm, semelhante ao encontrado para a referida espécie no presente estudo.

Comparando a espessura corneal das corujas com diferentes mamíferos, como no Ferret (*Mustela putorius furo*) (337±20,0 µm) (25), Chinchila (*Chinchilla lanigera*) (340±30,0µm) (26) e Macaco prego (*Cebus sp.*) (460µm) (27), observa-se uma espessura mais delgada em relação a estes animais, corroborando com Montiani-Ferreira (2001) (28), o qual referiu que a espessura central da córnea, de forma geral, é mais fina em aves.

Em relação às medidas oculares morfométricas da fenda palpebral e diâmetros horizontal e vertical da córnea, observou-se diferença significativa entre as espécies estudadas; a Suindara apresentou os menores valores, apesar de seu porte e tamanho ser semelhante aos da coruja-orelhuda; esta apresentou a maior média entre as medidas analisadas. A coruja-buraqueira com média intermediária de valores é a espécie de menor porte. Este fato deve-se ao fato do bulbo ocular da Suindara ser relativamente pequeno, provavelmente, pelo formato mais estreito do crânio desta espécie quando comparado às demais espécies de corujas (29).

Em estudo com a Coruja-screech-oriental (*Megascops asio*) verificou-se média de 15,25±0,5mm para o diâmetro horizontal e 14,5±0,5mm para o diâmetro vertical da córnea, valores superiores ao encontrado para coruja-buraqueira (12,78±0,62mm; 12,94±0,69) e Suindara (12,01±0,34mm; 12,04±0,48mm) (7). Em outro estudo com a

coruja-orelhuda um valor de $15,76 \pm 2,74\text{mm}$ e $21,25 \pm 1,18\text{mm}$ é referido para os diâmetros horizontal da córnea e comprimento da fenda palpebral respectivamente, valores similares a esta espécie na presente pesquisa (18).

CONCLUSÃO

Não há diferença entre as corujas Buraqueira, Orelhuda e Suindara quanto à lateralidade dos olhos.

Os testes de Schirmer I e estesiometria são similares entre as espécies estudadas, entretanto a pressão intraocular e espessura corneal apresentam valores crescentes significativos nas corujas Buraqueira, Suindara e Orelhuda.

Os valores morfométricos do comprimento da fenda palpebral e diâmetros horizontal e vertical tem valores crescentes significativos nas corujas Suindara, Buraqueira e Orelhuda, apesar da primeira apresentar maior porte corporal em relação à Buraqueira.

REFERÊNCIAS

1. SICK, H. *Ornitologia brasileira*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro 2001.
2. DEVELEY, P. F, ENDRIGO, E. *Guia de campo: aves da grande São Paulo*. São Paulo: Aves e Fotos .São Paulo, 2004.
3. SQUARZONI R, PERLMANN E, ANTUNES A et al. Ultrasonographic aspects and biometry of Striped owl's eyes (*Rhinoptynx clamator*). *Veterinary Ophthalmology*, 2010;13: 86-90
4. RODA, S A. Dieta de *Tyto alba* na Estação Ecológica do Tapacurá, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 2006. 14 :4: 449-452.
5. BROOKS, D.E. Avian cataracts. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 1997; 6: 3: 131-137.
6. COUSQUER, G. Ophthalmological findings in free-living tawny owls (*Strix aluco*) examined at a wildlife veterinary hospital. *Veterinary Record*, 2005.; 156: 23: 734-739
7. HARRIS M C., SCHORLING J J., HERRING I P et al. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). *Veterinary Ophthalmology*, 2008; 11:3:186-192.
8. LABELLE, A L, WHITTINGTON, J K, BREAUX, C.B et al. Clinical utility of a complete diagnostic protocol for the ocular evaluation of free-living raptors. *Veterinary Ophthalmology*, 2012; 15:1: 5-17.
9. LANGE, R. R. *Anatomia, morfologia e fisiologia ocular de algumas espécies de interesse na medicina de animais selvagens e de laboratório com ênfase em primatas neotropicais*. 2012. p.84. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) UFPR.
10. BAYÓN A, VECINO E, ALBERT A et al. Evaluation of intraocular pressure obtained by two tonometers and their correlations with corneal thickness obtained by pachymetry in raptors. *Veterinary Ophthalmology*. 2006; 9: 6: 426-434.
11. JEONG M.B, KIM YJ, YI N.Y. et al. Comparison of the rebound tonometer (TonoVet) with the applanation tonometer (TonoPen XL) in normal Eurasian eagle owls (*Bubo bubo*). *Veterinary Ophthalmology*. 2007; 10: 6: 376-379.
12. GUAFFARI, M S, SABZEVARI, A, VAHEDI, H et al. Determination of reference values for intraocular pressure and Schirmer tear test in clinically normal ostriches (*Struthiocamelus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 2012; 43: 2: 229-232.
13. BARSOTTI, G, BRIGANTI, A, SPRATTE, J R et al. Schirmer tear test type I readings and intraocular pressure values assessed by applanation tonometry (Tonopen® XL) in normal eyes of four European species of birds of prey. *Veterinary Ophthalmology*. 2013; 16: 5: 365-369.
14. BLISS, K.D, AQUINO, S, WOODHOUSE, S. Ocular findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests in the macaroni penguin (*Eudyptes chrysolophus*) and southern rockhopper penguin (*Eudyptes chrysocome*). *Veterinary Ophthalmology* 2013: 1-8.

