

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**TESTES OFTALMOLÓGICOS EM TUCANO-TOCO  
(*RAMPHASTOS TOCO*): SCHIRMER MICROBIOTA  
CONJUNTIVAL E TONOMETRIA**

**MAYARA CHAGAS FERREIRA**

**BOTUCATU - SP  
ABRIL/2021**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**TESTES OFTALMOLÓGICOS EM TUCANO-TOCO  
(*RAMPHASTOS TOCO*): SCHIRMER, MICROBIOTA  
CONJUNTIVAL E TONOMETRIA**

**MAYARA CHAGAS FERREIRA**

Dissertação apresentada junto ao  
Programa de Pós-Graduação em Animais  
Selvagens para a obtenção do título de  
Mestre.

Orientadora: Profa. Assoc. Cláudia Valéria  
Seullner Brandão

**BOTUCATU - SP  
ABRIL/2021**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Ferreira, Mayara Chagas.

Testes oftalmológicos em Tucano-toco (*Ramphastos toco*) :  
schirmer, microbiota conjuntival e tonometria / Mayara  
Chagas Ferreira. - Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária  
e Zootecnia

Orientador: Cláudia Valéria Seullner Brandão

Capes: 50501062

1. Ave - Doenças. 2. Tucano. 3. Técnicas de diagnóstico  
oftalmológico. 4. Tonometria ocular. 5. Aparelho lacrimal.  
6. Efeito rebote.

Palavras-chave: Ave; Lacrimal; Papel absorvente; Rebote;  
Tonometria.

Nome do autor: MAYARA CHAGAS FERREIRA

TÍTULO: TESTES OFTALMOLÓGICOS EM TUCANO-TOCO (*RAMPHASTOS TOCO*): SCHIRMER, MICROBIOTA CONJUNTIVAL E TONOMETRIA

### COMISSÃO EXAMINADORA

---

**Prof<sup>a</sup> Assoc. Cláudia Valéria Seullner Brandão**

Presidente e Orientadora

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal  
FMVZ/UNESP - Botucatu - SP.

---

**Prof. Assoc. Márcio Garcia Ribeiro**

Membro

Departamento de Produção Animal e Medicina Veterinária Preventiva  
FMVZ/UNESP - Botucatu - SP

---

**Dra. Luciana de Albuquerque Lima Mobicci**

Membro

Veterinária Oftalmologista Autônoma

**Data da Defesa: 28 de Abril de 2021**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais **Nelson Joaquim Ferreira** e **Dorcelina Maria Chagas Ferreira** por todo o suporte e amor incondicional até aqui. Graças a Deus e ao trabalho duro de cada um, puderam garantir que me dedicasse aos estudos até hoje. Jamais conseguirei retribuir à altura e espero ter condições de fazer igual para meus futuros filhos, gerando ciclos de amor e gratidão. Agradeço também ao meu tio **Fernando**, portador da síndrome de down, que é a pessoa mais engraçada, amorosa e pura que conheço e alegra todos à sua volta, aliviando as preocupações da vida.

O meu muito obrigada ao meu namorado **Renato Medeiros Pinheiro** pela caminhada conjunta há mais de 7 anos; esta é mais uma etapa a qual passaremos juntos, inclusive, simultaneamente! Em pouco tempo seremos ambos mestres! Obrigada pela parceria, apoio e cumplicidade.

Minha gratidão a professora **Cláudia Valéria Seullner Brandão** que aceitou o meu pedido e confiou em mim para realizar o mestrado e integrar à equipe de Oftalmologia; ela abriu a minha primeira porta para a especialização dessa área que amo. Meus agradecimentos também à toda “**equipe Oftalmo**”, obrigada pela ajuda, pelos momentos e incontáveis ensinamentos!!

Ao **PET**, ao qual fui integrante desde o primeiro ano de faculdade, a minha eterna gratidão pelas amizades, as viagens, a convivência e os aprendizados técnicos e pessoais; tudo que aprendi nessa época, levo comigo, com muito carinho.

Obrigada à **UNESP- Botucatu** pelos anos mais incríveis que vivi, nem sempre foi fácil, o curso é difícil, mas tudo valeu a pena! Obrigada a todos os professores, à pós-graduação e seus funcionários, sempre receptivos e proativos.

Obrigada ao técnico de laboratório **Fernando**, professor **Márcio Garcia Ribeiro** e pós graduandos **Fábio** e **André** do laboratório de microbiologia da FMVZ que, com muita disposição analisaram as amostras do meu projeto e me deram o suporte necessário; Agradeço também ao Qualileite, laboratório do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, SP, parceiros da nossa Universidade.

Gratidão ao **Ricardo Shoiti Ichikawa**, veterinário residente do CEMPAS e **Bruna Pereira Fernandes**, bióloga do Instituto Floravida- Botucatu, que prontamente me ajudaram com os animais, tanto na contenção, como no conhecimento técnico relativo à espécie.

Ao professor **Carlos Roberto Padovani** por ter desenvolvido a análise estatística.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Por último e mais importante, agradeço a **Deus** pela vida e por ter me concedido saúde, sabedoria, consolo e oportunidades. Agradeço até mesmo pelos obstáculos impostos, pois, foi exatamente assim que cheguei onde estou.

# SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	2
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	5
2.1. Tucano-toco .....	5
2.2. Olhos e visão .....	6
2.3. Principais afecções oftálmicas .....	9
2.4. Humor aquoso, pressão intraocular e fatores que a alteram.....	10
2.5. Teste oftalmológicos .....	11
2.5.1. Inspeção e reflexos .....	11
2.5.2. Avaliação da produção lacrimal .....	12
2.5.3. Microbiota conjuntival.....	14
2.5.4. Tonometria.....	15
2.5.5. Fluoresceína .....	17
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	19
<b>4. REFERÊNCIAS</b> .....	21
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	33
<b>OPHTHALMOLOGIC TESTS IN <i>RAMPHASTOS TOCO</i></b> .....	34
<b>ABSTRACT</b> .....	35
<b>INTRODUCTION</b> .....	36
<b>MATERIALS AND METHODS</b> .....	37
<i>Sampling</i> .....	37
<i>Animals, site and temperature</i> .....	37
<i>Inclusion and exclusion criteria</i> .....	38
<i>Restraint</i> .....	38
<i>Eye assessment and ophthalmologic tests</i> .....	38
<i>Statistical analysis</i> .....	40
<b>RESULTS</b> .....	41
<b>DISCUSSION</b> .....	42
<b>CONCLUSION</b> .....	44

<b>REFERENCES</b> .....	45
<b>APÉNDICE</b> .....	47



**LISTA DE TABELAS**

	<b>Página</b>
TABLE 1. Ophthalmological tests of tear production and intraocular pressure (mmHg) in Toco-toucan, according to the eye .....	43

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
<b>FIGURE 1.A.</b> Biomicroscopic evaluation of Toco-toucan ocular structures with slit lamp in white light; <b>B.</b> Evaluation of corneal integrity in Toco-toucan with cobalt blue light, after instilling fluorescein dye with negative result. Botucatu, São Paulo state, Brazil.....	39

FERREIRA MC. **Testes oftalmológicos em Tucano-toco (*Ramphastos toco*): Schirmer, microbiota conjuntival e Tonometria.** Botucatu, 2021. 60p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## RESUMO

A descrição de valores de referência em testes diagnósticos oftalmológicos para o *Ramphastos toco*, ave silvestre cada vez mais inserida no ambiente urbano e no atendimento veterinário especializado, faz-se necessária. No estudo, foi realizado a avaliação lacrimal por teste de Schirmer (TLS- I) e ponta de papel endodôntica padronizada (PPEP) e pressão intraocular com tonômetros de aplanção e rebote (Tonovet e Tonovet plus) em 15 Tucanos toco adultos e saudáveis ao exame clínico e oftalmológico, apenas com contenção física. Os resultados obtidos foram: TLS- I  $7,77 \pm 3,66$  mm/min e PPEP  $17,17 \pm 2,97$  mm/min; pressão intraocular com Tonopen  $13,73 \pm 3,58$  mmHg; Tonovet  $18,23 \pm 1,78$  mmHg; Tonovet Plus (cão):  $22,52 \pm 2,13$  mmHg; Tonovet Plus (gato):  $15,69 \pm 1,50$  mmHg. A tonometria de rebote é um método de fácil execução e acurado para utilização nos tucanos com valores maiores que a tonometria de aplanção. Para todos os testes, não houve diferença significativa considerando lateralidade dos olhos. A utilização de PPEP foi efetiva na mensuração da produção lacrimal com baixa variabilidade e desconforto. Na literatura consultada não há registro de valores de pressão com tonometria de rebote ou quantificação lacrimal com pontas de papel endodôntica em Tucano-toco, tornando estes resultados fundamentais para diagnóstico e tratamento de doenças oculares na espécie.

**Palavras chave:** ave, lacrimal, papel absorvente, rebote, tonometria

FERREIRA MC. **Ophthalmic diagnostic tests in Tucano-toco (*Ramphastos toco*): Schirmer, conjunctival microbiota and Tonometry.** Botucatu, 2021. 60p. Dissertation (Masters) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

## **ABSTRACT**

It is necessary to describe reference values in ophthalmic diagnostic tests for *Ramphastos toco*, a wild bird increasingly inserted in the urban environment and in specialized veterinary care. In this study, the tear evaluation was performed with Schirmer test (STT-I) and standardized endodontic absorbent paper point tear test (PPTT), and intraocular pressure with applanation tonometer (Tonopen) and rebound tonometers (Tonovet and Tonovet plus) in 15 adult, physically restrained Toco-toucans, healthy on clinical and ophthalmological examination. The results obtained were: STT-I  $7.77 \pm 3.66$  mm / min and PPTT  $17.17 \pm 2.97$  mm / min; intraocular pressure with Tonopen,  $13.73 \pm 3.58$  mmHg; Tonovet,  $18.23 \pm 1.78$  mmHg; Tonovet Plus (dog),  $22.52 \pm 2.13$  mmHg; Tonovet Plus (cat),  $15.69 \pm 1.50$  mmHg. Rebound tonometry is an easy and accurate method for use in Toco toucans, with higher values than applanation tonometry. There was no significant difference among the tests, regarding the laterality of the eyes. The use of PPTT was effective in measuring tear production with low variability and discomfort. There was no record of intraocular pressure values with rebound tonometry, or tear quantification with standardized endodontic absorbent paper point tear test for the Toco-toucan in the consulted literature, making these results fundamental for the diagnosis and treatment of ocular diseases in the species.

**Keywords:** absorbent paper, bird, lacrimal, rebound, tonometry

# CAPÍTULO 1

# INTRODUÇÃO

## 1. Introdução

A família Ramphastidae compreende seis gêneros e 34 espécies. O Tucano-toco é a espécie mais populosa devido a adaptação rápida e crescente em ambientes urbanizados (SHORT; HORNE 2002). Tratam-se de aves da fauna neotropical, frutívoras primárias e faunívoras oportunistas. São reconhecidos por seu bico largo e alongado com coloração alaranjada e plumagem de cores intensas e vibrantes. Além disso, são representantes fundamentais no ecossistema pois dispersam sementes (SHORT; HORNE 2002; WILLIAMS, 2012).

As aves possuem visão altamente especializada e mutáveis dependendo do estilo de vida, voo, reprodução e habitat. Dentre as adaptações, destacam-se o tamanho dos olhos em relação ao crânio, representando até 12% do volume craniano, em comparação com 1% em humanos e acuidade visual de duas a oito vezes maior que os mamíferos (KORBEL, 2002; BAYÓN et al., 2007, WILLIAMS, 2012). Características específicas da córnea, lente, retina e a disposição dos olhos contribuem significativamente para acuidade visual superior nas aves, tais como espessura e adaptação da curvatura corneal e lenticular, visão binocular e a presença de fóvea e pecten (EVANS; MARTIN, 1993; JONES et al., 2007; WILLIAMS, 2012; MONTIANI-FERREIRA, 2014).

O déficit visual em aves pode estar relacionado a múltiplas causas oculares e extraoculares; seu diagnóstico depende de exame oftalmológico completo, incluindo, de modo geral, inspeção, reflexos, teste de Schirmer, coleta de material biológico, pressão intraocular (PIO), teste de fluoresceína e avaliação do segmento posterior (COUSQER, 2005; KERN e COLITZ, 2013). Os valores de normalidade para estes testes vêm sendo estudados para aves silvestres, porém, a padronização para cada espécie ainda é um dado escasso.

Para valores de Schirmer (TLS I) em Tucano-toco, SESSA et al. (2016) encontrou valores de  $9,47 \pm 4,26$  mm/min. Não há registro da quantificação de lágrima por PPEP para a espécie. A mensuração da pressão intraocular em animais exóticos é realizada utilizando os mesmos tonômetros de animais domésticos. Contudo, em determinadas espécies de aves, há limitação no uso de alguns aparelhos devido ao tamanho do olho (WILLIAMS, 2012). A tonometria é de fundamental importância no diagnóstico oftalmológico e evolução do tratamento de afecções como a uveíte e o glaucoma. Do conhecimento dos

autores, não foi descrito o valor de PIO para a espécie utilizando-se tonometria de rebote.

Os fatores acima citados estimularam o desenvolvimento do estudo do teste de Schirmer comparado e da tonometria com aparelhos de rebote e aplanção para Tucano-toco.

