

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

BIOMETRIA OCULAR NA ESPÉCIE *CEBUS APELLA*

CRISTIANE DE ABREU ESTANISLAU

BOTUCATU - SP

JULHO / 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

BIOMETRIA OCULAR NA ESPÉCIE *CEBUS APELLA*

CRISTIANE DE ABREU ESTANISLAU

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus de Botucatu para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Ass. Dr. José Joaquim Titton Ranzani

BOTUCATU - SP

JULHO / 2014

Nome do Autor: Cristiane de Abreu Estanislau

Título: BIOMETRIA OCULAR NA ESPÉCIE *CEBUS APELLA*

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor Assistente Doutor José Joaquim Tilton Ranzani
Presidente e Orientador
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Professora Adjunta Cláudia Valéria Seullner Brandão
Membro
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – Botucatu

Professor Assistente Doutor Antônio Carlos Rodrigues
Membro
Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e
Pescoço.
FMB – UNESP – Botucatu

Data da defesa: 02 de julho de 2014.

DEDICATÓRIA

**Aos meus queridos pais, pelo amor
a mim dispensado ao longo de toda minha vida,
e o incentivo para conclusão desse trabalho.**

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido orientador, Professor Doutor José Joaquim Tilton Ranzani, pela oportunidade de execução desse trabalho, pela postura paternal que me acompanha desde a graduação. Uma pessoa admirável que foi e será um grande exemplo de profissional e ser humano.

À Professora Cláudia Valéria Seullner Brandão pela amizade e ensinamentos dados desde a época da graduação.

Ao Dr. Antônio Carolos Lotteli Rodrigues pela disponibilidade em esclarecer todas as dúvidas que surgiram ao longo desses dois anos.

Ao Professor José Pantoja pela análise estatística e auxílio na análise dos dados.

À querida Família Oftalmo, Guadalupe, Cintia, Joice, Úrsula, Rodrigo, Luciana, Natalie, Natália pelos ensinamentos e por estarem sempre presentes compartilhando as conquistas e dificuldades de cada um de nós. Agradeço em especial a Natalie e Natália por todo auxílio na execução desse trabalho, pelo companheirismo e pela amizade.

À grande amiga que a vida profissional me deu, Vivian Lima de Souza, por esses quatro anos de muito companheirismo durante a residência e o mestrado superando nossas dificuldades, colaborando com meu crescimento pessoal e profissional, comemorando a cada novo aprendizado, ao eterno carinho que levaremos na memória a vida toda.

Ao Cempas, ao Professor Carlos Roberto Teixeira, aos residentes Guilherme, Daniela, Diogo, por todo apoio no manejo e contenção dos animais, pela disponibilidade e auxílio na execução do projeto.

À querida Sharlene pela amizade e realização dos procedimentos anestésicos dos animais incluídos neste trabalho.

À minha república (Abstinência) por tornar minha vida mais feliz, por compreender minha vida conturbada e pela eterna amizade que conquistamos ao longo desses nove anos de convivência.

A todos os meus familiares, que mesmo longe torceram por mim ao longo dessa jornada e vibraram a cada conquista.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro.

A meus pais, Márcia e Fernando, pelo incentivo, pelo amor incondicional e principalmente por estarem tão presentes a cada passo de minha vida.

Às minhas queridas irmãs, Juliana, pelo eterno apoio às minhas decisões, por comemorar junto comigo cada pequena vitória; e Caroline por compreender minhas escolhas e fornecer todo suporte que estava ao seu alcance.

Ao meu cunhado, Alberto que ao longo dos anos se tornou um querido irmão.

A meu grande amigo e amor, Marcelo Curiati, pela amizade durante os cinco anos de faculdade; pelo apoio, paciência, compreensão e amor durante a residência e mestrado. Sua presença foi fundamental para conclusão dessa jornada.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram com a realização e finalização de mais uma etapa de minha vida.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Média, desvio padrão, mínimo e máximo do TLS, segundo o olho e gênero.....	25
Tabela 2 Média, desvio padrão, mínimo e máximo da PIO, segundo o olho e gênero.....	26
Tabela 3 Média, desvio padrão, mínimo e máximo do diâmetro corneal, segundo o olho e gênero.....	26
Tabela 4 Média, desvio padrão, mínimo e máximo da ceratometria (meridianos K1 e K2), segundo o olho e gênero.....	27
Tabela 5 Média, desvio padrão, mínimo e máximo da espessura corneal central (ECC), segundo o olho e gênero.....	28
Tabela 6 Média, desvio padrão, mínimo e máximo das mensurações biométricas, segundo o olho e gênero.....	29
Tabela 7 Média, desvio padrão, mínimo e máximo do poder dióptrico da lente de acordo com a fórmula empregada, segundo o olho e gênero	30

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Fotografia demonstrando a realização da ceratometria em macaco-prego (<i>Cebus apella</i>).....	19
Figura 2 Fotografia demonstrando a mensuração branco-a-branco em macaco-prego (<i>Cebus apella</i>).....	20
Figura 3 Fotografia demonstrando a realização da ultrassonografia Modo – A em macaco-prego (<i>Cebus apella</i>).....	21
Figura 4 Fotografia demonstrando a realização da paquimetria em macaco-prego (<i>Cebus apella</i>).....	22

LISTA DE ABREVIações

ACD - Profundidade de câmara anterior

AL - Comprimento axial

D - Dioptria

ECC - Espessura corneal central

EPL – Posição efetiva da lente

FPL - Filme pré-corneal

K - Curvatura corneal

LIO - Lente intraocular

LIOs - Lentes intraoculares

m/s - Metros por segundo

mm - Milímetros

mm/min – Milímetros por minuto

mmHg – Milímetros de mercúrio

PIO - Pressão intraocular

PMMA - Polimetilmetacrilato

TLS - Teste lacrimal de Schirmer

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
1. INTRODUÇÃO	04
2. REVISÃO DA LITERATURA	06
2.1 <i>Cebus Apella</i>	09
2.2 Biometria ocular	09
2.3 Ceratometria	11
2.4 Paquimetria	11
2.5 Cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares	12
2.6 Cálculo de lentes intraoculares em Medicina Veterinária	13
3. OBJETIVOS	16
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Procedência dos animais	18
4.2 Sequência experimental	18
4.2.1 Contenção dos animais	18
4.2.2 Exame oftálmico	18
4.2.3 Ceratometria	19
4.2.4 Diâmetro Corneal	20
4.2.5 Paquimetria	20
4.2.6 Ecobiometria (ultrassom Modo – A).....	21
4.3 Cálculo de Lentes intraoculares.....	22
4.4 Análise estatística	23
5. RESULTADOS	25
5.1 Teste lacrimal de Schirmer I	25
5.2 Pressão intraocular	25
5.3 Diâmetro corneal	26
5.4 Ceratometria	27
5.5 Paquimetria	27
5.6 Biometria	28
5.7 Poder dióptrico das lentes intraoculares	29
6. DISCUSSÃO	32

7.	CONCLUSÃO	38
8.	REFERÊNCIAS	40
9.	TRABALHO CIENTÍFICO.....	50
	9.1 Normas	50
	9.2 Trabalho a ser enviado para a revista	52

ESTANISLAU, C. A. **Biometria ocular da espécie *Cebus apella***. Botucatu, 2014. 69p. Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre do Curso de Pós - Graduação em Medicina Veterinária - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar as dimensões oculares dos macacos-prego por meio de ultrassonografia modo-A e ceratometria, e determinar o poder dióptrico da lente intraocular empregando-se fórmulas de terceira e quarta geração. Foram utilizados 18 animais (36 olhos) da espécie *Cebus apella*. O cálculo da lente intraocular foi realizado utilizando-se o *software* Holladay IOL Consultant[®] e EyeCalculator 6.0[®]. As fórmulas empregadas para o cálculo foram Holladay 2, Haigis e Hoffer Q que possibilitaram prever lentes com poder dióptrico médio de 29,43 D; 31,25D e 46,71D, respectivamente. Não foi observado diferença estatística entre os valores dióptricos das lentes calculadas pelas fórmulas Holladay 2 e Haigis; no entanto, com a aplicação da fórmula Hoffer Q observou-se diferença estatística, determinando lentes mais potentes. Considerando os parâmetros biométricos oculares avaliados, e o poder dióptrico calculado por uma mesma fórmula não há diferenças significativas entre machos e fêmeas, e lateralidade dos olhos para um mesmo animal.

Palavras-chave: Biometria, Lente intraocular, Cálculo do poder dióptrico, Macaco-prego.

ESTANISLAU, C. A. **Ocular biometry of *Cebus apella***. Botucatu, 2014. 69p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT: The aim of this study was to determine the ocular dimensions of capuchin monkeys using ultrasound A and keratometry, determining the refractive power of the IOL formulas employing third and fourth generation. Were used 18 animals (36 eyes) of the species *Cebus apella*. The calculation of intraocular lens was performed using the Holladay IOL Consultant ® and EyeCalculator ® 6.0 software. Holladay 2, Hoffer Q, and Haigis formulas were employed to do the calculus and determine lenses with an average refractive power of 29.43 D; 31.25 D and 46.71 D, respectively. No statistical difference was observed between the lens dioptric values calculated by formulas Holladay 2 and Haigis; however, we could see statistical difference between groups when the the formula Hoffer Q was applied, resulting in more powerful lenses. The reviews of ocular biometric parameters and the lens power calculated by the same formula showed neither significant differences between males and females, or between the right and left eyes of each animal.

Key words: Biometrics; Intraocular lens, lens power calculation, Capuchin monkey.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A catarata é uma condição oftalmológica em diversas espécies e é uma das principais causas de déficit visual; pode ser definida como a opacidade da lente ou de suas cápsulas, decorrente de alterações da arquitetura lamelar de suas fibras ou cápsula (JOHNSON; MILLER, 1990; GLOVER; CONSTANTINESCU, 1997; GELATT, 2007). A opacidade da lente resulta em comprometimento visual que se acentua progressivamente podendo levar à cegueira. É considerada uma afecção ocular importante, cujo tratamento é exclusivamente cirúrgico, porém a perda da lente resulta em hipermetropia acentuada com conseqüente comprometimento da visão (SAMPAIO et al., 2002). A correção desta alta hipermetropia e a obtenção de visão mais acurada são possíveis através da implantação de lente intraocular (LIO) em substituição à lente extraída (GAIDDON et al., 1991).

O poder dióptrico da lente que deve ser implantada após uma cirurgia de facoemulsificação é calculado a partir de fórmulas desenvolvidas para bulbos oculares humanos, visando tornar esses olhos emétopes. Existem fórmulas de primeira, segunda, terceira e quarta gerações. O consenso atual de eleição das fórmulas para cada paciente deve ser baseado no comprimento axial desse olho, constatando que, para olhos curtos (<22 mm) e extremamente curtos (<18 mm), as fórmulas mais empregadas são de terceira e quarta geração (HOFFER, 2000).

A espécie em questão, *Cebus apella*, é um primata diurno que tem sido amplamente utilizado como um modelo experimental em estudos comparativos do sistema visual (PINOM et al., 1990; RODRIGUES et al., 2005). Dados escassos de literatura incentivaram estabelecer os valores de referência fisiológica das dimensões oculares, da curvatura corneal, além do poder dióptrico da lente, a partir de fórmulas de terceira e quarta gerações. Trata-se de uma espécie com alta densidade populacional em cativeiro e uma expectativa de vida de até 50 anos, portanto, a exata compreensão desses dados possibilitará o correto diagnóstico de catarata nesses animais, além da intervenção cirúrgica adequada com o objetivo de manter sua qualidade de vida. Adicionalmente possibilitará o desenvolvimento de inúmeras pesquisas no campo da oftalmologia veterinária.

REVISÃO DA LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

A lente é uma estrutura elipsóide, biconvexa, transparente e avascular, ancorada equatorialmente ao corpo ciliar através das fibras zonulares, que a mantêm suspensa posteriormente à íris e anteriormente ao vítreo. Devido à sua condição avascular, a nutrição da lente provém do humor aquoso e do vítreo. O raio de curvatura das superfícies anterior e posterior diferem entre si, sendo a superfície anterior de menor curvatura relativamente à posterior. Os centros dessas superfícies são denominados de polos anteriores e posteriores (SLATTER, 2005).

As funções da lente consistem na transmissão da luz (devido à sua transparência), na refração da luz (devido à sua curvatura) e na focalização da imagem na retina (devido à sua capacidade de acomodação). A acomodação visual é a alteração do grau de convexidade da lente e, portanto, da sua curvatura, possibilitando que objetos que se situem a diferentes distâncias tenham sua imagem focalizada na retina. A acomodação visual só é possível devido à elasticidade característica da lente e decorre da contração do músculo ciliar, a qual determina uma flacidez nos ligamentos zonulares e, por conseguinte, um aumento da convexidade da lente (SLATTER, 2005; GELATT, 2007).