15. KERN, T.J.; COLITZ, C. M. H. Exotic Animal Ophthalmology. In: *Veterinary Ophthalmology*. 5ª edição (ed. Gelatt, k.n.). Iowa: Wiley- Blackwell, 2013: 1750-1819.
16. KOMNENOU, A T, THOMAS, A L N, DANIKA, S E et al. Estimation of normal tear production in free-living Eurasian black vultures (*aegyptus monachus*) and griffon vultures (*gyps fulvus*) in Dadia National Park, Greece. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2013; 44: 2: 315-323.
17. KUHN, S E, HENDRIX, D V H, JONES, M P, et al. Biometry, keratometry, and calculation of intraocular lens power for the bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). *Veterinary Ophthalmology*, 2013: 1-7.
18. RODARTE-ALMEIDA, A C V, MACHADO, M, BALDOTTO, S B, et al. O olho da coruja-orelhuda: observações morfológicas, biométricas e valores de referência para testes de diagnóstico oftálmico. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2013; 33:10: 1275-1289.
19. LACERDA, R P, OBÓN, E, PENA, M T, et al. A comparative study of corneal sensitivity in birds of prey. *Veterinary Ophthalmology*. 2014; 17: 3: 190–194
20. ZAR, J.H. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 2009.
21. OLLIVIER, F.J.; PLUMMER, C. E.; BARRIE, K.P. The Eye Examination and Diagnostic Procedures. In: *Veterinary Ophthalmology*. 4ª edição (ed. Gelatt, k.n.). Iowa:Blackwell Publishing, 2007; 438-483.
22. JONES, M P, PIERCE, K E, WARD, D. Avian vision: a review of form and function with special consideration to birds of prey. *Journal of Exotic Pet Medicine*. 2007; 16: 2: 69-87.
23. PEREIRA F Q, BERCHT B S, SOARES M G, et al. Comparison of a rebound and an applanation tonometer for measuring intraocular pressure in normal rabbits. *Veterinary Ophthalmology*. 2011: 14: 5: 321-326.
24. GILGER B C, WHITLEY R D, MCLAUGHLIN S A et al. Canine corneal thickness measured by ultrasonic pachymetry. *American Journal of Veterinary Research*. 1991; 1570–1572.
25. MONTIANI-FERREIRA F.; MATTOS B.C.; RUSS H.H. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests of the ferret (*Mustela putorius furo*). *Veterinary Ophthalmology*. 2006; 9:4: 209-213.
26. LIMA L, MONTIANI-FERREIRA F, TRAMONTIN M, et al. The chinchila eye: Morphologic observations, echobiometric findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests. *Veterinary Ophthalmology*. 2010; 13: 14-25.
27. MONTIANI-FERREIRA F, SHAW G, MATTOS B C et al. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests of the capuchin monkey (*Cebus apella*). *Veterinary Ophthalmology*. 2008b; 11:3: 197-201.
28. MONTIANI-FERREIRA F. Ophthalmology. In: *Biology Medicine, and Surgery of South American Wild Animals* (ed. Fowler M.E. & Cubas Z.S.) Iowa State University Press, Ames. 2001; 437-456.
29. HARMENING, W M, WAGNER, H. From optics to attention: visual perception in barn owls. *Journal of Comparative Physiology*. 2011; 197: 1031–1042.

CAPÍTULO 3

BIOMETRIA, CERATOMETRIA E PODER DIÓPTRICO DA LENTE EM CORUJAS

Trabalho a ser enviado para a revista “Veterinary Ophthalmology”

Biometria, ceratometria e cálculo do poder dióptrico da lente em Corujas

Resumo

Objetivo: este trabalho teve por objetivo determinar a biometria ocular, ceratometria e calcular o poder dióptrico da lente intraocular, com auxílio das fórmulas, Holladay I e II, Hoffer Q, SRK T e Haigis.

Animais: foram utilizados dez aves de cada uma das seguintes espécies: Coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), Coruja-orelhuda (*Asio clamator*) e Suindara (*Tyto furcata*). As aves foram contidas manualmente para a realização dos exames de ceratometria, biometria modo A e, para o cálculo da lente intraocular (LIO), foi utilizado o software Holladay IOL Consultant e o EyeCalculator 6.0.

Resultados: a dioptria da LIO para todas as fórmulas avaliadas foi maior para a Suindara, seguido da Buraqueira e Orelhuda, considerando-se a vantagem da fórmula Holladay II, de individualizar melhor o bulbo ocular para o cálculo da LIO.

Conclusão: pressupõe-se que uma dioptria ao redor de 32 pode ser suficiente para conseguir a emetropia na Buraqueira, 41 dioptrias para a Suindara e em torno de 24 dioptrias para Orelhuda.

Palavras-chave: lente intraocular; dioptria; *Athene cunicularia*; *Asio Clamator*; *Tyto furcata*

INTRODUÇÃO

As corujas dependem de visão binocular aguçada para desempenhar as atividades de voo e caça e qualquer déficit visual compromete a sobrevivência na natureza (1). A catarata é uma afecção ocular que promove perda de visão nas aves; e cuja resolução é exclusivamente cirúrgica (facectomia). No entanto, com a remoção da lente opacificada, o bulbo do olho perde parte da capacidade refrativa da luz, a imagem passa a ser projetada atrás da retina, perdendo assim a emetropia; do ponto de vista óptico, o olho afático torna-se hipermetrope (2); (3).

A perda de focalização para as corujas prejudica sobremaneira a execução de suas atividades normais, sendo essencial a busca por uma visão emetrope. A facoemulsificação com implante de lente intraocular (LIO) é a técnica de escolha para o tratamento da catarata. Trata-se de uma técnica amplamente empregada em humanos e descrita com sucesso em cães e cavalos (4); (5); (6). No entanto, para conseguir a emetropia ideal, é necessário conhecer o poder dióptrico da lente para cada espécie. Pesquisas com cães, gatos, cavalos, coelhos e macacos já descreveram a dioptria lenticular ideal para estas espécies (7); (8); (9); (10); (11).

O cálculo da lente intraocular depende principalmente do conhecimento do comprimento axial do bulbo e da ceratometria corneal, sendo as mesmas aplicadas em diversas fórmulas humanas para o cálculo; a escolha da fórmula ideal varia principalmente com o comprimento axial de cada paciente (12); (13).

A ecobiometria A é o método de eleição para determinar as medidas oculares como: comprimento axial do bulbo, câmara anterior, espessura da lente e a câmara vítrea, enquanto o poder de refração corneal é mensurado utilizando-se o ceratômetro (14); (15).

O estudo do poder dióptrico da lente intraocular em aves foi descrito somente na águia americana (16). Em corujas, existe um relato da implantação da LIO na espécie *Bubo virginianus*, sendo que o animal foi reconduzido de volta à vida selvagem (1).

Entre as espécies americanas presentes em território brasileiro, destacam-se na família Estrigidae, a *Athene cunicularia* (coruja-buraqueira) de hábitos diurnos, a *Asio clamator* (Coruja-orelhuda) hábitos noturnos, ambas com atividades caçadoras no crepúsculo (17), e na família Titonidae a Suindara (*Tyto furcata*), com hábito noturno (18). Devido a essa diversidade, é importante determinar o poder da LIO para cada espécie, na busca de uma melhor qualidade visual (emetropia). As considerações acima apresentadas estimularam o desenvolvimento deste estudo, o qual teve por objetivo descrever valores de normalidade referentes à biometria ocular, ceratometria e calcular o poder dióptrico da lente intraocular com auxílio das fórmulas, Holladay I e II, Hoffer Q, SRK T e Haigis nas seguintes espécies de corujas: Buraqueira, Orelhuda e Suindara. Adicionalmente, o objetivo foi realizar a comparação dos olhos de cada espécie, segundo a lateralidade e bem como a comparação entre as espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Foram avaliadas 30 corujas (60 olhos) adultas, sendo 10 corujas Buraqueiras (*Athene cunicularia*), 10 corujas Orelhudas (*Asio clamator*) e 10 Suindaras (*Tyto furcata*), machos e fêmeas, sadias ao exame físico, provenientes do Parque Zoológico Quinzinho de Barros, Sorocaba/SP e do Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres (CEMPAS) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu-SP.