Os valores encontrados têm como objetivo facilitar o diagnóstico de enfermidades oftalmológicas, bem como acompanhar a evolução do tratamento na clínica de animais silvestres, promovendo assim, a manutenção de um dos sentidos mais importantes para a espécie e o seu retorno à vida livre.



# REVISÃO DA LITERATURA

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Tucano-toco

Os tucanos, facilmente reconhecidos por sua plumagem colorida e bico longo, pertencem à família Ramphastidae e Ordem dos Piciformes, formando grau de parentesco com pica-paus e araçaris (VINCE, 2020).

O Tucano-toco (*Ramphastos toco*) ou tucanuçu é a maior espécie do gênero e se destaca por ser a mais populosa devido a adaptação rápida e crescente em ambientes urbanizados (DISLICH, 2014). São representantes da fauna neotropical, portanto, distribuem-se do México até a Argentina (SHORT; HORNE, 2002), sendo o único da família que, além das florestas, habita campos abertos, cerrado e matas ciliares (RAGUSA-NETTO, 2006; PRAZERES et al., 2013), podendo ser vistos isolados, aos pares no período reprodutivo (verão e primavera) ou em grupos de até 20 indivíduos (SHORT; HORN, 2002).

Gostam de explorar os ambientes e, apesar do tamanho desproporcional do bico, voam com destreza; no solo, se movimentam saltitando. A longevidade em vida livre varia entre 15 e 25 anos e, em cativeiro, até dez anos (SHORT; HORNE, 2002; DISLICH, 2014), pesam de 500 a 750 gramas (DISLICH, 2014). Possuem cores vibrantes em contraste com sua coloração negra dominante; penas brancas no pescoço, crisso vermelho, região periorbital laranja, pálpebras e membros azuis, bico alaranjado com nódoas negras bilaterais na extremidade distal da rinoteca (PRUM, 2006; FECCHIO et al., 2010). Em cativeiro, a plumagem dos tucanos pode se tornar mais pálida (DISLICH, 2014).

O bico é especialmente sensível, bem vascularizado, profundo, largo e leve, constituído internamente por uma rede delicada de trabéculas ósseas e externamente por uma camada de queratina, pigmentada e serrilhada, chamada de ranfoteca (CORNELISSEN; RITCHIE, 1994). Termorregulação (TATTERSALL, 2009), reprodução, intimidação (SICK, 1993) e apreensão de alimentos em cavidades são algumas explicações para o tamanho e formato peculiar do bico dos ranfastídeos.

Os tucanos são animais endotérmicos e ajustam sua temperatura dependendo do ambiente, realizando mudanças corporais, principalmente no bico, para promover conservação ou dissipação do calor. Este ajuste termorregulatório é fundamental para manter a Zona de Neutralidade Térmica

(ZNT), sem aumento da taxa metabólica (TM). Em tucanos, a TM sofre aumento sob temperaturas de 30 a 35°C (CHAVES, 2015).

São frutívoros primários, faunívoros oportunistas e representantes fundamentais no ecossistema, pois são importantes dispersores de sementes (WILLIAMS, 2012; DISLICH, 2014). Monogâmicos e sem dimorfismo sexual aparente, atingem maturidade sexual aos três anos (CZIULIK, 2010) e formam seus pares pela proximidade espacial e oferta de alimento, sem necessidade de cortejo (SICK, 1993; DISLICH, 2014).

Os tucanos não cavam o próprio ninho, aproveitam os ninhos e cavidades feitos por outras aves (SICK, 1993). No Brasil, a postura ocorre entre agosto e fevereiro e são colocados de dois a quatro ovos, com incubação de 18 dias, por ambos os pais, sendo que a fêmea permanece mais tempo no ninho (SHORT; HORNE, 2002). O filhote tem coloração distinta, mais pálida e menos vibrante; bico curto e amarelo sem a nódoa negra, região periocular esbranquiçada e garganta amarela (DISLICH, 2014).

Seu estado de conservação se classifica como “menos preocupante” devido distribuição ampla, porém, sua população já apresenta declínio numeral e de habitat devido ao tráfico e desmatamento, respectivamente (REDFORD, 1992; MARINI & GARCIA, 2005; IUCN, 2017).

## **2.2 Olhos e visão**

Nos tucanos, os olhos estão lateralizados, portanto, possuem visão binocular estreita, a qual se restringe à área de visualização do bico (TYRRELL; FERNÁNDEZ-JURICIC, 2017); esta disposição cria uma área cega imediatamente anterior à cabeça, na região entre os olhos (MARTIN, 2009).

De modo geral, as aves diurnas como os tucanos, possuem sensibilidade ultravioleta, visão tetra ou pentacromática e alta frequência de fusão de tremulação. Essas capacidades ímpares permitem dimorfismo sexual, comunicação intra e interespecífica, camuflagem e distinção de alimentos. A luz ultravioleta ou “luz verdadeira” é uma necessidade ao olho das aves, e inclusive, requisito de bem-estar, principalmente em granjas (KORBEL, 2012).

A visão das aves está diretamente ligada ao seu comportamento (WILLIAMS, 2012), suas atividades, habitat e modo de vida (KORBEL, 2012);

todas possuem visão binocular em maior ou menor campo dependendo da disposição dos olhos, conformação craniana e tamanho do bico (TYRRELL; FERNÁNDEZ-JURICIC, 2017). Nas corujas, os olhos são grandes e posicionados rostralmente, conferindo-lhes visão totalmente binocular e portanto, campo visual limitado, porém a ampla rotação da cabeça de até 270° supre tal limitação (RODARTE-ALMEIDA et al., 2013); SCHWAB e HART (2003) afirmaram que esta disposição dos olhos nas corujas é uma adaptação evolutiva para predação noturna sofisticada e visualização dos pés (MARTIN; KATZIR, 1999). Além disso, algumas aves de rapina possuem visão tridimensional que, aliada à disposição dos olhos e acomodação e acuidade visuais apuradas, permite sucesso na caça ao alimento (MARTIN, 1986; VAN DER WILLIGEN et al., 2003).

O bulbo ocular é grande em comparação ao crânio, representando até 12% do volume craniano, em comparação com 1% em humanos (KORBEL, 2002), com segmento posterior maior que o anterior e encaixe íntimo com a órbita (KERN; KOLITZ, 2013). O formato é sustentado por ossículos esclerais no segmento intermediário, que varia em quantidade entre as espécies. Os tucanos possuem 12 a 14 unidades em cada olho (LIMA et al., 2017). Além disso, o bulbo pode apresentar três formas: plano, tubular ou globoso (WILLIAMS, 1994).

Os músculos extraoculares são finos e proporcionam motilidade limitada do bulbo em dois a cinco graus (WILLIAMS, 1994), incluindo quatro músculos retos, dois oblíquos, um músculo piramidal e um músculo quadrado (BAYÓN et al., 2007).

Possuem pálpebra superior, inferior e 3ª pálpebra (membrana nictitante). A pálpebra inferior é mais móvel que a superior e cobre a maior parte do olho ao piscar; a borda tarsal das pálpebras não possuem glândulas meibomianas. A membrana nictitante é fina, translúcida, aglandular e bastante móvel; seu movimento parte de uma posição dorsonasal para ventrotemporal (KERN, 1989; WILLIAMS, 1994). Galinhas domésticas fazem 30 a 35 movimentações da 3ª pálpebra por minuto (KING; MCLELLAND, 1984).

A glândula de Harder é a principal fonte lacrimal nas aves e conjuntamente com o tecido linfóide, proporciona resposta imune. Se encontra na região retrobulbar, próxima à base da membrana nictitante (WILLIS; WILKIE, 1999; BAYÓN et al., 2007), enquanto a glândula lacrimal se localiza

inferotemporalmente ao bulbo. Corujas e pinguins não possuem tal glândula (BAYÓN et al., 2007).

A córnea é mais fina e, diferentemente de cães, gatos e a maioria dos mamíferos, as aves possuem a membrana de Bowman, similar aos humanos, conferindo-lhes cinco camadas na córnea (EVANS; MARTIN, 1993; WILLIAMS, 2012; MONTIANI-FERREIRA, 2014). São responsáveis por dois terços do poder refrativo e acomodação visual, devido a mudanças de curvatura conjuntamente ao músculo de Crampton (KERN, 1989; KATZIR; HOWLAND, 2003).

A câmara anterior é, na maioria das espécies, mais rasa, com exceção das corujas (WILLIAMS, 2012). O cristalino ou lente, muda de conformação dependendo do hábito diurno (mais achatada) ou noturno (quase esférica) (BAYÓN et al., 2007). Esta acomodação é obtida pela contração do músculo esclerocorneal posterior, que modifica o corpo ciliar e faz os ligamentos alongarem a lente equatorialmente; mecanismo mais usado em aves diurnas. Para acomodação da lente de aves mergulhadoras, há associação do músculo esclerocorneal posterior com o músculo esfíncter da íris, promovendo miose e, de certa forma, projetando a lente para frente (OTT, 2006).

A íris é fina, com variação abundante de pigmentos entre as espécies e também dentro da mesma espécie dependendo do sexo e idade (OLIPHANT, 1988; WILLIAMS, 2012). A musculatura é, em maior número, estriada e, portanto, capaz de contração voluntária. Ao conter uma ave, observamos movimentações rápidas e variadas do diâmetro pupilar como resposta ao estresse e aproximação de pessoas e objetos. A pupila é circular (MIKAELIAN et al., 1994; WILLIAMS, 2012).

O ângulo iridocorneal possui malhas trabeculares extensas e ligamentos pectinados bem desenvolvidos; em algumas aves é possível observar essa conformação a olho nu, sem auxílio da lente para gonioscopia (RODARTE-ALMEIDA et al., 2013).

No segmento posterior, o pecten é uma estrutura que se destaca pois é intensamente vascularizada e pigmentada, que emerge da coróide, mais precisamente acima do nervo óptico e se projeta em direção ao humor vítreo (WILLIS; WILKIE, 1999; BAYÓN et al., 2007; FERREIRA et al., 2016). Nutre a retina, participa da produção e movimentação de fluidos intraoculares e, conseqüentemente, da pressão intraocular (BELLHORN, 1997; FERREIRA et

al., 2016). O disco óptico é oval, mas sua visualização é dificultada devido a sobreposição do pecten (SEAMAN; STORM, 1963; BAYÓN et al., 2007).

A retina é classificada como anangiótica e atapetal. Cones e bastonetes estão presentes, variando a densidade de cada fotorreceptor de acordo com a espécie, principalmente em áreas foveadas e afoveadas (WALLS, 1937). A fóvea é uma região de depressão na retina, mais fina e com maior concentração de células ganglionares e fotorreceptores, predominando os cones (WALLS, 1937; MEYER, 1977). Acredita-se que seja uma adaptação de sobrevivência, tanto para predadores, quanto para presas, pois sua função é garantir acuidade visual apurada (MEYER, 1977). A grande maioria das aves são monofoveadas (localização central), bifoveadas (localização central e temporal) ou afoveadas (BAYÓN et al., 2007). Muitas aves de rapina são bifoveadas (INZUNZA et al., 1991) e as corujas, animais tipicamente noturnos, possuem mais bastonetes nestas áreas, em comparação aos cones, como na maioria das outras espécies, mostrando mais uma vez que as variações morfofuncionais dos olhos estão intimamente ligadas aos hábitos (WALLS, 1937; FITE, 1973).

### **2.3 Principais afecções oftálmicas**

As desordens oculares em aves são, de maneira geral, categorizadas em malformações, infecções, degenerações, neoplasias, distúrbios nutricionais e injúrias traumáticas (KERN; KOLITZ, 2013).

A afecção mais encontrada é a catarata (TSAI et al., 1993), porém, a incidência das lesões oculares naturais depende da espécie e habitat (vida livre ou cativeiro). Traumas contusos são recorrentes em aves de vida livre (HOLT; LAYNE, 2008; SERUCA et al., 2012; MOORE et al., 2017) e conjuntivites em aves de cativeiro e gaiolas (HOLMBERG, 2008).

A uveíte é classificada como inflamação da úvea, podendo ser anterior (íris e corpo ciliar) ou posterior (coróide) (HENDRIX, 2013). Os sinais clínicos de uveíte anterior, como miose, precipitados ceráticos, flare, hipópio e/ou hifema, com diminuição da PIO também são achados em aves, porém, a maioria tem sinais mais leves quando comparadas aos animais domésticos (WILLIAMS, 2012).

Glaucomas não são rotineiros, mas exigem atenção quanto ao diagnóstico devido suas particularidades nesta classe; em aves, a rigidez da esclera e a presença de ossículos não permitem que a buftalmia seja tão evidente no glaucoma, que comumente é secundário a traumas e uveíte, bem como induzido pela presença ou ausência constante de luz (BAYÓN et al., 2007). O trauma contuso é o fator comum entre uveíte, glaucoma, catarata, luxação lenticular, hemorragia e descolamento retinianos e danos ao pecten. MOORE et al. (2017) concluíram que a contusão ocular é mais recorrente que a penetrante e suas principais consequências são o descolamento de retina e a ciclodíalise, causando danos visuais e hipotonia, respectivamente.

Além das causas naturais, os humanos também contribuem para o aumento do número de lesões oculares traumáticas devido ao tráfico (WILLIAMS et al., 2006).