As principais superfícies refrativas do olho são a lente, a córnea e o filme pré-corneal (FPL). Por definição estrita, pode-se argumentar que o filme lacrimal é a camada de maior refração do olho (MONTES-MICO et al., 2004). Em humanos, o FPL e a córnea possuem 43 dioptrias (D) de refração (COURVILLE; SLOLEK; KLYCE, 2004); em cães a córnea, por sua vez, é responsável por 40 D (GAIDDON et al., 1991; PEIXOTO et al., 2008; MOBRICCI et al., 2009), gatos 39 D (GILGER; DAVIDSON; HOWARD, 1998) e os equinos 16 D (MCMULLEN; GILGER, 2006).

A lente contribui significativamente para o poder refracional do olho; seu poder de refração é determinado tanto pelo seu índice de refração como pela sua curvatura, esta que por sua vez pode ser alterada pelo processo de acomodação visual podendo variar de 2 a 3 em cães, 2 a 8 em gatos (HUGHES, 1977), e até 14 D em crianças (MILLER; MURPHY, 1995).

Em humanos o poder refracional da lente é de aproximadamente 19 D (SMITH, 2003) enquanto em cães chega a 41 D (GAIDDON et al., 1991; DAVIDSON et al., 1993).

Uma das principais afecções que acometem a lente é a catarata; trata-se de uma condição oftalmológica em diversas espécies e é considerada uma das principais causas de déficit visual. Catarata pode ser definida como a opacidade da lente ou de suas cápsulas, decorrente de alterações da arquitetura lamelar de suas fibras ou cápsula (JOHNSON & MILLER, 1990; GLOVER; CONSTANTINESCU, 1997; GELATT, 2007). Possui tamanhos, formas, etiologias e graus de progressão variados (SLATTER, 2005). A catarata resulta em baixa visão que se acentua progressivamente, chegando a impossibilitar totalmente o contato visual com o meio ambiente (SAMPAIO, 2000).

Considera-se que a única terapia efetiva é a remoção cirúrgica, a qual pode ser realizada por diversas técnicas. A facetectomia intracapsular foi abandonada, devido ao grande número de complicações pós-operatórias, sendo reservada apenas em casos de subluxação ou luxação total da lente (WILLIAMS et al., 1996); foi substituída pela técnica extracapsular que predominou por anos, porém continha o inconveniente da necessidade de uma grande incisão corneal ou límbica, a qual induzia o colapso da câmara anterior e uveíte acentuada no pós-operatório (DZIEZYC, 1990; WILLIAMS et al., 1996).

Nos últimos anos, a técnica cirúrgica de escolha na extração da catarata, tanto em oftalmologia veterinária quanto na humana, é a facoemulsificação (WILLIAMS et al., 1996; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997). As vantagens advêm do tempo cirúrgico reduzido, da pequena incisão e da reparação corneal precoce, além da redução significativa da inflamação no pós-operatório, da melhor aspiração das massas corticais e da não descompressão da câmara anterior (DZIEZYC, 1990).

Com o advento da facoemulsificação na veterinária houve uma acentuada elevação dos índices de sucesso deste tipo de cirurgia em cães, e, com ela, a busca de melhores resultados em termos de acuidade visual pós-operatória (DAVIDSON, 2001).

Devido à função refrativa da lente, as cirurgias de extração da lente produzem hipermetropias de aproximadamente 41 D em cães, uma vez que no olho afácico a luz não é suficientemente refratada, resultando na formação de imagem “atrás” da retina (GAIDDON et al., 1991; OFRI, 2007).

A correção da hipermetropia pode ser feita através da implantação de lentes intraoculares (LIOs), cuja utilização em pacientes humanos foi realizada pioneiramente por Harold Ridley em 1949, empregando lentes de polimetilmetacrilato (PMMA). Por muitos anos, predominaram as LIOs rígidas de PMMA, que requeriam incisões corneais amplas para sua implantação. O advento das lentes flexíveis e dobráveis permitiu trabalhar com incisões de três ou quatro milímetros, resultando em menor astigmatismo (KIM et al., 2008).

Na Medicina, a determinação do poder dióptrico das lentes intraoculares é realizada a partir de fórmulas que utilizam dados como o comprimento axial e da curvatura corneal dos bulbos oculares. Existem dois tipos de fórmulas: teórica, baseada na geometria óptica aplicada a um olho esquemático e a empírica ou de regressão que surgiu a partir da análise dos resultados de refração pós-operatória de diversas intervenções cirúrgicas e a relaciona com os valores de comprimento axial e de curvatura corneal (LIANG et al., 1985; MENDICUTE et al., 2000). Fyodorov (1975) foi o primeiro a publicar uma fórmula teórica para este cálculo; após, já foram publicadas fórmulas de segunda, terceira e quarta gerações sempre com o objetivo de diminuir o erro refracional dos pacientes submetidos à facoemulsificação.

Na oftalmologia veterinária, particularmente na cirurgia da catarata em cães, seguiu-se a mesma tendência, tendo como objetivo promover uma visão mais emétrepe possível para os animais submetidos à facoemulsificação, buscando melhor qualidade de vida para os mesmos. Há dois tipos principais de lentes: as rígidas de PMMA (GILGER et al., 1993) e as dobráveis, de silicone (GAIDDON et al., 1997) ou acrílicas (KECOVÁ & NECAS, 2004), que são implantadas dentro do saco capsular.

Na medicina veterinária, alguns estudos foram executados objetivando estabelecer o poder dióptrico das LIOs requerido para se atingir a emetropia no cão (GAIDDON et al., 1996; SAMPAIO, 2002), e em coelhos (VALINHOS et al., 2012).

2.1 *Cebus apella*

Os primatas mantidos em cativeiro têm um importante papel na pesquisa científica, além de serem utilizados como entretenimento. São macacos encontrados nas florestas da América do sul, parques zoológicos, centros de reabilitação e triagem de animais selvagens. Essa espécie se reproduz facilmente em cativeiro, tornando o controle da população um desafio entre os profissionais que atuam com esses animais (FRAGASZY et al., 2004; JASON, 2006).

A espécie em questão possui diversas semelhanças com o humano em sua anatomia e fisiologia, entre elas o fato de apresentarem um cérebro grande quando comparado à massa corporal, uma maturação pós-natal tardia, tempo de vida longo, podendo chegar até os 50 anos de vida em cativeiro, órbitas voltadas pra frente tornando grande o campo visual binocular (FRAGASZY et al., 2004; JASON, 2006), fóvea com tamanho similar aos humanos e com densidade de cones semelhante (FRANCO et al.,2000), características que os tornam um bom modelo experimental.

O *Cebus apella* é um primata diurno que tem sido utilizado como um modelo experimental para estudos comparativos do sistema visual, ressaltando-se as estruturas uveais, retina e respostas corticais a estímulos visuais (PINON et al., 1990; RODRIGUES et al., 2005).

2.2 Biometria ocular

Para calcular o valor dióptrico de uma lente intraocular, qualquer que seja a fórmula a ser aplicada, é necessário conhecer ao menos o comprimento axial (AL) do olho e a sua curvatura corneal (GARZÓN et al., 2008).

Biometria é uma técnica rápida e não dolorosa que permite as mensurações das estruturas oculares podendo ser realizadas através de três técnicas: Biometria ultra-sônica modo A (de contato ou imersão) e a Biometria óptica.

A biometria modo A tem sido utilizada para mensurar o comprimento axial dos olhos, tanto na oftalmologia humana (RUBIN & HOPE, 1996), quanto na veterinária (GILGER, 1998; SAMPAIO et al., 2002; MARTINS et al., 2009;

BARALDI et al.,2012); é o método de escolha para a mensuração das distâncias intraoculares *in vivo*, como a profundidade da câmara anterior, espessura axial da lente e profundidade da câmara vítrea, como também do comprimento axial do bulbo ocular (DIETRICH, 2007).

O ultrassom modo A é o mais original dos métodos de ultrassom. Os ecos recebidos pelo transdutor são exibidos unidimensionalmente e de forma tempo dependente como curvas verticais a partir de uma linha de base. A altura da curva reflete a intensidade do eco. A distância entre curvas individuais depende do tempo necessário para as ondas de ultrassom alcançarem uma determinada interface acústica e para seu eco retornar para o transdutor. O espaço entre as curvas na linha horizontal também reflete a distribuição espacial das estruturas examinadas (DIETRICH, 2007). Em um ecograma de olho normal são reconhecidos os seguintes ecos: córnea, cápsula anterior da lente, cápsula posterior da lente e retina, determinando entre eles uma série de espaços, assim denominados: câmara anterior, lente e câmara vítrea, respectivamente (IRIBARNE et al., 2003).

A velocidade do ultrassom é alterada nos diferentes meios oculares de acordo com a espécie. Na córnea humana atinge 1,641 m/s, na câmara anterior 1,523 m/s, na lente 1,641 m/s, na câmara vítrea 1,532 m/s, e na retina 1,550 m/s (GARZÓN et al., 2008).

Estão disponíveis dois tipos de ultrassom modo-A: a técnica de aplanção ou contato e a de imersão (HOFFMANN et al., 1998, MARTINS et al., 2009). O primeiro consiste no contato direto do transdutor do aparelho com a córnea do paciente; para o método de imersão aplica-se uma interface aquosa entre o transdutor e o olho.

Apesar do ultrassom modo-A de imersão ser mais preciso e confiável que o de contato, ele exige a colaboração do paciente (MARTINS et al., 2009), assim como o método de biometria óptica que necessita de um olhar fixo e estável por alguns instantes (MONTEIRO & ALLEMAN, 2001), tornando-os um grande desafio na rotina prática da Medicina Veterinária.

2.3 Ceratometria

Depois do comprimento axial, este é o fator que mais influencia no cálculo do poder dióptrico da LIO do animal (KOHNEM et al., 2009). Deve-se realizar a ceratometria previamente à ecografia por aplanção, uma vez que esta pode modificar a superfície corneal (IRIBARNE, 2003).

A ceratometria compreende a medida da curvatura corneal anterior, podendo ser realizada utilizando-se ceratometria manual, automatizada ou topográfica, sendo o padrão ouro a medição manual (TENNEM et al., 1995). A ceratometria manual avalia os três milímetros centrais da córnea, com o paciente posicionado a frente do ceratômetro, com a cabeça apoiada no aparador e um olhar fixo. Já o autoceratômetro é usado rotineiramente para estimar a refração, é de fácil manipulação, confortável e de rápida execução (KOHNEM et al., 2009). Diversos estudos apontam a concordância clínica e estatística de ambos os métodos em olhos saudáveis (NINOMIY et al., 2013; MEHRAVARAN et al., 2014) e devido à necessidade da colaboração do paciente na medicina veterinária, o autoceratômetro torna-se uma boa opção. A curvatura corneal é determinada em dois meridianos, sendo K1 e K2 (TENNEM et al., 1995).

2.4 Paquimetria

A paquimetria ultrassônica é o método *in vivo* mais acurado de mensuração da espessura corneal, na qual o tempo requerido para a energia do ultrassom atravessar a córnea é utilizado para calcular sua espessura (THOMAS et al., 2006). A mensuração da espessura corneal é um método útil para avaliação da função das células endoteliais e da sua integridade epitelial (GILGER et al., 1998).

2.5 Cálculo de lentes intraoculares

O objetivo da implantação da lente intraocular é possibilitar que esses pacientes tornem-se emétopes após a extração da lente. Inicialmente, todas as lentes implantadas em humanos eram de um valor dióptrico padrão, mas observou-se que alguns pacientes tornavam-se hipocorrigidos, enquanto outros hiperkorrigidos (IRIBARNE et al., 2003). A implantação de lentes intraoculares artificiais, com seu valor dióptrico calculado a partir de uma fórmula, utilizando dados específicos de cada paciente facectomizado, tem recebido grande aceitação na oftalmologia humana e já se consagrou como uma ferramenta notável na reabilitação visual dos pacientes.

O primeiro a publicar uma fórmula teórica para calcular o poder da lente que deveria ser implantada no olho, em função do comprimento axial (AL) e da ceratometria (K), foi Fyodorov (1975). Após, surgiram outras fórmulas de primeira geração bastante similares como Celenbrander, Hoffer, Thijssen, entre outras. Na evolução do conhecimento a respeito do cálculo do poder dióptrico da LIO, foram desenvolvidas fórmulas de segunda, terceira e quarta geração visando determinar qual a fórmula mais adequada para cada padrão de bulbo ocular.