Os procedimentos experimentais desenvolvidos seguiram as normas da Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO) e foram submetidos à Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Campus de Botucatu (Processo nº 05/2014, SISBIO: 5964058).

Como critério de inclusão, admitiram-se apenas corujas saudáveis após exame oftalmológico e físico. Todas as aves foram contidas manualmente, utilizando-se luvas de couro, de modo a causar o mínimo desconforto possível para as aves. A seguir, as aves foram submetidas aos exames abaixo descritos.

Ceratometria

As corujas foram mantidas em posição vertical e, para a realização da ceratometria, utilizou-se o autoceratômetro⁷. Realizaram-se três aferições consecutivas em cada olho, obtendo-se a curvatura central da córnea em dois meridianos, K1 (horizontal, maior meridiano) e K2 (vertical, menor meridiano), bem como a curvatura média (Fig. 3A). A média destas medidas foi considerada como a ceratometria final.

Biometria ocular (Ultrassom modo-A)

Para realização da biometria ocular, os animais foram mantidos em decúbito dorsal, considerando que o feixe de ultrassom deve estar alinhado com o eixo visual do paciente e o transdutor alinhado perpendicularmente ao centro da córnea (Fig. 3B).

A técnica de aplanção/contato foi empregada, com prévia aplicação de colírio anestésico à base de proximetacaína⁸. Utilizou-se o biometro ultrassônico⁹ em modo automático, com transdutor de 10 MHz, com velocidade de 1641m/s para a lente e 1532m/s para humor aquoso e vítreo.

⁷ Ceratômetro KM 500 Nidek

⁸ Anestalcon – Cloridrato de proximetacaína 0,5%- Alcon.

⁹ Tomey AL100

Foram realizadas, automaticamente pelo aparelho, três medidas consecutivas do comprimento axial do bulbo ocular, distância entre a córnea e a cápsula anterior do cristalino (câmara anterior), comprimento axial da lente e distância entre a cápsula posterior da lente e a retina (câmara vítrea). O resultado final considerado foi a média para cada medida.



Figura 3: Ceratometria (A) e Biometria ocular (Ultrassom modo-A) (B) em Coruja-orelhuda (*Asio Clamator*).

Cálculo do poder da lente intraocular

O cálculo da dioptria da lente intraocular foi realizado, utilizando-se o software Holladay IOL Consultant, para as fórmulas Hoffer Q, SRK T, Holladay I e Holladay II; para a fórmula Haigis foi empregado o software EyeCalculator 6.0.

De acordo com o olho e espécie de coruja, foram fornecidas ao software as variáveis: comprimento axial, profundidade de câmara anterior, espessura do lente, ceratometria (meridianos K1 e K2), medida branco-a-branco horizontal (diâmetro corneal). Estabeleceu-se a técnica de implantação da lente no saco capsular, a refração alvo plana, a refração pré-operatória plana e as constantes *Standard IOL Constants*: PACD (Hoffer Q), SF (Holladay), a0, a1 e a2 (Haigis) e constante A de 118 (SRK/T).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis foram apresentadas sob a forma de análise descritiva. O Teste-t de Student para amostras pareadas foi utilizado na comparação entre olho direito e

esquerdo e o teste de Tukey para comparação das diferentes variáveis entre as espécies. A técnica da análise de variância para o modelo de medidas repetidas, complementado com o procedimento de comparações múltiplas de Bonferroni, foi aplicado na comparação das fórmulas para o cálculo do poder dióptrico da lente entre si, dentro de uma mesma espécie de coruja. Os dados foram expressos na forma de média e desvio padrão, com nível de 5% de significância ($p < 0,05$) (19).

RESULTADOS

O peso médio dos animais foi de $165,2 \pm 15,9$ g para coruja-buraqueira, para Suindara $408,6 \pm 4,55$ g e $502,8 \pm 47,0$ g para coruja-orelhuda.

Não houve diferença significativa quando comparados olho direito e esquerdo, para todas as medidas estudadas ($p > 0,05$). A biometria ocular das corujas estão demonstradas na Tabela 4.

Tabela 4: Média e desvio padrão das mensurações biométricas ultrassonográficas modo A, nas diferentes espécies de coruja.

Variável	Coruja-buraqueira	Coruja Suindara	Coruja-orelhuda
Comprimento Axial (mm)	$18,94 \pm 0,52$ b	$16,19 \pm 0,31$ a	$24,57 \pm 0,52$ c
Câmara anterior (mm)	$3,74 \pm 0,21$ b	$2,93 \pm 0,22$ a	$5,31 \pm 0,35$ c
Espessura da lente (mm)	$5,97 \pm 0,16$ a	$5,86 \pm 0,21$ a	$7,45 \pm 0,19$ b
Câmara vítrea (mm)	$9,24 \pm 0,40$ b	$7,40 \pm 0,33$ a	$11,82 \pm 0,34$ c

* Duas médias com letras diferentes, diferem entre si ($p < 0,05$)

Analisando as medidas biométricas, no que se refere ao comprimento axial, observou-se diferença significativa entre as diferentes espécies, em ordem decrescente, a coruja-orelhuda apresentou o maior comprimento axial ($24,57 \pm 0,52$ mm), seguida

pela coruja-buraqueira ($18,94 \pm 0,52\text{mm}$) e a Suindara ($16,19 \pm 0,31\text{mm}$). A profundidade da câmara anterior e vítrea apresentaram o mesmo padrão com diferenças significativas entre as espécies (Tab. 4) .

No entanto, considerando a espessura da lente, as corujas Buraqueira ($5,97 \pm 0,16\text{mm}$) e Suindara ($5,86 \pm 0,21\text{mm}$) não diferiram entre si e ambas apresentaram valores inferiores significativos em comparação com a Orelhuda ($7,45 \pm 0,19\text{mm}$).

Ceratometria

Na tabela 5, estão descritas a média e desvio padrão da curvatura corneal horizontal e vertical entre as espécies estudadas. Observou-se que a Suindara apresentou maior poder refrativo da córnea, seguida pela coruja-buraqueira com valores intermediários e Orelhuda ($p < 0,05$).