#### **2.4 Humor aquoso, pressão intraocular e fatores que a alteram**

O humor aquoso é um líquido translúcido, semelhante a ultrafiltrado plasmático, composto de metabólitos (sódio, potássio, cloro, bicarbonato, glicose, lactato, ascorbato) e algumas poucas proteínas, que garantem a nutrição e o metabolismo da córnea e lente, ambas avasculares e essencialmente transparentes para permitir a passagem da luz (KINSEY, 1951; GREEN, 1984; MACKNIGHT et al., 2000). Este líquido tem origem no segmento posterior, precisamente no corpo ciliar, onde é produzido e segue para câmara posterior, câmara anterior e adentra o ângulo iridocorneal, seguindo dois fluxos: uveoescleral e filtração pela malha trabecular em proporções diferentes dependendo da espécie (JOHNSON, 2005; GUM; MACKAY, 2013).

O fluxo contínuo de produção e drenagem do humor aquoso, além de conferir nutrição e remoção de metabólitos da lente e córnea, preenche as câmaras do segmento anterior promovendo, assim, a manutenção hidrostática e importância na determinação da PIO (GUM; MACKAY, 2013).

Nas aves o fluxo de humor aquoso é alto (DE STEFANO; MUGNAINI, 1997) e possui um sistema linfático coroidal que drena o humor aquoso diretamente para veias intraesclerais, episclerais e subconjuntivais. Este local de drenagem

é chamado de seio aquoso, análogo ao canal de Schlemm em humanos (TRIPATHI; TRIPATHI, 1973; JOHNSON; KAMM, 1983; JONES; WARD, 2012).

Mudanças na composição do humor aquoso, alterações do corpo ciliar, dos ângulos de drenagem, das propriedades viscoelásticas da córnea e sua espessura são fatores que alteram a PIO (SHAH, 2000; PARK et al., 2011). Além disso, idade, raça, afecções sistêmicas, desbalanço hormonal, posição da cabeça, mudanças de estação, sedação, anestesia e uso de fármacos são outras variáveis (OFRI, 1999; KOMÁROMY, 2006; GROZDANIC et al., 2010; GUM; MACKAY, 2013; HOLVE et al., 2013).

## **2.5 Testes oftalmológicos**

Os testes oftalmológicos são necessários para o diagnóstico e tratamento de doenças relacionadas ao bulbo ocular e anexos; sendo de fundamental importância reconhecer as diferenças entre as espécies, melhorando assim a qualidade do exame, execução de testes diagnósticos e terapêutica (LANGE, 2012). O exame é realizado em etapas e segue uma ordem de realização para não comprometer alguns resultados. A sequência inclui inspeção, avaliação de reflexos, teste de Schirmer, coleta de amostras, avaliação do segmento anterior com feixe de luz, tonometria, teste de fluoresceína, indução de midríase e avaliação do segmento posterior com auxílio de oftalmoscopia direta ou indireta (MAGGS, 2008).

O exame oftálmico em aves se assemelha ao dos mamíferos, seguindo mesma ordem cronológica e utilizando os mesmos aparelhos, diferindo quanto algumas peculiaridades derivadas da anatomia e fisiologia e fazendo uso de adaptações quando necessário. O ideal é que o exame seja realizado sem sedativos ou agentes anestésicos, já que estes podem interferir no comportamento e, por consequência, no lacrimejamento e reflexos oculares (WILLIS; WILKIE, 1999; BAYÓN et al., 2007).

### **2.5.1 Inspeção e reflexos**

Na inspeção é possível notar alterações na conformação da face, disposição e simetria dos olhos, tumefações, secreções, blefaroespasmos e formações (TURNER, 2010).



O reflexo palpebral é avaliado ao tocar na comissura temporal e nasal da pálpebra. Em aves normais, as pálpebras podem não se fechar completamente, mas vão se mover, principalmente a pálpebra inferior, assim como a terceira pálpebra irá se mover sobre a córnea com rapidez (BAYÓN et al., 2007).

O reflexo pupilar é realizado com um feixe de luz em sala escura. Em mamíferos é avaliado o reflexo pupilar direto e consensual, observando-se miose em condições normais (MAGGS, 2008), porém, em aves, movimentos espontâneos da pupila podem ocorrer por força do controle voluntário da íris, principalmente em situações de excitação, tornando este teste pouco fidedigno na avaliação da visão (BAYÓN et al., 2007).

O reflexo corneal não é examinado rotineiramente em aves. Quando realizado pode-se observar resposta pelo movimento de piscar e movimento da terceira pálpebra. Não se observa a retração do bulbo como em pequenos animais devido à ausência do músculo retrator do bulbo (BAYÓN et al., 2007).

### **2.5.2 Avaliação da produção lacrimal**

Nesses animais, a lágrima é produzida por células caliciformes, glândula lacrimal e harderiana, sendo a glândula de harder mais relevante (BAYÓN et al., 2007; KERN; KOLITZ, 2013).

O teste lacrimal de Schirmer (TLS) originalmente desenvolvido para humanos por Koster, em 1900, com adaptações em 1903 por Otto Schirmer é ainda o método padrão para mensurar a fração aquosa da lágrima. São conhecidos dois tipos de mensurações, o TLS tipo I, o mais usado, que quantifica a lágrima total (basal e reflexa) e o TLS tipo II (basal) (DE ROETTH, 1953). Para o TLS- I a técnica consiste em inserir uma das extremidades de uma tira de papel de 0,5 cm de largura por 3,5 cm de comprimento, milimetrada, no saco conjuntival inferior, de modo que toque a córnea, durante cinco minutos em humanos (DE ROETTH, 1953) e um minuto em animais (OLLIVIER et al., 2007); após esse período é realizada a leitura imediata por inspeção da área umedecida e o valor é aferido em mm/min. Este teste deve ser realizado antes da instilação de colírios, lavagens ou manipulação excessiva das pálpebras pois, qualquer uma destas ações prévias ao teste prejudica o resultado (FEATHERSTONE; HEINRICH, 2013). O TLS-II avalia somente a produção basal, já que

previamente ao teste é instilado colírio anestésico, suprimindo a reação reflexa do contato com a tira de papel (DE ROETTH, 1953).

Os valores fisiológicos variam entre as espécies de aves e se justificam por fatores endógenos (tamanho da órbita, atividade diurna ou noturna, tamanho e função da glândula lacrimal, conformação e movimento das pálpebras) e exógenos (adaptação ao habitat natural) (WILLIAMS, 1994).

O TLS padrão é impraticável em determinadas espécies devido à largura da fita em comparação a fissura palpebral, impossibilitando a inserção no saco conjuntival e, portanto, necessitando de métodos alternativos para mensuração lacrimal (WILLIAMS, 2012). Em detrimento desta particularidade, foram propostas três alternativas: teste lacrimal de Schirmer modificado (TLSm) (KORBEL; LEITENSTORFER, 1998), teste lacrimal de fenol vermelho (TLFV) (HOLT et al, 2006) e teste lacrimal com ponta de papel endodôntica padronizada (TLPPEP) (LANGE, 2012).

KORBEL e LEITENSTORFER (1998) propuseram o TLSm, realizando um corte ao meio nas tiras de Schirmer padrão, porém, se tratando de um método de confecção manual e não padronizado, a acurácia é questionável (SMITH et al., 2015).

O TLFV é realizado com um fio de algodão específico, banhado em fenol vermelho, ou fenolsulfonaftaleína, uma substância sensível a mudanças de PH (SAKAMOTO, 1993). O fio é inserido no canto lateral do fórnice conjuntival inferior durante 15 segundos. A alcalinidade da lágrima muda a coloração do fio do amarelo para vermelho-alaranjado e esta parte modificada é lida em milímetros (HAMANO et at., 1983; SAKAMOTO, 1993).

HOLT et al (2006), pioneiros na utilização de fenol vermelho em aves, realizaram duplo teste em estudo populacional de 37 grandes Psittaciformes e encontraram valores médios de  $19,8 \pm 4,3$  a  $20,0 \pm 4,5$  mm/ 15s para olho direito e  $20,1 \pm 3,9$  a  $19,1 \pm 3,3$  mm mm / 15 s, para olho esquerdo; desde então outros autores estudaram o TLFV em falconiformes (SMITH et al., 2015), galinhas (FORNAZARI et al., 2018), pombos (HAYAT et al., 2014) e papagaios (STOREY et al., 2009). Não foram encontrados resultados para Ramphastidae, bem como sua Ordem, Piciformes.

As pontas de papel endodônticas padronizadas (PPEP) são utilizadas em tratamentos odontológicos para secar canais radiculares, aplicar medicamentos

e selantes, controlar hemorragias em pulpectomia parcial e obter amostras de culturas microbiológicas intracanal (DA CUNHA et al., 2008; BOYD, 2019). Devido suas dimensões e sua propriedade absorvível, ganhou espaço na oftalmologia como novo método de quantificar a lágrima, principalmente em espécies as quais outros métodos não são aplicáveis (LANGE et al., 2012 e 2014). As PPEP são estéreis e com diferentes dimensões, de acordo com a marca, assim como o poder de absorção. Zipperer, Maillefer e Roeko são as marcas com menor desvio padrão e, portanto, mais usadas em estudos (PUMAROLA-RUNE et al., 1998). Após inserção no fórnice conjuntival inferior lateral, espera-se um minuto para a leitura. A porção umedecida se torna flexível e é possível dobrá-la sobre uma régua padrão e determinar seu valor em milímetros (LANGE et al., 2012).

### 2.5.3 Microbiota conjuntival

A microbiota é um nicho ecológico de microorganismos variados em determinado órgão ou tecido, que vivem em simbiose, e desempenham funções vitais para a estabilidade fisiológica local (MACPHERSON et al., 2004; RAKOFF-NAHOUM et al., 2004; BANKS et al., 2019).

Em situações de disbiose, o tecido fica mais exposto a patógenos e sucumbem à virulência (THOMASON et al., 2017). Patógenos oculares induzem conjuntivites, ceratites, endoftalmites e uveítes que, se não tratadas correta e precocemente, podem ameaçar a visão (BANKS et al., 2019).

A microbiota conjuntival pode diferir entre espécies, gênero, sexo, densidade populacional e localização geográfica (MARTIN, 1984; SHIN et al., 2016; THOMASON et al., 2017). Doenças como a ceratoconjuntivite seca e diabetes mellitus em cães, síndrome de Sjögren em humanos e até mesmo o estresse causam a disbiose desse nicho e predispõe o ambiente a infecção de agentes potencialmente patógenos (CULLEN et al., 2005; ORIA et al., 2013; DE PAIVA et al., 2016).

Em aves, os agentes frequentemente encontrados são bactérias gram positivas: *Staphylococcus* spp., *Corynebacterium* spp., *Streptococcus* spp. e *Bacillus* spp. Bactérias gram negativas como *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp. e

*Enterobacter* spp. também estão presentes, porém em menor frequência (DUPONT et al., 1994; SILVANOSE et al., 2001; SWINGER et al., 2009; RODARTE-ALMEIDA et al., 2013; FALCÃO et al., 2017; THOMASON et al., 2017).

A identificação fenotípica, proteica e genética são possibilidades de diferenciação dos agentes. No teste fenotípico a identificação é baseada na resposta do organismo a testes bioquímicos como fermentação e tolerância ao sal ou pH; já nos outros dois testes, há identificação de proteínas ou material genético (DNA/RNA) ribossomais, respectivamente. Cada método dispõe de indicação dependendo do organismo isolado, do custo, aplicabilidade, tempo e habilidade técnica operacional, podendo inclusive, associar técnicas para confirmação e triagem (ALATOON et al., 2012; GONÇALVES et al., 2014).

#### **2.5.4 Tonometria**

A tonometria refere-se à estimativa indireta não invasiva da pressão intraocular (ALGUIRE, 1990) podendo ser realizada pela técnica de aplanção ou rebote (OLLIVIER et al., 2007; WILLIAMS, 2012), sendo que o mais utilizado na medicina veterinária em rotina clínica é o tonômetro de aplanção (REUTER et al., 2010). Este aparelho de aplanção faz a leitura da PIO em mmHg e os resultados estão diretamente ligados à quantidade de humor aquoso. Se a quantidade for menor do que o normal o olho torna-se demasiado flácido, enquanto se for superior torna-o demasiado rígido, fazendo uso do conceito de forças aplicadas, ou seja, quanto mais força for exercida sobre a córnea, mais elevada será a PIO e vice-versa (JAMES e BENJAMIN, 2007).

O tonômetro de aplanção portátil é um instrumento em formato de caneta com a ponta revestida por membrana de látex estéril e descartável, ideal para o uso em animais domésticos e selvagens, com a condição de que o diâmetro da córnea seja maior que 9 mm; com diâmetro entre 5mm-9mm a mensuração se torna limitada e em diâmetros menores que 5mm, as leituras não são confiáveis (WILLIS; WILKIE, 1999; MONTIANI-FERREIRA, 2001; OLLIVIER et al., 2007) conferindo, assim, dificuldade para mensurar PIO em animais pequenos, incluindo muitas espécies de aves.

Antes da realização da tonometria de aplanção, um anestésico tópico deve ser instilado em cada olho e se necessário, as pálpebras afastadas tendo o cuidado de não exercer pressão sobre as estruturas (Strubbe; Gelatt, 1999).