O consenso utilizado para a eleição das fórmulas para cada paciente deve ser feita em função do comprimento axial padrão. Na medicina humana, os olhos são classificados de acordo com o comprimento axial em olhos extremamente curtos (<18 mm), olhos curtos (<22 mm), olhos médios (22 mm a 24,5 mm) e olhos longos (>24,5 mm), este último podendo ser subdividido em moderadamente longos (24,5 mm a 26 mm) e muito longos (>26 mm). (HOFFER, 2000).

Segundo Lacava e Centurion (2006), fórmulas de terceira geração são melhores do que as fórmulas mais antigas para olhos curtos, porém ainda não atingem a precisão clínica desejada. Análises globais apontam que, para olhos curtos olhos curtos (<22 mm) e extremamente curtos (<18 mm), os resultados são menos precisos com o uso dessas fórmulas, resultando em maior hipermetropia pós-operatória. As fórmulas de terceira geração supõem que o segmento anterior e o posterior sejam proporcionais em todos os olhos, o que não é verdade, principalmente em olhos hipermetropes (curtos), e acabam por

diminuir a profundidade da câmara anterior em função do comprimento do bulbo ocular, o que leva à previsão de uma profundidade de câmara anterior pós-operatória mais anterior resultando em erros hipermétropes mais acentuados.

As fórmulas de quarta geração utilizam mais variáveis na determinação do poder dióptrico, como profundidade de câmara anterior, espessura de lente, entre outras, sendo as mais conhecidas Haigis e Holladay 2. Essas fórmulas são mais indicadas para olhos extremamente curtos, uma vez que o bulbo ocular não mantém a mesma proporcionalidade nos segmentos anterior e posterior. Devido ao fato de requerer mais mensurações e dados enquanto a Hoffer Q necessita apenas de AL, K e ACD (ou A-constante), reserva-se o uso das fórmulas de quarta geração para olhos extremamente curtos (<18 mm) (HOLLADAY, 1996; HOFFER, 2000).

2.6 Cálculo de lentes em Medicina Veterinária

Até recentemente, na oftalmologia veterinária, a remoção da catarata permitindo que seus pacientes retornassem à função visual era suficiente, mas ainda longe do ideal. Com o passar dos tempos o objetivo tornou-se maximizar a recuperação visual desses pacientes restaurando a emetropia, sendo empregadas, então, as lentes intraoculares (MILLER; MURPHY, 1995); no entanto, pouco se tem estudado sobre a previsibilidade das fórmulas quando aplicadas em animais, não havendo, portanto, um consenso de como se deve eleger uma fórmula. Estudos tiveram, como objetivo, a determinação de lentes intraoculares em animais, como cães (GAIDDON et al., 1991; GAIDDON et al., 1996; SAMPAIO, 2002) e coelhos (VALINHOS et al., 2012).

Valinhos et al. (2012) determinaram o poder dióptrico das lentes de coelhos com comprimento axial variando de 15,59 +/- 1,11 mm com as fórmulas de terceira geração Holladay 1, Hoffer Q, SRK-T e de quarta geração Holladay 2 e concluiu que as fórmulas Holladay 1, 2 e SRK-T apresentaram resultados estatisticamente distintos, enquanto a fórmula SRK-T apresentou valores semelhantes às fórmulas Holladay 1 e Holladay 2; porém propôs mais estudos para se determinar a previsibilidade das fórmulas em coelhos.

Em cães foi calculado o poder dióptrico da LIO pela fórmula SRK com resultados variando de 34,4 D a 40 D influenciado de acordo com o peso do animal (SAMPAIO, 2002); posteriormente, Peixoto (2008) determinou a média de 37,33 +/- 3,05 D. McMullen e Gilger (2006) determinaram que uma lente de aproximadamente 30 D seria necessária para retornar a emetropia dos equinos.

OBJETIVO

3. OBJETIVO

O presente trabalho teve por objetivo principal:

- determinar as dimensões oculares, utilizando-se ultrassonografia modo-A;
- determinar a curvatura corneal, através da ceratometria;
- calcular o poder dióptrico da lente intraoculares;
- avaliar se existe diferença entre as mensurações oculares segundo o gênero (macho e fêmea) e lateralidade (direito e esquerdo) nessa espécie;
- avaliar se existe diferença entre o poder dióptrico calculado por diferentes fórmulas, incluindo fórmulas de terceira e quarta gerações.

E teve por objetivo secundário:

- determinar a produção lacrimal (teste lacrimal de Schirmer I);
- determinar a pressão intraocular (tonometria de aplanção);
- determinar a espessura corneal.

MATERIAIS E MÉTODOS

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Procedência dos Animais

Para o presente estudo, foram utilizados 18 animais (36 olhos) da espécie *Cebus apella*, hípidos, sendo 11 fêmeas e 7 machos, em um único grupo, hípidos, machos e fêmeas, com idade superior a um ano e peso médio de $1,91 \pm 0,75$ kg, provenientes do CEMPAS (Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Silvestres).

Os procedimentos experimentais desenvolvidos foram submetidos à Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Campus de Botucatu e aprovados em março de 2012 (Protocolo nº 87/2012 – CEEA).

4.2 Sequência experimental

4.2.1 Contenção dos animais

Os animais foram capturados no recinto com o auxílio de um puçá, imobilizados e imediatamente submetidos à contenção química:

- Cloridrato de cetamina¹ (10 mg/kg) - Intramuscular;
- Midazolan² (0,5mg/kg) – Intramuscular;

Após 3 – 5 minutos foi possível a realização dos exames oftálmicos e medições oculares.

4.2.2 Exame oftálmico

Em ambiente de baixa luminosidade, foi realizado exame ocular dos anexos e estruturas do segmento anterior do bulbo ocular, através de biomicroscopia em lâmpada de fenda³, e do segmento posterior, utilizando as

¹ Quetamina - Vetnil

² Midazolan 0,1% – União Química

³ SL-15, Kowa, Japan.

oftalmoscopias monocular direta⁴ e binocular indireta⁵, além de avaliações complementares fornecidas pelo teste de Schirmer I, tonometria de aplanção⁶ e teste de fluoresceína, descartando-se os animais que apresentavam anormalidades do bulbo ocular.

4.2.3 Ceratometria

Procedeu-se a mensuração da curvatura corneal com a utilização de um autoceratômetro⁷ (Figura 1); foram realizadas 3 aferições consecutivas em cada olho, obtendo-se a curvatura central em seus dois meridianos, K1 (horizontal) e K2 (vertical).



Fig. 1: Fotografia demonstrando a realização da ceratometria em macaco-prego (*Cebus apella*).

⁴ 71000-C, Welch Allyn, Ontario, Canada.

⁵ Eyetec, São Carlos/SP, Brasil.

⁶ Tono-pen XL, Reichert Inc, NY, USA

⁷ Ceratômetro KM 500 Nidek

4.2.4 Diâmetro corneal

Com o auxílio de um compasso cirúrgico⁸ foi obtida a medida branco-a-branco, ou limbo-a-limbo (Figura 2).



Fig. 2: Fotografia demonstrando a mensuração branco-a-branco em macaco-prego (*Cebus apella*).

4.2.5 Paquimetria

Realizou-se a mensuração da espessura central da córnea com a utilização de um paquímetro⁹ (Figura 3). Foram feitas 6 aferições consecutivas sendo determinada a média para cada olho.

⁸ Compasso *Castroviejo* reto

⁹ SP 100 Tomey, Japan



Fig. 3: Fotografia demonstrando a realização da paquimetria em macaco-prego (*Cebus apella*).

4.2.6 Ecobiometria (Ultrassom modo – A)

A técnica ultrassonográfica modo - A empregada foi a de aplanção, com aplicação prévia de anestesia tópica com colírio de cloridrato de proximetacaína 0,5%.

Foi considerada a média de seis leituras das seguintes estruturas oculares:

- Comprimento axial do bulbo ocular,
- Distância entre a córnea e cápsula anterior da lente, denominada pelo aparelho de câmara anterior,
- Comprimento axial da lente,
- Distância entre cápsula posterior da lente e retina, denominada câmara vítrea.

As mensurações citadas foram obtidas por meio de um biômetro ultrassônico¹⁰ em modo automático, cujo transdutor de 10 MHz foi posicionado

¹⁰ Echoscans US-800 Nidek

em contato direto com a córnea e alinhado ao eixo óptico (Figura 4). As distâncias intraoculares foram determinadas utilizando-se as velocidades de ultrassom para a execução normal do olho humano, sendo de 1,641 m/s para a lente e 1,532 m/s para humor aquoso e humor vítreo.



Fig. 4: Fotografia demonstrando a realização da ultrassonografia Modo – A em macaco-prego (*Cebus apella*).

4.3 Cálculo de Lentes intraoculares

Foi realizado o cálculo do poder dióptrico da lente para os olhos direito e esquerdo de cada indivíduo, empregando-se as fórmulas Hoffer Q (terceira geração), Holladay 2 e Haigis (quarta geração), através dos *software* Holladay IOL Consultant^{®11} (Holladay 2 e Hoffer Q) e EyeCalculator 6.0^{®12} (Haigis). Foram fornecidas, ao *software*, variáveis de cada indivíduo, de acordo com o

¹¹ Holladay IOL Consultant Software – Professional Edition. Download disponível em: <http://www.hicsap.com/>

¹² EyeCalculator 6.0. Download disponível em: <http://www.softpedia.com/>

olho em questão, como comprimento axial, profundidade de câmara anterior e espessura da lente, ceratometria (meridianos K1 e K2), medida branco-a-branco horizontal (diâmetro corneal), sendo considerada, para todos os indivíduos a técnica de implantação da lente no saco capsular, a refração alvo plana, a refração pré-operatória plana e as constantes *Standard IOL Constants*: PACD: 4,97 (Hoffer Q), SF:1,22 (Holladay 2), e, a0: 0,, a1:0, e a2:0, (Haigis).

4.4 Análise estatística

Os dados foram avaliados pela distribuição das variáveis, visando descrever medidas de centro e variabilidade das variáveis oculares (PROC MEANS, SAS Institute, 2009). Foram utilizados modelos lineares mistos (PROC MIXED, SAS Institute, 2009), os quais permitiram testar as seguintes hipóteses:

- Verificar se existe diferença média entre olho direito e olho esquerdo, para cada variável em estudo, independente do gênero;
- Verificar se existe diferença entre gênero, independente do olho, entre as variáveis de machos e fêmeas;
- Verificar se existe diferença do poder dióptrico da lente calculado por diferentes fórmulas, independente do olho;
- Verificar se existe diferença do poder dióptrico calculado entre os olhos, calculado a partir de determinada fórmula.

Em todos os modelos, uma estrutura de simetria composta foi utilizada para modelar as medidas realizadas dentro do mesmo animal.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1 Teste Lacrimal de Schirmer I (TLS)

Analisando os dados apresentados na tabela 1, observa-se que não houve diferença estatística entre os resultados obtidos, quando comparados os sexos com relação ao mesmo olho, ou quando comparados os olhos, com relação ao mesmo sexo.

Na tabela 1 também se pode observar os valores mínimos e máximos, segundo o gênero e olho do animal em questão.

TABELA 1: Média, desvio padrão, mínimo e máximo do TLS, segundo o olho e gênero.

Variável	Sexo	OLHO							
		DIREITO				ESQUERDO			
		Med	Dp	Min	Max	Med	Dp	Min	Max
TLS (mm)	M	6,71 a ¹ A ²	2,69	4	11	6,14 a A	3,63	3	13
	F	7,73 a A	2,49	4	14	5,64 a A	3,20	3	13

M: Macho; F: Fêmea; Med: Média; Dp: Desvio padrão; Min: Mínimo; Max: Máximo.

(1) Duas médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos sexos, fixado o olho.

(2) Duas médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos olhos, dentro do sexo.

5.2 Pressão intraocular (PIO)

Na tabela 2 observa-se que na variável pressão intraocular, não houve diferença estatística entre os resultados obtidos, quando comparados os sexos com relação ao mesmo olho, ou quando comparados os olhos, com relação ao mesmo sexo.

TABELA 2: Média, desvio padrão, mínimo e máximo da PIO, segundo o olho e gênero.

Variável	Sexo	OLHO							
		DIREITO				ESQUERDO			
		Med	Dp	Min	Max	Med	Dp	Min	Max
PIO (mmHg)	M	11,29 a ¹ A ²	1,38	10	14	10,14 a A	1,57	8	13
	F	12,73 a A	3,50	8	21	13,27 a A	4,05	9	23

M: Macho; F: Fêmea; Med: Média; Dp: Desvio padrão; Min: Mínimo; Max: Máximo

(1) Duas médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos sexos, fixado o olho.

(2) Duas médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos olhos, dentro do sexo.

5.3 Diâmetro corneal (DC)

A tabela 3, referente ao diâmetro corneal (branco-a-branco), demonstra que não houve diferença estatística entre os resultados obtidos, quando comparados os sexos com relação ao mesmo olho, ou quando comparados os olhos, com relação ao mesmo sexo.

TABELA 3: Média, desvio padrão, mínimo e máximo do diâmetro corneal, segundo o olho e gênero.

Variável	Sexo	OLHO							
		DIREITO				ESQUERDO			
		Med	Dp	Min	Max	Med	Dp	Min	Max
DC (mm)	M	8,93 a ¹ A ²	0,53	8,00	9,50	8,97 a A	0,51	8,00	9,50
	F	8,99 a A	0,23	8,50	9,50	9,01 a A	0,33	8,20	9,50

M: Macho; F: Fêmea; Med: Média; Dp: Desvio padrão; Min: Mínimo; Max: Máximo.

(1) Duas médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos sexos, fixado o olho.

(2) Duas médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos olhos, dentro do sexo.

5.4 Ceratometria

Não houve diferença estatística ($p>0,05$) entre as curvaturas corneais quando comparados os sexos com relação ao mesmo olho, ou quando comparados os olhos, com relação ao mesmo sexo, como pode ser observado na tabela 4.

TABELA 4: Média, desvio padrão, mínimo e máximo da ceratometria (meridianos K1 e K2), segundo o olho e gênero.

Variável	Sexo	OLHO							
		DIREITO				ESQUERDO			
		Med	Dp	Min	Max	Med	Dp	Min	Max
K1 (mm)	M	5,56 ^a A ²	0,15	5,32	5,75	5,55 a A	0,21	5,33	5,91
	F	5,40 a A	0,13	5,12	5,52	5,49 a A	0,17	5,30	5,86
K2 (mm)	M	5,39 a A	0,11	5,28	5,61	5,35 a A	0,18	5,18	5,74
	F	5,16 a A	0,09	5,02	5,32	5,18 a A	0,11	5,02	5,38

M: Macho; F: Fêmea; Med: Média; Dp: Desvio padrão; Min: Mínimo; Max: Máximo.

(1) Duas médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos sexos, fixado o olho.

(2) Duas médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos olhos, dentro do sexo.

5.5 Paquimetria

Analisando os dados apresentados na tabela 5, observa-se que não houve diferença estatística entre os resultados obtidos da espessura corneal central (ECC), quando comparados os sexos com relação ao mesmo olho, ou quando comparados os olhos, com relação ao mesmo sexo.

TABELA 5: Média, desvio padrão, mínimo e máximo da espessura corneal central (ECC), segundo o olho e gênero.

Variável	Sexo	OLHO							
		DIREITO				ESQUERDO			
		Med	Dp	Min	Max	Med	Dp	Min	Max
ECC (mm)	M	0,41 a ¹ A ²	0,03	0,37	0,46	0,40 a A	0,03	0,34	0,44
	F	0,42 a A	0,02	0,37	0,45	0,41 a A	0,03	0,36	0,45

M: Macho; F: Fêmea; Med: Média; Dp: Desvio padrão; Min: Mínimo; Max: Máximo.

(1) Duas médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos sexos, fixado o olho.

(2) Duas médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si ($p>0,05$) quanto aos respectivos olhos, dentro do sexo.

5.6 Biometria

A Tabela 6 mostra as médias, mínimos e máximos das seguintes variáveis: comprimento axial, câmara anterior, espessura da lente e câmara vítrea obtidas pela ecobiometria ocular modo A.

A análise da tabela revela que não houve diferença estatística ($p>0,05$) em relação às variáveis mencionadas quando comparados olhos esquerdo e direito e, entre machos e fêmeas.

TABELA 6: Média, desvio padrão, mínimo e máximo das mensurações biométricas, segundo o olho e gênero.

Variável	Sexo	OLHO							
		DIREITO				ESQUERDO			
		Med	Dp	Min	Max	Med	Dp	Min	Max
Comprimento axial (mm)	M	16,57a ¹ A ²	0,38	16,10	17,10	16,55 a A	0,44	16,15	17,39
	F	16,25 a A	0,20	16,03	16,59	16,28 a A	0,27	15,94	16,84
Câmara anterior (mm)	M	2,20 a A	0,22	1,99	2,62	2,15 a A	0,24	2,00	2,69
	F	2,17a A	0,11	2,01	2,36	2,14 a A	0,13	1,99	2,46
Espessura lente (mm)	M	3,18 a A	0,09	3,06	3,28	3,24 a A	0,14	3,06	3,44
	F	3,07 a A	0,32	2,92	3,61	3,08 a A	0,13	2,73	3,19
Câmara vítrea (mm)	M	11,23 a A	0,28	10,83	11,71	11,22 a A	0,26	10,72	11,47
	F	11,04 a A	0,27	10,60	11,56	11,07 a A	0,24	10,73	11,43

M: Macho; F: Fêmea; Med: Média; Dp: Desvio padrão; Min: Mínimo; Max: Máximo

(1) Duas médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si ($p > 0,05$) quanto aos respectivos sexos, fixado o olho.

(2) Duas médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si ($p > 0,05$) quanto aos respectivos olhos, dentro do sexo.

5.7 Poder dióptrico da lente intraocular

A Tabela 7 apresenta o poder dióptrico segundo as fórmulas de quarta geração, Holladay 2 e Haigis; e de terceira geração Hoffer Q.

A análise da tabela demonstra que o poder dióptrico médio calculado pelas fórmulas Holladay 2 e Haigis não apresentou diferenças estatísticas ($p > 0,05$) quando fixado o olho. Demonstra também que o poder dióptrico médio calculado pelas fórmulas Holladay 2 e Haigis apresentou diferença estatística quando comparado ao da Hoffer Q ($p < 0,05$), quando fixado o olho, sendo que a fórmula Hoffer Q calculou valores dióptricos mais potentes.

Não houve diferença estatística do poder dióptrico médio calculado entre olhos esquerdo e direito, e entre fêmeas e machos, fixando-se a fórmula empregada.

TABELA 7: Média, desvio padrão, mínimo e máximo do poder dióptrico da lente de acordo com a fórmula empregada, segundo o olho e gênero.

Variável	Sexo	OLHO							
		DIREITO				ESQUERDO			
		Med	Dp	Min	Max	Med	Dp	Min	Max
Holladay 2	M	30,14a ¹ A ²	2,48	26,25	34,65	29,52 a A	2,09	25,90	36,38
	F	28,33 a A	2,29	24,46	32,97	29,73 a A	2,67	24,90	34,04
Hoffer Q	M	44,12 a A	4,65	38,05	54,58	44,63 a A	5,42	35,11	49,45
	F	49,71 a A	3,61	43,64	49,61	48,58 a A	4,01	40,28	54,55
Haigis	M	30,14a A	4,23	25,31	36,67	31,69 a A	5,10	25,31	40,19
	F	31,50 a A	3,36	25,31	35,26	31,69 a A	2,87	26,76	35,96

M: Macho; F: Fêmea; Med: Média; Dp: Desvio padrão; Min: Mínimo; Max: Máximo.

(1) Duas médias seguidas de uma mesma letra minúscula, não diferem entre si ($p > 0,05$) quanto aos respectivos sexos, fixado o olho.

(2) Duas médias seguidas de uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si ($p > 0,05$) quanto aos respectivos olhos, dentro do sexo.

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Os animais em estudo, por tratar-se de uma espécie selvagem, não permitiram as avaliações oftalmológicas sem sedação. Os resultados obtidos após sedação com cloridrato de cetamina e midazolan do teste lacrimal de Schirmer I foram de: Fêmea 6,71 mm; Macho: 7,73 mm e PIO: Fêmea 11,29 mm Hg; Macho: 12,73 mm Hg. Os resultados foram inferiores dos que encontrados na literatura (TLSI: 14,9 mm; PIO: 18,4 mm Hg), cujos macacos foram mensurados apenas sob contenção física (MONTIANI-FERREIRA et al., 2008). Estas diferenças podem ser atribuídas a fatores ambientais e nível de estresse durante a captura e protocolos anestésicos.

A espessura corneal central do macaco-prego foi de $0,41 \pm 0,040$ milímetros nas fêmeas e $0,42 \pm 0,040$ milímetros nos machos, o que condiz com a literatura que é de $0,463 \pm 0,031$ milímetros (MONTIANI-FERREIRA et al., 2008), valores semelhantes aos seres humanos ($0,467 \pm 0,040$ milímetros) (KAWANA et al., 2004) mensurando com o paquímetro ultrassônico, o que propicia ao macaco-prego ser referenciado como um bom modelo para pesquisa comparativa de córnea.

Para que a lente intraocular atinja o objetivo de devolver ao paciente facectomizado uma visão emétrepe, ou próximo à emetropia, o poder dióptrico da mesma deve ser calculado corretamente. A acurácia do cálculo depende basicamente de três fatores: precisão dos dados biométricos, rigidez do controle de qualidade do fabricante da LIO e previsibilidade da fórmula empregada (HOFFER, 1993; NARVÁEZ et al., 2006).

A precisão dos dados é possível através da padronização do posicionamento desses animais, além das médias das mensurações repetidas, determinando um valor mais próximo possível do verdadeiro, como preconizado por Ekesten (1994) e sugerido por outros autores, como Sampaio et al. (2002) e Peixoto et al. (2008).

A utilização de animais dos sexos fêmea e macho teve como objetivo a verificação da possível influência deste parâmetro nas mensurações oculares realizadas; o trabalho em questão não verificou diferenças estatísticas em nenhuma das avaliações realizadas no macaco-prego, assim como Sampaio et al. (2002) constataram não haver diferença estatística entre machos e fêmeas

pesquisando a espécie canina e, Valinhos et al. (2012) estudando a espécie leporina.

Nos 18 animais em apreço foram mensurados os olhos direito e esquerdo visando excluir nessa espécie a possibilidade da lateralidade influenciar os resultados finais, o que foi determinado. Assim como Schiffer (1982) não encontraram diferença no estudo biométrico (Ultrassom modo-A) em cães, Valinhos et al. (2012) não observaram diferença em coelhos.

A biometria ultrassônica modo-A é um método bem estabelecido e preciso de mensuração das distâncias oculares, especialmente na determinação do comprimento axial e dos segmentos oculares para o cálculo do poder dióptrico da lente intraocular (HAIGIS et al., 2000), sendo o método de escolha tanto na Medicina quanto na Medicina Veterinária (SAMPAIO et al., 2002; VALINHOS et al., 2012).

A técnica ultrassonográfica de escolha foi a de aplanção, por ser de simples execução, quando comparada à de imersão e à biometria óptica que exigem a colaboração do paciente (MARTINS et al., 2009). Após a sedação dos animais foi possível manter o adequado posicionamento da *probe* em relação aos olhos, fator essencial para a obtenção de medidas fidedignas.

Para facilitar a comparação com estudos anteriores e considerando a ausência de diferença significativa entre fêmeas e machos e lateralidade, que geralmente os dados de ambos os sexos masculino e feminino são combinados, os dados biométricos e de ceratometria do trabalho de machos e fêmeas foram casados.

O comprimento axial dos bulbos oculares foi de $16,56 \pm 0,41$ milímetros, portanto, olhos maiores do que os encontrados na *Macaca mulatta* que foi de aproximadamente 15 mm (QIAO-GRIDER et al., 2007).

O valor médio da profundidade da câmara anterior foi de $2,15 \pm 0,22$ milímetros, similares ao da *Macaca mulatta* que foi de aproximadamente $2,57 \pm 0,26$ mm (QIAO-GRIDER et al., 2007).

A espessura da lente foi de $3,20 \pm 0,11$ milímetros, similar ao da *Macaca mulatta* $3,29 \pm 0,17$ mm (QIAO-GRIDER et al., 2007).

A câmara vítrea teve os seguintes valores para os *Cebus apella* $11,23 \pm 0,28$ milímetros, valores maiores dos que encontrados na espécie *Macaca*

mulatta onde se observou uma câmara vítrea de $8,63 \pm 0,28$ mm (QIAO-GRIDER et al., 2007).

Com relação à ceratometria, os valores encontrados no *Cebus apella* foram de $63,04 \pm 1,94$ D, já a *Macaca mulatta* apresentou valores similares de $62,97 \pm 1,55$ D (QIAO-GRIDER et al., 2007).

O poder dióptrico médio da LIO calculado pela fórmula de terceira geração Hoffer-Q foi de 46,71 D, enquanto que as fórmulas de quarta geração, Holladay 2 e Haigis demonstraram valores dióptricos médios de 29,43 D e 31,25 D, respectivamente. Não houve diferença estatística significativa entre os valores calculados pela Holladay 2 e Haigis, todavia observou-se diferença estatística quanto aos poderes dióptricos calculados entre Hoffer Q e as fórmulas de quarta geração, pois a fórmula Hoffer-Q sempre projeta LIOs mais potentes em olhos extremamente curtos (PRADO-SERRANO; NAVA-HERNÁNDEZ, 2009, ROH et al., 2011, VALINHOS et al., 2012).

Na oftalmologia humana, após diversos estudos comparativos, concluiu-se que a previsibilidade das fórmulas está intimamente relacionada ao comprimento axial do olho no qual é empregada. Pacientes com comprimentos axiais cada vez mais curtos são submetidos à facoemulsificação e implantação de uma lente intraocular; sabe-se que o resultado refrativo desses pacientes são menos precisos com o aumento da hipermetropia; isto ocorre devido a falta de proporcionalidade do segmento anterior com o comprimento axial em olhos curtos (FINK, 2000), havendo necessidade de mais estudos a fim de determinar a melhor previsibilidade das fórmulas nesses casos.

Na oftalmologia veterinária, no entanto, pouco se tem estudado sobre a previsibilidade das fórmulas quando aplicadas em olhos animais, não havendo, portanto, um consenso de como deve ser feita a eleição da fórmula. Não havendo essa padronização a busca pela fórmula ideal extrapola as conclusões já estabelecidas na Medicina humana.

Apesar de fórmula Hoffer Q ser bem estabelecida quando se trata de olhos curtos (<22 mm) (HOFFER, 2000, OLSEN, 2007), Trivedi et al.(2011) apontaram que para olhos <21 mm a fórmula Hoffer Q demonstra maior erro refracional previsto quando comparada com outras fórmulas como Holladay 1 e 2; já Aristodemou et al. (2011) verificaram que olhos que apresentam

comprimento axial entre 20 mm – 20,99 mm, a fórmula Hoffer Q exibe melhor performance quando comparada com Holladay 1 e SRK/T.

Roh et al. (2011) compararam as fórmulas Haigis e Hoffer Q e verificaram que com a Haigis obteve menor erro refracional previsto em olhos extremamente curtos, isso devido à fórmula Hoffer Q utilizar uma constante para ACD, em contrapartida à da Haigis na qual se emprega o valor real de ACD para cada indivíduo. Eam et al. (2014) concluíram que para olhos curtos com ACD profunda (>2,40 mm) as fórmulas Haigis e Hoffer Q se comportam de maneiras semelhantes, porém a diferença entre os erros refracionais previstos aumentam quando o ACD diminui, portanto em olhos curtos com uma ACD menor que 2,40 mm a fórmula Haigis se demonstrou com menores erros refracionais na avaliação pós-operatória. Como nos animais em análise o valor de ACD média foi de 2,16 mm, extrapola-se da Medicina que os valores encontrados pela fórmula Haigis produziram uma maior miopia após facoemulsificação.

Trivedi et al. (2011) avaliaram o erro refrativo pós-operatório de olhos pediátricos na ausência da refração pré-operatória entre as fórmulas Holladay 2, Holladay 1, Hoffer Q e SRK/T e concluíram que a fórmula Holladay 2 teve o menor erro refracional previsto. Como, na medicina veterinária, a refração pré-operatória não é realizada de forma rotineira, é possível dizer que as fórmulas de quarta geração (Holladay 2) resultam em uma melhor busca pela emetropia.

Estas análises confirmam as limitações comumente encontradas nas fórmulas teóricas de terceira geração, como Hoffer Q, SRK / T e Holladay 1 que preveem o poder da LIO necessário, exclusivamente a partir de comprimento axial e ceratometria de seus pacientes. As fórmulas de quarta geração, como Haigis, Holladay 2 e Olsen, não dependem de pressupostos para a profundidade da câmara anterior, mas sim exigem sua medição direta. Além disso, as fórmulas Holladay 2 e Olsen requerem dados biométricos adicionais, individualizando melhor o olho do paciente (DAY, 2012).

Dessa forma, considerando-se que o comprimento axial dos olhos dos macacos-prego é semelhante ao do olho humano extremamente curto (<18 mm), e apresentam um ACD < 2,40 mm (médio de 2,16 mm) e como não é determinado o erro refracional desses olhos no pré operatório, julga-se mais coerente a utilização de fórmulas que apresentem melhores resultados

refracionais nessas condições, como a Holladay 2 e Haigis que apresenta melhor previsibilidade quando comparada a outras fórmulas (LAVACA; CENTURION, 2006; ROH et al., 2011; TRIVEDI et al., 2011, EAM et al., 2014).

Uma vez que as fórmulas de quarta geração individualizam melhor os olhos, excluindo a possibilidade de todos os olhos terem a mesma proporção intraocular deve-se considerar as fórmulas de quarta geração a de melhor previsibilidade em animais, isto porque, sabe-se que olhos humanos maiores que 18 mm de comprimento axial não mantém constante proporção no segmento anterior e segmento posterior. Sendo assim, olhos curtos têm segmento anterior e posterior curtos e olhos longos possuem segmento anterior e posterior longos. No entanto, olhos extremamente curtos (<18 mm) não matém esta proporcionalidade, podendo ter segmento anterior e posterior curtos, segmento anterior normal e posterior curto ou segmento anterior curto e posterior normal (HOLLADAY et al., 1996). Seguindo este raciocínio espera-se que esta fórmula seja mais adequada para utilização em olhos de animais que podem não manter as mesmas proporções entre segmento anterior e posterior que do olho humano.

A conclusão sobre a previsibilidade das fórmulas, quando utilizadas nos olhos de macacos-prego, visando uma melhor elucidação do funcionamento das mesmas em olhos diferentes dos humanos, depende da implantação das lentes calculadas e avaliação do erro refracional pós-operatório, ou ao menos do conhecimento da ELP desses animais, que permitiria calcular o poder dióptrico necessário para atingir a emetropia e posterior comparação do mesmo com os resultados estimados pelas diferentes fórmulas neste estudo.

A determinação do poder dióptrico das lentes desses animais é um passo importante para o emprego de LIOs em macacos-pregos visando à correção da hipermetropia induzida pela extração cirúrgica da lente com catarata. Considerando as fórmulas Holladay 2 e haigis, não há diferença estatística no cálculo do poder dióptrico quando comparadas a fórmula de terceira geração que resulta em poder dióptrico mais potente, o que sugere, extrapolando-se dos estudos da Medicina, que para olhos extremamente curtos, como dos animais em questão, as fórmulas de quarta geração (Haigis e Holladay 2) apresentam melhor previsibilidade, porém são necessários mais

estudos, com a implantação dessas lentes calculadas, para a real avaliação da previsibilidade das fórmulas.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e fundamentado na metodologia aplicada neste, pode-se concluir que os parâmetros biométricos como, espessura corneal central, diâmetro corneal, comprimento axial do bulbo ocular, profundidade de câmara anterior, espessura da lente e comprimento de câmara vítrea, assim como o poder dióptrico calculado por uma mesma fórmula não apresentam diferenças significativas quando comparados entre machos e fêmeas, e entre olhos direito e esquerdo.

REFERÊNCIAS

8. REFERÊNCIAS

ARISTODEMOU, P.; CARTWRIGHT, N. E. K.; SPARROW, J. M.; JOHNSTON, R. L. Formula choice: Hoffer, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J. Cataract Refract Surg.*, v. 37, p. 63-71, 2011.

BARALDI, T. G.; MAMPRIM, M. J.; BRANDÃO, C. V. S.; SARTOR, R.; PERCHES, C. S.; ACKERMANN, C. L. Biometria ultrassonográfica modo – A e modo – B do globo ocular de gatos domésticos. *Vet. Zootec.*, v. 19, n. 1, supl. 1, 2012.

COURVILLE, C. B.; SMOLEK, M. K.; KLYCE, S. D. Contribution of the ocular surface to visual optics. [*Exp. Eye Res.*](#), v. 78, n. 3, p. 417-425, 2004.

DAVIDSON, M. G. Towards a better canine intraocular lens. *Vet. Ophthalmol.*, v. 4, n. 1, p. 1, 2001.

DAVIDSON, M. G.; MURPHY, C. J.; NASISSE, M. P.; HELLKAMP, A. S.; OLIVERO, D. K.; [BRINKMANN, M. C.](#); [CAMPBELL, L. H.](#) Refractive state of aphakic and pseudophakic eyes of dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v. 54, n. 1, p. 174-177, 1993.

DAY, A. C.; FOSTER, P. J., STEVENS, J. D. Accuracy of intraocular lens Power calculations in eyes with axial length <22.00mm. *Clin. Exp. Ophthalmol.*, v. 40, p. 855-862, 2012.

DIETRICH, U. M. Ophthalmic examination and diagnostics. In: GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. Florida: Blackwell Publishing, 2007. p. 507-519.

DZIEZYC, J. Cataract surgery: current approaches. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, v. 20, n. 3, p. 737-754, 1990.

EKESTEN, B. Biological variability and measurement error variability in ocular biometry in Samoyed dogs. *Acta Vet. Scand.*, v. 35, n. 4, p. 427-433, 1994.

EOM, Y.; KANG, S-Y.; SONG, J. S.; KIM, Y. Y.; KIM, H. M. Comparison of Hoffer Q and haigis formulae for intraocular lens power calculation according to the anterior chamber depth in short eyes. *Am. J. Ophthalmol.* 2014. doi: 0.1016/j.ajo.2013.12.017.

FINK, A. M.; GORE, C.; ROSEN, E. S. Refractive lensectomy for hyperopia. *Ophthalmology*, v. 105, p. 1540-1548, 2000.

FRAGASZY, D. M.; VISALBERGHI, E.; FEDIGAN, L. M. *The complete capuchin: the biology of the genus cebus*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. 356p.

FRANCO, E. C.; FINLAY, B. L.; SILVEIRA, L. C. Conservation of absolute foveal area in New World monkeys. A constraint on eye size and conformation. *Brain Behav. Evol.*, v. 56, p. 276-286, 2000.

FYODOROV, S.; GALIN, M.; LINKSZ, A. Calculation of the optical power on intraocular lenses. *Invest. Ophthalmol.*, v. 14, n. 8, p. 625-628, 1975.

GAIDDON, J.; BOUHANA, N.; LALLEMENT, P. E. Refraction by retinoscopy of normal, aphakic, and pseudophakic canine eyes: advantage of a 41-diopter intraocular lens. *Vet. Comp. Ophthalmol.*, v. 6, n. 2, p. 121-124, 1996.

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

GAIDDON, J.; ROSOLEN, S. G.; LALLEMNET, P. E.; Le GARGASSON, J. F. New intraocular lens (IOL) for dogs: the foldable cani 15S. Preliminary results of surgical technique. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v. 38, p. 887, 1997.

GARZÓN, N.; MENDOZA, M. M.; GALÁN, F. P. Cálculo de La potencia de lentes intraoculares. *Gac. Ópt.*, v. 425, p. 22-25, 2008. Disponível em: <<http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta425/cientifico2.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

GELATT, K. N. *Veterinary ophthalmology*. 4. ed. Florida: Blackwell Publishing, 2007. p. 862-931.

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

GILGER, B. C.; WHITLEY, R.; McLAUGHIN, S. A.; WRIGHT, J. C.; BOSSINGER, T. R. Clinicopathologic findings after experimental implantation of synthetic intraocular lenses in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v. 54, p. 616-621, 1993.

GLOVER, T. D.; CONSTANTINESCU, G. M. Surgery for cataract. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, v. 27, n. 5, p. 1143-1173, 1997.

HAIGIS, W.; LEGE, B.; MILLER, N.; SCHNEIDER, B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.*, v. 238, n. 9, p. 765-773, 2000.

HOFFER, K. J. Clinical results using the Holladay II intraocular lens power formula. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 26, n. 8, p. 1233-1237, 2000.

HOFFER, K. J. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretical and regression formulas. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 19, p. 700-712, 1993.

HOFFMAN, P. C.; HUTZ, W. W.; ECKHARDT, H. B.; HEURING, A. H. Intraocular lens calculation and ultrasound biometry: immersion and contact procedures. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*, v. 213, n. 3, p. 161-165, 1998.

HOLLADAY, J. T.; GILLS, J. P.; LEIDLEIN, J.; CHERCHIO, M. Achieving emmetropia in extremely short eyes with two piggy back posterior chamber intraocular lenses. *Ophthalmology*, v. 103, p.1118-1123, 1996.

HUGHES, A. The topography of vision in mammals of contrasting life style: Comparative optics and retinal organization. In: CRESCITELLI, F. *The visual system in vertebrates: handbook of sensory physiology VII*. Berlin: Springer-Verlag, 1977. p. 611-649.

IRIBARNE, Y.; USOBIAGA, J. O.; SEDÓ, S.; FOSSAS, M.; LEHMANN, M. P.; VENDRELL, C. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares. *Ann. Oftalmol.*, v. 11, n. 3, p. 152-165, 2003.

JANSON, C. H. Everything you ever wanted to know about capuchin. *Am. J. Primatol.*, v. 65, p. 419-424 , 2006.

JOHNSON, B. C.; MILLER, W. W. Recognizing ocular signs of systemic diseases in dogs. *Vet. Med.*, v. 85, n. 1090, p. 1076-1090, 1990.

KAWANA, K.; TOKUNAGA, T.; MIYATA, K. Comparison of corneal thickness measurements using Orbscan II, non-contact specular microscopy, and ultrasonic pachymetry in eyes after laser in situ keratomileusis. *Br. J. Ophthalmol.*, v. 88, p. 466-468, 2004.

KECOVÁ, H.; NECAS, A. Phacoemulsification and intraocular lens implantation: recent trends in cataract surgery. *Acta Vet. Brno*, v. 73, p. 85-92, 2004.

KIM, J. Y.; JEONG, S.; HAN, H.; WILLIAMS, D. L. Evaluation of sutureless cataract surgery in the dog. *Int. J. Appl. Res. Vet. Med.*, v. 6, n. 2, p. 101-110, 2008.

KOHNEN, T.; KOCH, D. D. *Cataract and refractive surgery: Progress III*. Berlin: Springer, 2014.

LACAVAL, A. C.; CENTURION, V. A biometria em olhos hipermetropes; estudo comparativo de três fórmulas e sua previsibilidade refracional. *Rev. Bras. Oftalmol.*, v. 65, n. 3, p. 162-166, 2006.

[LIANG, Y. S.](#); [CHEN, T. T.](#); [CHI, T. C.](#); [CHAN, Y. C.](#) Analysis of intraocular lens power calculation. *J. Am. Intra-Ocular Implant Soc.*, v. 11, n. 3, p. 268-271, 1985.

MARTINS, F. C. R.; MIYAJI, M. E.; LIMA, V. L.; REHDER, J. R. C. L. Biometria ultrassônica no cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares: estudo comparativo dos métodos de contato e de imersão. *Rev. Bras. Oftalmol.*, v. 68, n. 4, p. 212-215, 2009.

MCMULLEN, R. J.; GILGER, B.C. Keratometry, biometry and prediction of intraocular lens power in the equine eye. *Vet. Ophthalmol.*, v. 9, n. 5, p. 357-360, 2006.

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

MEHRAVARAN, S.; ASGARI, S.; BIGDELI, S.; SHAHNAZI, A.; HASHEMI, H.; Keratometry with five different techniques: a study of device repeatability and inter-device agreement. *Int.Ophthalmol.* 2014 Feb 23. Epub Ahead of print.

MENDICUTE, J.; ARAMBERRI, J.; CADARSO, L.; RUIZ, M. *Biometría, fórmulas y manejo de la sorpresa refractiva en la cirugía de catarata*. Madrid: Tecnimedia Editorial, 2000. 326 p.

MILLER, P. E.; MURPHY, C. J. Vision in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 207, n. 12, p. 1623-1633, 1995.

MOBRICCI, L. A. L.; RANZANI, J. J. T.; STEAGALL, P. V. M.; RODRIGUES, A. C. L.; CARVALHO, L. R.; BRANDÃO, C. V. S. Retinoscopia com luz em faixa em cães fálicos, afálicos e pseudofálicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 61, n. 1, p. 20-26, 2009.

MONTEIRO, E. L.; ALLEMANN, N. Biometria óptica. *Arq. Bras. Oftalmol.*, v. 64, p. 367-370, 2001.

MONTÉS-MICÓ, R.; ALIÓ, J. L.; MUÑOZ, G.; PÉREZ-SANTONJA, J. J.; CHARMAN, W. N. Postblink changes in total and corneal ocular aberrations. *Ophthalmology*, v. 111, n. 4, p. 758-767, 2004.

MONTIANI-FERRARI, F.; SHAW, G.; MATTOS, B. C.; RUSS, H. H.; VILANI, R. G. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests of the capuchin monkey (*Cebus apella*). *Vet. Ophthalmol.*, v.11, n. 3, p.197-201, 2008.

NARVÁEZ, J.; ZIMMERMAN, G.; STULTING, R. D.; CHANG, D. H. Accuracy of ontraocular lens Power prediction using Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, and SRK/T formulas. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 32, p. 2050 - 2053.

NINOMIY, Y.; KANAZAWA, Y.; KOJIMA, Y.; MAEDA, N. Simulation of toric intraocular lens results: the effect of repeatability and increments of automatedkeratometry. *Nihon Ganka Gakkai Zasshi*, v. 117, n. 8, p. 621-628, 2013. Abstract.

OFRI, R. Optics and physiology of vision. In: GELATT, K. N. *Veterinary ophthalmology*. Florida: Blackwell Publishing, 2007. p. 183-219.

OLSEN, T. Improved accuracy of intraocular lens Power calculation with the Zeiss IOLMaste. *Acta Ophthalmol. Scand.*, v. 85, p. 84-87, 2007.

PEIXOTO, T. P.; RANZANI, J. J. T.; BRANDÃO, C. V. S.; RODRIGUES, A. C. L. Análise da fórmula SRK/T no cálculo de lente intra-ocular em cães

portadores de catarata. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 60, n. 6, p. 1418-1425, 2008.

PINON, M. C. G.; SOUSA, A. P. B.; GATTASS, R. Topography of cortical efferents of V1 in *Cebus apella* monkey. *Soc. Neurosci. Abstr.*, v. 16, p. 708-708, 1990. 20th Annual Meeting.

PRADO-SERRANO, A.; NAVA-HERNÁNDEZ, N. G. Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares? Cómo evitar la sorpresa refractiva? *Rev. Mex. Oftalmol.*, v. 83, n. 5, p. 272-280, 2009. Disponível em: <<http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2009/rmo095e.pdf>>. Acesso em 03 março. 2014.

QIAO-GRIDER, Y.; HUNG, L.F.; KEE, C.; RAMAMIRTHAM, R. Normal ocular development in Young rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Vision Res.*, v. 47, n. 11, p. 1424-1444.

RODRIGUES, M. V.; PAULA, J. S.; SOUZA, E. S. M. V. Identification of c-kit expressing cells in the ciliary muscle of *Cebus apella*. *Res. Exp. Clin. Ophthalmol.*, v. 37, p.128, 2005.

ROH, Y. R.; LEE, S. M.; HAN, Y. K.; KIM, M. K.; WEE, W. R.; LEE, J. H. Intraocular lens power calculation using IOLMaster and various formulas in short eyes. *Korean J. Ophthalmol.*, v. 25, n. 3, p. 151-155, 2011.

RUBIN, M. L.; HOPE, G. M. Optics and refraction: a review. *Ophthalmology*, v. 103, n. 8, p. 102-108, 1996.

SAMPAIO, G. R.; RANZANI, J. J. T.; SCHELLINI, S. A. Sexo, peso e conformação anatômica do olho sobre cálculo de poder dióptrico de lentes intraoculares no cão. *Cienc. Rural*, v. 32, n. 2, p. 263-268, 2002.

SAS Institute. *SAS/STAT user's guide*. Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2009.

SCHIFFER, S. P.; RANTANEN, N. W.; LEARY, G. A.; BRYAN, G. M. Biometric study of the canine eye, using A-mode ultrasonography. *Am. J. Vet. Res.*, v. 43, n. 5, p. 826-830, 1982.

SLATTER, D. *Fundamentals of veterinary ophthalmology* 3.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2005. 630 p.

SMITH, G. The optical properties of the crystalline lens and their significance. *Clin. Exp. Optometry*, v. 86, n. 1, p. 3-18, 2003.

TENNEN, D. G.; KEATES, R. H.; MONTOYA, C. Comparison of three keratometry instruments. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 21, p. 407-408, 1995.

THOMAS, J.; WANG, J.; ROLLINS, A. M. Comparison of corneal thickness measured with optical coherence tomography, ultrasonic pachymetry, and a scanning slit method. *J. Refract. Surg.*, v. 22, p. 671-678, 2006.

TRIVEDI, R. H.; WILSON, E.; REARDON, W. Accuracy of Holladay 2 intraocular lens formula for pediatric eyes in the absence of preoperative refraction. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 37, p. 1239-1243, 2011.

VALINHOS, M. A. R.; RANZANI, J. J. T.; RODRIGUES, A. C. L.; BRANDÃO, C. V. S. Mensurações do bulbo ocular e cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares em coelhos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 64, n. 1, p. 58-62, 2012.

WILLIAMS, D. L.; BOYDELL, I. P.; LONG, R. D. Current concepts in the management of canine cataract: a survey of techniques used by surgeons in Britain, Europe and the UDA and a review of recent literature. *Vet. Rec.*, v. 138, n. 15, p. 347-353, 1996.

TRABALHO CIENTÍFICO

9. TRABALHO CIENTÍFICO

9.1 Normas

Manuscript Style

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

Title Page

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

Abstract and Keywords

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

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

Main Text

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

References

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

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

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

9.2 Trabalho a ser enviado para a revista

Veterinary Ophthalmology

TÍTULO DESCRITIVO: DETERMINAÇÃO DOS VALORES MÉTRICOS DO BULBO OCULAR E PODER DIÓPTRICO DA LENTE INTRAOCULAR EM MACACO - PREGO

Cristiane A. Estanislau

Mestranda em Oftalmologia Veterinária do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/ UNESP – Botucatu

Distrito Rubião Júnior, s/n. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária. CEP:18618-970

crisestanislau@hotmail.com Telefone: (14)3880 – 2031

José J. T. Ranzani

Professor Assistente Doutor do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / UNESP - Botucatu

Cláudia V. S. Brandão

Professora Adjunta do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / UNESP - Botucatu

Antônio C. L. Rodrigues

Professor Assistente Doutor do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina / UNESP - Botucatu

Vivian L. Souza

Mestranda em Oftalmologia Veterinária do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / UNESP - Botucatu

Natalie B. Merlini

Doutorando em Oftalmologia Veterinária do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / UNESP - Botucatu

Nátalia R. Rodas

Mestranda em Oftalmologia Veterinária do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / UNESP - Botucatu

Daniela Akemi Shigue

Residente Medicina de Animais Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / UNESP - Botucatu

“PODER DIÓPTRICO DALENTE INTRAOCULAR EM *CEBUS APELLA*”

RESUMO

Objetivo: Determinar as dimensões oculares dos macacos-prego por meio de ultrassonografia modo-A e ceratometria, e determinar o poder dióptrico da lente intraocular empregando-se fórmulas de terceira e quarta geração.

Materiais e métodos: Foram utilizados 18 animais (36 olhos) da espécie *Cebus apella*. O cálculo da lente intraocular foi realizado através do *software* Holladay IOL Consultant[®] e EyeCalculator 6.0[®]. Utilizaram-se as seguintes fórmulas Holladay 2, Haigis e Hoffer Q.

Resultados: O poder dióptrico da lente obtido foi de 29,43 D; 31,25D e 46,71D para as respectivas fórmulas Holladay 2, Haigis e Hoffer Q. Não foi observada diferença estatística entre os valores dióptricos das lentes calculadas pelas fórmulas Holladay 2 e Haigis; no entanto, com a aplicação da fórmula Hoffer Q observou-se diferença estatística, resultando em lentes mais potentes.

Conclusões: Os parâmetros biométricos oculares avaliados, assim como o poder dióptrico calculado por uma mesma fórmula não diferem entre machos e fêmeas, e entre os olhos direito e esquerdo. As fórmulas Haigis e Holladay 2 resultam em valores de poder dióptrico similar para a espécie *Cebus Apella*.

Palavras-chave: Biometria; Lente intraocular, Cálculo do poder dióptrico, Macaco-prego.

INTRODUÇÃO

A técnica cirúrgica de escolha na extração da catarata, tanto em oftalmologia veterinária quanto na humana, é a facoemulsificação (10, 35), o que resulta em olhos hipermétropes. A correção desta hipermetropia é feita através da implantação de lentes intraoculares (LIOs).

Para calcular o valor dióptrico de uma lente intraocular, qualquer que seja a fórmula a ser aplicada, é necessário conhecer ao menos o comprimento axial (AL) do paciente e a curvatura corneal. (8)

A biometria modo A tem sido utilizada para mensurar o comprimento axial dos olhos, tanto na oftalmologia humana (28), quanto na veterinária (2, 9, 18, 28); sendo considerada o método de escolha para a mensuração das distâncias intraoculares *in vivo*, como a profundidade da câmara anterior, espessura axial da lente e profundidade da câmara vítrea, como também do comprimento axial do bulbo ocular. (4)

A ceratometria compreende a medida da curvatura corneal anterior, determinada em dois meridianos, sendo K1 (horizontal) e K2 (vertical). (32)

O consenso atual é que a eleição das fórmulas para cada paciente deve ser feita em função do comprimento axial padrão. Análises globais, na Medicina, apontam que, para olhos curtos (<22 mm) e extremamente curtos (<18 mm), os resultados são menos precisos com o uso dessas fórmulas, resultando em maior hipermetropia pós-operatória. As fórmulas de terceira geração supõem que o segmento anterior e o posterior sejam proporcionais em todos os olhos, principalmente em olhos hipermétropes (curtos), e acabam por diminuir a profundidade da câmara anterior em função do comprimento do bulbo ocular, o que pode levar à previsão de uma profundidade de câmara anterior pós-operatória mais anterior, resultando em erros hipermétropes mais acentuados. (17)

As fórmulas de quarta geração, como as mais conhecidas Haigis e Holladay 2, utilizam mais variáveis na determinação do poder dióptrico, como profundidade de câmara anterior, espessura de lente, entre outras. Essas fórmulas são mais indicadas para olhos extremamente curtos, uma vez que o bulbo ocular não mantém a mesma proporcionalidade nos segmentos anterior e posterior. Reserva-se o uso das fórmulas de quarta geração para olhos

extremamente curtos (<18mm) (12, 14), devido ao fato de requererem mais mensurações e dados, enquanto a Hoffer Q necessita apenas de AL, K e ACD (ou A-constante).

A espécie em questão, *Cebus apella*, é um primata diurno que tem sido amplamente utilizado como um modelo experimental em estudos comparativos do sistema visual (23, 26). Dados ausentes em dioptria na literatura incentivaram estabelecer os valores de referência fisiológica das dimensões oculares, da curvatura corneal, além do poder dióptrico da lente, a partir de fórmulas de terceira e quarta gerações. Trata-se de uma espécie com alta densidade populacional em cativeiro e uma expectativa de vida de até 50 anos, portanto, a exata compreensão desses dados possibilitará, naqueles animais com diagnóstico de catarata, uma intervenção cirúrgica adequada com o objetivo de manter sua qualidade de vida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente estudo, foram utilizados 18 animais (36 olhos) da espécie *Cebus apella*, sendo 11 fêmeas e 7 machos, em um único grupo, hípidos, machos e fêmeas, com idade superior a um ano e peso médio de 1,91 ± 0,75 kg.

Em ambiente de baixa luminosidade, após contenção química, foi realizado exame clínico geral e dos anexos oculares e estruturas do segmento anterior do bulbo ocular, utilizando-se através de biomicroscopia em lâmpada de fenda¹³, e do segmento posterior, empregando as oftalmoscopias monocular direta¹⁴ e binocular indireta¹⁵, além de avaliações complementares fornecidas pelo teste de Schirmer I, tonometria de aplanção¹⁶ e teste de fluoresceína, descartando-se os animais que apresentavam anormalidades do bulbo ocular ou alterações sistêmicas.

¹³ SL-15, Kowa, Japan.

¹⁴ 71000-C, Welch Allyn, Ontario, Canada.

¹⁵ Eyetec, São Carlos/SP, Brasil.

¹⁶ Tono-pen XL, Reichert Inc, NY, USA

Procedeu-se à mensuração da curvatura corneal com a utilização de um autoceratômetro¹⁷; foram realizadas 3 aferições consecutivas em cada olho, obtendo-se a curvatura central média.

Com o auxílio de um compasso cirúrgico¹⁸ foi obtida a medida branco-a-branco, ou limbo-a-limbo.

Realizou-se a mensuração da espessura central da córnea com a utilização de um paquímetro¹⁹. Foram feitas 6 aferições consecutivas sendo determinada a média para cada olho.

A técnica ultrassonográfica modo-A empregada foi a de aplanção, com aplicação prévia de anestesia tópica com colírio de cloridrato de proximetacaína 0,5%. As distâncias intraoculares foram determinadas utilizando-se as velocidades de ultrassom para a execução normal do olho humano, sendo de 1,641 m/s para a lente e 1,532 m/s para humor aquoso e humor vítreo.

Cálculo de Lentes intraoculares

Foi realizado o cálculo do poder dióptrico da lente para os olhos direito e esquerdo de cada indivíduo, empregando-se as fórmulas Hoffer Q (terceira geração), Holladay 2 e Haigis (quarta geração), através dos *software* Holladay IOL Consultant^{®20} (Holladay 2 e Hoffer Q) e EyeCalculator 6.0[®] (Haigis). Foram fornecidas, ao *software*, variáveis de cada indivíduo, de acordo com o olho em questão, como comprimento axial, profundidade de câmara anterior e espessura da lente, ceratometria (meridianos K1 e K2), medida branco a branco horizontal (diâmetro corneal), sendo considerada, para todos os indivíduos, a técnica de implantação da lente no saco capsular, a refração do alvo plana, a refração pré-operatória plana e as constantes *Standard IOL Constants*: PACD (Hoffer Q), SF (Holladay 2), e a0, a1 e a2 (Haigis).

Os dados foram avaliados pela distribuição das variáveis, visando descrever medidas de centro e variabilidade das variáveis oculares (PROC

¹⁷ Ceratômetro KM 500 Nidek

¹⁸ Compasso *Castroviejo* reto

¹⁹ SP 100 Tomey, Japan

²⁰ Professional Edition

MEANS, SAS Institute, 2009). Foram utilizados modelos de medidas repetidas (PROC MIXED, SAS Institute, 2009).

RESULTADOS

Os valores analisados permitem concluir que para cada uma das variáveis avaliadas, os valores médios obtidos no OE e OD, e entre machos e fêmeas não foram significativamente diferentes ($P>0,05$).

Considerandos os resultados acima citados adotou-se os 36 olhos para obtenção dos valores médios (Tabela 1) para a espécie *Cebus Apella*.

TABELA 1: Valores médios obtidos nos testes oftálmicos realizados no macaco-prego (*Cebus apella*)

Teste oftálmico	Med	Dp	Ep	Median
Teste Lagrimal de Schirmer (mm/min)	6,58	2,99	0,50	6,00
Pressão intraocular (mmHg)	12,11	3,22	0,54	11,00
Branco-a-branco (mm)	8,98	0,37	0,06	9,00
Ceratometria (D)	63,15	1,74	0,29	63,00
Espessura corneal central (mm)	0,41	0,03	-	0,42

Med: Média; Dp: Desvio padrão; Ep: Erro padrão; Median: Mediana.

A Tabela 2 mostra os valores obtidos de comprimento axial, câmara anterior, espessura da lente e câmara vítrea determinados pela ecobiometria ocular.

TABELA 2: Valores obtidos na Biometria ocular com ultrassom modo – A dos macacos-prego (*Cebus apella*)

Biometria	Med	Dp	Ep	Median
Comprimento axial (mm)	16,38	0,34	0,6	16,32
Câmara anterior (mm)	2,16	0,16	0,03	2,14
Espessura lente (mm)	3,12	0,14	0,02	3,11
Câmara vítrea (mm)	11,12	0,27	0,04	11,16

Med: Média; Dp: Desvio padrão; Ep: Erro padrão; Median: Mediana.

Poder dióptrico da lente intraocular

A análise da tabela 3 demonstra que o poder dióptrico médio calculado pelas fórmulas Holladay 2 e Haigis não apresentou diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) quando fixado o olho. Demonstra também que o poder dióptrico médio calculado pelas fórmulas Holladay 2 e Haigis apresentou diferença estatística quando comparado ao da Hoffer Q ($p < 0,05$), sendo que a fórmula Hoffer Q calculou valores dióptricos mais potentes.

TABELA 3: Poder dióptrico da lente de acordo com a fórmula empregada.

Fórmula	Med	Dp	Ep	Median
Holladay 2	29,47	2,77	0,46	29,16
Haigis	31,16	3,67	0,61	31,32
Hoffer Q	47,29	4,78	0,80	48,28

Med: Média; Dp: Desvio padrão; Ep: Erro padrão; Median: Mediana.

DISCUSSÃO

Os animais em estudo, devido ao seu comportamento selvagem, foram sedados antes das avaliações oftalmológicas. Os resultados obtidos após sedação com cloridrato de cetamina e midazolam do teste lacrimal de Schirmer I foram de: Fêmea 6,71 mm; Macho: 7,73 mm e PIO: Fêmea 11,29 mm Hg;

Macho: 12,73 mm Hg. Os resultados foram menores dos que encontrados na literatura (TLSI: 14,9 mm; PIO: 18,4 mm Hg), cujos macacos foram mensurados apenas com contenção física. (19) Estas diferenças podem ser atribuídas a fatores ambientais, idade dos animais e nível de estresse durante a captura e protocolos anestésicos.

A espessura corneal central do macaco-prego foi de $0,41 \pm 0,030$ milímetros, o que condiz com a literatura que é de $0,463 \pm 0,031$ milímetros (19), valores semelhantes aos seres humanos ($0,467 \pm 0,040$ milímetros) (15) mensurando com o paquímetro ultrassônico, o que propicia ao macaco-prego ser referenciado como um bom modelo para pesquisa comparativa de córnea.

Para que a lente intraocular atinja o objetivo de devolver ao paciente facetomizado uma visão emétrepe, ou próximo à emetropia, o poder dióptrico da mesma deve ser calculado corretamente. A acurácia do cálculo depende basicamente de três fatores: precisão dos dados biométricos, rigidez do controle de qualidade do fabricante da LIO e previsibilidade da fórmula empregada. (13, 20) A precisão dos dados é possível através da padronização do posicionamento desses animais, a qual buscou-se neste estudo, além das médias das mensurações repetidas, determinando um valor mais próximo possível do verdadeiro. (5, 22, 29)

A utilização de animais fêmeas e machos tiveram como objetivo a verificação da possível influência deste parâmetro nas mensurações oculares realizadas; o trabalho em questão não verificou diferenças estatísticas em nenhuma das avaliações realizadas no macaco-prego, assim como foi constatado não haver diferença estatística entre machos e fêmeas pesquisando a espécie canina (29) e, a espécie leporina.(34)

Nos 18 animais em apreço foram mensurados e comparados os olhos direito e esquerdo visando excluir nessa espécie a possibilidade da lateralidade influenciar os resultados finais, o que foi determinado. Condizendo com o que foi constatado em cães (31) e em coelhos. (34)

A biometria ultrassônica modo-A é um método bem estabelecido e preciso de mensuração das distâncias oculares, especialmente na determinação do comprimento axial e dos segmentos oculares para o cálculo do poder dióptrico da lente intraocular (11), sendo o método de escolha tanto na Medicina, quanto na Medicina Veterinária. (29, 34)

A técnica ultrasonográfica de escolha foi a de aplanção, por ser de simples execução, quando comparada à de imersão e à biometria óptica que exigem a colaboração do paciente. (18) Após a sedação dos animais foi possível manter o adequado posicionamento da *probe* em relação aos olhos, fator essencial para a obtenção de medidas fidedignas.

O comprimento axial dos bulbos oculares foi de $16,56 \pm 0,41$ milímetros, portanto, olhos maiores do que os encontrados na *Macaca mulatta* que foi de aproximadamente 15 mm. (25)

O valor médio da profundidade da câmara anterior foi de $2,15 \pm 0,22$ milímetros, similares ao da *Macaca mulatta* que foi de aproximadamente $2,57 \pm 0,26$ mm. (25)

A espessura da lente foi de $3,20 \pm 0,11$ milímetros, similar ao da *Macaca mulatta* $3,29 \pm 0,17$ mm. (25)

A câmara vítrea teve os seguintes valores para os *Cebus apella* $11,23 \pm 0,28$ milímetros, valores maiores dos que encontrados na espécie *Macaca mulatta* onde se observou uma câmara vítrea de $8,63 \pm 0,28$ mm. (25)

Com relação à ceratometria, os valores encontrados no *Cebus apella* foram de $63,04 \pm 1,94D$, já a *Macaca mulatta* apresentou valores similares de $62,97 \pm 1,55 D$. (25)

O poder dióptrico médio da LIO calculado pela fórmula de terceira geração Hoffer-Q foi de 46,71 D, enquanto que as fórmulas de quarta geração, Holladay 2 e Haigis demonstraram valores dióptricos médios de 29,43 D e 31,25 D, respectivamente. Não houve diferença estatística significativa entre os valores calculados pela Holladay 2 e Haigis, todavia observou-se diferença estatística quanto aos poderes dióptricos calculados entre Hoffer Q e as fórmulas de quarta geração, pois a fórmula Hoffer-Q sempre projeta LIOs mais potentes em olhos extremamente curtos. (20, 24, 27, 34)

Na oftalmologia humana, após diversos estudos comparativos, concluiu-se que a previsibilidade das fórmulas está intimamente relacionada ao comprimento axial do olho no qual é empregada. Pacientes com comprimento axial cada vez mais curto são submetidos à facoemulsificação e implantação de uma lente intraocular; sabe-se que o resultado refrativo desses pacientes são menos precisos com o aumento da hipermetropia; isto ocorre devido à falta de proporcionalidade do segmento anterior com o comprimento axial em olhos

curtos (7), havendo necessidade de mais estudos a fim de se determinar a melhor previsibilidade das fórmulas nesses casos.

Na oftalmologia veterinária, no entanto, pouco se tem estudado sobre a previsibilidade das fórmulas quando aplicadas em olhos animais, não havendo, portanto, um consenso de como deve ser feita a eleição da fórmula. Não havendo essa padronização, a busca pela fórmula ideal extrapola as conclusões já estabelecidas na Medicina humana.

Apesar de fórmula Hoffer Q ser bem estabelecida, quando se trata de olhos curtos (<22 mm) (12, 21), (33) apontou que, para olhos <21 mm, a fórmula Hoffer Q demonstra maior erro refracional previsto quando comparada com outras fórmulas como Holladay 1 e 2; já (1) verificou que olhos que apresentam comprimento axial entre 20 mm – 20,99 mm, a fórmula Hoffer Q exibe melhor performance quando comparada com Holladay 1 e SRK/T.

Na comparação entre as fórmulas Haigis e Hoffer Q, foi observado que a Haigis obteve menor erro refracional previsto em olhos extremamente curtos, isso devido à fórmula Hoffer Q utilizar uma constante para ACD, em contrapartida à da Haigis na qual se emprega o valor real de ACD para cada indivíduo. (27) Para olhos curtos com ACD profunda (>2,40 mm), as fórmulas Haigis e Hoffer Q se comportam de maneiras semelhantes, porém a diferença entre os erros refracionais previstos aumenta quando o ACD diminui, portanto em olhos curtos com uma ACD < 2,40 mm, a fórmula Haigis se demonstrou com menores erros refracionais na avaliação pós-operatória. (6) Como nos animais em análise o valor de ACD média foi de 2,16 mm, extrapola-se da Medicina Humana que os valores encontrados pela fórmula Haigis produziram uma menor hipermetropia após facoemulsificação.

A avaliação do erro refrativo pós-operatório de olhos pediátricos na ausência da refração pré-operatória entre as fórmulas Holladay 2, Holladay 1, Hoffer Q e SRK/T e conclui-se que a fórmula Holladay 2 teve o menor erro refracional previsto. (33) Como, na medicina veterinária, a refração pré-operatória não é realizada de forma rotineira, é possível dizer que as fórmulas de quarta geração (Holladay 2) resultam em uma melhor busca pela emetropia.

Estas análises confirmam as limitações comumente encontradas nas fórmulas teóricas de terceira geração, como Hoffer Q, SRK / T e Holladay 1 que preveem o poder da LIO necessário, exclusivamente a partir de comprimento

axial e ceratometria de seus pacientes. As fórmulas de quarta geração, como Haigis, Holladay 2 e Olsen, não dependem de pressupostos para a profundidade da câmara anterior, mas sim exigem sua medição direta. Além disso, as fórmulas Holladay 2 e Olsen requerem dados biométricos adicionais, individualizando melhor o olho do paciente. (3)

Dessa forma, considerando-se que o comprimento axial dos olhos dos macacos-prego é semelhante ao do olho humano extremamente curto (<18 mm), e apresentam um ACD < 2,40 mm (médio de 2,16 mm) e como não é determinado o erro refracional desses olhos no pré operatório, julga-se mais coerente a utilização de fórmulas que apresentem melhores resultados refracionais nessas condições, como a Holladay 2 e Haigis que apresentam melhor previsibilidade quando comparadas a outras fórmulas. (6, 17, 27, 33)

Uma vez que as fórmulas de quarta geração individualizam melhor os olhos, excluindo a possibilidade de todos os olhos terem a mesma proporção intraocular deve-se considerar as fórmulas de quarta geração as de melhor previsibilidade em animais, isto porque, sabe-se que olhos humanos maiores que 18 mm de comprimento axial não mantêm constante proporção no segmento anterior e segmento posterior. Sendo assim, olhos curtos têm segmento anterior e posterior curtos e olhos longos possuem segmento anterior e posterior longos. No entanto, olhos extremamente curtos (<18 mm) não matém esta proporcionalidade, podendo ter segmento anterior e posterior curtos, segmento anterior normal e posterior curto ou segmento anterior curto e posterior normal. (14) Seguindo este raciocínio espera-se que esta fórmula seja mais adequada para utilização em olhos de animais que podem não manter as mesmas proporções entre segmento anterior e posterior que do olho humano.

A conclusão sobre a previsibilidade das fórmulas, quando utilizadas nos olhos de macacos-prego, visando uma melhor elucidação do funcionamento das mesmas em olhos diferentes dos humanos, depende da implantação das lentes calculadas e avaliação do erro refracional pós-operatório, ou ao menos do conhecimento da ELP desses animais, que permitiria calcular o poder dióptrico necessário para atingir a emetropia e posterior comparação do mesmo com os resultados estimados pelas diferentes fórmulas neste estudo.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo)
pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. ARISTODEMOU P, CARTWRIGHT NEK, SPARROW JM, et al. Formula choice: Hoffer, Holladay 1, or SRK/T and refractive outcomes in 8108 eyes after cataract surgery with biometry by partial coherence interferometry. *J. Cataract Refract Surg* v. 37, p.63-71,2011.
2. BARALDI TG, MAMPRIM MJ, BRANDÃO CVS, et al. Biometria ultrassonográfica modo – A e modo – B do globo ocular de gatos domésticos. *Vet. Zootec.*, v. 19, n.1, Supl. 1, 2012.
3. DAY AC, FOSTER PJ, STEVENS JD, Accuracy of intraocular lens Power calculations in eyes with axial length <22.00mm. *Clin. Exp. Ophthalmol.*, v. 40, p. 855-862, 2012.
4. DIETRICH UM, Ophthalmic examination and diagnostics. In: GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. Florida: Blackwell Publishing, 2007. p. 507-519.
5. EKESTEN B, Biological variability and measurement error variability in ocular biometry in Samoyed dogs. *Acta Vet. Scand.*, v. 35, n. 4, p. 427-433, 1994.
6. EOM Y, KANG SY, SONG JS, et al. Comparison of Hoffer Q and Haigis Formulae for Intraocular Lens Power Calculation according to the Anterior Chamber Depth in Short Eyes, *Am. J. Ophthalmol.* 2014. doi: 0.1016/j.ajo.2013.12.017.
7. FINK AM, GORE C, ROSEN ES, Refractive lensectomy for hyperopia. *Ophthalmology*, v. 105, p. 1540 – 1548, 2000.
8. GARZÓN N, MENDOZA MM, GALÁN FP Cálculo de La potencia de lentes intraoculares. *Gaceta Óptica*, v. 425, p. 22-25, 2008. Disponível em:

<<http://www.cnoo.es/modulos/gaceta/actual/gaceta425/cientifico2.pdf>>. Acesso em: 10 jan 2014.

9. GILGER BC, DAVIDSON MG, HOWARD PB. Keratometry, ultrasonic biometry, and prediction of intraocular lens power in the feline eye. *Am. J. Vet. Res.*, v. 52, n. 2, p. 131-134, 1998.

10. GLOVER TD, CONSTANTINESCU GM, Surgery for cataract. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, v. 27, n. 5, p. 1143-1173, 1997.

11. HAIGIS W, LEGE B, MILLER N, et al. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. [*Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.*](#), v. 238, n. 9, p. 765-773, 2000

12. HOFFER KJ, Clinical results using the Holladay II intraocular lens power formula. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 26, n. 8, p. 1233-1237, 2000.

13. HOFFER KJ, The Hoffer Q formula: a comparison of theoretical and regression formulas. *J. Cataract. Refract. Surg.*, v.19, p.700-712, 1993.

14. HOLLADAY JT, GILLS JP, LEIDLEIN J, et al. Achieving emmetropia in extremely short eyes with two piggy back posterior chamber intraocular lenses. *Ophthalmology*, v. 103, p.1118 – 1123, 1996.

15. KAWANA K, TOKUNAGA T, MIYATA K, Comparison of corneal thickness measurements using Orbscan II, non-contact specular microscopy, and ultrasonic pachymetry in eyes after laser in situ keratomileusis. *Br. J. Ophthalmol.*, v. 88, p.466-468, 2004.

16. KOHNEN T, KOCH DD, *Cataract and refractive surgery: Progress III*. Berlin: Springer, 2014.

17. LACAVALAC, CENTURION V, A biometria em olhos hipermetropes; estudo comparativo de três fórmulas e sua previsibilidade refracional. *Rev. Bras. Oftalmol.*, v. 65, n. 3, p. 162-166, 2006.

18. MARTINS FCR, MIYAJI ME, LIMA VL, et al. Biometria ultrassônica no cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares: estudo comparativo dos métodos de contato e de imersão. *Rev. Bras. Oftalmol.*, v. 68, n. 4, p. 212-215, 2009.

19. MONTIANI-FERRARI F, SHAW G, MATTOS BC, et al. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests of the capuchin monkey (*Cebus apella*). *Vet. Ophthalmol.*, v.11, n.3, p.197-201, 2008.

20. NARVÁEZ J, ZIMMERMAN G, STULTING RD, et al., Accuracy of intraocular lens Power prediction using Hoffer Q, Holladay 1, Holladay 2, and SRK/T formulas. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 32, p. 2050 - 2053.

21. OLSEN T, Improved accuracy of intraocular lens Power calculation with the Zeiss IOLMaster. *Acta Ophthalmol. Scand.*, v.85, p.84-87, 2007.

22. PEIXOTO TP, RANZANI JJT, BRANDÃO CVS, et al., Análise da fórmula SRK/T no cálculo de lente intra-ocular em cães portadores de catarata. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, v.60, n.6, p.1418-1425, 2008.

23. PINON MCG, SOUSA APB, GATTASS R. Topography of cortical efferents of V1 in *Cebus apella* monkey. Society Neuroscience Abstract. 20th Annual Meeting, 1990; 16: 708–708.

24. PRADO-SERRANO A, NAVA-HERNÁNDEZ NG Cálculo del poder dióptrico de lentes intraoculares? Cómo evitar la sorpresa refractiva? *Revista Mexicana de Oftalmología*, v.83, n.5, p.272-280, 2009. Disponível em: <<http://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2009/rmo095e.pdf>>. Acesso em 03 março. 2014.
25. QIAO-GRIDER Y, HUNG LF, KEE C, et al. Normal ocular development in Young rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Vision Res.*, v. 47, n. 11, p. 1424-1444.
26. RODRIGUES MV, PAULA JS, SOUZA ESMV, Identification of c-kit expressing cells in the ciliary muscle of *Cebus apella*. *Res. Exp. Clin. Ophthalmol.* v.37, p.128, 2005
27. ROH YR, LEE SM, HAN YK et al. Intraocular lens power calculation using IOLMaster and various formulas in short eyes. *Korean J Ophthalmol.* v. 25, n. 3, p. 151-155, 2011.
28. RUBIN ML, HOPE GM, Optics and refraction: a review. *Ophthalmology*, v. 103, n. 8, p. 102–108, 1996.
29. SAMPAIO GR, RANZANI JJT, SCHELLINI AS, Sexo, peso e conformação anatômica do olho sobre cálculo de poder dióptrico de lentes intraoculares no cão. *Cienc. Rural*, v. 32, n. 2, p. 263-268, 2002.
30. SAS Institute. *SAS/STAT user's guide*. Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2009.
31. SCHIFFER SP, RANTANEN NW, LEARY GA, et al., Biometric study of the canine eye, using A-mode ultrasonography. *Am. J. Vet. Res.*, v. 43, n. 5, p. 826-830, 1982.

32. TENNEN DG, KEATES RH, MONTOYA C, Comparison of three keratometry instruments. *J. Cataract Refract. Surg.* v. 21, p. 407–408, 1995.
- TRIVEDI, R.H., WILSON, E., REARDON, W. Accuracy of Holladay 2 intraocular lens formula for pediatric eyes in the absence of preoperative refraction. *J. Cataract Refract Surg.* V. 37, p. 1239-1243, 2011.
33. TRIVEDI RH, WILSON E, REARDON W, Accuracy of Holladay 2 intraocular lens formula for pediatric eyes in the absence of preoperative refraction. *J. Cataract Refract. Surg.*, v. 37, p. 1239-1243, 2011.
34. VALINHOS MAR, RANZANI JJT, RODRIGUES ACL et al., Mensurações do bulbo ocular e cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares em coelhos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 64, n. 1, p. 58-62, 2012.
35. WILLIAMS DL, BOYDELL IP, LONG RD, Current concepts in the management of canine cataract: a survey of techniques used by surgeons in Britain, Europe and the UDA and a review of recent literature. *Vet. Rec.*, v. 138, n. 15, p. 347-353, 1996.