Tabela 5: Média e desvio padrão da ceratometria (meridianos K1, K2 e médio) nas diferentes espécies de Coruja.

Variável (D)	Coruja-buraqueira	Coruja Suindara	Coruja-orelhuda
K1	$49,25 \pm 1,09$ b	$54,35 \pm 0,52$ c	$37,89 \pm 0,42$ a
K2	$49,84 \pm 1,17$ b	$55,15 \pm 0,49$ c	$38,31 \pm 0,42$ a
K	$49,51 \pm 1,14$ b	$54,73 \pm 0,47$ c	$38,05 \pm 0,39$ a

* Duas médias com letras diferentes, diferem entre si ($p < 0,05$).

Poder dióptrico da lente intraocular

Na tabela 6, está apresentado o poder dióptrico da lente intraocular, calculado pelas fórmulas: Holladay II, Holladay I, Hoffer Q, SRK T e Haigis, para as três espécies de coruja estudadas.

Tabela 6: Média e desvio padrão do poder dióptrico da lente considerando as diferentes fórmulas avaliadas e espécies de coruja.

Coruja	Fórmulas					Valor p
	Holladay II	Holladay I	Hoffer Q	SRK - T	Haigis	
Buraqueira	32,29±1,70 B _b	30,72±1,58 A _b	32,58±2,21 C _b	30,90±1,64 A _b	35,01±1,80 D _b	p<0,01
Suindara	41,33±2,20 B _c	39,58±2,32 A _c	50,11±3,36 D _c	41,29±2,06 B _c	45,97±2,50 C _c	p<0,01
Orelhuda	23,76±1,18 C _a	23,17±1,11 B _a	23,77±1,12 C _a	22,50±1,13 A _a	26,65±1,15 D _a	p<0,01
	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	

* Duas médias com letras maiúsculas diferentes, diferem entre si ($p<0,05$), quando comparadas as fórmulas dentro da mesma espécie. ** Duas médias com letras minúsculas diferentes, diferem entre si ($p<0,05$), quando comparadas as fórmulas entre as espécies.

De acordo com os dados para coruja-buraqueira, observa-se em ordem decrescente que a fórmula Haigis determinou valores significativos maiores de diopia, seguido pelas fórmulas Hoffer Q e Holladay II. As fórmulas Holladay I e SRK T apresentaram as menores dioptrias e não diferiram entre si.

A fórmula Hoffer Q estimou valores dióptricos significativamente mais elevados para a Suindara, seguido pela Haigis. As fórmulas Holladay II e SRK T não apresentaram diferença significativa entre elas e apresentaram valores menores que as supracitadas, sendo significativamente maiores que a Holladay I.

O valor dióptrico da lente da coruja-orelhuda comportou-se da seguinte maneira, em ordem crescente, a fórmula SRK T calculou as menores dioptrias, seguido pela Holladay I, Hoffer Q, Holladay II e Haigis. As fórmulas Hoffer Q e Holladay II não apresentaram diferença significativa entre elas.

A diferença significativa entre as espécies de coruja considerando-se o poder dióptrico da lente foi observada em todas as fórmulas estudadas (tabela 3), observando-

se que a Suindara apresentou os valores mais altos do poder dióptrico da lente, seguido pelas corujas Buraqueira e Orelhuda.

DISCUSSÃO

Determinar os valores biométricos do bulbo ocular é uma etapa fundamental para o cálculo do poder dióptrico da lente, pois independente da fórmula utilizada é necessário conhecer, no mínimo, o comprimento axial do bulbo ocular (e também a profundidade da câmara anterior) e a ceratometria corneal (12); (13).

A biometria ultrassônica modo-A é um método bem estabelecido e preciso de mensuração das distâncias oculares, especialmente na determinação do comprimento axial e dos segmentos oculares para o cálculo do poder da lente intraocular (14). A técnica de ultrassonografia modo-A empregada foi a de aplanção, por ser de simples execução, quando comparada à técnica de imersão (15).

Existem estudos da biometria ocular em corujas apenas para definir os padrões biométricos para cada espécie (20); (21), sendo que o cálculo do poder dióptrico da lente em aves é descrito apenas na águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*) e há um relato único em coruja na espécie *Bubo virginianus* (1); (16).

A diversidade de espécies na ordem Strigiformes torna necessário o estudo individualizado das medidas oculares, pois como foi comprovado neste estudos, as variáveis da biometria ocular encontradas para coruja-buraqueira, Orelhuda e Suindara apresentaram diferença significativa entre as espécies, com exceção apenas da espessura da lente que foi semelhante entre a coruja-buraqueira e Suindara (Tab.4)

As maiores medidas encontradas foram da coruja-orelhuda, sendo comprimento axial 24.57mm, espessura da lente 7.45mm, câmara anterior 2.93mm e câmara vítrea 11.82mm, dados semelhantes ao descritos por Squarzoni et al. (2010) (21), em um

estudo com ultrassonografia ocular modo B, realizado na mesma espécie, sendo estes 24mm, 7.91mm, 4.41mm, 11.38mm, respectivamente.

Valores similares também foram encontrados na espécie *Strix aluco*, com estatura semelhante a Orelhuda, sendo relatados comprimento axial 24.7mm, espessura da lente 8.6mm, câmara vítrea 12.5mm, e com diferença apenas na câmara anterior (3.1mm), onde apresentou-se maior quando comparado à coruja-orelhuda, estudo este também realizado com ultrassonografia modo B (20). Lisney et al. (2012) (22), em um estudo da biometria ocular em corujas, avaliaram olhos enucleados e descreveram na espécie *Bubo virginianus*, a qual apresenta porte superior, (35.5mm) valor superior do comprimento axial em relação à coruja-orelhuda.

As menores medidas encontradas foram da Suindara, comprimento axial 16.19mm, espessura da lente 5.86mm, câmara anterior 2.93mm e câmara vítrea 7.40mm, valores estes similares aos reportados por Gumpenberrger e Kolm (2006) (20), em um estudo com ultrassonografia ocular modo B, na mesma espécie, ou seja, comprimento axial 15.9mm, espessura da lente 6.3mm, câmara anterior 2.7mm e câmara vítrea 6.5mm. Em outro estudo com olhos de corujas enucleados, foi encontrado valor de comprimento axial para Suindara de 18.5mm, portanto superior ao verificado por Lisney et al (2012) (22).