Após quatro medidas o visor exibe uma média destes valores em mmHg combinadas a um índice de confiança estatístico e apresenta desvio padrão de 5%, 10%, 20% ou >20%. Recomenda-se que, valores iguais ou maiores que 20% sejam repetidos. Além disso, para maior confiabilidade, o tonômetro necessita calibração diária (Tono-Pen XL® tonometer user's guide, 2012).

A técnica de aferição da PIO por rebote pode ser utilizada em córneas menores que 3 mm, considerado o tonômetro de eleição para os olhos de aves menores (WILLIAMS, 2012), sem necessidade de usar anestésicos tópicos previamente.

O tonômetro de rebote também é portátil. A mensuração é realizada a distância de 4 a 8 mm do olho e mede a PIO por desaceleração e tempo de recuperação da sonda. Durante a medição, há indução de campo magnético, que impulsiona a sonda do aparelho contra a córnea, ricocheteando e, dependendo da velocidade da sonda, provoca certa tensão que é convertida em sinal elétrico e usada para calcular a PIO (KONTIOLA, 2000; REUTER et al., 2010; Icare® Tonovet tonometer instruction manual, 2013; Icare® Tonovet Plus tonometer instruction manual, 2016).

Tanto para Tonovet ou Tonovet Plus o resultado da PIO é uma média de seis medições, fornecido em mmHg de forma rápida. Também possuem desvio padrão indicados no visor e recomendam que a pressão seja refeita em casos de desvios entre 2,5 a 3,5 mmHg e quando indica a coloração vermelha no Tonovet e Tonovet Plus, respectivamente (KONTIOLA, 2000; Tono-Pen XL® tonometer user's guide, 2012, Icare® TONOVET tonometer instruction manual, 2013; Icare® TONOVET Plus tonometer instruction manual, 2016). Adicionalmente, o tonômetro Tonovet possui modos 'd' (cães e gatos), 'h' (cavalo) e 'p' (indefinido) e Tonovet Plus tem configurações para cães, gatos, coelhos e cavalos.

O manômetro, dentre todas as técnicas, é a mais fidedigna. No entanto invasivo, e necessita da introdução de uma cânula intraocular, impossibilitando o uso na rotina clínica (JOHN et al., 1997; MORRIS et al., 2006).

A mensuração difere entre os tonômetros e as espécies. Em cães normotensos, LEIVA et al. (2006) encontrou diferença estatística entre os tonômetros de aplanção e rebote, apresentando valores menores para rebote. REUTER et al. (2011) observaram boa relação entre manômetro e tonômetro de aplanção (TonoPen Vet) entre 10-25 mmHg. Para valores superiores a 25 mmHg, o TonoPen Vet mostrou valores subestimados para aves.

### **2.5.5 Fluoresceína**

A Fluoresceína tópica é um corante alaranjado que impregna em estruturas hidrofílicas e confere coloração verde. É possível visualizar essa impregnação com luz branca, porém, a luz azul de cobalto se faz necessária em alguns casos (TURNER, 2010). Esse teste revela danos na córnea ou possíveis obstruções no sistema lacrimal, considerando a interligação entre o olho e as narinas, através dos ductos nasolacrimais (BAYÓN, 2007).

# OBJETIVOS

### 3. OBJETIVOS

Este estudo investigou valores de produção lacrimal e comparou a pressão intraocular de Tucano-toco (*Ramphastos toco*) com tonômetros de aplanção e rebote.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Avaliar e comparar a produção lacrimal com teste de Schirmer (TSL-I), utilizando tiras estéreis de celulose padrão e ponta de papel endodôntica padronizada (PPEP).
- 2) Avaliar a pressão intraocular do Tucano- toco utilizando os tonômetros de rebote e de aplanção.
- 3) Padronizar valores médios para cada modo (cão, gato, cavalo e coelho), utilizando o aparelho de rebote Icare® Tonovet Plus.



## REFERÊNCIAS

#### 4. REFERÊNCIAS

Alatoom AA, Cazanave CJ, Cunningham SA, Ihde SM, Patel R. Identification of non-diphtheriae *Corynebacterium* by use of matrix-assisted laser desorption ionization–time of flight mass spectrometry. *J Clin Microbiol.* 2012;50(1):160-3.

Alguire PC. Tonometry. In: Walker HK, Hall WD, Husrt JW, editors. *Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations.* 3rd ed. Boston: Butterworths; 1990. p. 581-4.

Altman DG, Bland JM. Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *Statistician.* 1983;32:307–17.

Baldotto SB. *investigações sobre oftalmologia de animais de companhia não convencionais, com ênfase na soroprevalência do encephalitozoon cuniculi [dissertação].* Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2012.

Banks KC, Ericsson AC, Reiner CR, Giuliano EA. Veterinary ocular microbiome: Lessons learned beyond the culture. *Vet Ophthalmol.* 2019;22(5):716-25.

Barreiro JR, Ferreira CR, Sanvido GB, Kostrzewa M, Maier T, Wegemann B, et al. Identification of subclinical cow mastitis pathogens in milk by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. *J Dairy Sci.* 2010;93(12):5661-7.

Barsotti G, Briganti A, Spratte JR, Ceccherelli R, Breggi 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. *Vet Ophthalmol.* 2013;16:365-9.

Bayón A, Almela RM, Talavera J. Avian ophthalmology. *Eur J Companion Anim Pract.* 2007;17(3):1-13.

Beckwith-Cohen B, Horowitz I, Bdolah-Abram T, Lublin A, Ofri R. Differences in ocular parameters between diurnal and nocturnal raptors. *Vet Ophthalmol.* 2015;18:98-105.

Bellhorn RW. Retinal nutritive systems in vertebrates. *Semin Avian Exot Pet Med.* 1997;6(3):108-18.

Boyd RC. Basic endodontic therapy. In: Lobprise HB, Dood JRB, editors. *Wigg's Veterinary dentistry: principles and practice.* Hoboken: John Wiley & Sons; 2009. p. 311-34.

Carvalho CEA, Marini MÂ. Distribution patterns of diurnal raptors in open and forested habitats in south-eastern Brazil and the effects of urbanization. *Bird Conserv Int.* 2007;17:367-80.

Chalmers WSK, Kewley DR. Bacterial flora of clinically normal conjunctivae in the domestic duckling. *Avian Pathol.* 1985;14(1):69-74.

Chaves JN. Metabolismo energético e termorregulação do tucano-toco (*Ramphastos toco*) [dissertação]. Rio Claro: Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2015.

Cornelissen H, Ritchie BW. Ramphastidae. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR, editors. *Avian medicine: principles and application*. Lake Worth: Wingers; 1994. p. 1276-83.

Cousquer G. Ophthalmological findings in free-living tawny owls (*Strix aluco*) examined at a wildlife veterinary hospital. *Vet Record.* 2005;156(23):734-9.

Cullen CL, Ihle SL, Webb AA, McCarville C. Keratoconjunctival effects of diabetes mellitus in dogs. *Vet Ophthalmol.* 2005;8(4):215-24.

Cunha PC, Gomes MS, Della Bona A, Vanni JR, Kopper PMP, Figueiredo JAP. Evaluation of two methods of measuring the absorbing capacity of paper points. *Dent Mater J.* 2008;24(3):399-402.

Cziulik M. Cuidado parental de *Selenidera Maculirostris*, *Pteroglossus Castanotis* e *Ramphastos toco* (Piciformes-Ramphastidae), no interior de ninhos [tese]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2010.

De Roeth A. Lacrimation in normal eyes. *AMA Arch Ophthalmol.* 1953;49(2):185-9.

De Stefano ME, Mugnaini E. Fine structure of the choroidal coat of the avian eye. Lymphatic vessels. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1997;38(6):1241-60.

Dislich M. Piciformes (Tucanos, Araçaris e Pica-paus). In: Cubas ZS, Silva JC, Dias JLD, editores. *Tratado de animais selvagens*. 2a ed. São Paulo: Roca; 2014. p. 665-97.

Dupont C, Carrier M, Higgins R. Bacterial and fungal flora in healthy eyes of birds of prey. *Can Vet J.* 1994;23(11):699-701.

Evans HE, Martin GR. Organa sensuum. In: Baumel JJ, editor. *Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium*. 2nd ed. Cambridge: The Nuttall Ornithological Club; 1993. p. 585-611.

Falcão MSA, Monteiro RV, Carvalho CM, Andrade HHD, Galera PD. Reference values for selected ophthalmic tests of the blue-and-yellow macaw (*Ara ararauna*). *Pesqui Vet Bras.* 2017;37(4):389-94.

Featherstone HJ, Heinrich CL. Ophthalmic examination and diagnostics: Part 1- The eye examination and diagnostic procedures. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, editors. *Veterinary ophthalmology: two volume set*. 5th ed. Iowa: John Wiley & Sons; 2013. p. 533-613.

Fecchio RS, Seki Y, Bodde SG, Gomes MS, Kolososki J, Rossi JL Jr, et al. Mechanical behavior of prosthesis in toucan beak (*Ramphastos toco*). Mater Sci Eng C. 2010;30(3):460-4.

Ferreira TAC, Turner AG, Montiani-ferreira F. Hemodynamics of the pectinis oculi artery in American pekin ducks (*Anas platyrhynchos domestica*). Vet Ophthalmol. 2016;19(5):409-13.

Fischer AJ, Zelinka C, Scott MA. Heterogeneity of glia in the retina and optic nerve of birds and mammals. PLoS One. 2010;5(6):e10774.

Fite KV. Anatomical and behavioral correlates of visual acuity in the great horned owl. Vision Res. 1973;13(2):219-30.

Fornazari G, Ferreira TAC, Santin E, Panisson JC, Maiorka A, Montiani-Ferreira F. Schirmer's I, modified Schirmer's I, phenol red thread, and paper point tests: a comparative study for tear production measurement techniques in broiler chicks (*Gallus gallus domesticus*). Poult Sci. 2018;97(9):3258-63.

Fuoresceína Strips. [Bula]. São Paulo: OPHTHALMOS S.A;

Gonçalves JL, Tomazi T, Barreiro JR, Braga PA, Ferreira CR, Araújo JP Jr, et al. Identification of *Corynebacterium* spp. isolated from bovine intramammary infections by matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. Vet Microbiol. 2014;173(1-2):147-51.

Green K. Physiology and pharmacology of aqueous humor inflow. Surv Ophthalmol. 1984;29(3):208-14.

Gum GG, Mackay EO. Physiology of the eye. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, editors. Veterinary ophthalmology: two volume set. 5th ed. Hoboken: Wiley-Blackwell; 2013. p. 171-207.

Hamano H, Hori M, Hamano T, Mitsunaga S, Maeshima J, Kojima S, et al. A new method for measuring tears. Clao J. 1983;9(3):281-9.

Harris MC, Schorling JJ, Herring IP, Elvinger F, Bright PR, Pickett JP. Ophthalmic examination findings in a colony of Screech owls (*Megascops asio*). Vet Ophthalmol. 2008;11(3):186-92.

Hayat A, Biricik HS. Measurement of tear secretion in healthy pigeons by using the phenol red thread test. Vet Rec. 2014;175(23):594.

Hendrix DVH. Diseases and surgery of the canine anterior uvea. Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, editors. Veterinary ophthalmology: two volume set. 5th ed. Iowa: John Wiley & Sons; 2013. p. 1146-96.

Holmberg BJ. Ophthalmology of exotic pets. In: Slatter D, editor. Fundamentals of veterinary ophthalmology. 4th ed. Missouri: Elsevier; 2008. p. 427-81.

Holt DW, Layne EA. Eye injuries in long-eared owls (*Asio otus*): prevalence and survival. *J Raptor Res.* 2008;42(4):243-7.

Holt E, Rosenthal K, Shofer FS. The phenol red thread tear test in large Psittaciformes. *Vet Ophthalmol.* 2006;9(2):109-13.

Holve DL, Gum, GG, Pritt, SL. Effect of sedation with xylazine and ketamine on intraocular pressure in New Zealand white rabbits. *J Am Assoc Lab Anim Sci.* 2013;52(4):488-90.

Icare® TONOVET Plus tonometer Instruction Manual TV011-002 EN-1.1 [Internet]. Vantaa: Finland; 2016 [citado 15 Jan 2021]. Disponível em: [https://tonovet.com/wp-content/uploads/2019/07/Icare\\_TONOVET\\_Plus\\_instruction\\_manual\\_TV011-002-EN-1.1\\_LO.pdf](https://tonovet.com/wp-content/uploads/2019/07/Icare_TONOVET_Plus_instruction_manual_TV011-002-EN-1.1_LO.pdf)

Icare® TONOVET tonometer Instruction Manual TV01 [Internet]. Vantaa: Finland; 2013 [citado 15 Jan 2021]. v.2.0. Disponível em: <https://tonovet.com/wp-content/uploads/2015/12/TONOVET-Manual-2.1-English.pdf>

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: volume I. Brasília (DF): ICMBio/MMA; 2018.

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. World Conservation Strategy: living resource conservation for sustainable development. Gland: IUCN;1980.

Inzunza O, Bravo H, Smith RL, Angel M. Topography and morphology of retinal ganglion cells in Falconiforms: a study on predatory and carrion-eating birds. *Anat Rec.* 1991;229(2):271-7.

James B, Benjamin L, editors. Ophthalmology investigation and examination techniques. Philadelphia: Butterworth Heinemann, Elsevier; 2007.

Jang J, Hur HG, Sadowsky MJ, Byappanahalli MN, Yan T, Ishii S. Environmental *Escherichia coli*: ecology and public health implications—a review. *J Appl Microbiol.* 2017;123(3):570-81.

Jeong MB, Kim YJ, Yi NY, Park SA, Kim WT, Kim SE, et al. Comparison of the rebound tonometer (TonoVet®) with the applanation tonometer (TonoPen XL®) in normal Eurasian Eagle owls (*Bubo bubo*). *Vet Ophthalmol.* 2007;10(6):376-9.

John SW, Hagaman JR, MacTaggart TE, Peng L, Smithes O. Intraocular pressure in inbred mouse strains. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1997;38(1):249-53.

- Johnson DH. Trabecular meshwork and uveoscleral outflow models. *J Glaucoma*. 2005;14(4):308-10.
- Johnson MC, Kamm RD. The role of Schlemm's canal in aqueous outflow from the human eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1983;24(3):320-5.
- Jones MP, Pierce KE, Ward D. Avian vision: A review of form and function with special consideration to birds of prey. *J Exot Pet Med*. 2007;16(2):69-87.
- Jones MP, Ward DA. Fluorophotometric determination of aqueous humor flow rates in red-tailed hawks (*Buteo jamaicensis*). *Am J Vet Res*. 2012;73(4):551-5.
- Katzir G, Howland HC. Corneal power and underwater accommodation in great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*). *J Exp Biol*. 2003;206(5):833-41.
- Kern TJ, Colitz CMH. Exotic animal ophthalmology. In: Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ, editors. *Veterinary ophthalmology: two volume set*. 5th ed. Iowa: John Wiley & Sons, Inc; 2013. p. 1750-819.
- Kern TJ. Disorders of the special senses. In: Altman RB, Clubb SL, Dorrestein GM, Quesenberry K, editors. *Avian medicine and surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1989. p. 563-89.
- King AS, McLelland J. Special sense organs. In: King AS, McLelland J, editors. *Birds: their structure and function*. 2th ed. London: Baillière Tindall; 1984. p. 284-314.
- Kinsey VE. The chemical composition and the osmotic pressure of the aqueous humor and plasma of the rabbit. *J Gen Physiol*. 1951;34(3):389-402.
- Knollinger AM, La Croix NC, Barrett PM, Miller PE. Evaluation of a rebound tonometer for measuring intraocular pressure in dogs and horses. *J Am Vet Med Assoc*. 2005;227(2):244-8.
- Komáromy AM, Garg CD, Ying GS, Liu C. Effect of head position on intraocular pressure in horses. *Am J Vet Res*. 2006;67(7):1232-5.
- Kontiola AI. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. *Acta Ophthalmol Scand*. 2000;78(2):142-5.
- Korbel R. Avian vision-seeing within the invisible. In: AAVAC/UEPV: Proceedings 17th AAVAC Annual Conference; 2012 Sept 3-7; Melbourne, Australia. 2012.
- Korbel R. Tonometry in avian ophthalmology. *J Avian Med Surg*. 1993;7:44-5.

Korbel R, Leitenstorfer P. The modified Schirmer tear test in birds – a method for checking lacrimal gland function. *Tierarztl Prax Ausg K Klientiere Heimtiere*. 1998;26(4):284-94.

Korbel RT, Habil MV. *Avian ophthalmology: principles and application*. Teaneck (NJ): Commitment to Advancing and Promoting Avian Medicine and Stewardship—Association of Avian Veterinarians; 2011. p. 37.

Korbel RT. Avian ophthalmology principles and application. In: *Proceedings WSAVA-FECAVA-AVEPA Congress; 2002 Oct 3- 5; Granada, Spain*. 2002. p. 214-7.

Labelle AL, Whittington JK, Breaux CB, Labelle P, Mitchell MA, Zarfoss MK, et al. Clinical utility of a complete diagnostic protocol for the ocular evaluation of free-living raptors. *Vet Ophthalmol*. 2012;15(1):5-17.

Lange RR, Lima L, Montiani-Ferreira F. Measurement of tear production in black-tufted marmosets (*Callithrix penicillata*) using three different methods: modified schirmer's I, phenol red thread and standardized endodontic absorbent paper points. *Vet Ophthalmol*. 2012;15(6):376-82.

Lange RR, Lima L, Przydzimirski AC, Montiani-Ferreira F. Reference values for the production of the aqueous fraction of the tear film measured by the standardized endodontic absorbent paper point test in different exotic and laboratory animal species. *Vet Ophthalmol*. 2014;17(1):41-5.

Leiva M, Naranjo C, Pena MT. Comparison of the rebound tonometer (ICare®) to the applanation tonometer (Tonopen XL®) in normotensive dogs. *Vet Ophthalmol*. 2006;9(1):17-21.

Lim J, Kang S, Park S, Park E, Nam T, Jeong S, et al. Intraocular pressure measurement by Rebound Tonometry (TonoVet) in Normal Pigeons (*Columba livia*). *J Avian Med Surg*. 2019;33(1):46-52.

Lima FC, Vieira LG, Santos ALQ, De Simone SBS, Hirano LQL, Silva JMM, et al. Anatomy of the scleral ossicles in brazilian birds. *J Morphol Sci*. 2017;26(3-4):165-9.

Limón D, Vásquez C, Czaplewski R. Measurement of tear production using schirmer tear test and standardized endodontic absorbent paper points in ferrets (*Mustela putorius furo*). *J Exotic Pet Med*. 2019;29:10-4.

Macknight AD, Mclaughlin CW, Peart D, Purves RD, Carré DA, Civan MM. Formation of the aqueous humor. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2000;27:100-6.

Macpherson AJ, Harris NL. Interactions between commensal intestinal bacteria and the immune system. *Nat Rev Immunol*. 2004;4:478-85.

- Maggs DJ. Basic diagnostic technique. In: Slatter D, editor. *Fundamentals of veterinary ophthalmology*. 4th ed. Missouri: Elsevier; 2008. p. 81-2.
- Marchan PRAC. Tonometria e ecobiometria ocular em Tucacano- toco (*Ramphastos toco*) e Tucano-de-bico-Verde (*Ramphastos dicolorus*) [tese]. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria; 2015.
- Marini MA, Garcia FI. Conservação de aves no Brasil. *Megadiversidade*. 2005;1(1):95-102.
- Martin CL. Ocular infections. In: Greene CE, editor. *Clinical microbiology and infectious diseases of the dog and cat*. St Louis: WB Saunders Company; 1984. p. 301-20.
- Martin GR, Katzir G. Visual fields in short-toed eagles, *Circaetus gallicus* (Accipitridae), and the function of binocularity in birds. *Brain Behav Evol*. 1999;53:55-66.
- Martin GR. The eye of a passeriform bird, the European starling (*Sturnus vulgaris*): eye movement amplitude, visual fields and schematic optics. *J Comp Physiol A*. 1986;159:545-57.
- Martin GR. What is binocular vision for? A birds' eye view. *J Vis*. 2009;9:1-19.
- Meekins JM, Stuckey JA, Carpenter JW, Armbrust L, Higbie C, Rankin AJ. Ophthalmic diagnostic tests and ocular findings in a flock of captive American flamingos (*Phoenicopterus ruber ruber*). *J Avian Med Surg*. 2015;29(2):95-105.
- Merlini NB. Testes oftálmicos, biometria ocular e cálculo do poder dióptrico da lente em corujas [tese]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- UNESP; 2015.
- Meyer DB. The avian eye and its adaptations. In: Crescitelli F, editor. *Handbook of sensory physiology*. Berlin: Springer; 1977. v. VII/5: The visual system in vertebrates; p. 549-611.
- Mikaelian I, Paillet I, Williams D. Comparative use of various mydriatic drugs in kestrels (*Falco tinnunculus*). *Am J Vet Res*. 1994;55(2):270-2.
- Molter CM, Hollingsworth SR, Kass PH, Chinnadurai SK, Wack RF. Intraocular pressure in captive american flamingos (*Phoenicopterus ruber*) as measured by rebound tonometry. *J Zoo Wildl Med*. 2014;45(3):664-7.
- Monção-Silva RM, Ofri R, Raposo ACS, Libório FA, Estrela-Lima A, Oriá AP. Ophthalmic parameters of Blue-and-yellow Macaws (*Ara ararauna*) and Lear's Macaws (*Anodorhynchus leari*). *Avian Biol Res*. 2016;9(4):240-9.



Montiani-Ferreira F. Ophthalmology. In: Fowler ME, Cubas ZS, editors. *Biology medicine and surgery of south american wild animals*. Ames: Iowa State University Press; 2001. p. 437-56.

Montiani-Ferreira F, Lima L. Oftalmologia. In: Cubas ZS, Silva JC, Dias JLD, editors. *Tratado de animais selvagens*. 2a ed. São Paulo: Roca; 2014. p. 2130-55.

Moore BA, Teixeira LB, Sponsel WE, Dubielzig RR. The consequences of avian ocular trauma: histopathological evidence and implications of acute and chronic disease. *Vet Ophthalmol*. 2017;20(6):496-504.

Morris CA, Crowston JG, Lindsey JD, Danias J, Weinreb RN. Comparison of invasive and non-invasive tonometry in the mouse. *Exp Eye Res*. 2006;82(6):1094-9.

Murphy CJ, Kern TJ, McKeever K, McKeever L, MacCoy D. Ocular lesions in free-living raptors. *J Am Vet Med Assoc*. 1982;181:1302-4.

Ofri R, Shore LS, Kass PH, Horowitz IH. The effect of elevated progesterone levels on intraocular pressure in lions (*Panthera leo*). *Res Vet Sci*. 1999;67(2):121-3.

Oliphant LW. Cytology and pigments of non-melanophore chromatophores in the avian iris. *Prog Clin Biol Res*. 1988;256:65-82.

Ollivier FJ, Plummer CE, Barrie KP. Ophthalmic examination and diagnostics. In: Gellat KN, editor. *Veterinary ophthalmology*. 4th ed. Iowa: Blackwell Publishing; 2007. p. 438-83.

Oriá AP, Monção Silva RM, Pinna MH, Oliveira AVD, Ferreira PRB, Martins Filho EF, et al. Ophthalmic diagnostic tests in captive red-footed tortoises (*Chelonoidis carbonaria*) in Salvador, northeast Brazil. *Vet Ophthalmol*. 2015;18:46-52.

Oriá AP, Oliveira AVD, Pinna MH, Martins Filho EF, Estrela-Lima A, Peixoto TC, et al. Ophthalmic diagnostic tests, orbital anatomy, and adnexal histology of the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). *Vet Ophthalmol*. 2015;18 Suppl 1:30-9.

Oriá AP, Pinna MH, Furtado MA, Pinheiro ACO, Gomes DC Jr, Costa Neto JM. Microbiota conjuntival em cães clinicamente saudáveis e cães com ceratoconjuntivite seca. *Ciênc Anim Bras*. 2013;14(4):495-500.

Ott M. Visual accommodation in vertebrates: mechanisms, physiological response and stimuli. *J Comp Physiol A*. 2006;192(2):97-111.

Paiva CS, Jones DB, Stern ME, Bian F, Moore QL, Corbiere S, et al. Altered mucosal microbiome diversity and disease severity in Sjögren syndrome. *Sci Rep*. 2016;6(1):1-11.

Park YW, Jeong MB, Kim TH, Ahn JS, Ahn JT, Park SA, et al. Effect of central corneal thickness on intraocular pressure with the rebound tonometer and the applanation tonometer in normal dogs. *Vet Ophthalmol*. 2011;14(3):169-73.

Pelych LN, Shellabarger W, Vassallo M, Noland E, Sledge D, Aquino SE. Ophthalmic findings in a captive population of Panamanian golden frogs: *Atelopus zeteki*. *Vet ophthalmol*. 2019;22(4):430-9.

Prazeres RF, Fiebig WJ, Fecchio RS, Biasi C, Fernandes M, Souza Castro MAG, et al. Técnicas de reconstituição de bico em aves—artigo de revisão. *J Health Sci*. 2013;31:441-7.

Prum RO. Anatomy, physics, and evolution of avian structural colors. In: Hill GE, McGraw KJ, editors. *Bird coloration, mechanisms and measurements*. Cambridge: Harvard University Press; 2006. p. 295-353.

Pumarola-Suñé J, Solá-Vicens L, Sentís-Vilalta J, Canalda-Sahli C, BrauAguadé E. Absorbency properties of different brands of standardized endodontic paper points. *J Endod*. 1998;24(12):796-8.

Quinn P, Markey B, Leonard FC, Fitzpatrick ES, Fanning S, Hartigan PJ. *Veterinary microbiology and microbial diseases*. 2th ed. Oxford: Wiley Blackwell Scienc; 2011. p.1231.

Ragusa-Netto J. Abundance and frugivory of the toco toucan (*Ramphastos toco*) in a gallery forest in Brazil's Southern Pantanal. *Braz J Biol*. 2006;66:133-42.

Ragusa-Netto J. Toco toucan feeding ecology and local abundance in a habitat mosaic in the Brazilian cerrado. *Ornitol Neotrop*. 2008;9:345-59.