Com relação a coruja-buraqueira, não há relatos referentes à biometria ocular, nesta espécie verificou-se os valores intermediários quando comparados às corujas Orelhuda e Suindara, sendo o comprimento axial de 18.94mm, espessura da lente 5.86mm, câmara anterior 3.74mm e câmara vítrea 9.24mm. Comparando-se estes valores com a espécie *Megascops asio*, coruja de peso médio semelhante à coruja-buraqueira, porém com hábitos noturnos, foram descritos 20.33mm de comprimento axial, portanto superior ao encontrado neste estudo (23); enquanto que, na espécie *Asio otus*,

encontraram-se valores inferiores aos da coruja-buraqueira, expressando como comprimento axial 17.3mm, câmara anterior 2.4mm, câmara vítrea 7.4mm, porém a espessura da lente (6.8mm) foi superior à da coruja-buraqueira (20). Há que se considerar que realmente a variabilidade dos dados biométricos oculares são significativos nas corujas.

A ceratometria compreende a medida da curvatura corneal anterior, e é também um fator importante no cálculo do poder dióptrico da LIO (13). De acordo com os valores observados, a coruja-orelhuda apresentou à córnea mais plana 38.05D, a Suindara exibiu uma maior curvatura corneal 54.73D e a coruja-buraqueira teve valor intermediário de ceratometria (49.51D), com diferença significativa entre as espécies.

Os valores de ceratometria descritos em aves compreendem um estudo com a águia americana (*Haliaeetus leucocephalus*), no qual foi relatado um valor médio de 40 D, próximo ao observado no presente estudo para coruja-orelhuda, e inferior às outras duas espécies deste estudo (16). Entre as corujas há relato de ceratometria na espécie *Bubo virginianus*, com valor de 11.608mm, superior ao encontrado neste trabalho (1).

As fórmulas Hoffer Q, SRK T, Holladay I e II e Haigis, foram escolhidas para este estudo por serem amplamente empregadas na medicina humana, pois elas cobrem uma ampla gama de diferentes tamanhos oculares (12); (13); (15), sendo então indicada para estudo com grande diversidade de comprimentos axiais, como o observado nas corujas.

As fórmulas de terceira geração, como Hoffer Q, SRK-t e Holladay I apresentam, como diferença básica para o Holladay II e Haigis, a previsão da posição efetiva da lente, enquanto a Holladay II utiliza vários dados biométricos como: diâmetro corneal limbo-a-limbo, comprimento de câmara anterior e comprimento de lente, tornando assim o olho mais individualizado, reduzindo a chance de um possível erro refracional pós operatório (24).

Na medicina humana, os olhos são classificados de acordo com o comprimento axial em olhos extremamente curtos (<18 mm), curtos (<22 mm), médios (22mm-24,5mm) e olhos longos ($> 24,5$ mm), sendo que este último pode ser subdividido em moderadamente longos (24,5mm-26mm) e muito longos (>26 mm) (25). Considerando esta classificação, a coruja-buraqueira seria classificada no grupo dos olhos curtos, a Suindara nos olhos extremamente curtos e a Coruja-orelhuda estaria no padrão de olhos médios.

Analizando as fórmulas estudadas, na medicina humana a fórmula Hoffer Q apresenta melhor resultado para olhos curtos, a Holladay II segue esta mesma tendência, incluindo também olhos extremamente curtos e longos, a SRK-T expressa um menor erro refracional para olhos longos (extremamente longos); para olhos de tamanho médio todas as fórmulas são bem funcionais (12); (13); (15); (26).

A coruja Suindara apresentou os valores médios mais elevados do poder dióptrico da LIO para todas as fórmulas estudadas, seguido da coruja-buraqueira e ficando a coruja-orelhuda com a lente menos potente. Analisando estes dados observa-se uma relação entre o comprimento axial, ceratometria e o poder dióptrico da LIO, pois a Suindara exibiu o menor comprimento axial, seguido da buraqueira e a Coruja-orelhuda com maior bulbo ocular, evidenciando assim uma relação inversamente proporcional. Fato este já descrito na medicina humana, no que se refere a comprimento axial, pois estudos em crianças mostram que, devido ao pequeno tamanho ocular, a córnea e a lente apresentam maior poder de refração, similar ao encontrado na Suindara que apresentou o menor comprimento axial, maior curvatura corneal e LIO mais potente (15).

Portanto, comparando o comprimento axial com as indicações de cada fórmula, para coruja-buraqueira as fórmulas Hoffer Q e Holladay II seriam as mais indicadas para conseguir emetropia ideal; de acordo com os valores encontrados, a fórmula Haigis

apresentou o maior valor significativo do poder dióptrico da lente, seguido da Hoffer Q e Holladay II, sendo que estas diferiram significativamente entre si, ficando as fórmulas Holladay I e SRK-T com as menores dioptrias.

Contudo, apesar das fórmulas Hoffer Q e Holladay II serem as indicadas para olhos curtos, há diferença significativa si; no entanto, a Holladay II apresenta como vantagem a individualização do olho, pois requer dados biométricos adicionais. Outro fato relevante para escolha da fórmula Holladay II, é a exigência da medida real da profundidade da câmara anterior e o fato de que ela não prevê o poder da LIO exclusivamente pelo comprimento axial e ceratometria como nas fórmulas de terceira geração (24). No entanto, Hoffer (2000) (25), analisou a eficiência das duas fórmulas em questão para olhos curtos e concluiu que, para olhos extremamente curtos, a Holladay II é superior, porém em olhos curto a fórmula Hoffer Q apresenta menor erro refracional, com a vantagem que para seu cálculo ela utiliza menos variáveis do que a Holladay II.

Com comprimento axial médio de $16,19 \pm 0,31$, a Suindara encaixa-se na categoria de olho extremamente curto, tendo como indicação o uso da fórmula Holladay II. A fórmula Hoffer Q sempre projeta LIOs mais potentes em olhos extremamente curtos, sendo encontrada esta tendência para a espécie em questão (13); (10). A fórmula Holladay II apresentou dioptria menor que a Haigis e significativamente igual a SRK T, sendo que Holladay I ficou com as menores dioptrias.

Comparando os olhos da Suindara com um estudo com olhos pediátricos, utilizando as fórmulas Holladay I e II, Hoffer Q e SRK T, conclui-se que a fórmula Holladay II apresentou o menor erro refracional pós operatório; extrapolando para a Suindara a fórmula supracitada seria a mais indicada para correção da hipermetropia, devido ao fato da Holladay II, utilizar um número maior de dados, individualizando

assim melhor o olho e garantindo que qualquer erro de proporcionalidade dos segmentos seja anulado (27).