Rajaei SM, Mood MA, Sadjadi R, Azizi F. Intraocular pressure, tear production, and ocular echobiometry in guinea pigs (*Cavia porcellus*). *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2016;55(4):475-9.

Rajaei SM, Mood MA, Sadjadi R, Williams DL. Results of selected ophthalmic diagnostic tests for clinically normal Syrian hamsters (*Mesocricetus auratus*). *Am J Vet Res*. 2016;77(1):72-6.

Rakoff-Nahoum S, Paglin, J, Eslami-Varzaneh F, Edberg S, Medzhitov R. Recognition of commensal microflora by toll-like receptors is required for intestinal homeostasis. *Cell*. 2004;118(2):229-41.

Rayment LJ, Williams D. Glaucoma in a captive-bred great horned owl (*Bubo virginianus virginianus*). *Vet Rec*. 1997;140(8):481-3.

Redford KH. The empty forest. *BioScience*. 1992;42(6):412-22.

Reuter A, Müller K, Arndt G, Eule JC. Accuracy and reproducibility of the TonoVet® rebound tonometer in birds of prey. *Vet Ophthalmol*. 2010;13:80-5.

Reuter A, Müller K, Arndt G, Eule JC. Reference intervals for intraocular pressure measured by rebound tonometry in ten raptor species and factors affecting the intraocular pressure. *J Avian Med Surg.* 2011;25(3):165-72.

Rodarte-Almeida ACV, Machado M, Baldotto SB, Santos LLD, Lima L, Lange RR, et al. O olho da coruja-orelhuda: observações morfológicas, biométricas e valores de referência para testes de diagnóstico oftálmico. *Pesqui Vet Bras.* 2013;33(10):1275-89.

Ryzhov V, Fenselau C. Characterization of the protein subset desorbed by MALDI from whole bacterial cells. *Anal Chem.* 2001;73(4):746-50.

Sakamoto R, Bennett ES, Henry VA, Paragina S, Narumi T, Izumi Y, et al. The phenol red thread tear test: across-cultural study. *Investig Ophthalmol Vis Sci.* 1993;34(13):3510-4.

Schwab IR, Hart NS. In the search for stereopsis. *Br J Ophthalmol.* 2003;87:1205.

Seaman AR, Storm H. A correlated light and electron microscope study on the pecten oculi of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). *Exp Eye Res.* 1963;2(2):163-72.

Sebbag L, Allbaugh RA, Wehrman RF, Uhl LK, Ben-Shlomo G, Chen T, et al. Fluorophotometric assessment of tear volume and turnover rate in healthy dogs and cats. *J Ocul Pharmacol Ther.* 2019;35(9):497-502.

Seruca C, Molina-Lopez R, Peña T, Leiva M. Ocular consequences of blunt trauma in two species of nocturnal raptors (*Athene noctua* and *Otus scops*). *Vet Ophthalmol.* 2012;15:236-44.

Sessa M. Teste lacrimal de Schirmer, espessura corneal, pressão intraocular e estesiometria em Tucano-toco – *Ramphastos toco*. Testes diagnósticos oftalmológicos em sagui de tufo preto (*Callithrix penicillata*) [dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2020.

Sessa M, Brandão CVS, Merlini NB, Gandolfi MG, Ranzani JJT. Teste lacrimal de Schirmer, espessura corneal, pressão intraocular e estesiometria em Tucano-toco – *Ramphastos toco*. In: Anais do XXVIII Congresso de Iniciação Científica; 2016; Botucatu, Brasil. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2016. v. 1.

Shah S. Accurate intraocular pressure measurement: the myth of modern ophthalmology?. *Ophthalmology.* 2000;107(10):1805-7.

Shin H, Price K, Albert L, Dodick J, Park L, Dominguez-Bello MG. Changes in the eye microbiota associated with contact lens wearing. *mBio.* 2016;7(2):e00198.

- Short LL, Horne FM. Family Ramphastidae (toucans). In: Del Hoyo J, Elliot A, Sargatal J, editors. Handbook of the birds of the world. Barcelona: Lynx Edicions; 2002. v. 7: Jacamars to Woodpeckers; p. 220-73.
- Sick H. Birds in Brazil: a natural history. Princeton: Princeton University Press; 1993. Order strigiformes; p. 286-98.
- Silvanose CD, Bailey TA, Naldo JL, Howlett JC. Bacterial flora of the conjunctiva and nasal cavity in normal and diseased captive bustards. Avian Dis. 2001;45(2):447-51.
- Smith SP, Barbon AR, Forbes NA. Evaluation of the phenol red thread tear test in falconiformes. J Avian Med Surg. 2015;29(1):25-9.
- Somma AT, Coimbra CM, Lange RR, Moore BA, Montiani-Ferreira F. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests in two species of microchiroptera bats (*Artibeus lituratus* and *Anoura caudifer*). Vet Ophthalmol. 2020;23(1):61-6.
- Stiles J, Buyukmihci NC, Farver TB. Tonometry of normal eyes in raptors. Am J Vet Res. 1994;55:477-9.
- Storey ES, Carboni DA, Kearney MT, Tully TN. Use of phenol red thread tests to evaluate tear production in clinically normal Amazon parrots and comparison with Schirmer tear test findings. J Am Vet Med Assoc. 2009;235(10):1181-7.
- Streiner DL, Norman GR. Health measurement scales: a practical guide to their development and use. 4th ed. Oxford: Oxford University Press; 2008.
- Swinger RL, Langan JN, Hamor R. Ocular bacterial flora, tear production, and intraocular pressure in a captive flock of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*). J Zoo Wildl Med. 2009;40(3):430-6.
- Tattersall G, Andrade D, Abe A. Heat Exchange from the toucan bill reveals a controllable vascular terminal radiator. Science. 2009;325(5939):468-70.
- Thomason CA, Mullen N, Belden LK, May M, Hawley DM. Resident microbiome disruption with antibiotics enhances virulence of a colonizing pathogen. Sci Rep. 2017;7(1):1-8.
- Tomlinson A, Doane MG, McFayden A. Inputs and outputs of the lacrimal system: review of production and evaporative loss. Ocul Surf. 2009;7:186-98.
- Tono-Pen XL® tonometer User's Guide [Internet]. Depew, NY: Reichert, Inc; 2012. Disponível em: <https://www.appslibrary.com/assets/MSC167/PRM/68E3441-Rev-L-XL-UG0416.pdf>.

- Tripathi RC, Tripathi BJ. The mechanism of aqueous outflow in birds: I. An ultrastructural study of normal eyes. *Exp Eye Res.* 1973;15(3):409-23.
- Tsai SS, Park JH, Hirai K, Itakura C. Eye lesions in pet birds. *Avian Pathol.* 1993;22(1):95-112.
- Turner SM. *Oftalmologia em pequenos animais.* Rio de Janeiro: Elsevier; 2010. p.1-2. (Série clínica veterinária na prática).
- Tyrrell LP, Fernández-juricic E. Avian binocular vision: It's not just about what birds can see, it's also about what they can't. *PLoS One.* 2017;12(3):e0173235.
- Van der Willigen RF, Frost BJ, Wagner H. How owls structure visual information. *Anim Cogn.* 2003;6(1):39-55.
- Vince M. Toucans. In: Duerr RS, Gage LJ, editors. *Hand-rearing birds.* 2a ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2020. p. 567-74.
- Walls GL. Significance of the foveal depression. *Arch Ophthalmol.* 1937;18(6):912-9.
- Welle K. Body condition scoring in birds. *Annu Conf Proc Assoc Avian Vet.* 1995:487.
- Williams DL. Ophthalmology. In: Ritchie BW, Harrison GJ, Harrison LR, editors. *Avian medicine: principles and application.* Lake Worth (FL): Winger's Publishing Inc; 1994. p. 682-6.
- Williams DL. Ophthalmology of exotic pets. Hoboken: John Wiley & Sons; 2012. p. 119-58.
- Williams DL, Gonzalez Villavincencio CM, Wilson S. Chronic ocular lesions in tawny owls (*Strix aluco*) injured by road traffic. *Vet Rec.* 2006;159(5):148-53.
- Willis AM, Wilkie DA. Avian ophthalmology. Part 2: review of ophthalmic diseases. *J Avian Med Surg.* 1999;4(1):245-51.
- Zar JH. *Biostatistical analysis.* 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall; 2009. p. 960.
- Zenoble RD, Griffith RW, Clubb SL. Survey of bacteriologic flora of conjunctiva and cornea in healthy psittacine birds. *Am J Vet Res.* 1983;44(10):1966-7.

## CAPÍTULO 2

1 Trabalho a ser enviado para a revista “Journal of Veterinary Medical Science”,  
2 seguindo as seguintes normas: [http://jsvetsci.jp/jvms/wp-content/themes/jvms-](http://jsvetsci.jp/jvms/wp-content/themes/jvms-green/img/instruction_en.pdf)  
3 [green/img/instruction\\_en.pdf](http://jsvetsci.jp/jvms/wp-content/themes/jvms-green/img/instruction_en.pdf)

4

5 **FULL PAPER: Wildlife Science**

6

7 **OPHTHALMOLOGIC TESTS IN *RAMPHASTOS TOCO***

8

9

10 Mayara Chagas FERREIRA<sup>1)</sup>, Cláudia Valéria Seullner BRANDÃO<sup>1)</sup>

11

12 <sup>1)</sup>Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal- Faculdade de  
13 Medicina Veterinária e Zootecnia (Unesp)- Botucatu, São Paulo 18616-681,  
14 Brasil

15

16 Correspondence to: MAYARA CHAGAS FERREIRA

17 Email: [mayara.chagas@unesp.br](mailto:mayara.chagas@unesp.br)

18

19

20

21

22 **ABSTRACT**

23 It is necessary to describe reference values in ophthalmic diagnostic tests  
24 for *Ramphastos toco*, a wild bird increasingly inserted in the urban environment  
25 and in specialized veterinary care. In this study, the tear evaluation was  
26 performed with Schirmer test (STT-I) and standardized endodontic absorbent  
27 paper point tear test (PPTT), and intraocular pressure with applanation tonometer  
28 (Tonopen) and rebound tonometers (Tonovet and Tonovet plus) in 15 adult,  
29 physically restrained Toco-toucans, healthy on clinical and ophthalmological  
30 examination. The results obtained were: STT-I  $7.77 \pm 3.66$  mm / min and PPTT  
31  $17.17 \pm 2.97$  mm / min; intraocular pressure with Tonopen,  $13.73 \pm 3.58$  mmHg;  
32 Tonovet,  $18.23 \pm 1.78$  mmHg; Tonovet Plus (dog),  $22.52 \pm 2.13$  mmHg; Tonovet  
33 Plus (cat),  $15.69 \pm 1.50$  mmHg. Rebound tonometry is an easy and accurate  
34 method for use in Toco toucans, with higher values than applanation tonometry.  
35 There was no significant difference among the tests, regarding the laterality of  
36 the eyes. The use of PPTT was effective in measuring tear production with low  
37 variability and discomfort. There was no record of intraocular pressure values  
38 with rebound tonometry, or tear quantification with standardized endodontic  
39 absorbent paper point tear test for the Toco-toucan in the consulted literature,  
40 making these results fundamental for the diagnosis and treatment of ocular  
41 diseases in the species.

42

43 **Keywords:** absorbent paper, bird, lacrimal, rebound, tonometry

44

45

46

47

48

49

50

51

52



## 53 INTRODUCTION

54 The Ramphastidae family includes six genera and thirty-four species.  
55 The Toco-toucan is the most populous species, due to its fast, increasing  
56 adaptation in urbanized environments [24]. They are primarily frugivorous,  
57 opportunistically faunivorous, neotropical birds, recognized for its large, long,  
58 orange-colored bill and plumage of vibrant and intense colors. In addition, they  
59 are fundamental representatives in the ecosystem, as they spread seeds [24, 27].

60 Birds have a highly specialized and mutable vision, depending on  
61 lifestyle, flight, reproduction and habitat. Among the adaptations, the size of the  
62 eyes in relation to skull, representing up to 12% of the skull volume, compared to  
63 1% in humans, and visual acuity from two to eight times greater than mammals  
64 stand out [3, 14, 27]. Specific characteristics of cornea, lens and retina, and eyes  
65 disposition contribute significantly for superior visual acuity in birds, such as  
66 thickness and adaptation of corneal and lenticular curvature, binocular vision and  
67 the presence of fovea and pecten [8, 11, 20, 27].

68 Visual deficit in birds may be related to multiple ocular and extraocular  
69 causes; its diagnosis depends on complete ophthalmologic examination,  
70 including, usually, inspection, reflexes, Schirmer test, biological sample  
71 collection, intraocular pressure (IOP), fluorescein test and posterior segment  
72 evaluation [7, 12]. Normal values for these tests have been studied in wild birds;  
73 however, data on standardization for each species are still scarce.

74 SESSA et. al. (2016) described values of  $9.47 \pm 4.26$  mm/min for Toco-  
75 toucans in the Schirmer test. There is no record of tear quantification using  
76 standardized endodontic paper point test for the species. The measurement of  
77 intraocular pressure (IOP) in exotic animals is performed with the same  
78 tonometers used for domestic animals. However, the use of some devices is  
79 limited, because of the eye size [27]. Tonometry is paramount to ophthalmologic  
80 diagnosis and treatment follow-up of conditions such as uveitis and glaucoma.  
81 To the authors' knowledge, there is no description of IOP values for the species  
82 using rebound tonometry.

83 The aforementioned factors stimulated the development of the study of  
84 compared Schirmer test and tonometry, using applanation and rebound devices,  
85 for Toco-toucan.

86           The results aim to facilitate the diagnostic of ophthalmologic diseases, as  
87 well as follow up treatment evolution in the exotic animal practice and promote  
88 the maintenance of one of the most important senses for the species.

89

## 90 **MATERIALS AND METHODS**

91           The methods were approved by the Animal Use Ethics Committee (CEUA)  
92 at Zootechnics and Veterinary Medicine College, Estadual Paulista University  
93 (UNESP) – Botucatu, protocol number 0107/2020. The project was also  
94 approved by SISBIO – Biodiversity Authorization and Information System, under  
95 number 75577-1, and it followed the standards of Association for Research in  
96 Vision and Ophthalmology (ARVO).

97

### 98 *Sampling*

99           The research comprised wild animals; therefore, non-probabilistic sampling  
100 was suitable for the convenience sampling plan. In this sense, a minimal number  
101 of birds was considered for the inferential procedures used in the paired  
102 comparisons of the eyes, as well as repeated measurements performed by the  
103 tonometers. In order to meet the requirements for robustness in statistical tests  
104 and the power of 80% to detect possible differences among the comparison  
105 groups, in a 5% significance level established for results discussion [6], at least  
106 15 birds are necessary.

107

### 108 *Animals, site and temperature*

109           Fifteen Toco-toucans (*Ramphastos toco*) were used, from which one came  
110 from the Floravida Institute, Botucatu – São Paulo state, and the other fourteen  
111 came from the Center for Study in Wild Animal Medicine and Research  
112 (CEMPAS), UNESP - Botucatu campus, São Paulo state, Brazil. Both eyes (n =  
113 30), from clinically healthy, male and female adult toucans, were evaluated. The  
114 study was carried out in the coolest hours of the day, ranging from 17 to 23°C, to  
115 avoid increases in the metabolic rate (MR), which occur between 30 and 35°C  
116 [5].

117

118

119 *Inclusion and exclusion criteria*

120 Any animal exhibiting changes in the normal clinical or ophthalmological  
121 standard for the species was excluded from the project. The toucans were  
122 evaluated considering the body condition score ranging from 1 to 5 according to  
123 WELLE (1995) and the aspect of the limbs, bill, wings and feathers. In addition,  
124 the birds' enclosure was assessed five days before and five days after handling,  
125 to identify other possible comorbidities that could interfere in the study, such as  
126 altered feces, apathy, inappetence, among others.

127

128 *Restraint*

129 The toucans were manually restrained, in a careful way, taking into  
130 consideration the least discomfort for the birds, keeping them in a upright position  
131 and holding the bill. The cervical area was not manipulated, avoiding  
132 interferences in the IOP value caused by mechanical venous pressure. Only one  
133 examiner performed the ophthalmological examination.

134

135 *Eye assessment and ophthalmologic tests*

136 After clinical examination, the birds underwent routine ophthalmological  
137 examination, in the following order: ocular surface and adnexa inspection,  
138 Schirmer tear test, evaluation of the anterior segment with a slit lamp, tonometry  
139 and fluorescein test.

140 At inspection, changes in the shape of the face, eye disposition and  
141 symmetry, tumefactions, discharge, blepharospasm and neoformations were  
142 investigated.

143 The tear production was assessed in two ways: with a Schirmer (STT-I)  
144 millimeter-ruled, 0.5 cm wide x 3.5 cm long standard paper strip, and  
145 standardized endodontic paper point (SEPP) (Roeko Color Size 30; Langenau,  
146 Germany), both placed within the temporal lower conjunctival sac. The numerical  
147 evaluation (mm/min) of the moistened area was performed immediately after 60  
148 seconds, using a SEPP standard ruler. There was an one-hour interval between  
149 these tests.

150 Intraocular pressure assessment was performed using the rebound  
151 tonometers Icare® TONOVET 'd' mode (dogs and cats) and Icare® TONOVET

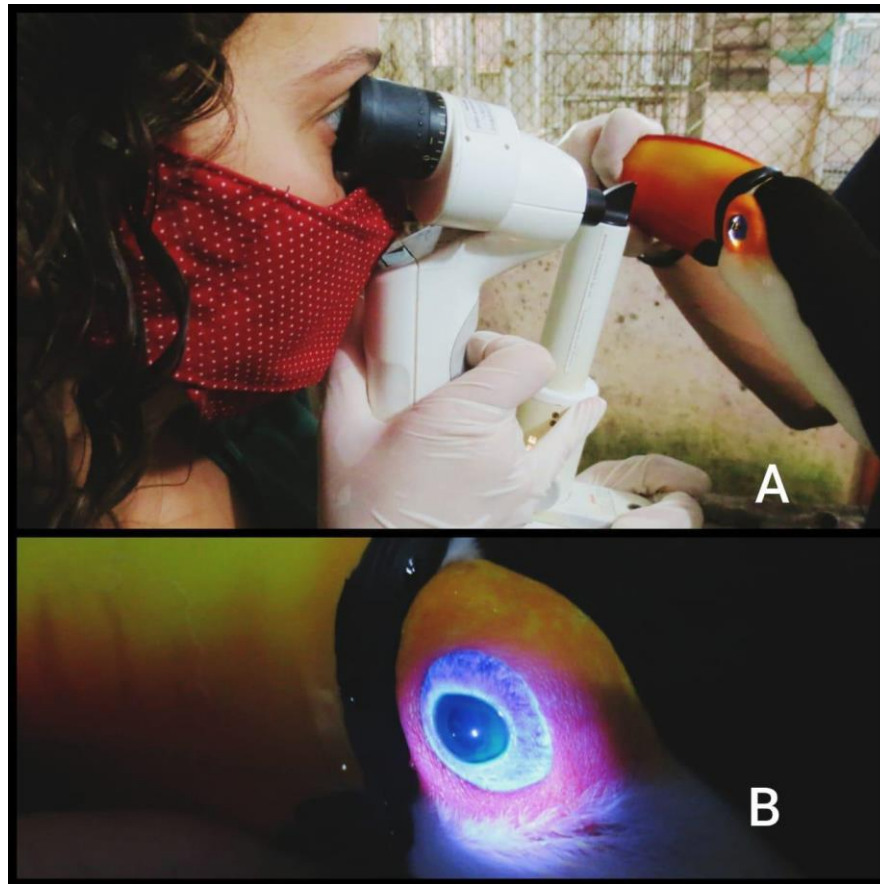
152 Plus (dog, cat, horse and rabbit mode), and the applanation tonometer  
153 TonoPen® XL- Reichert, in this order. All measurements were performed in the  
154 center of the cornea and repeated three times for each eye, even the rebound  
155 and applanation devices provide the mean value of six and four measurements,  
156 respectively. Before applanation tonometry, anesthetic eye drops based on  
157 proxymetacaine hydrochloride 0.5% were instilled (Anestalcon®, Alcon Labs.,  
158 São Paulo state, Brazil).

159 Sterile Fluorescein Strips (Ophthalmos, São Paulo state, Brazil) moistened  
160 in sterile saline solution (NaCl 0.9%) was used as a vital dye of corneal injuries,  
161 placing it in contact with the bulbar conjunctiva and washing it afterward, with the  
162 same saline solution, in order to remove its excess and make visualization easier.

163 Biomicroscopic evaluation of the anterior segment was performed with a slit  
164 lamp (Kowa SL-15, Kowa Optimed Inc., California) in white and cobalt blue light  
165 (Figure 1), investigating corneal lesion, opacity, pigment or vascularization;  
166 anterior chamber size and content; iris coloration, pigmentation and movement,  
167 as well as lens opacity e position.

168

169



170

171

172 **FIGURE 1.A.** Biomicroscopic evaluation of Toco-toucan ocular structures with slit  
173 lamp in white light; **B.** Evaluation of corneal integrity in Toco-toucan with cobalt  
174 blue light, after instilling fluorescein dye with negative result. Botucatu, São Paulo  
175 state, Brazil.

176

177 *Statistical analysis*

178 Student's t-test was used for paired samples in the comparison between the  
179 right and left eye. The data was expressed as mean, median and standard  
180 deviation, with a 5% significance level ( $p < 0.05$ ) [29].

181 The agreement of tonometric measurements was performed according to  
182 Altman and Blend methodology, using Lin's concordance coefficient and  
183 Pearson's parametric correlation test [1, 25].

184

185

186

187 **RESULTS**

188 One toucan was excluded from the project for presenting ophthalmological  
 189 alterations (left eye with mature cataract and right eye with devitalized and  
 190 vascularized cornea, iris atrophy, anterior synechia, anterior chamber  
 191 enlargement and medially lateralized pupil), totaling 14 toucans. Mean body  
 192 mass was 683.2 g and the mean body score was 2.46/5. There was no  
 193 significative difference between the right and left eye ( $P>0.05$ ) when comparing  
 194 the ophthalmological tests regarding eyes laterality (Table 1).

195

196 TABLE 1. Ophthalmological tests of tear production and intraocular pressure  
 197 (mmHg) in Toco-toucan, according to the eye

Variable	Eye		p Value
	Right (n=14)	Left (n=14)	
Schirmer STT-I (mm/min)	7.67 ± 2.61	7.87 ± 4.57	$P> 0.05^*$
Schirmer SEPP (mm/min)	17.67 ± 2.80	16.67 ± 3.16	$P> 0.05^*$
Tonovet	18.58 ± 1.98	17.88 ± 1.55	$P> 0.05^*$
Tonovet Plus dog	22.65 ± 1.96	22.39 ± 2.34	$P> 0.05^*$
Tonovet Plus cat	15.43 ± 1.51	15.94 ± 1.49	$P> 0.05^*$
Tonovet Plus horse	16.31 ± 1.82	16.99 ± 1.10	$P> 0.05^*$
Tonovet Plus rabbit	23.91 ± 2.49	23.77 ± 1.08	$P> 0.05^*$
TonoPen	13.45 ± 3.04	14.01 ± 4.15	$P> 0.05^*$

198 \* No difference between eyes ( $P>0.05$ );

199

200 Regarding IOP, the measurements were evaluated descriptively and using  
 201 Pearson's linear association and Lin's concordance coefficient for tonometers  
 202 comparison; Tonovet Plus dog x Tonovet Plus rabbit were the most concordant  
 203 methods.

204 Intraocular pressure values were  $18.23 \pm 1.78$  for Tonovet; [Tonovet Plus  
 205 dog ( $22.52 \pm 2.13$ ); cat ( $15.69 \pm 1.50$ ); horse ( $15.65 \pm 1.52$ ); rabbit ( $23.84 \pm 1.89$ )]  
 206 and  $13.73 \pm 3.58$  for TonoPen.

207 Regarding the association between two IOP measurements and tonometers  
 208 or different species modes, there was a significant positive correlation for the  
 209 most of tonometers and modes, except for Tonopen in relation to Tonovet and  
 210 Tonovet plus, modes dog, cat and rabbit, when there was no significance. The  
 211 best relations were verified between Tonovet plus dog x rabbit e Tonovet plus  
 212 horse x rabbit ( $r>600$ ;  $P<001$ ).

213 The reproducibility of the IOP measurements was tested with the  
214 concordance coefficient proposed by Lin, for the verification among tonometers  
215 and species mode used, Tonovet plus dog x rabbit ( $\rho_c$ , 511) comparing the two  
216 methods.

217

## 218 **DISCUSSION**

219 Determining normal values for ophthalmological tests is an important tool in  
220 the diagnosis and treatment of diseases, as it broadens the knowledge of the  
221 area regarding species particularities. In the consulted literature, there is no  
222 report of pressure values using rebound tonometry, as well as the use of  
223 endodontic paper points for lacrimal quantification in toucans.

224 The STT-I value with standard strip was similar to that reported by SESSA  
225 et.al. (2016), who reported an interval of 5.21-13.73 mm/min (mean  $9.47 \pm 4.26$ )  
226 for Toco-toucan. In a generic study performed with 255 birds of 42 species, the  
227 STT values were variable, showing the importance of specialized studies.  
228 Particularly in Falconiformes, they described STT-I values of 4.1-14.4 mm/min  
229 [13]. Among the Falconiformes, *Caracara plancus* presented a high similarity,  
230 with a STT-I value of  $7.83 \pm 3.05$  using standard strip [2], compared to  $7.7 \pm 3.66$   
231 of the present study. Although it belongs to a different order, the caracara  
232 presents a body size (mean 55 cm) similar to that of Toco-toucan and habitat  
233 (meadow areas, cerrado, open and urbanized fields), daytime habits [3], eye  
234 position (laterality) ocular anatomical measures [2,18].

235 Tear quantification with the SEPP proved to be functional and easy to  
236 perform in Toco-toucan, according to what is described for other species, mainly  
237 those in which the Schirmer test with a 0.5 cm millimeter-ruled standard strip is  
238 unfeasible due to the size of the eyelid fissure. The standardization of the brand  
239 and diameter of 0.3 mm of the endodontic paper point (Roeko Color size 30) was  
240 based on the comparative study of the absorbance of this material, carried out by  
241 PUMAROLA-SUÑÉ (1998), exhibiting better results among the others.