A coruja-orelhuda apresentou um comprimento axial classificado como médio quando comparado aos olhos humanos, com tendência para os olhos longos, apresentando assim indicação para uso de qualquer fórmula para calcular a diopia; apesar disto as fórmulas se comportaram de maneira distinta, sendo que a SRK T permitiu calcular as menores dioptrias, seguido da Holladay I e Hoffer Q (igualmente significantes), Holladay II e Haigis.

Diante disto, para coruja-orelhuda, com seu comprimento axial aproximando dos olhos classificados como longos, a fórmula SRK T seria a mais indicada para o cálculo da LIO. De acordo com Navarez et al (2006) (28), a Fórmula SRK T demonstrou menor erro refracional em olhos longos e extremamente longos, corroborando com Hoffer Q (2000) (25), que encontraram o mesmo padrão para fórmula em questão.

Partindo-se, como ponto inicial uma diopia ao redor de 32 pode ser sugerida para a espécie buraqueira, considerando-se as fórmula Holladay II e Hoffer Q. Para a Suindara ao redor de 41 dioptrias e para a Orelhuda 24 dioptrias, estas últimas baseando-se na Holladay II. Destaca-se que somente com o implante da LIO e refração pós cirúrgica tais dioptrias podem ser confirmadas, sendo um trabalho futuro a ser estimulado.

Analisando de maneira geral, devido à grande diversidade de comprimento axial apresentado pelas espécies estudadas, a fórmula Holladay II pode tornar-se referência para o cálculo da LIO, pois devido suas vantagens de individualização ocular, e medida real da profundidade da câmara anterior, pode torna-la mais precisa em relação às demais fórmulas para conseguir uma emetropia ideal, em olhos com padrão diferente do olho humano para o qual estas fórmulas foram projetadas.

CONCLUSÃO

Não há diferença entre a coruja-buraqueira, Orelhuda e Suindara quanto à lateralidade dos olhos.

Os valores biométricos, considerando o comprimento axial e câmaras anterior e vítrea, são significativamente maiores na coruja-orelhuda, seguida pela Buraqueira e Suindara. As variáveis ceratométricas apresentam ordem inversa. A espessura da lente é maior na coruja-orelhuda.

O poder dióptrico calculado da lente é significativamente maior na coruja Suindara, seguida pela Buraqueira e Orelhuda.

REFERÊNCIAS

1. CARTER, R T, MURPHY, C J, STUHR, C M et al. Bilateral phacoemulsification and intraocular lens implantation in a great horned owl *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 2007; 230: 559-561.
2. BROOKS, D E. Avian cataracts. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 1997; 6: 3: 131-137.
3. OFRI, R. Optics and physiology of vision. In: *Veterinary Ophthalmology*. 5ª edição (ed. Gelatt, k.n.). Iowa: Wiley- Blackwell, 2013; 208-270.
4. KLEINER, J.A. Implante de lente intra-ocular acrílica dobrável de 41d em cães após facoemulsificação. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2007; 35: 2: 623-625.
5. TOWNSEND, W.M.; JACOBI, S.; BARTOE, J.T. Phacoemulsification and implantation of foldable +14 diopter intraocular lenses in five mature horses. *Equine Veterinary Journal*. 2012; 44: 238–243.
6. HARRINGTON, J T, McMULLEN Jr, R J, CLODE, A B et al. Phacoemulsification and +14 diopter intraocular lens placement in a saddlebred foal. *Veterinary Ophthalmology*. 2013; 16: 2: 140–148.
7. GILGER, B.C., DAVIDSON, M.G, HOWARD, P.B. Keratometry, ultrasonic biometry, and prediction of intraocular lens power in the feline eye. *American Journal of Veterinary Research*. 1998; 52: 2: 131-134,
8. PEIXOTO, T.P, RANZANI, J.J.T, BRANDÃO, C.V.S et al. Análise da fórmula SRK/T no cálculo de lente intra-ocular em cães portadores de catarata. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2008; 60:6: 1418-1425.
9. MCMULLEN, R.J.JR, DAVIDSON, M.G, CAMPBELL, N.B et al. Evaluation of 30- and 25-diopters intraocular lens implants in equine eyes after surgical extraction of the lens. *American Journal of Veterinary Research*. 2010; 71: 7: 809–816.
10. VALINHOS, M.A.R, RANZANI, J.J.T, RODRIGUES, A.C.L et al. Mensurações do bulbo ocular e cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares em coelhos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia*. 2012; 64:1: 58-62.
11. ESTANISLAU, 2014. *Biometria ocular em Macaco prego (Cebus Apella)*. 2014. 50p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.
12. GARZÓN, N.; MENDOZA, M.M.; GALÁN, F.P. Cálculo de La potencia de lentes intraoculares. *Gaceta Óptica*. 2008; 425: 22-25,. Disponível em: <<http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta425/cientifico2.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2014.
13. PRADO-SERRANO, A.; NAVA-HERNÁNDEZ, N.G. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares. ¿Cómo evitar la sorpresa refractiva? *Revista Mexicana de Oftalmología*. 2009; 83: 5: 272-280,. Disponível em:

<<http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2009/rmo095e.pdf>>. Acesso em 21 jun. 2014.

14. HAIGIS, W, LEGE, B, MILLER, N et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2000; 238: 9: 765-773.
15. TELLES, A. *Ecobiometria e cálculo da lente intraocular*. In: Cirurgia da Catarata (Ed. Rezende, f.). Editora: Guanabara Koogan. 2009: 63- 88.
16. KUHN, S.E, HENDRIX, D.V.H, JONES, M.P et al. Biometry, keratometry, and calculation of intraocular lens power for the bald eagle (*Haliaeetus leucocephalus*). *Veterinary Ophthalmology*, 2013:1-7.
17. SICK, H. *Ornitologia brasileira*. Editora Nova Fronteira. Rio de Janeiro 2001
18. PEREIRA, R.J.G. Falconiformes e Strigiformes (Águia, Gavião, Falcão, Abutre, Coruja). . In: *Tratamento de Animais Selvagens*. 1ª edição. (Ed. Cubas, z.s.; Silva, j.c.; Dias, j.l.d) São Paulo: Roca, 2007; 252-267.
19. ZAR, J.H. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 2009.
20. GUMPENBERGER, M.; KOLM, G.; Ultrasonographic and computed tomographic examinations of the avian eye: physiologic appearance, pathologic findings, and comparative biometric measurement . *Veterinary Radiology and Ultrasound*. 2006; 47: 5: 492–502.
21. SQUARZONI R, PERLMANN E., ANTUNES A. et al. Ultrasonographic aspects and biometry of Striped owl's eyes (*Rhinoptynx clamator*). *Veterinary Ophthalmology*. 2010; 13: 86-90.
22. LISNEY, T. J, IWANIUK, A. N, BANDET, M. V et al. Eye Shape and retinal topography in Owls (Aves: Strigiformes). *Brain, Behavior and Evolution*. 2012; 79: 218-236.
23. HARRIS M C., SCHORLING J J., HERRING I P et al. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). *Veterinary Ophthalmology*, 2008; 11:3:186-192.
24. DAY, A.C.; FOSTER, P.J.; STEVENS, J.D. Accuracy of intraocular lens Power calculations in eyes with axial length <22.00mm. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2012; 40: 855-862.
25. HOFFER, K.J. Clinical results using the Holladay II intraocular lens power formula. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2000; 26: 8: 1233-1237.
26. RIBEIRO, F. Onde falhamos como evitar surpresas refractivas. In: Biometria Premium para Cirurgia Premium. 56º Congresso Português de Oftalmologia, 2013; 19-21.
27. TRIVEDI, R.H.; WILSON, E.; REARDON, W. Accuracy of Holladay 2 intraocular lens formula for pediatric eyes in the absence of preoperative refraction. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2011; 37: 1239-1243.
28. NARVÁEZ, J, ZIMMERMAN, G, STULTING, R.D et al. Accuracy of intraocular lens Power prediction using Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, and

SRK/T formulas. *Journal of Cataract and Refractive. Surgery*. 2006; 32: 2050 - 2053.

ANEXO I: VETERINARY OPHTHALMOLOGY

Author Guidelines

Veterinary Ophthalmology publishes original material relating to all aspects of clinical and investigational veterinary and comparative ophthalmology. The following types of material will be published:

- Original articles including clinical (prospective and retrospective clinical studies) and investigational studies. Research studies involving animals must have the approval of the institution's animal care and use committee and be acceptable to the Editor.
- Review articles (including papers which clarify, summarize and critically evaluate the current literature). These will be invited by the Editor or a member of the editorial board.
- Case reports (patient-based studies; either single or multiple animals). Authors of case reports rejected by our journal will be offered the option of having their manuscript, along with any related peer review comments, automatically transferred for consideration by the editorial team of *Clinical Case Reports*, an open access journal.
- Viewpoint articles (papers which challenge existing concepts or present an alternative interpretation of available information) are usually invited by the Editor or a member of the editorial board.
- Short communications: Brief research and clinical communications (limited to 6 pages and 12 references).
- Letters to the editor.

All original research and review articles will be peer reviewed by at least two independent referees. Submission

EarlyView

We are happy to announce that *Veterinary Ophthalmology* is now part of the Wiley-Blackwell Early View service. All articles will now be published online in advance of their appearance in a print issue. These articles are fully peer reviewed, edited and complete – they only lack page numbers and volume/issue details – and are considered fully published from the date they first appear online. This date is shown with the article in the online table of contents. Because Early View articles are considered fully complete, please bear in mind that changes cannot be made to an article after the online publication date even if it has not yet appeared in print.

Beginning January 1, 2007, *Veterinary Ophthalmology* accepts manuscripts only through our submission website. To submit a manuscript, please follow the instructions below:

Getting Started

1. Launch your web browser (supported browsers include Internet Explorer 6 or higher, Netscape 7.0, 7.1, or 7.2, Safari 1.2.4, or Firefox 1.0.4) and go to

the *Veterinary*

Ophthalmology ScholarOne

Manuscripts

homepage <http://mc.manuscriptcentral.com/vop>

2. Log-in or click the 'Create Account' option if you are a first-time user of ScholarOne Manuscripts.
3. If you are creating a new account:
 - After clicking on 'Create Account' enter your name and e-mail information and click 'Next'. Your e-mail information is very important.
 - Enter your institution and address information as prompted then click 'Next.'
 - Enter a user ID and password of your choice (we recommend using your e-mail address as your user ID) and then select your area of expertise.
 - Click 'Finish' when done.
4. Log-in and select 'Author Center.'

Submitting Your Manuscript

1. After you have logged in, click the 'Submit a Manuscript' link on the Author Center screen.
2. Enter data and answer questions as prompted.
3. Click on the 'Next' button on each screen to save your work and advance to the next screen.
4. You will be prompted to upload your files:
 - Click on the 'Browse' button and locate the file on your computer.
 - Select the description of the file in the drop down next to the Browse button.
 - When you have selected all files you wish to upload, click the 'Upload' button.
5. Review your submission (in both PDF and HTML formats) before sending to the Editors. Click the 'Submit' button when you are done reviewing.

You may stop a submission at any phase and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation via e-mail. You can also log-on to ScholarOne Manuscripts at any time to check the status of your manuscript. The Editors will send you information via e-mail once a decision has been made. A covering letter, signed by all authors, must be included. This should state that the work has not been published and is not being considered for publication elsewhere, and that all authors meet the journal's criteria for authorship (see below). Information on any financial or other conflict of interest which may have biased the work should be provided (even if precautions were taken and authors are satisfied that bias was avoided).

Copyright Transfer Agreement

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

For authors signing the copyright transfer agreement

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:

CTA Terms and Conditions http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

- Creative Commons Attribution License OAA
- Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA
- Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with your Funder requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

Manuscript Style

The manuscripts must be in Microsoft Word format (.doc or .docx). The manuscript (including footnotes, references, figure legends, and tables) must be double-space typed, using 12-point Times New Roman font, 1-inch margins, and left justification. Original Research papers and Review Articles should usually not be longer than 5000 words. Viewpoint articles will not normally exceed 2000 words, and reviews of books and information materials should be less than 1000 words long.

Title Page

The title page should include a descriptive title for the article, the names [first name, initials of middle name(s), surnames], qualifications and affiliations of all authors, and the full postal address, fax, e-mail (if available), and telephone number of the author to whom correspondence should be addressed. A suggested running title of not more than 50 characters including spaces should be included.

Abstract and Keywords

The abstract should be on a separate page and should not exceed 250 words. Where possible, the abstract should be structured. Suggested headings for abstracts of primary research are: Objective; Animal studied, Procedure(s), Results, and Conclusions.

Key words are used by indexes and electronic search engines, and should appear after the abstract. Use the heading 'Key words', typed in bold and followed by a colon, and then the key words separated by commas. Include up to six key words. Also enter the key words where prompted during the submission process.

Main Text

This should begin on a separate page. Sections within the main text should be appropriately sub-headed: Introduction; Materials and methods, Results, and Discussion. Abbreviations and footnotes should be avoided where possible.