242 The method was already described in birds like the chestnut-bellied seed  
243 finch, saffron-finch [15], macaws, parrots [19] and domestic chicken [10]. The  
244 observed values for the domestic chicken, chestnut-bellied seed finch, saffron-  
245 finch, Lear's macaw and blue-and-yellow macaw were  $7.13 \pm 0.72$  mm/min (5  
246 days old) and  $12.03 \pm 0.92$  mm/min (42 days old);  $4.11 \pm 0.34$  mm/min;  $5.10 \pm$

247 0.26 mm/min;  $15.37 \pm 1.22$  and  $16.74 \pm 1.38$ , respectively [10,15,19]. For the  
248 Toco-toucan, in this study, the values ( $17.7 \pm 2.97$  mm/min) were closer to the  
249 macaws' values.

250 During the two tests of tear production, regarding the comfort of the toucans,  
251 there was, with the SEPP, a considerable reduction of blepharospasm and third  
252 eyelid movement when inserted in the conjunctival fornix, in addition to a lesser  
253 standard deviation, suggesting more reliable values, similar to what was reported  
254 by LANGE et.al (2014) and LIMÓN et.al. (2019).

255 The estimated time described for lacrimal reposition in healthy eyes of  
256 humans, dogs and cats was five to ten minutes [22]. This interval is not described  
257 for birds, but considering the minimum value of one hour, the values maintained  
258 the standard and revealed that, for the species, lacrimal reposition occurs in up  
259 to one hour. However, more studies about the dynamics of lacrimal film in birds  
260 are necessary, in order to define the correct reposition time.

261 Among the tonometers, the applanation method presented the higher  
262 standard deviation. Nevertheless, this result is expected once it is an examiner-  
263 dependent method; despite that, the values described by MARCHAN (2015), of  
264  $15.70 \pm 3.45$  mmHg, and SESSA et al. (2016), of  $14.49 \pm 2.31$  mmHg,  
265 respectively with TonoPen® Vet-Reichert and TonoPen® XL-Reichert, showed a  
266 good correlation with this study in toucans ( $13.73 \pm 3.58$  mmHg). Additionally, in  
267 the studied performed with Tonopen (applanation tonometry) in 275 birds of 39  
268 species, values varied between 9.2 and 16.3 mmHg [28], corroborating the  
269 observed value.

270 In the study carried out with the families Tytonidae (nocturnal), Strigidae  
271 (nocturnal), Falconidae (diurnal) and Accipitridae (diurnal), the species *Pernis*  
272 *apivorus* ( $14.4 \pm 2.81$ ), *Buteo rufinos* ( $13.3 \pm 4.11$ ) and *Falco naumanni* ( $13,7 \pm$   
273  $4$ ), both diurnal, had values more similar to the toucans than those of nocturnal  
274 species [4].

275 The Tonovet 'd' mode was the most reliable, according to LIM (2019) in a  
276 study with pigeons, that is why it was chosen. The values in mmHg, observed for  
277 rebound tonometry, were: Tonovet ( $18.23 \pm 1.78$ ), Tonovet Plus dog ( $22.52 \pm$   
278  $2.13$ ), Tonovet Plus cat ( $15.69 \pm 1.50$ ), Tonovet Plus horse ( $15.65 \pm 1.52$ ), and  
279 Tonovet Plus rabbit ( $23.84 \pm 1.89$ ). No other IOP studies in Toco-toucan, using  
280 Tonovet or Tonovet Plus, were identified for comparison.



281           There was a weak correlation between the values obtained with the rebound  
282 and applanation tonometers in the study, being the rebound device values  
283 overestimated in relation to applanation tonometer, especially for the dog and  
284 rabbit mode of the Tonovet Plus.

285           It is noteworthy that, considering the Pearson's linear association among  
286 the IOP values in the different tonometers and modes, the Tonovet x Tonovet  
287 Plus (dog, cat, horse and rabbit) were linear, positive and significant ( $P \leq 0.05$ ), as  
288 well as all the modes of Tonovet x Tonovet plus with each other and Tonopen x  
289 Tonovet Plus (horse). According to the Lin's concordance coefficient between the  
290 methods, the two coefficient relations closest to one [25], that is, more  
291 concordant, were the Tonovet Plus (cat x horse) and Tonovet Plus (dog x rabbit)  
292 pressures, suggesting an interesting mode of measurement.

293           Fluorescein is a dye of corneal lesion and can result positive after the  
294 Schirmer test, because when the millimeter-ruled strip or the endodontic paper  
295 point are placed in contact with the cornea, both can cause a minimal exfoliative  
296 injury in the local epithelial cells [9]. One of the animals exhibited impregnation  
297 with fluorescein in the right eye, after Schirmer test with standard millimeter-ruled  
298 strip was performed. This aspect was observed only in this bird, and it was no  
299 longer present 24 hours later.

300           A limitation of this study was the measurement of the intraocular pressure  
301 using a mercury column. However, this is an invasive method, which would put  
302 at risk the important visual system of the Toco-toucan.

303           Other studies must be stimulated, aiming to obtain, increasingly, specific  
304 data on birds, important animals of our fauna, and potential agents of the balance  
305 of our ecosystem.

306

## 307 **CONCLUSION**

308           The use of endodontic paper point was effective to measure the lacrimal  
309 production in the Toco-toucan, with low variability and discomfort.

310           The applanation tonometer underestimated the intraocular pressure values  
311 in the Toco-toucan (*Ramphastos toco*) when compared to the rebound technique,  
312 being the Tonovet plus in the dog/rabbit mode the one with the highest  
313 association coefficient.

314 The results will be useful to the diagnosis of ocular diseases in the Toco-  
315 toucan, as well as glaucoma and uveitis follow up, guiding the treatment and  
316 helping veterinarians in the clinical practice and other researches.

317

## 318 REFERENCES

- 319 1. Altman, D. G, Bland, J. M. 1983. Measurement in medicine: the analysis  
320 of method comparison studies. *Statistician*.;32: 307–317.
- 321 2. Baldotto, S. B. 2012. Investigações sobre oftalmologia de animais de  
322 companhia não convencionais, com ênfase na soroprevalência do  
323 encephalitozoon cuniculi [dissertação]. Universidade Federal do Paraná,  
324 Curitiba.
- 325 3. Bayón, A., Almela, R. M., Talavera, J. 2007. Avian ophthalmology. *Eur J*  
326 *Companion Anim Pract* 17(3): 1-13.
- 327 4. Beckwith-Cohen, B., Horowitz, I., Bdolah-Abram, T., Lublin, A., Ofri, R.  
328 2015. Differences in ocular parameters between diurnal and nocturnal  
329 raptors. *Vet Ophthalmol* 18: 98-105.
- 330 5. Chaves, J. N. 2015. Metabolismo energético e termorregulação do  
331 tucano-toco (*Ramphastos toco*). [dissertação]. Faculdade de Medicina,  
332 Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.
- 333 6. Cochran, W. 1977. Sampling techniques. pp. 448. 3th ed. John Wiley, New  
334 York.
- 335 7. Cousquer, G. 2005. Ophthalmological findings in free-living tawny owls  
336 (*Strix aluco*) examined at a wildlife veterinary hospital. *Vet. Record*  
337 156(23): 734-739.
- 338 8. Evans, H. E, Martin, G. R. 1993. Organa sensuum. pp. 585-611. In:  
339 Handbook of avian anatomy: nomina anatomica avium. 2nd ed. The Nuttall  
340 Ornithological Club, Cambridge, Massachusetts.
- 341 9. Fluoresceína Strips. [Bula]. OPTHALMOS S.A., São Paulo.
- 342 10. Fornazari, G., Ferreira, T. A. C., Santin, E., Panisson, J. C., Maiorka, A.,  
343 Montiani-Ferreira, F. 2018. Schirmer's I, modified Schirmer's I, phenol red  
344 thread, and paper point tests: a comparative study for tear production  
345 measurement techniques in broiler chicks (*Gallus gallus*  
346 domesticus). *Poult. Sci.* 97(9): 3258-3263.

- 347 11. Jones, M. P., Pierce, K. E., Ward, D. 2007. Avian vision: A review of form  
348 and function with special consideration to birds of prey. *J Exot Pet Med*  
349 16(2): 69-87.
- 350 12. Kern, T. J., Colitz, C. M. H. 2013. Exotic Animal Ophthalmology. pp. 1750-  
351 1819. In: *Veterinary Ophthalmology: Two Volume Set*, 5th ed. John Wiley  
352 & Sons, Inc, Iowa.
- 353 13. Korbelt, R., Leitenstorfer, P. 1998. The modified Schirmer tear test in birds  
354 – a method for checking lacrimal gland function. *Tierarztl. Prax. Ausg. K*  
355 *Klientiere Heimtiere* 26(4): 284–294.
- 356 14. Korbelt, R. T. 2002. Avian ophthalmology principles and application. pp.  
357 214-217. *Proceedings WSAVA-FECAVA-AVEPA Congress*.
- 358 15. Lange, R. R., Lima, L., Przydzimirski, A. C., Montiani-Ferreira, F. 2014.  
359 Reference values for the production of the aqueous fraction of the tear film  
360 measured by the standardized endodontic absorbent paper point test in  
361 different exotic and laboratory animal species. *Vet Ophthalmol* 17(1): 41-  
362 45.
- 363 16. Lim, J., Kang, S., Park, S., Park, E., Nam, T., Jeong, S., Seo K. 2019.  
364 Intraocular Pressure Measurement by Rebound Tonometry (TonoVet) in  
365 Normal Pigeons (*Columba livia*). *J Avian Med Surg* 33(1): 46-52.
- 366 17. Limón, D., Vásquez, C., Czaplewski, R. 2019. Measurement of Tear  
367 Production Using Schirmer Tear Test and Standardized Endodontic  
368 Absorbent Paper Points in Ferrets (*Mustela putorius furo*). *Journal of*  
369 *Exotic Pet Medicine* 29: 10-14.
- 370 18. Marchan, P. R. A. C. 2015. Tonometria e Ecobiometria ocular em  
371 Tucacano- toco (*Ramphastos toco*) e Tucano-de-bico-Verde  
372 (*Ramphastos dicolorus*) [tese]. Universidade Federal de Santa Maria, Rio  
373 Grande do Sul.
- 374 19. Monção-Silva, R. M., Ofri, R., Raposo, A. C. S., Libório, F. A., Estrela-  
375 Lima, A., Oriá, A. P. 2016. Ophthalmic parameters of Blue-and-yellow  
376 Macaws (*Ara ararauna*) and Lear's Macaws (*Anodorhynchus leari*). *Avian*  
377 *Biol Res* 9(4): 240-249.
- 378 20. Montiani-ferreira, F., Lima, L. 2014. Oftalmologia. p. 2130-2155. In:  
379 *Tratado de Animais Selvagens*. 2 ed. Roca, São Paulo.

- 380 21. Pumarola-Suñé, J., Solá-Vicens, L., Sentís-Vilalta, J., Canalda-Sahli, C.,  
381 BrauAgudé, E. 1998. Absorbency properties of different brands of  
382 standardized endodontic paper points. *J Endod* 24(12): 796–798.
- 383 22. Sebbag, L., Allbaugh, R. A., Wehrman, R. F., Uhl, L. K., Ben-Shlomo, G.,  
384 Chen, T., Mochel, J. P. 2019. Fluorophotometric assessment of tear  
385 volume and turnover rate in healthy dogs and cats. *J Ocul Pharmacol Th*  
386 35(9): 497-502.
- 387 23. Sessa, M., Brandão, C. V. S., Merlini, N. B., Gandolfi, M. G., Ranzani, J.  
388 J. T. Teste lacrimal de Schirmer, espessura corneal, pressão intraocular  
389 e estesiometria em Tucano-toco – *Ramphastos toco*. 2016. In: Anais de  
390 congresso 2016: XXVIII Congresso de Iniciação Científica, Universidade  
391 Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Botucatu.
- 392 24. Short, L. L., Horne, F. M. 2002. Family Ramphastidae (toucans). pp. 220-  
393 272. In: *Handbook of the birds of the world*, Lynx Edicions: Spain.
- 394 25. Streiner, D. L and Norman, G. R. 2008. Health measurement scales: A  
395 practical guide to their development and use. 4th ed, Oxford University  
396 Press, Oxford.
- 397 26. Welle, K. 1995. Body condition scoring in birds. *Annu Conf Proc Assoc*  
398 *Avian Vet*.
- 399 27. Williams, D. L. 2012. Ophthalmology of exotic pets. pp.119-158. John  
400 Wiley & Sons.
- 401 28. Willis, A. M., Wilkie, D. A. 1999. Avian Ophthalmology, Part 2: Review of  
402 Ophthalmic Diseases. *J Avian Med Surg* 4(1): 245-51.
- 403 29. ZAR, J. H. 2009. *Biostatistical Analysis*, 5th ed, Prentice-Hall, New Jersey.

404

405 **APÊNDICE**

406



407

408 Representação de secções transversais do esterno e massa muscular peitoral  
409 de aves, com escore da condição corporal variando entre muito magro (1),  
410 magro (2), ótimo (3), sobrepeso (4) e obeso (5). Adaptado de Welle (1995).