References

These should be in the Vancouver style. References should be numbered sequentially as they occur in the text and identified in the main text by arabic numbers in brackets after the punctuation. The reference list should be typed on a separate sheet from the main text, and references should be listed numerically. The following are examples of the style. All authors should be listed and journal titles and page ranges should not be abbreviated. If there are more than 3 more, please list the first 3 authors, followed by *et al.*

1. Bagley LH, Lavach JD. Comparison of postoperative phacoemulsification results in dogs with and without diabetes mellitus: 153 cases (1991-1992). *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1994; 205: 1165-1169.
2. Barnett KC. *Color Atlas of Veterinary Ophthalmology*. Williams and Wilkins, Baltimore, 1990.
3. Davidson MG. Equine ophthalmology. In: *Veterinary Ophthalmology* 2nd edition (ed. Gelatt KN). Lea and Febiger: Philadelphia, 1991; 576-610
4. Maggs DJ, Nasisse MP. Effects of oral L-lysine supplementation on the ocular shedding rate of feline herpesvirus (FHV-1) in cats (abstract). *28th Annual Meeting of the American College of Veterinary Ophthalmologists* 1997; 101: 67-78.

Please note that work that has not been accepted for publication and personal communications should not appear in the reference list, but may be referred to in the text (e.g. M. van der Burgh, personal communication). Also, it is the authors' responsibility to obtain permission from colleagues to include their work as a personal communication.

Electronic

Artwork

Figures must be uploaded as separate files and not be embedded in the main text file. Please save vector graphics (e.g. line artwork) in Encapsulated Postscript Format (EPS), and bitmap files (e.g. half-tones) in Tagged Image File format (TIFF). Detailed information on our digital illustration standards is available on the Wiley Homepage at: <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>.

The figures should be referred to as 'Fig.' and numbered consecutively in the order in which they are referred to in the text. Captions to figures, giving the appropriate figure number, should be typed on a separate page at the end of the manuscript; captions should not be written on the original drawing or photograph. In the fulltext online edition of the journal, figure legends may be truncated in abbreviated links to the full screen version. Therefore, the first 100 characters of any legend should inform the reader of key aspects of the figure. Further guidelines regarding the submission of artwork can be found at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

Video

Files

The journal will consider up to 2 video files to accompany articles. For video files to be accepted, they must clearly show a dynamic condition that can not be adequately captured in still images. The Editor and/or Associate Editors will scrutinize all video submissions very carefully to assure they meet the intent of providing unique information. Video files of routine imaging findings will not be accepted. Up to 2 video files will be considered for each paper. Video files must be submitted in Quicktime

format and each file must be less than 5MB in size. The video files will accompany the online version of the manuscript only; reference to the video file should be made in the print version of the paper.

Tables

Clear tables which contain essential data are welcome. Format tables with the table function in a word processor, such as MS Word, on a separate page with the legend typed above. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses. All abbreviations must be defined in footnotes to the table. Number tables consecutively in the order they occur in the text, with Arabic numerals.

Acknowledgements

Acknowledgements should be brief and must include reference to sources of financial and logistical support. Author(s) should clear the copyright of material they wish to reproduce from other sources and this should be acknowledged.

Author

Editing

Services

Authors for whom English is a second language may choose to have their manuscript professionally edited before submission or during the review process. Authors wishing to pursue a professional English-language editing service should make contact and arrange payment with the editing service of their choice. For more details regarding the recommended services, please refer to http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. Japanese authors can also find a list of local English improvement services at <http://www.wiley.co.jp/journals/editcontribute.html>. All services are paid for and arranged by the author, and use of one of these services does not guarantee acceptance or preference for publication.

Peer

Review

All articles submitted for consideration as original clinical and investigational papers or review articles will be peer reviewed by at least two independent referees, one of which is an editorial board member, and a statistician, if appropriate. We aim to give authors a decision (rejection, rejection with encouragement to rework and resubmit, or acceptance subject to revision/copy editing) within three months of manuscript submission.

Page Proofs and Offprints

Proofs will be sent via e-mail as an Acrobat PDF (portable document format) file. The e-mail server must be able to accept attachments up to 4 MB in size. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site:

<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Proofs will be posted if no e-mail address is available; in your absence, please arrange for a colleague to access your e-mail to retrieve the proofs.

Page proofs must be returned to Wiley Periodicals within 3 days of receipt, by fax if international or convenient, and by express mail: only typographical errors can be corrected at this stage.

Authors will be provided with electronic offprints of their paper. Electronic offprints are sent to the first author at his or her first email address on the title page of the paper, unless advised otherwise. Consequently, please ensure that the name, address and email of the receiving author are clearly indicated on the manuscript title page if he or she is not the first author of the paper. Paper offprints may be purchased using the order form supplied with proofs.

Further Information

If you wish to discuss prospective submissions or to clarify the guidance outlined above, please contact Dr. David A Wilkie at the editorial office (Tel: 1-614-292-8664; Fax 1-614-292-7667; email: wilkie.1@osu.edu).

Further details about the peer review process and arrangements for the final submission of accepted articles and proofs will be sent to authors of accepted manuscripts and are available from the editorial office.

Author Services

Veterinary Ophthalmology currently offers article tracking for authors. This is a reminder to our authors to enroll in Wiley-Blackwell's Author Services production tracking service

You need to register in order to add your article to the article tracking system and be able to track your article online. As well as tracking the production of your article online, as a registered author you can also:

- choose to receive e-mail alerts on article status
- get free access to your article when it is published online (both HTML and PDF versions)
- Authors, Editors and Contributors can receive a 25% discount on all Wiley books (including Wiley-Blackwell titles previously published by Blackwell Publishing)
- nominate up to 10 colleagues to be notified upon publication and also receive free access
- invite your co-authors to also track the article production
- keep a list of favorite journals with quick links to Author Guidelines and submission information

You can also register and choose not to receive e-mails, but simply check progress online at your own convenience.

NIH Policy

Wiley-Blackwell supports authors by posting the accepted version of articles by NIH grant-holders to PubMed Central. The accepted version is the version that incorporates all amendments made during peer review, but prior to the publisher's copyediting and typesetting. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication in the journal. The NIH mandate applies to all articles based on research that has been wholly or partially funded by the NIH and that are accepted for publication on

or after April 7, 2008. For more information about the NIH's Public Access Policy, visit <http://publicaccess.nih.gov>

OnlineOpen

Available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley Online Open, as well as deposited in the funding agency's preferred archive.

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

For the full list of terms and conditions, see http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: https://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp