

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

**BIOMETRIA OCULAR ULTRASSONOGRÁFICA E
DOPPLERFLUXOMETRIA DAS ARTÉRIAS OFTÁLMICA INTERNA
E CENTRAL DA RETINA EM MACACO - PREGO (*Sapajus* spp.)**

NATÁLIA RODRIGUES RODAS

BOTUCATU - SP

Agosto/2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

**BIOMETRIA OCULAR ULTRASSONOGRÁFICA E
DOPPLERFLUXOMETRIA DAS ARTÉRIAS OFTÁLMICA INTERNA
E CENTRAL DA RETINA EM MACACO - PREGO (*Sapajus spp.*)**

NATÁLIA RODRIGUES RODAS

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

Orientadora: Profa. Adj. Cláudia Valéria Seullner Brandão.

BOTUCATU - SP
Agosto/2014

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Adj. Cláudia Valéria Seullner Brandão

Presidente e Orientadora

Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária

FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Adj. Maria Jaqueline Mamprim

Membro

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária

FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Zara Bortolini

Membro

Departamento de Medicina Veterinária

Universidade Estadual do Centro Oeste- UNICENTRO

Data da defesa: 04 de agosto de 2014.

Dedicatória

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Maria Elizabete Rodrigues e Ronaldo Merlotti Rodas**, por tudo que me ofereceram, pelo exemplo de dedicação, pela motivação em enfrentar os desafios que surgem ao longo da vida e por me ensinarem a nunca desistir dos meus objetivos...

Ao meu irmão, **Rodrigo Rodrigues Rodas**, pelo companheirismo, sempre disposto a me ajudar...

Ao meu namorado, **Enio Setsuo Arakaki Pacini**, por ser melhor amigo acima de tudo, pelo amor, pela cumplicidade e pela felicidade em tê-lo presente em minha vida, tornando-a muito mais feliz e completa...

Aos meus avós, **Durvalina Merlotti Rodas e Marcelo Rodas Garcia**, pelo exemplo de amor, coragem e luta pela vida, pelos mimos a mim dados, pelo enxoval de crochê, pão feito em casa, doce de leite, entre tantos outros agrados...

Aos meus avós, **Natividade Ocaína Rodrigues e Antônio Rodrigues** (*in memorian*), por terem deixado os ensinamentos do significado de caráter e humildade vivos para sempre em nossa família...

Às minhas melhores amigas e companheiras, **Minnie** (*in memorian*), **Belinha** e **Lana**, por serem exemplos de lealdade e em parte responsáveis pela escolha da minha profissão...

...Amo vocês.

Agradecimientos

AGRADECIMENTOS

À **Profª Cláudia Valéria Seullner Brandão**, minha orientadora, por me dar a oportunidade de ser sua orientada e confiar a mim a execução deste trabalho. Pela paciência, atenção, amizade e ensinamentos diários desde a graduação. Muito obrigada por tudo.

Ao **Profº José Joaquim Tilton Ranzani**, pela oportunidade, pelas considerações sempre sinceras, pela colaboração em minha formação e execução deste trabalho. Professor pelo qual tenho muita admiração e carinho.

À **Profª Maria Jaqueline Mamprim**, por abrir as portas do Serviço de Radiologia, disponibilizar o aparelho de ultrassonografia e permitir que seus orientados me ajudassem, colaborando com a execução e realização deste trabalho. Pelas considerações feitas em minha qualificação, pela gentileza e disponibilidade em elucidar minhas dúvidas, por atender ao convite para participação da comissão avaliadora da defesa deste trabalho.

À **Vivian Lima de Souza** e **Cristiane de Abreu Estasnislau** pela amizade, companheirismo e cumplicidade que construímos durante esses anos. A presença de vocês sempre me transmitiu paz e alegria em todos os momentos. Vocês são pessoas de um caráter e coração enorme que me abraçaram em suas vidas e a partir deste momento, se tornaram especiais em minha vida.

À **Natalie Bertelis Merlini, Cintia Sesso Perches, Maria Guadalupe Sereno, Joice Furtado Fonzar, Úrsula Guberman Chaves, Rodrigo Barros, Micaella Gandolfi**, à “**Família Oftalmo**” em si, nas suas diferentes gerações, por se tornarem parte da minha família, fazendo parte do meu dia-a-dia, compartilhando as experiências, aprendizado e demonstrando amizade e companheirismo na vida profissional e pessoal. Agradeço à por toda ajuda na elaboração e execução deste trabalho e por cada um ter participado e colaborado na minha evolução profissional de alguma forma.

À **Raquel Sartor Marcelino** e ao **Hugo Salvador Oliveira**, pós-graduandos do Setor de Radiologia, pela disponibilidade em me ajudar a realizar o projeto, principalmente por se prontificarem em deixar os seus familiares aos finais de semana para me ajudar, pela atenção e paciência em me ensinar a interpretar as imagens e realizar as mensurações. Minha gratidão é enorme.

Ao **Profº Carlos Teixeira**, aos **Residentes** e **Funcionários** do CEMPAS, por terem me recebido no setor de portas abertas, pela ajuda com a captura e contenção dos animais que participaram deste trabalho. Sem eles a execução não seria possível.

Ao **Profº Carlos Roberto Padovani**, do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências, pela análise estatística.

Às minhas melhores amigas-irmãs **Fernanda Cristina Oliveira** e **Yara de Oliveira Brandão**, que apareceram em minha vida durante a graduação e que me fizeram descobrir o real sentido e valor da amizade. Muito obrigada por todo carinho, amor e cumplicidade em todos esses anos. Amo vocês.

À **Rita de Cássia Viveiros**, **Thaís Gasparini Baraldi** e **Alessandra Vasconcellos** por tornarem esses anos de Botucatu mais doces e agradáveis.

A todos os meus tios, primos e amigos que sempre me apoiaram e torceram por mim e pelo meu crescimento profissional.

À **Universidade Estadual Paulista (UNESP)**, a todos os professores, residentes e funcionários da **FMVZ/Unesp Botucatu** pelos ensinamentos, colaboração e ajuda em todos esses anos.

Muito Obrigada.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Esquema das estruturas do bulbo ocular e constituintes do espaço retrobulbar.....09
- Figura 2** - Esquema apresentando as principais artérias que suprem o bulbo ocular nos primatas. Na imagem "M" indica a porção medial e "L" indica a porção lateral do bulbo ocular.....10
- Figura 3** - Foto demonstrativa da realização da ultrassonografia modo A em macaco-prego, utilizando-se ecobiômetro de aplanção.....22
- Figura 4** - Foto demonstrativa da realização do exame ultrassonográfico modo B em um macaco-prego, na posição sagital.....23
- Figura 5** - Imagem ultrassonográfica bidimensional em plano dorsal do bulbo ocular do macaco-prego (macho). Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Notar as estruturas intraoculares indicadas pelas setas e letras: córnea (A), cápsula anterior da lente (B), cápsula posterior da lente (C) e parede posterior do bulbo ocular (D).....27
- Figura 6** - Imagem ultrassonográfica do bulbo ocular do macaco-prego (macho) no plano dorsal. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Notar as mensurações biométricas (traçado branco) realizadas em cada bulbo ocular. Distância entre a córnea e a cápsula anterior da lente denominada como câmara anterior (D1), distância entre a cápsula anterior e posterior da lente conhecida como espessura da lente (D2), distância entre a cápsula posterior da lente e parede posterior do bulbo ocular determinando a câmara vítrea (D3) e distância entre a córnea e a parede posterior do bulbo ocular, ou seja, comprimento axial (D4).....28

Figura 7 – Imagem ultrassonográfica triplex Doppler para localização da artéria oftálmica interna em macaco-prego (fêmea), em plano dorsal. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Observar seu traçado espectral dicrótico na fase de desaceleração.....32

Figura 8 – Imagem ultrassonográfica triplex Doppler da localização artéria central da retina em macaco-prego (fêmea), em plano dorsal. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Observar seu traçado espectral apresentando fluxo pulsátil.....33

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Média e desvio padrão do padrão do peso (Kg) dos macacos-prego selecionados, segundo o sexo.....26
- Tabela 2** - Média e desvio padrão das diferentes variáveis biométricas (em mm) analisadas utilizando-se a ultrassonografia modo A e modo B (plano sagital) em macaco-prego.....29
- Tabela 3** - Média e desvio padrão das diferentes variáveis biométricas analisadas, em milímetros, utilizando-se a ultrassonografia modo B em macaco-prego, nos planos sagital e dorsal.....29
- Tabela 4** - Média e desvio padrão das variáveis biométricas, em milímetros, obtidas pela ultrassonografia modo A e modo B (plano sagital) em macaco - prego, considerando sexo, olho e modo.....30
- Tabela 5** - Média e desvio padrão das variáveis biométricas, em milímetros, obtidas pela ultrassonografia modo B em macaco-prego, nos planos sagital e dorsal, considerando sexo e lateralidade do olho.....31
- Tabela 6** - Parâmetros dopplerfluxométricos obtidos da artéria oftálmica interna em macaco – prego.....33
- Tabela 7** - Parâmetros dopplerfluxométricos obtidos da artéria central da retina em macaco – prego.....34
- Tabela 8** - Média e desvio padrão das variáveis dopplerfluxométricas da artéria oftálmica interna em macaco-prego, segundo sexo e olho.....34
- Tabela 9** – Média e desvio padrão das variáveis dopplerfluxométricas da artéria central da retina em macaco - prego, segundo sexo e olho.....35

LISTA DE ABREVIações

HZ- hertz

MHz - mega hertz

cm - centímetros

IR - índice de resistividade

IP - índice de pulsatilidade

VPS - velocidade de pico sistólico

VDF - velocidade diastólica final

VM - velocidade média

cm/s - centímetros por segundo

% - por cento

TLS - teste lacrimal de Schirmer

PIO - pressão intraocular

kg - quilograma

mg - miligrama

m/s - metros por segundo

AST - aspartato aminotransferase,

ALT - alanino aminotransferase,

FA - fosfatase alcalina,

GGT - gutamiltransferase

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xii
RESUMO	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 Anatomia ocular	8
2.2 Ultrassonografia ocular.....	11
2.3 Ultrassonografia Doppler ocular.....	14
3. OBJETIVOS	19
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Procedência dos animais	21
4.2 Sequência experimental	21
4.3 Análise estatística.....	24
5. RESULTADOS.....	26
5.1 Animais e biometria ocular ultrassonográfica.....	26
5.1.1 Peso dos animais.....	26
5.1.2 Biometria ocular ultrassonográfica modo A.....	26
5.1.3 Biometria ocular ultrassonográfica modo B.....	26
5.2 Dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina.....	31
6. DISCUSSÃO	37
7. CONCLUSÕES.....	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
9. TRABALHO CIENTÍFICO.....	55
10. ANEXO.....	73

RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar as variáveis biométricas do bulbo ocular utilizando a ultrassonografia ocular modos A e B, bem como realizar a dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina em macacos-prego. Foram avaliados 18 animais (36 olhos) de macacos-prego (*Sapajus* spp.) mantidos em cativeiro, sendo 10 fêmeas e 8 machos, clinicamente sadios. As mensurações (em mm) da câmara anterior (D1), espessura da lente (D2), câmara vítrea (D3) e comprimento axial do bulbo ocular (D4) foram feitas, bem como a dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina, representada por velocidade de pico sistólico (VPS), diastólica final (VDF), ambas em cm/s, índice de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP). As mensurações biométricas médias encontradas no exame ocular ultrassonográfico modo B e modo A foram; Modo B: D1= $2,79 \pm 0,19$; D2= $3,25 \pm 0,22$; D3= $10,17 \pm 0,48$; D4= $16,23 \pm 0,50$; Modo A: D1= $2,16 \pm 0,16$; D2= $3,12 \pm 0,14$; D3= $11,12 \pm 0,27$; D4= $16,38 \pm 0,34$. Na dopplerfluxometria da artéria oftálmica interna, os seguintes valores médios das variáveis dopplerfluxométricas foram obtidos: IR= $0,71 \pm 0,03$; IP= $1,30 \pm 0,15$; VPS= $36,89 \pm 10,57$; VDF= $10,52 \pm 3,21$; e para a artéria central da retina: IR= $0,56 \pm 0,04$; IP= $0,81 \pm 0,09$; VPS= $21,47 \pm 7,23$; VDF= $9,95 \pm 3,31$. Os valores de referência de normalidade obtidos poderão auxiliar no diagnóstico de doenças oculares em macacos-prego, bem como poderão ser utilizados em estudos futuros com a presente espécie.

Palavras-chave: ultrassonografia, primata, oftalmologia.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the ocular biometric variables using ocular ultrasound A mode and B mode and dopplerfluxometry of the the internal ophthalmic and central retinal arteries. Were evaluated 18 animals (36 eyes) of capuchin monkeys in captivity, 10 females and 8 males, clinically healthy. Measurements of the anterior chamber (D1), lens thickness (D2), vitreous chamber (D3) and axial length of the eyeball (D4) were performed, as well as the dopplerfluxometry of the internal ophthalmic and central retinal arteries, represented by peak systolic velocity (PSV), end diastolic velocity (EDV), resistivity index (RI) and pulsatility index (PI). The biometric measurements averages found in ocular ultrasonography B mode and A mode were : B mode: D1= $2,79 \pm 0,19$; D2= $3,25 \pm 0,22$; D3= $10,17 \pm 0,48$; D4= $16,23 \pm 0,50$; A mode: D1= $2,16 \pm 0,16$; D2= $3,12 \pm 0,14$; D3= $11,12 \pm 0,27$; D4= $16,38 \pm 0,34$. In the dopplerfluxometry of the internal ophthalmic, average values of the variables obtained were: RI= $0,71 \pm 0,03$; PI= $1,30 \pm 0,15$; PSV= $36,89 \pm 10,57$; EDV= $10,52 \pm 3,21$; and the central retina artery were: RI= $0,56 \pm 0,04$; PI= $0,81 \pm 0,09$; PSV= $21,47 \pm 7,23$; EDV= $9,95 \pm 3,31$. Reference values obtained may aid in the diagnosis of eye diseases in capuchin monkeys, and may be used in future studies with this species.

Keywords: primate, ultrasonography, ophthalmology.

Introdução

1. INTRODUÇÃO

Primates do Novo Mundo compreendem as espécies que vivem nas florestas subtropicais das Américas do Sul e Central (Marques, 2005). Os macacos-prego e caiararas, considerados primatas do Novo Mundo, são exclusivos da América Central, Amazônia, cerrado, caatinga e mata atlântica. Durante muitos anos, caiararas e macacos-prego foram classificados como pertencentes a um mesmo gênero, *Cebus* spp. Recentemente, são classificados em gêneros distintos (ALFARO et al.,2012). Estudos morfológicos, genéticos e biogeográficos os subdiviram em dois gêneros, *Cebus* spp, para os caiararas, de aspecto mais esguios ou graciosos, encontrados na Amazônia, Andes, Guianas, norte da Colômbia, Venezuela e América Central; e *Sapajus* spp., os macacos-prego robustos, encontrados da Amazônia ao sul do país (ALFARO et al.,2014).

Os macacos mais comumente utilizados em estudos médicos são o *Rhesus* e o *Babuíno*. Acredita-se que a anatomia dos macacos-prego ainda não é amplamente conhecida pelo fato de ser uma espécie natural do continente sul americano e ter despertado interesse no mundo científico somente nas últimas décadas (MARQUES, 2005). Macacos-prego foram usados como modelo experimental em estudos visuais comparativos envolvendo estruturas como a retina e úvea, porém (SILVEIRA et al., 2001; PAULA et al., 2009), estudos que indiquem valores de referência oftalmológicos normais e testes diagnósticos ainda são escassos, o que torna a determinação de parâmetros oftálmicos de referência para estes animais silvestres uma área inovadora na pesquisa da visão descritiva (MONTIANI-FERREIRA et al., 2008b).

O exame ultrassonográfico do bulbo ocular é um relevante método diagnóstico das afecções do bulbo do olho e anexos e, apresenta como características a segurança, rapidez, ausência de invasividade (DIETRICH, 2007), bem como a possibilidade de realização do exame quando há opacidade dos meios (córnea, humor aquoso, lente, humor vítreo). Adicionalmente, sua aplicação apresenta papel de destaque nas medições biométricas do olho, no cálculo do poder de refração da lente intraocular e determinação do tamanho de prótese ocular para implantes pós enucleação (TONI et al.,2010).

Ressalta-se que a criação e a manutenção dos macacos-prego são amplamente factíveis e fundamentais para entendimento de sua constituição morfológica, bem como também fornecerá subsídio para a comparação entre espécies semelhantes, condução de experimentos e subsequente aplicação na clínica oftalmológica (MARQUES, 2005).

A biometria ocular ultrassonográfica já foi descrita nas espécies de animais domésticos e em algumas espécies silvestres, tais como capivaras, papagaios, corujas, coelhos, bugio - ruivo e outras (LEHMKUHL et al., 2010; SQUARZONI et al., 2010; TONI et al., 2010; SOUZA, 2013; MIRSHAHI et al., 2014).

Na oftalmologia, são utilizados os exames ultrassonográficos modo A (unidimensional) e modo B (bidimensional em tempo real) para avaliação do bulbo ocular (SCHIFFER et al., 1982). As principais indicações para realização da ultrassonografia ocular modo B são: exame do bulbo ocular quando existe opacidade dos meios transparentes, avaliação do segmento posterior, hemorragia vítrea, tumores intraoculares e retrobulbares e ainda, traumatismos com possíveis corpos estranhos (SLATTER, 2005). A ultrassonografia ocular modo A, bem como a modo B, oferecem informações complementares e, portanto, não devem ser consideradas exclusivas para uma ideal avaliação ocular (SCHIFFER et al., 1982).

Técnicas não invasivas e acessíveis como a ultrassonografia Doppler são consideradas recentes na medicina veterinária e de grande interesse para o estudo da vascularização ocular (GONÇALVES, 2005; CARVALHO, 2009). A ultrassonografia com mapeamento doppler permite o estudo da hemodinâmica, analisando a presença ou não do fluxo sanguíneo, bem como, condições do fluxo e mensurações de velocidade, em especial de pico sistólico e diastólica final, a partir das quais podem ser calculados os índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP), que visibilizam a impedância vascular (CARVALHO, 2009).

Diferentemente da maioria das espécies domésticas, nos primatas, a microcirculação total do bulbo ocular e a maior parte da circulação orbital é suprida pela artéria oftálmica interna (GONÇALVES, 2005), sendo esta artéria ramo direito da artéria carótida interna, que é responsável por grande parte da irrigação cerebral. Em diversas afecções oculares, tais como, glaucoma,

hipertensão, retinopatia diabética e cegueira com suspeita de isquemia do nervo óptico, há alterações significativas do padrão vascular ocular (DINIZ et al., 2004). As identificações dessas alterações vasculares são fundamentais para caracterização de doenças, entendimento de diferentes desordens de origem não tumoral, determinação de conduta terapêutica, bem como para testar a influência e eficiência de um fármaco desenvolvido sobre o fluxo sanguíneo, seja ele instituído de maneira sistêmica ou tópica. A dopplerfluxometria no glaucoma possibilita avaliar se o tratamento instituído está sendo eficaz, bem como, ajuda na monitoração da perfusão sanguínea com o objetivo de prolongar a função da retina e nervo óptico (CARVALHO, 2009).

Em animais domésticos, assim como em primatas não humanos, esses estudos são ainda muito pouco explorados. Apenas Netland et al. (1997) realizaram um estudo da dopplerfluxometria das artérias retrobulbares em macacos da espécie *Macaca fascicularis* e, em um estudo mais recente, Souza (2013) analisou a dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares e realizou a biometria ocular bidimensional na espécie bugio ruivo (*Alouatta fusca*).

Conforme já ressaltado anteriormente, valores de referência oftálmicos fisiológicos em macacos-prego (*Sapajus* spp.), como biometria ocular ultrassonográfica, dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina, são ainda inexistentes nessa espécie, justificando seu estudo na presente espécie; estes poderão ser aplicados comparativamente para análise de animais portadores de doenças oculares, ou após o estabelecimento de novos tratamentos em modelos experimentais com instituição de novos fármacos e tratamentos cirúrgicos a serem desenvolvidos, visando a sua aplicação clínica na oftalmologia humana e médica veterinária.

Revisão de Literatura

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Anatomia ocular

O sistema ocular é formado pelos anexos oftálmicos responsáveis pela proteção e pelo bulbo ocular propriamente dito, constituinte principal da visão. Os anexos são compostos por órbita, músculos e gordura extraoculares, fásia orbital, pálpebras e conjuntiva (PIPPI; GONÇALVES, 2009).

O bulbo ocular tem como função captar a imagem de objetos, focalizando-a na retina e transformando-a em impulsos elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico e vias ópticas até os centros visuais cerebrais. A partir deste momento, é que ocorrem as percepções visuais com reconhecimento da imagem e localização do objeto focalizado (NYLAND; MATTOON, 2005; SLATTER, 2005; SAMUELSON, 2007).

O olho é composto por três túnicas ou camadas (Figura 1). A mais externa é denominada como túnica fibrosa. Esta é constituída pela córnea e esclera (NYLAND; MATTOON, 2005; SAMUELSON, 2007; PIPPI; GONÇALVES, 2009). A córnea é uma estrutura avascular, transparente, curva e é a mais potente superfície de refração do bulbo ocular (SLATTER, 2005). A esclera é responsável pelo tamanho e formato do olho. A córnea e a esclera são ricas em fibras colágenas, porém na córnea, estas fibras apresentam disposição altamente regular, caracterizando sua transparência; na esclera, as fibras não possuem estrutura organizada, apresentando aspecto mais opaco (PIPPI; GONÇALVES, 2009). Entre a córnea e a esclera, observa-se uma região de transição denominada limbo (NYLAND; MATTOON, 2005).

A túnica média é vascular, composta pela íris, corpo ciliar (músculos e processos ciliares) e coróide (estrutura vascular pigmentada) (NYLAND; MATTOON, 2005; SLATTER, 2005; SAMUELSON, 2007). São funções desta túnica, controlar a passagem da luz, promover nutrição de estruturas intraoculares, produção do humor aquoso, suspensão da lente e acomodação visual (SLATTER, 2005).

A túnica nervosa é a mais interna, e formada pela retina, nervo óptico e por unidades neuronais, sendo altamente relacionada com o mecanismo de visão propriamente dito (SLATTER, 2005; PIPPI; GONÇALVES, 2009).

O bulbo ocular pode ser subdividido em câmara anterior, câmara posterior e câmara vítrea. A câmara anterior é o espaço delimitado anteriormente pela

córnea e posteriormente pela íris. A câmara posterior é bem menor, e situa-se entre o diafragma da íris e a cápsula anterior da lente, e é delimitado na periferia, pelas zônulas lenticulares. Estas duas câmaras descritas são preenchidas pelo humor aquoso, produzido pelo corpo ciliar, e a comunicação entre as mesmas se dá através da pupila (NYLAND; MATTOON, 2005; SAMUELSON, 2007). A câmara vítrea é o maior segmento do bulbo ocular, limitada anteriormente pelas zônulas lenticulares e pela cápsula posterior da lente e, posteriormente, pela retina. O humor vítreo, que ocupa a câmara vítrea, é de aspecto gelatinoso e composto em sua maioria por água, além de ácido hialurônico, mucopolissacarídeos e por uma fina rede de fibras semelhantes ao colágeno (vitreína) (MATTOON; NYLAND, 2005).

A lente encontra-se em contato com a superfície posterior da íris e é envolvida pela cápsula lenticular (NYLAND; MATTOON, 2005). Trata-se de estrutura biconvexa, avascular e transparente. Sua transparência depende principalmente do arranjo das células lenticulares altamente ordenadas e de sua forma concêntrica, bem como da solubilidade e arranjo físico de suas proteínas (SAMUELSON, 2007).

A córnea, o humor aquoso, a lente e o humor vítreo são os meios transparentes do bulbo ocular que transmitem e atuam na refração do raio luminoso até a retina (PIPPI; GONÇALVES, 2009).

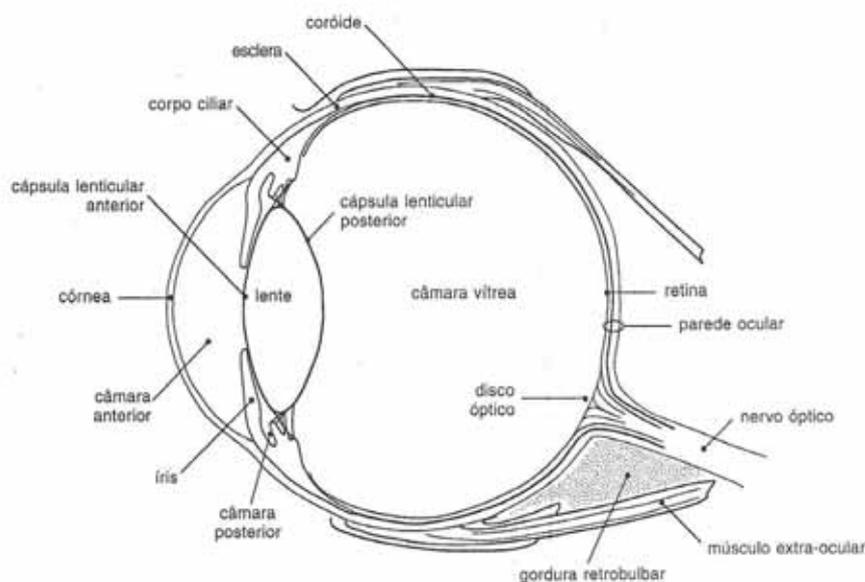


Figura 1: Esquema das estruturas do bulbo ocular e constituintes do espaço retrobulbar. Fonte: Adaptado de MATTOON e NYLAND (2005).

A vascularização do bulbo ocular e orbital é complexa. Em cães e gatos, o suprimento do bulbo ocular é originado da artéria oftálmica externa, ramificação da artéria maxilar interna, e originada da artéria carótida externa (SLATTER, 2005). Diferentemente da maioria das espécies domésticas, em primatas, a microcirculação total do bulbo ocular e maior parte da circulação orbital é suprida pela artéria oftálmica interna, a qual é ramo direito da artéria carótida interna e provém do círculo arterioso do cérebro (DINIZ et al.,2004; SLATTER, 2005).

A artéria oftálmica interna (Figura 2), nos primatas, emerge na órbita através do canal óptico, junto ao nervo óptico (SLATTER, 2005). Este vaso origina-se na região lateral e posterior ao nervo óptico, dirigindo-se à região medial (nasal) após cruzar o nervo óptico, e ramifica-se em artéria central da retina, artérias ciliares posteriores, artéria lacrimal, artéria supratrocLEAR e artéria supra-orbital. Existe uma variabilidade no curso anatômico da artéria oftálmica interna relatada por alguns autores (DINIZ et al.,2004). A artéria central da retina não está presente nos animais domésticos (SLATTER, 2005) e nos primatas é um vaso que adentra junto com o nervo óptico distal ao forame óptico e termina na retina (DINIZ et al.,2004).

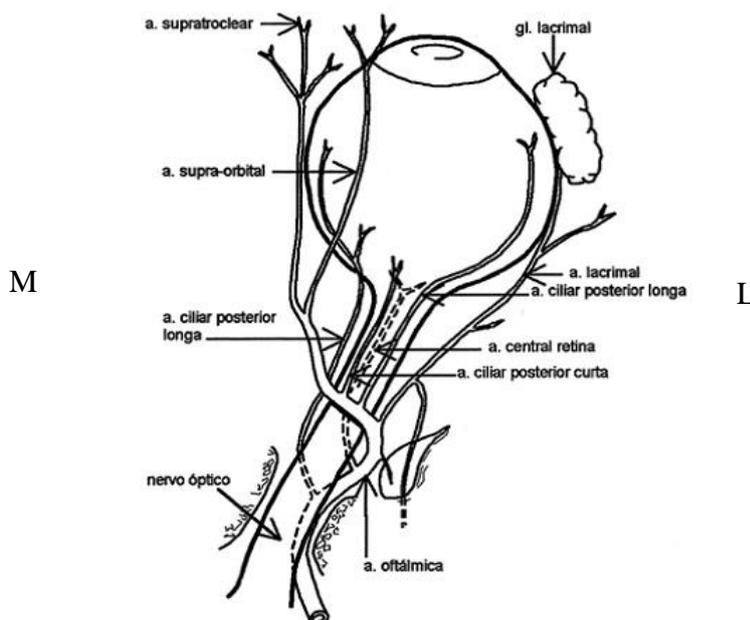


Figura 2: Esquema apresentando as principais artérias que suprem o bulbo ocular nos primatas. Na imagem "M" indica a porção medial e "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Fonte: Adaptado de DINIZ et al. (2004).

2.2 Ultrassonografia ocular

A primeira publicação de ultrassonografia ocular para diagnóstico de doenças oculares em humanos foi descrita em 1956 (EISEMBERG, 1985). Na oftalmologia, podem ser utilizados os exames ultrassonográficos modo A e modo B para avaliação do bulbo ocular (SCHIFFER et al., 1982).

A utilização do ultrassom ocular modo A foi descrita pela primeira vez na oftalmologia veterinária por Rubin e Koch em 1968, e o ultrassom bidimensional (modo B), teve início no diagnóstico de doenças oculares na Medicina Veterinária, na década de 80 (JOHNSTON; FEENEY, 1980; EISEMBERG, 1985).

A ultrassonografia ocular é um método diagnóstico não invasivo usado para avaliar qualitativamente e quantitativamente a órbita e estruturas intraoculares. É um método seguro e relativamente rápido, e pode ser realizado com o animal acordado, se este permitir (DIETRICH, 2007; MIRSHAHI et al., 2014), ou então, quando necessário, deve ser realizado com o animal sedado ou anestesiado (SCHIFFER et al., 1982; HAGER et al., 1987). Na oftalmologia veterinária destaca-se como um importante método para diagnóstico de afecções oculares e orbitárias, principalmente quando há opacidade dos meios transparentes (córnea, humor aquoso, lente e humor vítreo) impossibilitando sua visualização direta. Esse método de imagem apresenta também importante papel nas mensurações biométricas do comprimento axial e de estruturas tais como a lente, câmara anterior e vítrea, e nervo óptico (EISEMBERG, 1985; GONZALEZ et al., 2001), bem como é relevante no cálculo do poder de refração da lente intraocular e para a determinação do tamanho de prótese ocular para implantes pós enucleação (NYLAND; MATTOON, 2005; TONI et al., 2010).

Transdutores de maior frequência, em especial os que se situam entre 8 e 20 MHz, são admitidos como ideais para ultrassonografia ocular, pois oferecem maior resolução (TONI, 2011). Transdutores de 10 MHz possuem distância focal de 3 a 4 cm permitindo uma boa visualização de anormalidades da câmara anterior e segmento posterior, bem como de lesões orbitais. No entanto, para maior magnificação das estruturas mais próximas do transdutor, tais como, córnea, segmento anterior, íris, e ângulo iridocorneal, são indicadas

frequências mais altas, entre 50 e 100 MHz (biomicroscopia ultrassônica) (COLEMAN et al., 1992; PAVLIN; FOSTER, 1998; DIETRICH, 2007).

Na ultrassonografia ocular em modo A, ondas sonoras são direcionadas no sentido ântero-posterior, a partir da córnea, sendo os ecos identificados como picos dispostos graficamente. O diagnóstico de anormalidades é visível por meio da análise das curvas quando superfícies refletoras no interior do olho estão deslocadas da sua posição normal (SLATTER, 2005; MIRSHAHI et al., 2014). A ecobiometria é realizada pela medida da distância entre os picos refletidos dos ecos ultrassônicos, gerados a partir dos limites entre os diferentes tecidos oculares (HAMIDZADA; OSUOBENI, 1999), determinando a profundidade da câmara anterior, espessura axial da lente, câmara vítrea e comprimento axial do bulbo ocular (DIETRICH, 2007). Os quatro principais picos correspondem respectivamente à córnea, cápsula anterior da lente, cápsula posterior da lente e parede ocular posterior (retina, coróide, esclera) (POULSEN NAUTRUP; HEIDER, 2001).

O ultrassom ocular modo B segue os mesmos princípios dos ecos ultrassônicos, no entanto, é caracterizado por sucessivos cortes transversais da órbita que são mostrados e formados por múltiplos pontos, com diferentes intensidades de brilho (HAGER et al., 1987). Os tecidos ou áreas de alta densidade de ecos são denominados ecogênicos ou hiperecóticos e são representados por cinza brilhante; áreas com baixa densidade são chamadas de hipoecóticas e as sem densidade são denominadas de anecóticas (NYLAND; MATTOON, 2005; MIRSHAHI et al., 2014).

Neste modo de exame ultrassonográfico, é formada uma imagem bidimensional do tecido examinado, sendo um excelente método de avaliação dos tecidos oculares e periorbitais (DIETRICH, 2007).

Geometricamente, o bulbo ocular é uma esfera, e assim, podem ser obtidas imagens nos planos sagital, dorsal e transversal. A imagem no plano transversal é formada colocando-se o transdutor no limbo do bulbo ocular. No plano sagital, o olho é dividido em metades direita e esquerda. Já o plano dorsal, divide o bulbo ocular em metades dorsal e ventral (SPAULDING, 2008).

No exame ultrassonográfico modo B de um bulbo ocular sem alterações ou afecções, a córnea é representada como um eco curvilíneo hiperecótico no campo proximal ou como duas linhas ecogênicas paralelas, separadas pelo

estroma corneal anecóico. As câmaras anterior e posterior aparecem como áreas anecogênicas. A câmara anterior é localizada entre a córnea e a superfície anterior da íris e a posterior é limitada pelo diafragma da íris e cápsula anterior da lente (WILLIAMS; WILKIE, 1996; NYLAND; MATTOON, 2005). A íris é de difícil visualização, porém, em condições normais pode ser observada em íntimo contato com a cápsula anterior da lente. A lente é sonograficamente anecóica, sendo apenas as cápsulas anterior e posterior visualizadas como superfícies ecogênicas e curvilíneas. O corpo ciliar é uma estrutura ecogênica localizada nos pólos equatoriais da lente e a câmara vítrea é uma região anecogênica, que separa a cápsula posterior da lente da parede posterior do bulbo ocular. A parede posterior do bulbo ocular é observada como um único eco curvo brilhante, constituída pela retina, coróide e esclera posterior. O disco óptico aparece como uma estrutura focal mais ecogênica que a parede posterior subjacente e o nervo óptico geralmente é visualizado como uma estrutura hipoecóica e anecóica, circundada por gordura retrobulbar hiperecogênica (WILLIAMS; WILKIE, 1996; NYLAND; MATTOON, 2005).

O exame ultrassonográfico permite avaliação das estruturas oculares, orbitárias e mensuração de quatro comprimentos do bulbo ocular: distância entre a córnea a cápsula anterior da lente, distância entre cápsula anterior da lente e cápsula posterior da lente, distância entre cápsula posterior da lente e retina, distância entre a córnea e a retina (comprimento axial do bulbo ocular) (TONI et al.; 2010).

A biometria ocular ultrassonográfica foi descrita em várias espécies tais como capivaras, burros, papagaios, corujas, caprinos, cães, gatos domésticos, gatos persas, coelhos, porcos da Índia, equinos, bugio ruivo, ferrets e humanos (ROGERS et al., 1986; SOARES et al., 1998; ZHOU et al., 2006; HERNANDEZ-GUERRA et al., 2007; MONTIANI-FERREIRA et al., 2008a; RIBEIRO et al., 2009; GONÇALVES et al., 2009; SQUARZONI et al., 2010; TONI et al., 2010; LEHMKUHL et al., 2010; SOUZA, 2013; MIRSHAHI et al., 2014; LAUS et al., 2014).

Em primatas não humanos, estudos que demonstrem doenças oculares, bem como os valores de referências normais do bulbo ocular e testes diagnósticos, ainda são limitados (MONTIANI-FERREIRA et al., 2008b).

2.3 Ultrassonografia Doppler Ocular

A ultrassonografia com mapeamento Doppler permite o estudo não invasivo da hemodinâmica corporal, analisando a presença ou não do fluxo sanguíneo, assim como, sua direção e velocidade em diversos vasos e órgãos (CARVALHO, 2009).

Na ultrassonografia Doppler dos vasos sanguíneos, a imagem duplex relaciona o feixe Doppler com a imagem bidimensional em tempo real e a detecção dos sinais gerados pelo movimento das hemácias dentro do vaso ocorre no interior de uma pequena área, chamada de volume de amostra ou *gate*, a qual pode ser colocada em qualquer segmento do vaso e assim, obtém-se a curva da velocidade nos diferentes pontos em que se deseja analisar o fluxo sanguíneo. A análise da curva de velocidade dada em função do tempo traz informações qualitativas como presença ou não de fluxo na região analisada, direção e sentido do fluxo e avaliação da morfologia das ondas. Além das informações qualitativas, é possível obter também informações semiquantitativas como condições do fluxo e quantitativas como medidas de velocidade, em especial máxima e mínima, a partir das quais podem ser calculados os índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP), que analisam a impedância vascular (CARVALHO, 2009). Para o cálculo real de velocidade, o ângulo de insonação (ângulo entre o feixe sonoro e a direção do fluxo sanguíneo) deve ficar entre 0° e 60°, pois um leve erro na estimativa do ângulo ocasiona mudanças significativas na velocidade calculada, apresentado valores acima do real (NYLAND; MATTOON, 2005). O índice de resistividade (IR) relaciona o resultado da subtração entre as velocidades de pico sistólico (VPS) e diastólico final (VDF) sobre a velocidade do pico sistólico (VPS): $IR = \frac{VPS - VDF}{VPS}$; e o índice de pulsatilidade é resultado da subtração entre as velocidades de pico sistólico e diastólico final sobre a velocidade média: $IP = \frac{VPS - VDF}{VM}$ (CARVALHO, 2009).

Os mais novos aparelhos de Doppler possuem a capacidade de apresentar mapeamentos coloridos do fluxo sanguíneo. Assim, codificam em cores e nuances as medidas de velocidade do fluxo sanguíneo sobrepondo-as à imagem bidimensional em tempo real do vaso analisado (GONÇALVES, 2005; NYLAND; MATTOON, 2005; CARVALHO, 2009).

Em diversas afecções oculares, tais como, glaucoma, malformações arteriovenosas, cegueira com suspeita de isquemia do nervo óptico, hipertensão e retinopatia diabética há alterações significativas do padrão vascular ocular e a identificação precoce dessas alterações vasculares é importante para a conduta terapêutica ideal e uma melhor resposta frente à terapia instituída (DINIZ et al., 2004; CARVALHO, 2009). Técnicas não invasivas e acessíveis como a ultrassonografia Doppler são consideradas recentes e de grande interesse para o estudo da vascularização ocular (GONÇALVES, 2005; CARVALHO, 2009). É um exame de extrema importância para diagnóstico, prognóstico e monitoração de doenças oculares que comprometem a vascularização do olho e órbita (CARVALHO, 2009).

A maioria dos estudos da vascularização do bulbo ocular na Medicina Humana envolve o fluxo retrobulbar nos pacientes diabéticos; nestes é descrita a existência de fluxo sanguíneo retrobulbar alterado, redução significativa da velocidade do fluxo sanguíneo na artéria central da retina e aumento dos níveis de resistividade, mesmo sem a manifestação da retinopatia diabética (DIMITROVA, 2011). Esta alteração ocorre também nas artérias oftálmica e artérias ciliares posteriores curtas, porém, apresenta-se menos evidente (DIMITROVA, 2011; KARAMI et al., 2012).

O glaucoma é uma doença caracterizada pelo aumento da pressão intraocular que pode causar morte celular ganglionar da retina, degeneração do nervo óptico, progredindo geralmente para dificuldade visual e cegueira. A dopplerfluxometria no glaucoma possibilita avaliar se o tratamento instituído está sendo eficaz, bem como, ajuda na monitoração da perfusão sanguínea com o objetivo de prolongar a função da retina e nervo óptico (CARVALHO, 2009).

No glaucoma primário de ângulo aberto e glaucoma de pressão normal, de cães, foi observada significativa redução das velocidades do fluxo sanguíneo e aumento dos índices de resistividade e pulsatilidade na maioria dos vasos retrobulbares (SLATTER, 2005).

Considerando a avaliação dos vasos retrobulbares de portadores do glaucoma de pressão normal em humanos, foi demonstrado que há diminuição das velocidades de fluxo e aumento do índice de resistividade significativo nas artérias oftálmica interna, central da retina e ciliares posteriores curtas

(BARBOSA et al., 2004). Estas mesmas alterações foram observadas por Suprasanna et al. (2014), em portadores de glaucoma primário de ângulo aberto. Tais achados demonstram hipoperfusão do disco óptico e retina, relacionado à progressão da neuropatia óptica glaucomatosa. A neuropatia óptica é responsável por a maior porcentagem da perda de visão irreversível e assim, a pesquisa da perfusão ocular deve ser incluída na abordagem do paciente de glaucoma de pressão normal (BARBOSA et al.,2004).

A pré-eclâmpsia é uma desordem múltipla do sistema que acomete a gravidez humana e que pode ocasionar sequelas neurológicas significativas a curto e longo prazo (ALVES et al.,2014). A dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares foi utilizada em diversos estudos de gestantes com pré-eclâmpsia e foi demonstrado que ocorre diminuição do índice de pulsatilidade da artéria oftálmica, demonstrando hiperperfusão e vasodilatação orbital (DINIZ et al., 2005). O foco atual das pesquisas na pré-eclâmpsia é o desenvolvimento de testes multiparamétricos a serem realizados no primeiro trimestre de gestação com a finalidade de prevenir a pré-eclâmpsia, e para isso, valores de referência de normalidade são necessários (ALVES et al., 2014). Como a incidência da doença é elevada, variando de 5 a 10% e é responsável por altas taxas de morbimortalidade materna e perinatal em todo o mundo, autores concluíram que a dopplerfluxometria da artéria oftálmica é uma técnica útil na avaliação da circulação central, além de factível na monitorização dos efeitos das medicações vasoativas usadas no tratamento da pré-eclâmpsia (DINIZ et al., 2005).

Na medicina humana existem estudos da dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares há alguns anos; já, em animais domésticos e primatas não humanos, esses estudos são ainda pouco explorados. Netland et al. (1997) realizaram um estudo da dopplerfluxometria das artérias retrobulbares em primatas da espécie *Macaca fascicularis*, porém seu enfoque limitou-se à ação da epinefrina instituída de maneira tópica e retrobulbar, avaliando os efeitos do fármaco frente as artérias retrobulbares. Recentemente, Souza (2013) estudou a dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares na espécie bugio - ruivo (*Alouatta fusca*), determinando valores de refências fisiológicos do bulbo ocular para a espécie. Os autores de ambos os estudos afirmaram que as artérias retrobulbares em primatas são de baixa resistência.

Apesar dos primatas não humanos mantidos em cativeiro apresentarem papel importante na educação e pesquisa, pouco é discutido sobre a utilização de técnicas minimamente invasivas para a avaliação de órgãos nestes animais (ALVES, 2007).

Montiani-Ferreira et al. (2008b) estabeleceram valores de referência oftálmicos fisiológicos em macacos-prego para o teste da lágrima de Schirmer (TLS), pressão intraocular (PIO) e espessura central da córnea dada pela paquimetria ultrassônica. Demais estudos como biometria ocular ultrassonográfica, dopplerfluxometria da artéria oftálmica interna, entre outros, são ainda inexistentes nessa espécie.

Objetivos

3. OBJETIVOS

Este estudo objetivou estabelecer valores de referências do bulbo ocular de primatas da espécie *Sapajus* spp, por meio da ultrassonografia ocular (modos A e B), considerando-se análise do comprimento axial e das estruturas intraoculares. Adicionalmente, objetivou-se o estudo dopplerfluxométrico da artéria oftálmica interna e artéria central da retina para obtenção de mensurações de velocidade, em especial de pico sistólico (VPS) e diastólica final (VDF), índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP), os quais referenciam a impedância vascular.

Objetivos específicos:

- Obtenção do valor médio para cada mensuração biométrica determinada pela ultrassonografia modos A e B, assim como o estudo comparativo entre os dois modos na mensuração biométrica, segundo o sexo e o olho;
- Mensuração biométrica determinada pela ultrassonografia modo B nos planos sagital e dorsal, e estudo comparativo nos diferentes planos, segundo o sexo e olho.
- obtenção de um valor médio para as variáveis dopplerfluxométricas, e estudo comparativo, segundo o sexo e o olho.

Material e Métodos

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Procedência dos Animais

Para o presente estudo, foram utilizados 18 macacos-prego de cativeiro (36 olhos), 8 machos e 10 fêmeas, com peso entre 1 e 3kg, e idade superior a 1 ano, provenientes do CEMPAS (Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Silvestres) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP-Botucatu.

Todos os animais foram previamente submetidos ao exame clínico geral e à exames laboratoriais de rotina, sob anestesia. Foram realizados hemograma completo, perfil renal (uréia e creatinina), perfil hepático (AST: aspartato aminotransferase, ALT: alanino aminotransferase, FA: fosfatase alcalina, GGT: gutamilttransferase, proteína total e albumina). Os animais foram selecionados após confirmação do seu estado de higidez.

Para exclusão de animais com doenças oculares, os macacos foram submetidos ao exame oftalmológico específico com auxílio de biomicroscopia em lâmpada de fenda¹ para visualização dos anexos oftálmicos e estruturas da câmara anterior do bulbo ocular, oftalmoscopia monocular direta² para avaliação do segmento posterior do olho e, submetidos ao teste lacrimal de Schirmer³, à tonometria de aplanção⁴, e ao teste de fluoresceína.

Os procedimentos experimentais seguiram as diretrizes éticas da Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO; National Institutes of Health¹, Publications 85-23, revised 1985), foram registrados no Sisbio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade), sob o número de registro nº5564822, e aprovados pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Campus de Botucatu, processo nº243/2012-CEUA.

4.2 Sequência experimental

Os animais foram inicialmente contidos fisicamente em seus recintos com o auxílio de um puçá e após a contenção, foram submetidos à anestesia

¹ SL-15, Kowa, Japan

² 71000-C, Welch Allyn, Ontario, Canada

³ Teste de Schirmer Ophthalmos®

⁴ Tono-pen XL, Reichert Inc, NY, USA

utilizando-se Cloridrato de cetamina⁵ (10 mg/kg), Cloridrato de xilazina⁶ (1mg/kg) e Midazolan⁷ (0,5mg/kg), via Intramuscular.

A seguir, os macacos-prego foram colocados em decúbito esternal e, com a ajuda de um auxiliar, a cabeça foi posicionada e as pálpebras foram mantidas abertas. Foi instilado colírio anestésico⁸, à base de proximetacaína 0,5% na superfície ocular para posterior realização do exame ultrassonográfico.

Para a realização da ultrassonografia ocular, foi utilizado o ultrassom modo A⁹ com transdutor de 10MHZ e o ultrassom modo B¹⁰ com transdutor linear multifrequencial de 1-13MH e dotado do recurso ecodoppler.

A ultrassonografia modo A empregada foi a de aplanção e o transdutor foi posicionado em contato direto com a córnea e alinhado ao eixo óptico. O aparelho foi calibrado com as velocidades 1.731 m/s para a lente e 1.534 m/s para os humores aquoso e vítreo.



Figura 3: Foto demonstrativa da realização da ultrassonografia modo A em um macaco-prego, utilizando-se ecobiômetro de aplanção. Fonte: Serviço de Oftalmologia Veterinária- FMVZ/Unesp Botucatu.

Para as mensurações das variáveis biométricas no ultrassom modo B, foi utilizada uma espessa camada de gel “aquoso” estéril entre a córnea e o

⁵ Quetamina - Vetnil

⁶ Xilazin 2% - Syntec

⁷ Midazolan 1mg/ml – União Química

⁸ Anestalcon – Alcon do Brasil

⁹ Echoscans US-800, Nidek

¹⁰ MyLab™ Alpha, Esaote

transdutor do equipamento ultrassonográfico e foram obtidas imagens nos planos sagital e dorsal.



Figura 4: Foto demonstrativa da realização do exame ultrassonográfico modo B em um macaco-prego, na posição sagital. Fonte: Serviço de Oftalmologia Veterinária- FMVZ/ Unesp, Botucatu.

Através da técnica transcorneal, foram mensuradas as seguintes variáveis, em milímetros, na ultrassonografia modo A e modo B:

- a) D1= distância entre a córnea e cápsula anterior da lente;
- b) D2= distância entre a cápsula anterior da lente e cápsula posterior da lente;
- c) D3= distância entre a cápsula posterior da lente e parede posterior do bulbo ocular;
- d) D4= comprimento axial do bulbo ocular (distância entre a córnea e parede posterior do bulbo ocular).

Foram realizadas seis mensurações de cada variável biométrica na ultrassonografia modo A e três mensurações de cada variável biométrica nos diferentes planos na ultrassonografia modo B. A média destas mensurações, foi considerada o valor final das diferentes variáveis.

Ao exame do Doppler colorido, realizou-se inicialmente a análise do bulbo ocular no plano dorsal para localização das artérias oftálmica interna e central da retina; foi padronizada a coloração vermelha para o fluxo em direção ao transdutor e em direção contrária, em coloração azul. O plano de exame de eleição para a análise dos vasos retrobulbares foi o plano dorsal.

A artéria oftálmica interna normalmente foi localizada em posição ventromedial ao nervo óptico e a artéria central da retina próxima ao centro do

nervo óptico. Após identificação dos vasos, foi utilizado o recurso Doppler espectral, colocando-se o cursor Doppler sobre as artérias a um ângulo de insonação menor que 60°.

A dopplerfluxometria foi obtida após a detecção de três ondas espectrais contínuas. Foram realizadas três mensurações de velocidade de cada onda analisada, em especial de pico sistólico (VPS) e diastólica final (VDF), em centímetros por segundo (cm/s) e foram calculados, a partir delas, utilizando-se o programa específico do aparelho, os índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP), que representam a impedância vascular.

A média das três mensurações obtidas no plano dorsal foi considerada o valor final das diferentes variáveis.

Ao fim do exame, foi realizada limpeza dos olhos com solução estéril de cloreto de sódio a 0,9% e os animais foram mantidos em um ambiente aquecido para recuperação anestésica. Os macacos-prego foram soltos novamente em seus recintos apenas quando se apresentavam em posição quadrupedal e totalmente recuperados.

4.3 Análise estatística

As análises descritivas do peso dos animais, das variáveis biométricas e dopplerfluxométricas foram apresentadas em média e desvio padrão.

O peso dos animais foi comparado, segundo o sexo, utilizando-se o teste T-Student para amostras independentes (ZAR, 2009). Adicionalmente, os valores obtidos para as variáveis biométricas segundo o modo e plano de corte anatômico ultrassonográfico foram comparados utilizando-se do teste T-Student para amostras dependentes, considerando a média geral (n = 36 olhos) dos animais (NORMAN e STREINER, 2008). Diferenças significativas foram consideradas quando o valor de $p < 0,05$.

As comparações entre o ultrassom modo A e B, planos sagital e dorsal, bem como variáveis dopplerfluxométricas considerando sexo e lateralidade do olho, foram feitas utilizando-se a técnica de variância multivariada para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes, complementada com o teste de comparações múltiplas de Bonferroni, estabelecendo-se nível de 5% de significância (JOHNSON e WICHERN, 2007).

Resultados

5. RESULTADOS

5.1 Animais e Biometria ocular ultrassonográfica

5.1.1 Peso dos animais

Está apresentada na tabela 1, a média de peso (em kg), considerando o sexo dos animais selecionados (n=18). Não foi verificada diferença significativa, entre os sexos, com relação a essa variável.

Tabela 1. Média e desvio padrão do padrão do peso (Kg) dos macacos-prego selecionados, segundo o sexo.

Sexo	Macho	Fêmea
Peso	2,41 ± 0,83	1,85 ± 0,54

$p > 0,05$

5.1.2 Biometria ocular ultrassonográfica modo A

Durante o procedimento experimental, considerando as dimensões oculares da espécie estudada, foi possível posicionar o transdutor do Ultrassom modo A em contato com a córnea e promover o alinhamento ao eixo óptico. Foram obtidas medidas da distância (mm) entre os picos refletidos dos ecos ultrassônicos gerados a partir dos limites entre os diferentes tecidos oculares, representados por quatro picos correspondentes, respectivamente, à córnea, cápsula anterior da lente, cápsula posterior da lente e parede ocular posterior (retina, coróide e esclera posterior). Estes possibilitaram a determinação da profundidade da câmara anterior, espessura axial da lente, câmara vítrea e comprimento axial do bulbo ocular.

Os valores obtidos no exame ultrassonográfico modo A estão apresentados na tabela 2.

5.1.3 Biometria ocular ultrassonográfica modo B

Na biometria ocular ultrassonográfica modo B, o bulbo ocular foi identificado como uma estrutura arredondada delimitada por uma linha hiperecótica e de conteúdo anecótico (Figura 5). A primeira estrutura localizada próxima ao transdutor foi a córnea, caracterizada como um eco curvilíneo hiperecótico; em algumas imagens, esta foi observada como duas linhas hiperecóticas com uma linha anecogênica entre elas. Logo após a córnea

observou-se um espaço anecóico, com delimitação posterior pela cápsula anterior da lente caracterizada por uma linha semicircular convexa hiperecótica, denominada como câmara anterior. A lente apresentou-se com conteúdo anecóico, sendo visibilizadas as cápsulas anterior e posterior como superfícies ecogênicas e curvilíneas, determinadas por uma linha convexa e côncava, respectivamente. Posterior à lente há um espaço anecóico, a câmara vítrea, que tem como delimitação posterior a parede do bulbo ocular, observada como um único eco curvo brilhante, constituída pela retina, coróide e esclera posterior.

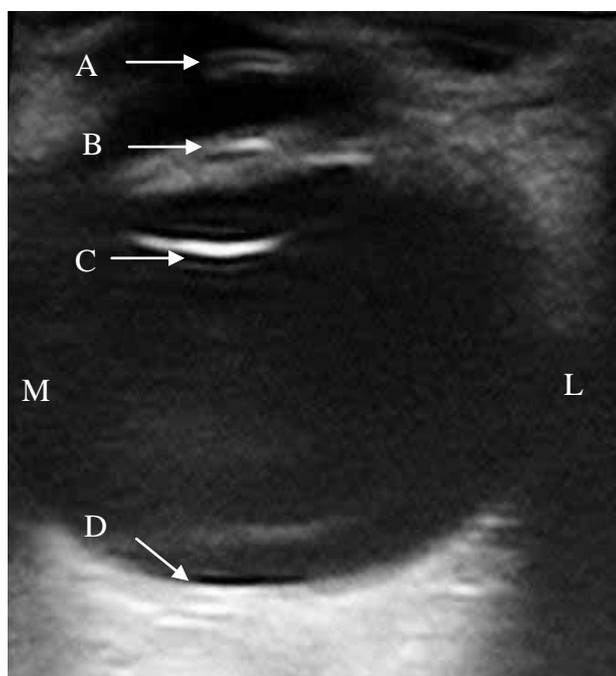


Figura 5: Imagem ultrassonográfica bidimensional em plano dorsal do bulbo ocular do macaco-prego (macho). Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Notar as estruturas intraoculares indicadas pelas setas e letras: córnea (A), cápsula anterior da lente (B), cápsula posterior da lente (C) e parede posterior do bulbo ocular (D).
Fonte: Diagnóstico por Imagem- FMVZ, UNESP- Botucatu.

Como proposto por Gonzalez et al. (2001), e similar ao modo A, foram realizadas quatro mensurações (Figura 6), em milímetros, do bulbo do olho nos dois planos de exame, que se referem à profundidade da câmara anterior, medida da distância entre a córnea e cápsula anterior da lente (D1); espessura

da lente, medida da cápsula anterior à cápsula posterior da lente (D2); profundidade da câmara vítrea, medida da cápsula posterior da lente à parede posterior (D3) e comprimento axial do bulbo ocular medido da córnea até a parede posterior do bulbo ocular (D4). Não foram observadas diferenças significativas entre as mensurações biométricas, nos planos de exame anatômicos sagital e dorsal (Tabela 3).

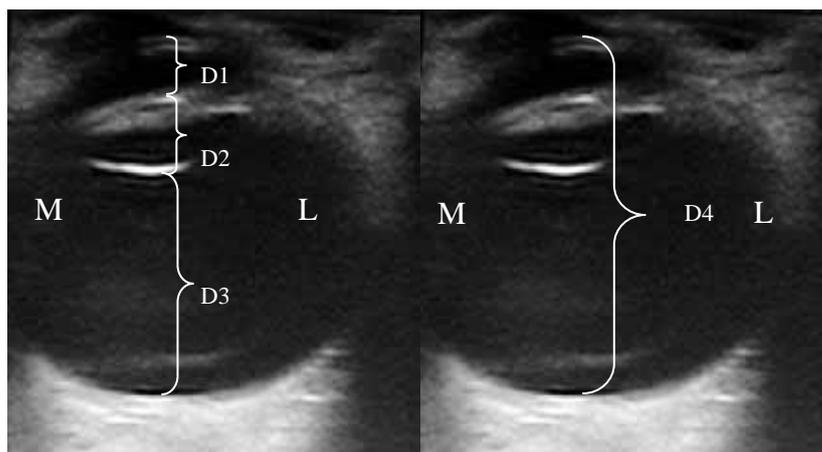


Figura 6: Imagem ultrassonográfica do bulbo ocular do macaco-prego (macho) no plano dorsal. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Notar as mensurações biométricas (traçado branco) realizadas em cada bulbo ocular. Distância entre a córnea e a cápsula anterior da lente denominada como câmara anterior (D1), distância entre a cápsula anterior e posterior da lente conhecida como espessura da lente (D2), distância entre a cápsula posterior da lente e parede posterior do bulbo ocular determinando a câmara vítrea (D3) e distância entre a córnea e a parede posterior do bulbo ocular, ou seja, comprimento axial (D4). Fonte: Diagnóstico por Imagem- FMVZ, UNESP- Botucatu.

Tabela 2. Média e desvio padrão das diferentes variáveis biométricas (em mm) analisadas utilizando-se a ultrassonografia modo A e modo B (plano sagital) em macaco-prego.

Variável	Modo A	Modo B
D1	2,16 ± 0,16	2,79 ± 0,19*
D2	3,12 ± 0,14	3,25 ± 0,22*
D3	11,12 ± 0,27	10,17 ± 0,48*
D4	16,38 ± 0,34	16,23 ± 0,50

D1 – profundidade da câmara anterior; D2 – espessura da lente; D3 – profundidade da câmara vítrea e D4 – comprimento axial do bulbo ocular.

* Comparação entre modos ultrassonográficos ($p < 0,05$).

Tabela 3. Média e desvio padrão das diferentes variáveis biométricas analisadas, em milímetros, utilizando-se a ultrassonografia modo B em macaco-prego, nos planos sagital e dorsal.

Variável	Plano sagital	Plano dorsal
D1	2,79 ± 0,19	2,80 ± 0,16
D2	3,25 ± 0,22	3,21 ± 0,20
D3	10,17 ± 0,48	10,23 ± 0,48
D4	16,23 ± 0,50	16,25 ± 0,48

D1 – profundidade da câmara anterior; D2 – espessura da lente; D3 – profundidade da câmara vítrea e D4 – comprimento axial do bulbo ocular.

($p > 0,05$)

Verificou-se diferença significativa para as variáveis de câmara anterior, espessura da lente (D2) e câmara vítrea (D3) quando comparados o modo A e modo B na Tabela 2; o modo B superestimou as medidas de câmara anterior e espessura axial da lente e subestimou as de câmara vítrea.

A análise comparativa das diferentes variáveis ultrassonográficas obtidas pelo Modo A e modo B (plano sagital), considerando sexo e lateralidade do olho, está apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Média e desvio padrão das variáveis biométricas, em milímetros, obtidas pela ultrassonografia modo A e modo B (plano sagital) em macaco - prego, considerando sexo, olho e modo.

Variável	Sexo	Olho	Modo A	Modo B
D1	M	OD	2,18 ± 0,21	2,90 ± 0,23 *
	M	OE	2,15 ± 0,22	2,83 ± 0,15 *
	F	OD	2,18 ± 0,11	2,77 ± 0,17 *
	F	OE	2,15 ± 0,14	2,71 ± 0,17 *
D2	M	OD	3,17 ± 0,1	3,1 ± 0,20
	M	OE	3,23 ± 0,15	3,41 ± 0,21
	F	OD	3,05 ± 0,13	3,17 ± 0,19
	F	OE	3,07 ± 0,11	3,34 ± 0,16 *
D3	F	OD	11,19 ± 0,29	10,15 ± 0,68 *
	F	OE	11,17 ± 0,28	10,12 ± 0,35 *
	M	OD	11,05 ± 0,28	10,27 ± 0,47 *
	M	OE	11,1 ± 0,24	10,12 ± 0,45 *
D4	M	OD	16,50 ± 0,40	16,23 ± 0,68
	M	OE	16,47 ± 0,46	16,35 ± 0,28
	F	OD	16,27 ± 0,20	16,21 ± 0,51
	F	OE	16,32 ± 0,26	16,17 ± 0,51

D1 – profundidade da câmara anterior; D2 – espessura da lente; D3 – profundidade da câmara vítrea e D4 – comprimento axial do bulbo ocular. M – macho; F – fêmea. OD– olho direito; OE– olho esquerdo.

* Comparação entre modos ultrassonográficos ($p < 0,05$)

Não foram observadas diferenças significativas (Tabela 4) entre machos e fêmeas, olho direito e esquerdo ($p > 0,05$). Entretanto, considerando-se subdivisão em lateralidade e sexo, verificou-se diferença significativa dos valores das variáveis de câmara anterior e vítrea no modo B em relação ao modo A, conforme observado nas Tabelas 2 e 4. A variável lente só apresentou diferença significativa nas fêmeas e olho esquerdo.

Tabela 5. Média e desvio padrão das variáveis biométricas, em milímetros, obtidas pela ultrassonografia modo B em macaco-prego, nos planos sagital e dorsal, considerando sexo e lateralidade do olho.

Variável	Sexo	Olho	Plano sagital	Plano dorsal
D1	M	OD	2,90 ± 0,23	2,83 ± 0,22
	M	OE	2,83 ± 0,15	2,88 ± 0,11
	F	OD	2,77 ± 0,17	2,75 ± 0,18
	F	OE	2,71 ± 0,17	2,75 ± 0,15
D2	M	OD	3,10 ± 0,20	3,26 ± 0,30
	M	OE	3,41 ± 0,21	3,23 ± 0,16
	F	OD	3,17 ± 0,190	3,15 ± 0,15
	F	OE	3,34 ± 0,16	3,23 ± 0,19 *
D3	F	OD	10,15 ± 0,68	10,19 ± 0,66
	F	OE	10,13 ± 0,35	10,24 ± 0,31
	M	OD	10,27 ± 0,47	10,26 ± 0,46
	M	OE	10,12 ± 0,45	10,22 ± 0,52
D4	M	OD	16,23 ± 0,68	16,30 ± 0,54
	M	OE	16,35 ± 0,28	16,31 ± 0,32
	F	OD	16,21 ± 0,51	16,21 ± 0,48
	F	OE	16,17 ± 0,51	16,19 ± 0,59

D1 – profundidade da câmara anterior; D2 – espessura da lente; D3 – profundidade da câmara vítrea e D4 – comprimento axial do bulbo ocular. M – macho; F – fêmea; OD – olho direito; OE – olho esquerdo.

* Comparação entre modos ultrassonográficos sagital e dorsal($p < 0,05$).

Quando comparados os modos sagital e dorsal, não foram observadas diferenças significativas quanto a sexo e lateralidade do olho (Tabela 5), exceto para a espessura axial da lente (D2) do grupo fêmea e olho esquerdo.

5.2 Dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina.

As imagens obtidas, bem como, a mensuração das variáveis foram realizadas por um especialista da área de imagem.

Após subsequente varredura do bulbo ocular no plano dorsal, a artéria oftálmica interna localizava-se em posição ventromedial ao nervo óptico, apresentando padrão dicrótico na fase de desaceleração, ou seja, com dois picos de velocidade sistólica. A artéria central da retina situava-se próxima ao centro do nervo óptico, apresentando onda de velocidade de fluxo pulsátil, com baixas velocidades. Nas figuras 7 e 8 estão apresentados os exames ultrassonográficos triplex Doppler das artérias oftálmica interna e central da retina, respectivamente.

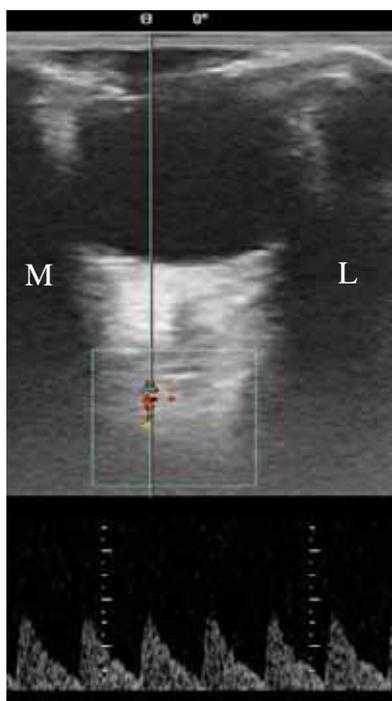


Figura 7: Imagem ultrassonográfica triplex Doppler para localização da artéria oftálmica interna em macaco-prego (fêmea), em plano dorsal. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Observar seu traçado espectral dicrótico na fase de desaceleração. Fonte: Diagnóstico por Imagem- FMVZ, UNESP- Botucatu

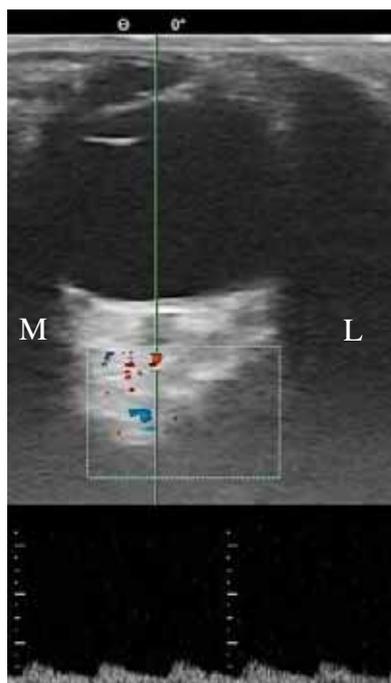


Figura 8: Imagem ultrassonográfica triplex Doppler da localização artéria central da retina em macaco-prego (fêmea), em plano dorsal. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Observar seu traçado espectral apresentando fluxo pulsátil. Fonte: Diagnóstico por Imagem- FMVZ, UNESP- Botucatu

As mensurações de velocidade pico sistólico (VPS), velocidade diastólica final (VDF), em centímetros por segundo (cm/s), e os índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP) das artérias oftálmica interna e central da retina estão apresentadas, respectivamente, nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Média e desvio padrão das variáveis dopplerfluxométricas da artéria oftálmica interna em macaco-prego.

Variável	Média e Desvio padrão
IR	0,71 ± 0,03
IP	1,30 ± 0,15
VPS	36,89 ± 10,57
VDF	10,52 ± 3,21

IR – índice de resistividade; IP – índice de pulsatilidade; VPS – velocidade de pico sistólico (cm/s); VDF – velocidade diastólica final (cm/s).

Tabela 7. Média e desvio padrão das variáveis dopplerfluxométricas da artéria central da retina em macaco-prego.

Variável	Média e Desvio padrão
IR	0,56 ± 0,04
IP	0,81 ± 0,09
VPS	21,47 ± 7,23
VDF	9,95 ± 3,31

IR – índice de resistividade; IP – índice de pulsatilidade; VPS – velocidade de pico sistólico (cm/s); VDF – velocidade diastólica final (cm/s).

As análises comparativas das diferentes variáveis dopplerfluxométricas das artérias oftálmica interna e central da retina, considerando sexo e lateralidade do olho, estão apresentadas respectivamente nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8: Média e desvio padrão das variáveis dopplerfluxométricas da artéria oftálmica interna em macaco-prego, segundo sexo e olho.

	Variável	Sexo	OD	OE
	ARTÉRIA OFTÁLMICA INTERNA	IR	M	0,72 ± 0,02
F			0,70 ± 0,04	0,72 ± 0,40
IP		M	1,40 ± 0,17	1,30 ± 0,06
		F	1,22 ± 0,12 **	1,29 ± 0,16
VPS		M	39,16 ± 10,93	42,18 ± 13,35
		F	32,69 ± 9,27	35,04 ± 8,00
VDF		M	10,83 ± 3,09	12,43 ± 3,61
		F	9,53 ± 2,93	9,74 ± 2,96

IR – índice de resistividade; IP – índice de pulsatilidade; VPS – velocidade de pico sistólico (cm/s); VDF – velocidade diastólica final (cm/s). OD – olho direito; OE – olho esquerdo.

** Comparação entre sexo ($p < 0,05$).

Tabela 9: Média e desvio padrão das variáveis dopplerfluxométricas da artéria central da retina em macaco-prego, segundo sexo e olho.

ARTÉRIA CENTRAL DA RETINA	Variável	Sexo	OD	OE
	IR	M	0,55 ± 0,03	0,54 ± 0,04
		F	0,56 ± 0,04	0,56 ± 0,04
	IP	M	0,81 ± 0,08	0,79 ± 0,09
		F	0,84 ± 0,17	0,81 ± 0,09
	VPS	M	20,79 ± 7,28	24,67 ± 6,81
		F	18,23 ± 4,53	22,69 ± 9,08
	VDF	M	9,27 ± 3,43	11,38 ± 3,35
F		8,05 ± 2,32	9,83 ± 3,69	

IR – índice de resistividade; IP – índice de pulsatilidade; VPS – velocidade de pico sistólico (cm/s); VDF – velocidade diastólica final (cm/s). OD – olho direito; OE – olho esquerdo.

Não foram observadas diferenças significativas entre as variáveis da artéria oftálmica interna e central da retina quanto à lateralidade do olho ($p > 0,05$) e sexo; exceto para o índice de pulsatilidade (IP) entre machos e fêmeas ($p < 0,05$) na artéria oftálmica interna.

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

A espécie *Sapajus* spp. foi selecionada para realização deste trabalho por se tratar de uma espécie cuja criação, manutenção e reprodução é amplamente factível em cativeiro e ainda, não possui risco de extinção. Sua escolha se deu também devido à escassez sobre biometria ocular e dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares em primatas não humanos, em especial nessa espécie, comum em centros de pesquisa. Este fato faz com que estudos comparativos oftalmológicos em primatas não humanos destaquem-se frente às linhas de estudos. Montiani-Ferreira et al. (2008b) estabeleceram valores de referência desta espécie para teste lacrimal de schirmer, pressão intraocular, e espessura corneal, no entanto, valores oftalmológicos de biometria ocular, dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina ainda não haviam sido descritos.

A ultrassonografia ocular vem ganhando espaço na Medicina Veterinária por ser um método seguro, relativamente barato e rápido, e que pode ser realizado com o animal acordado, se este permitir, segundo Dietrich (2007); porém, neste estudo por tratar-se de animal selvagem de cativeiro, a contenção manual não é viável e promove intenso estresse aos animais, por isso todos os animais foram submetidos à sedação e anestesia, como proposto por Schiffer et al. (1982) e Hager et al. (1987).

A anestesia utilizada foi essencial e suficiente para o exame ultrassonográfico; apresentou uma duração média da contenção do animal até a finalização do procedimento de 45 minutos por animal. O protocolo anestésico foi satisfatório, padronizado e proporcionou pouca interferência nos dados coletados.

No presente estudo, optou-se por realizar a ultrassonografia modo A e ultrassonografia modo B para a biometria ocular uma vez que Cottrill et al. (1989) e Gonzalez et al. (2001) afirmaram que apesar da ultrassonografia modo A ser o método de eleição para biometrias, a sua associação ao modo B é recomendada quando se busca a mensuração de estruturas intraoculares.

O método utilizado para obtenção das imagens na ultrassonografia modo B foi o transcorneal; este é o mais frequentemente utilizado, uma vez que o transpalpebral pode formar imagens com a presença de artefatos e degradação das estruturas (SPAULDING, 2008).

Durante o exame ultrassonográfico, uma dificuldade encontrada foi decorrente do arcabouço ósseo proeminente da órbita da espécie *Sapajus* spp., o que dificultava o encaixe do transdutor, porém este problema foi resolvido com o uso de uma espessa camada do gel de transmissão.

Optou-se por utilizar o gel de condução durante a ultrassonografia modo B em todos os olhos e não ocorreram lesões à córnea de nenhum animal avaliado. Ao fim do exame ultrassonográfico, foi realizada a limpeza olhos com solução estéril de cloreto de sódio a 0,9% como sugerido por Hager et al.(1987), o que evitou o contato prolongado do gel com a córnea. O uso do gel de transmissão hidrossolúvel entre o transdutor e a córnea, além de evitar a interferência do ar, foi descrito também como importante para proteção às lesões corneais (SOARES et al.,1998).

Em nosso estudo, o uso do transdutor linear de 13MHz na ultrassonografia modo B permitiu uma ideal avaliação ultrassonográfica e identificação das estruturas internas dos bulbos oculares. Toni (2011) referiu que na oftalmologia, os transdutores que oferecem maior resolução são os que possuem maior frequência e estes são considerados os ideais para avaliação do bulbo ocular, em especial, os transdutores que situam-se entre 8 e 20 MHz.

Apesar da escassez de estudos quanto à anatomia ocular ultrassonográfica dos primatas não humanos, as estruturas foram facilmente identificadas devido à sua similaridade com o bulbo ocular de outras espécies, como de humanos, cães, entre outros, já descritos por alguns autores, tais como, Squarzoni et al., (2010), Toni et al., (2010), entre outros.

As distâncias mensuradas neste estudo foram similares às padronizadas em outros estudos como os de capivaras, burros, papagaios, corujas, caprinos, cães, gatos domésticos, gatos persas, coelhos, porcos da índia, equinos, bugio ruivo, ferrets e humanos. E, não foram observadas diferenças das médias encontradas para as mensurações das estruturas intraoculares na comparação entre os olhos direito e esquerdo na ultrassonografia ocular, semelhante ao descrito por outros autores (ROGERS et al.,1986; SOARES et al.,1998; ZHOU et al.,2006; HENANDEZ-GUERRA et al.,2007 MONTIANI-FERREIRA et al.,2008a; RIBEIRO et al.,2009; GONÇALVES et al.,2009; SQUARZONI et al.,2010; TONI et al.,2010;

LEHMKUHL et al.,2010; SOUZA, 2013; MIRSHAHI et al.,2014; LAUS et al.,2014).

Na Medicina, alguns autores correlacionam o tamanho do bulbo ocular com o sexo, porém, divergências são relatadas; enquanto alguns estudos demonstram que os olhos de indivíduos do sexo masculino apresentam-se maiores do que os do sexo feminino (FRANÇOIS e GOÉS, 1977; OSUOBENI, 1999). Lee et al (2009) e Lim et al. (2010) afirmaram que o comprimento axial do bulbo ocular do sexo masculino é maior pelo fato dos indivíduos possuírem maior altura e que isso não estaria associado ao sexo e sim com a estatura. Neste estudo, não houve diferença significativa na comparação entre os sexos feminino e masculino para as variáveis medidas pela ultrassonografia modo A e modo B. Segundo François e Goes (1977) essa diferença de comprimento axial encontrada em humanos é de 5 mm entre os diferentes sexos, diferente da encontrada em nosso estudo, no qual a diferença encontrada foi menor que 1mm.

Os valores de média e desvio padrão das variáveis biométricas de 36 olhos obtidos utilizando a ultrassonografia modo A foram: câmara anterior (D1)= $2,16 \pm 0,16$ mm, espessura da lente (D2)= $3,12 \pm 0,14$ mm, câmara vítrea (D3)= $11,12 \pm 0,27$ mm e comprimento axial (D4)= $16,38 \pm 0,34$ mm. Para a ultrassonografia modo B, os valores encontrados foram: câmara anterior (D1)= $2,79 \pm 0,19$ mm, espessura da lente (D2)= $3,25 \pm 0,22$ mm, câmara vítrea (D3)= $10,17 \pm 0,48$ mm e comprimento axial (D4)= $16,23 \pm 0,50$ mm. Na comparação entre os dois modos ultrassonográficos, houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as variáveis de câmara anterior, espessura da lente e câmara vítrea entre os grupos comparados, onde a ultrassonografia modo B superestimou as medidas de câmara anterior e subestimou a profundidade da câmara vítrea, corroborando aos achados de Farrow (2006) sobre a precisão das mensurações oculares através da ultrassonografia modo B. Os autores relatam também que esse modo subestima medida de espessura da lente, entretanto neste experimento em macacos-pregos de cativeiro, a ultrassonografia modo B superestimou os valores para espessura axial da lente, apesar de ser observado apenas na comparação geral, na subdivisão em machos e fêmeas, na maioria não houve diferença.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas para as mensurações de comprimento axial do bulbo ocular entre o modo A e modo B; o que implica, a partir de nossos estudos, que o uso da ultrassonografia ocular modo B também pode ser viável para obtenção da medida de comprimento axial do bulbo ocular em estudos utilizando a espécie *Sapajus spp.*

Destaca-se que especialmente a medida do comprimento axial é fundamental na determinação do cálculo do poder dióptrico da lente intraocular a ser implantada na maioria das fórmulas utilizadas, como por exemplo a Hoffer Q, Holladay I, Holladay II, SRK-T, entre outras (HOFFER, 2000; LAVACA; CENTURION, 2006; NARVÁEZ et al., 2006). Com o presente estudo o uso de ambos os métodos ultrassonográficos podem ser factíveis em macacos-prego.

A imagem do bulbo ocular obtida pela ultrassonografia bidimensional é geometricamente uma esfera e, de acordo com a direção do feixe ultrassonográfico, são formados planos de cortes anatômicos do bulbo ocular (SPAULDING, 2008). Para este estudo foram realizadas mensurações das estruturas intraoculares nos planos de exame sagital e dorsal. Essas mensurações foram então comparadas, não apresentando diferença significativa entre as distâncias determinadas pelos diferentes planos, devendo-se isso, ao fato de ser a mesma estrutura e esta possuir formato arredondado.

Quanto às diferenças entre a ultrassonografia modo A e ultrassonografia modo B, Hamidzada e Osuobeni (1999) realizaram um estudo comparativo com bulbos oculares de camelos e concluíram que a ultrassonografia modo B não seria a melhor indicação para a biometria ocular. Baraldi et al. (2012) também em um estudo comparativo, em gatos domésticos, observaram medidas fidedignas da ultrassonografia modo B apenas para comprimento axial do bulbo ocular, quando comparadas ao modo A.

As vantagens e desvantagens de cada método devem ser consideradas na escolha do método ultrassonográfico modo A e B, e seleção deve ser feita levando-se em consideração estes aspectos e o assunto a ser estudado.

No diagnóstico de doenças oftálmicas, a dopplerfluxometria é um método recente especialmente em Medicina Veterinária, o qual deve ser considerado quando o indivíduo é submetido à ultrassonografia ocular. Algumas afecções promovem alterações do padrão vascular ocular e, para a conduta terapêutica

adequada, a identificação precoce dessas alterações é importante (DINIZ et al. 2004). Por isso, a dopplerfluxometria dos vasos é de extrema importância, tanto para diagnóstico, quanto para observação da efetividade frente à terapia estabelecida.

Para a dopplerfluxometria, foi realizada inicialmente a varredura de todo o espaço retrobulbar para a localização das artérias e posterior caracterização do fluxo pelo recurso doppler. O fluxo em direção ao transdutor foi representado pela coloração vermelha e o fluxo em direção contrária pela coloração azul (NYLAND; MATTOON, 2005; CARVALHO, 2009; SARTOR).

Devido à escassez de dados na literatura quanto à distribuição anatômica e dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares de primatas não humanos, as estruturas anatômicas examinadas, assim como os dados obtidos foram comparados aos descritos por Diniz *et al.* (2004), em humanos. Foi observado que o aspecto dos traçados espectrais e a anatomia retrobulbar dos macacos-prego são similares aos descritos em humanos (Diniz, 2004; Alves, 2014; Suprasanna, 2014), assim como os padrões encontrados são semelhantes aos encontrados por Souza (2013) na espécie bugio ruivo (*Alouatta fusca*).

As artérias oftálmica interna e central da retina de todos os animais foram localizadas. A artéria oftálmica interna é ramo da artéria carótida interna. Esta foi localizada em posição medial ao nervo óptico, apresentando fluxos de altas velocidades com padrão dicrótico na fase de desaceleração, apesar de menos acentuado, semelhante ao da carótida interna. A artéria central da retina foi localizada próxima ao centro do nervo óptico, apresentando onda de velocidade de fluxo pulsátil, com baixas velocidades, similar ao descrito por DINIZ et al. (2004) em primatas humanos.

A vascularização do bulbo ocular da espécie *Sapajus* spp. é similar a de humanos, mas difere de cães e gatos. Nestes, o suprimento arterial principal é oferecido pela artéria oftálmica externa, que tem como origem a artéria carótida externa, e neles, a artéria central da retina é inexistente (SLATTER, 2005; SAMUELSON, 2007).

Não foram encontradas diferenças nas médias das mensurações dopplerfluxométricas considerando-se as variáveis VPS, VDF e os índices IR e IP, quando comparados à lateralidade dos olhos e, na maioria delas, quanto ao

sexo para as artérias oftálmica interna e artéria central da retina. Em relação às diferenças entre machos e fêmeas, apenas o IP da artéria oftálmica interna apresentou-se maior nas fêmeas; acredita-se que tal padrão possa ter sofrido interferência de variabilidade individual, pois não se repetiu nas outras mensurações.

Em humanos saudáveis, os valores dopplerfluxométricos encontrados para a artéria oftálmica interna são em média: VPS = $30,5 \text{ cm/s} \pm 1,6$; VDF = $7,7 \text{ cm/s} \pm 0,6$; IR = $0,76 \pm 0,01$ e IP = $1,72 \pm 0,1$. Para a artéria central da retina, são em média: VPS = $11,5 \text{ cm/s} \pm 0,8$; VDF = $3,9 \text{ cm/s} \pm 0,3$; IR = $0,7 \pm 0,02$; IP = $1,32 \pm 0,02$ (KARAMI et al., 2012). Neste trabalho, os valores obtidos para as variáveis da artéria oftálmica interna foram: VPS = $36,89 \pm 10,57 \text{ cm/s}$, VDF = $10,52 \pm 3,21 \text{ cm/s}$, IR = $0,71 \pm 0,03$, IP = $1,30 \pm 0,15$. Para a artéria central da retina, os valores encontrados foram: VPS = $21,47 \pm 7,23 \text{ cm/s}$, VDF = $9,95 \pm 3,31 \text{ cm/s}$, IR = $0,56 \pm 0,04$, IP = $0,81 \pm 0,09$. Observou-se que nos macacos-prego os valores foram superiores aos observados em humanos, considerando a velocidade média máxima e mínima, ao contrário dos índices de resistividade e pulsatilidade que apresentaram valores inferiores neste estudo, ou seja, as velocidades arteriais são maiores e a impedância vascular menor.

Os valores de normalidade obtidos neste trabalho poderão ser extrapolados para futuro auxílio no diagnóstico e tratamento de doenças oculares em macacos-prego de cativeiros e vida livre, assim como, poderão corroborar em futuros estudos com a presente espécie.

Conclusões

7. CONCLUSÕES

Diante da metodologia empregada, pode-se concluir que:

Os aspectos ultrassonográficos das estruturas intraoculares do bulbo ocular da espécie *Sapajus* spp. mantidos em cativeiro são similares aos descritos em humanos e outras espécies domésticas como cães e gatos.

Os valores biométricos do bulbo do olho obtidos foram semelhantes considerando o sexo e a lateralidade do olho, tanto no método de ultrassonografia modo A quanto no modo B.

Considerando os planos sagital e dorsal, não houve diferença das variáveis biométricas do bulbo ocular na Ultrassonografia modo B.

O comprimento axial do bulbo ocular foi similar considerando-se biometria ocular ultrassonográfica obtida tanto pelo modo A, quanto pelo modo B, em macacos pregos.

As mensurações de câmara anterior, espessura da lente e câmara vítrea diferiram entre os modos ultrassonográficos utilizados.

O padrão de vascularização das artérias oftálmicas interna e central da retina na espécie *Sapajus* spp. são semelhantes ao descrito em humanos.

As velocidades e índices dopplerfluxométricos avaliados, sob anestesia geral, foram semelhantes, considerando o sexo e a lateralidade do olho, tanto na artéria oftálmica interna quanto na artéria central da retina.

Referências
Bibliográficas

8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ALFARO, J.W.L; MATTHEWS, L.; BOYETTE, A.H. et al. Anointing variation across wild Capuchin populations: A review of material preferences, bout frequency and anointing sociality in *Cebus* and *Sapajus*. *American Journal of Primatology*, v.74, p.299-314, 2012.

ALFARO, J.W.L; IZAR, P.; FERREIRA, R G. Capuchin monkey research priorities and urgent issues. *American Journal of Primatology*, DOI: 10.1002/ajp.22269, 2014.

ALVES, F.R. Avaliação ultra-sonográfica do sistema urinário, fígado e útero do macaco-prego, *Cebus apella*. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. Rio de Janeiro, v.27, n.9, p.377-382, 2007.

ALVES, J.A.; YANG, B.; SOUSA, P.C.P et al. Reference values of maternal Ophthalmic artery Doppler variables in the first trimester of normal pregnancy. *Journal of Clinical Ultrasound*, v.42, n.4, p.199-2004, 2014.

BARALDI, T.G; MAMPRIM, M.J.; BRANDAO, C.V.S.; SARTOR, R.; PERCHES, C.S.; ACKERMANN, C.L. Biometria ultrassonográfica modo-a e modo-b do globo ocular de gatos domésticos. *Revista Veterinária e Zootecnia*. v.19, n.1, p.20-23, 2012.

BARBOSA, A.S.; OLIVEIRA, A.A.; PENA, J.L.B.; O Glaucoma de pressão intra-ocular normal como modelo de neuropatia óptica isquêmica progressiva investigada através do Ecodoppler ocular. *Revista Brasileira de Ecocardiografia*, v.17, n.4, p.23-28, 2004.

CARVALHO, C.F; *Ultrassonografia doppler em pequenos animais*. 1ed. São Paulo: Roca, 2009. 288p.

COLEMAN, J.; WOOD, M. B.; RONDEAU, M. J.; SILVERMAN, R. H. Ophthalmic ultrasonography. *Radiologic Clinics of North America*, v. 30, n. 5, p. 1105-1114, 1992.

COTTRILL N. B.; BANKS, W. J.; PECHMAN, R. D. Ultrasonographic and biometric evaluation of the eye and orbit of dogs. *American Journal of Veterinary Research, Schaumburg*, v. 50, n. 6, p. 898-903, 1989.

DIETRICH, U.M. Ophthalmic Examination and Diagnostics. In: GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. Florida: Blackwell Publishing, p.507-519, 2007.

DIMITROVA, G. Colour Doppler imaging of ocular and orbital blood vessels in retinal diseases. *European Ophthalmic Review*, v.5, n.1, p.16-19, 2011.

DINIZ, A.L.D.; MORON, A.F.; SANTOS, M.C.; SASS, N. Dopplervelocimetria colorida dos vasos orbitais: técnica de exame e anatomia vascular. *Radiologia Brasileira*, v.27, n.4, p.287-290, 2004.

DINIZ, A.L.D.; MORON, A.F.; SANTOS, M.C.; SASS, N.; PIRES, C.R. Dopplervelocimetria das artérias oftálmica e central da retina em gestantes normais. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v.27, n.4, p.168-173, 2005.

EISEMBERG, H. M. Ultrasonography of the eye and orbit. *Veterinary Clinics of North America. (Small Animal Practice)*, v.15, n.6, p.1263-1274, 1985.

FARROW, C. S. *Veterinária- Diagnóstico por Imagem do Cão e do Gato*. 1.ed. São Paulo: Roca. 2006. 748p.

FRANÇOIS, J.; GOËS, F. Ultrasonographic study of 100 emmetropic eyes. *Ophthalmologica*. Basel, v.175, p.321-327, 1977.

GOLÇALVES, G.F. Pressão arterial média e fluxo sanguínea da artéria oftálmica externa em gatos (*Felis catus* Linnaeus, 1758). Santa Maria, 2005. 80f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

GONÇALVES, G.F.; LEME, M.C.; ROMAGNOLLI, P.; EURUDES, D.; PIPPI, N,L. Biometria ultrassonográfica bidimensional em tempo real do bulbo ocular de gatos domésticos. *Ciência Animal Brasileira*, v.10, n.3, p.829-834, 2009.

GONÇALVES, G. F.; PIPPI, N. L.; RAISER, A.G.; MAZZANTI, A.; OLIVEIRA, S.T.; NEVES, J. P.; LEOTTE, A.M.; HINTZ, C. W. Biometria ultra-sonográfica bidimensional em tempo real de globo ocular de cães. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.30, n.3, p. 417-420, 2000.

GONZALEZ, E. M.; RODRIGUEZ, A.; GARCIA, I. Review of ocular ultrasonography. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 42, n. 6, p. 485-495, 2001.

HAGER, D. A.; DZIEZYC, J.; MILLICHAMP, N. J. Two-dimensional real-time ocular ultrasonography in the diagnosis of ocular lesions in dogs. *Journal of American Animal Hospital Association*, v.23, p.501- 508, 1987.

HAMIDZADA, W.A.; OSUOBENI, E.P. Agreement between A-mode and B-mode ultrasonography in the measurement of ocular distances. *Veterinary Radiology Ultrasound*, v.40, n.5, p. 502-507, 1999.

HERNANDEZ-GUERRA, A.M.; RODILLA, V.; LOPEZ-MURCIA, M.M. Ocular biometry in the adult anesthetized ferret. *Veterinary Ophthalmology*, v.10, v.1, p.50-52, 2007.

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

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

JOHNSTON, G.R.; FEENEY, D.A. Radiology in Ophthalmic Diagnosis. *Veterinary clinics of North America: Small Animal Practice*, v.10, n.2, p. 317-337, 1980.

KARAMI, M.; JANGHORBANI, M.; DEGHANI, A.; KHAKSAR, K.; KAVIANI, A. Orbital doppler evaluation of blood flow velocities in patients with diabetic retinopathy. *The Review of diabetic studies*, v.9, p.2-3, 2012

LACAVA, A. C.; CENTURION, V. A biometria em olhos hipermetropes; estudo comparativo de três fórmulas e sua prevesibilidade refracional. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v.65, n. 3, p.162-166, 2006.

LAUS, F.; PAGGI, E.; MARCHEGANI, A.; CERQUETELLA, M.; SPAZIANTE, D.; FAILLACE, V.; TESEI, B. Ultrasonographic biometry of the eyes of healthy adult donkeys. *Veterinary Record*, p.1-3, 2014.

LEE, K.E.; KLEIN, B.E.; KLEIN, R.; QUANDT, Z.; WONG, T.Y. Age, stature, and education associations with ocular dimensions in an older white population. *Archives of Ophthalmology*, v.127, n.1, p.88-93, 2009.

LEHMKUHL, R.C.; ALMEIDA, M.F.; MAMPRIM, A.J; VULCANO, L.C. B-mode ultrasonography biometry of the Amazon Parrot (*Amazona aestiva*) eye. *Veterinary Ophthalmology*, v.13, n.1, p.26-28, 2010.

LIM, K.J.; SAW, S.M.; JEGANATHAN, V.S.; TAY, W.T.; AUNG, T.; TONG, L.; MITCHELL, P.; WONG, T.Y.; Distribution and determinants of ocular biometric parameters in an Asian population: the Singapore Malay eye study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, v.51, n.1, p.103-109, 2010.

MARQUES, K.V.; Estudo anatômico do tronco encefálico do macaco *Cebus Apella*. São Paulo, 2005. 179f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo

MIRSHAHI, A.; SHAFIGH,SH.; AZIZZADEH, M. Ultrasonographic biometry of the normal eye of the Persian cat. *Australian veterinary Journal*, v.92, n.7, 2014.

MONTIANI-FERREIRA, F.; TRUPPEL, J.; TRAMONTIN, M.; VILANI, R.G.D'O.C.; LANGE, R.R. The capybara eye: clinical tests, anatomic and biometric features. *Veterinary Ophthalmology*, v.8, n.6, p.386-394, 2008a.

MONTIANI-FERREIRA, F.; SHAW, G.; MATTOS, B.C.; RUSS, H.H.A.; VILANI, R.G.D'O.C. Reference values for selected ophthalmic diagnostic tests on the capuchin monkey (*Cebus Apella*). *Veterinary Ophthalmology*, v.11, n.3, p.197-201, 2008b.

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

NETLAND, P.A.; SIEGNER, S.W.; HARRIS, A. Color Doppler ultrasound measurements after topical and retrobulbar epinephrine in primate eyes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, v. 38, n.12. p.2655-2661, 1997.

NORMAN, G.R.; STREINER, D.L.; *Biostatistics: the bare essentials*. 3ed. ST Louis: Mosby Year Book, 2008. 393p.

NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. *Ultra-som diagnóstico em pequenos animais*. 2.ed. São Paulo: Roca, 2005. 469p.

OSUOBENI, E.P. Ocular components values and their intercorrelations in Saudi Arabians. *Ophthalmic & Physiological Optics*, v.19,n.6, p.489-497, 1999.

PAULA, J.S.; SOUZA, E.S.M.V.; OLIVEIRA, M.B.; RODRIGUES, M.L.V.; GARCIA, S.B. Is the positive c-kit immunostaining associated with the presence of cells analogous to the interstitial cells of Cajal in the ciliary muscle? *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. v.72, n.1., p. 43-46, 2009.

PAVLIN, C. J.; FOSTER, F.S. High frequency ultrasound biomicroscopy. Imaging the eye at microscopic resolution. *Radiologic Clinics of North America*, v.36, n. 6, p.1047-1058, 1998.

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

POULSEN NAUTRUP, C.; HEIDER, H-J. The Head – Eye: anatomy and normal sonographic findings. In: POULSEN NAUTRUP, C.; TOBIAS, R. *Diagnostic ultrasonography of the dog and cat*. 2.ed. Hannover: Manson Publishing, p.94-99, 2001.

RIBEIRO, A.P.; SILVA, M.L.; ROSA, J.P.; SOUZA, S.F; TEIXEIRA, I.A.M.A.; LAUS, J.L. Ultrasonographic and echobiometric findings in the eyes of saanen goats of different ages. *Veterinary Ophthalmology*, v.12, n.5, p.313-317, 2009.

RODRIGUES, L. S. F.; ALMEIDA, S. A. C.; RODRIGUES, A.F.S.F.; PREZOTO, F. Comportamento e distribuição de um grupo de macaco-prego (*Cebus Apella* Linnaeus, 1758) mantido em cativeiro. *CES Revista*, v.24, p.45-58, 2010.

ROGERS, M.; CARTEE, R.E.; MILLER, W. Evaluation of the extirpated equine eye using B-mode ultrasonography. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.27, n.1, p.24-29, 1986.

SAMUELSON, A.D. Physiology of the eye. In: GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*, Iowa: Blackwell Publishing. v.1, p.98-109, 2007.

SARTOR, R.; MAMPRIM, M.J. Avaliação com Doppler colorido e espectral da veia porta de cães. *Ciência Rural*, v.39, n.2, p.595-603, 2009.

SCHIFFER, S.O.; RANTANEN, N.W.; LEARY, G.A.; BRYAN, G.M. Biometric study of the canine eye, using A-mode ultrasonography. *American Journal of Veterinary Research*, v.43, n.5, p. 826-830, 1982.

SILVEIRA, L.C.L.; YAMADA, E.S.; FRANCO, E.C.S. et al. The specialization of the owl monkey retina for night vision. *Color Research and Application*. v.26, p. 118–122, 2001.

SLATTER, D. *Fundamentos de Oftalmologia Veterinária*. 3 ed. São Paulo: Roca, 2005.686p.

SPAULDING, K. Olho e Órbita. In: PENNICK, D & D'ANJOU M.A. *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Oxford: Blackwell Publishing, p.47-61, 2008.

SOARES, A. M. B.; LAUS, J. L.; SIQUEIRA, Y. H.; MARSILLAC, P. Ultrasonografia bidimensional em tempo real de bulbo ocular de cães (*Canis familiaris*, Linnaeus, 1758) com opacificação de meios transparentes. Emprego do transdutor mecânico setorial de 7.5MHZ com almofada de recuo. *Ciência Rural, Santa Maria*, v.28, n.4, p. 591-599, 1998.

SOUZA, L.P. Aspectos ultrassonográficos, biometria e dopplerfluxometria ocular de primatas – *Alouatta fusca* (Bugio Ruivo – Geoffroy Santi-Hilaire, 1812), 2013. 79f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, São Paulo.

SPAULDING, K. Olho e Órbita. In: PENNICK, D & D'ANJOU M.A. *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Oxford: Blackwell Publishing, p.47-61, 2008.

SQUARZONI, R.; PERLMANN, E.; ANTUNES, A.; MILANELO, L.; BARROS, P.S.M.B. Ultrasonographic aspects and biometry of Striped owl's eyes (*Rhinoptynx clamator*). *Veterinary Ophthalmology*, v.13, n.1, p.86-90, 2010.

SQUARZONI, R. Biometria ocular e sua relação com sexo, idade, tamanho e peso em cães da raça Cavalier King Charles Spaniel, 2011. 95f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – USP, campus São Paulo, São Paulo.

SUPRASANNA, K., M.SHETTY, C., CHARUDUTT, S., KADAVIGERE, R. Doppler Evaluation of ocular vessels in patients with primary open angle glaucoma. *Journal of Clinical Ultrasound*, p.1-5, 2014. doi: 10.1002/jcu.22175

TONI, M.C.; MEIRELLES, A.E.W.B.; GAVA, F.N.; CAMACHO, A.A.; LAUS, J.L.; CANOLA, J.C. Rabbits' eye globe sonographic biometric. *Veterinary Ophthalmology*, v.13, n.6, p.384-386, 2010.

TONI, M.C. Ultrassonografia do bulbo do olho de cães, com diferentes conformações cranianas, 2011. 22f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo.

WILLIAMS, J.; WILKIE, D. A. Ultrasonography of the eye. *Compendium of Continuum Education Practice Veterinary*, v.18, n.6, p.667-677, 1996.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 994p.

ZHOU, X.; QU, J.; XI, R. Normal development of refractive state and ocular dimensions in guinea pigs. *Vision Research*, v.48, p.2815-2823, 2006.

*Referências de acordo com as normas ABNT 6023

Trabalho científico

Trabalho a ser enviado para a revista “Arquivo Brasileiro de medicina Veterinária e Zootecnia (Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science)”

**BIOMETRIA OCULAR ULTRASSONOGRÁFICA E
DOPPLERFLUXOMETRIA DAS ARTÉRIAS OFTÁLMICA INTERNA E
CENTRAL DA RETINA EM MACACO PREGO (*Sapajus spp.*)
ULTRASONOGRAPHY OCULAR BIOMETRY AND
DOPPLERFLUXOMETRY OF INTERNAL OPHTHALMIC ARTERY AND
CENTRAL RETINAL ARTERY IN CAPUCHIN MONKEY (*Sapajus spp.*)**

RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar as variáveis biométricas do bulbo ocular utilizando a ultrassonografia ocular modos A e B, bem como realizar a dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina em macacos-prego. Foram avaliados 18 animais (36 olhos) de macacos-prego (*Sapajus spp.*) mantidos em cativeiro, sendo 10 fêmeas e 8 machos, clinicamente sadios. As mensurações (em mm) da câmara anterior (D1), espessura da lente (D2), câmara vítrea (D3) e comprimento axial do bulbo ocular (D4) foram feitas, bem como a dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina, representada por velocidade de pico sistólico (VPS), diastólica final (VDF), ambas em cm/s, índice de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP). As mensurações biométricas médias, em milímetros, encontradas no exame ocular ultrassonográfico modo B e modo A foram; Modo B: D1= 2,79 ± 0,19; D2= 3,25 ± 0,22; D3= 10,17 ± 0,48; D4=16,23 ± 0,50; Modo A: D1= 2,16 ± 0,16; D2=3,12 ± 0,14; D3=11,12 ± 0,27; D4= 16,38 ± 0,34. Na dopplerfluxometria da artéria oftálmica interna, os seguintes valores médios das variáveis dopplerfluxométricas foram obtidos: IR=0,71± 0,03; IP=1,30 ± 0,15; VPS=36,89 ± 10,57 cm/s; VDF=10,52 ± 3,21 cm/s; e para a artéria central da retina: IR=0,56 ± 0,04; IP=0,81 ± 0,09; VPS= 21,47 ± 7,23 cm/s; VDF= 9,95 ± 3,31 cm/s. Os valores de referência obtidos poderão auxiliar no diagnóstico de doenças oculares em macacos-prego, bem como poderão ser utilizados em estudos futuros com a presente espécie.

Palavras-chave: ultrassonografia, primata, oftalmologia.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the ocular biometric variables using ocular ultrasound A mode and B mode and dopplerfluxometry of the the internal ophthalmic and central retinal arteries. We studied 18 animals (36 eyes) of the species *Sapajus* spp., 10 females and 8 males, clinically healthy. Measurements of the anterior chamber (D1), lens thickness (D2), vitreous chamber (D3) and axial length of the eyeball (D4) were performed, as well as the dopplerfluxometry of the internal ophthalmic and central retinal arteries, represented by peak systolic velocity (PSV), end diastolic velocity (EDV), resistivity index (RI) and pulsatility index (PI). The biometric measurements, in millimeters, averages found in ocular ultrasonography B mode and A mode were : B mode: D1= $2,79 \pm 0,19$; D2= $3,25 \pm 0,22$; D3= $10,17 \pm 0,48$; D4= $16,23 \pm 0,50$; A mode: D1= $2,16 \pm 0,16$; D2= $3,12 \pm 0,14$; D3= $11,12 \pm 0,27$; D4= $16,38 \pm 0,34$. In the dopplerfluxometry of the internal ophthalmic, average values of the variables obtained were: RI= $0,71 \pm 0,03$; PI= $1,30 \pm 0,15$; PSV= $36,89 \pm 10,57$ cm/s; EDV= $10,52 \pm 3,21$ cm/s; and the central retina artery were: RI= $0,56 \pm 0,04$; PI= $0,81 \pm 0,09$; PSV= $21,47 \pm 7,23$ cm/s; EDV= $9,95 \pm 3,31$ cm/s. Reference values obtained may aid in the diagnosis of eye diseases in capuchin monkeys, and may be used in future studies with this species

INTRODUÇÃO

Macacos-prego apresentam papel de destaque em estudos comparativos do sistema visual devido à similaridade notável da fisiologia e anatomia visual destes com os seres humanos (Montiani-Ferreira et al.,2008). Trata-se de uma espécie comum em cativeiros, zoológicos e centros de triagem no Brasil. Macacos-prego possuem grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes, bem como, características etológicas como longa expectativa de vida e reprodução em cativeiro, o que os torna bons modelos para estudo (Rodrigues et al., 2010). A anatomia do macaco-prego ainda não é amplamente conhecida pelo fato de ser uma espécie natural do continente sul americano e ter despertado interesse no mundo científico somente nas últimas décadas. Os macacos mais comumente utilizados em estudos médicos são o *Rhesus* e o *Babuíno* (Marques, 2005). Macacos-prego foram usados como modelo experimental em estudos visuais comparativos envolvendo estruturas como a retina e úvea (Silveira, 2001; Paula, 2009), porém, estudos que indiquem valores de referência oftalmológicos normais e testes diagnósticos ainda são escassos, o que torna a determinação de variáveis

oftalmológicas de referência para estes animais silvestres uma área inovadora na pesquisa da visão descritiva (Montiani-Ferreira et al., 2008).

A ultrassonografia ocular é um relevante método diagnóstico das afecções do bulbo do olho e anexos e, apresenta como características a segurança, rapidez, ausência de invasividade (Dietrich, 2007), bem como a possibilidade de realização do exame quando há opacidade dos meios (córnea, humor aquoso, lente, humor vítreo). Adicionalmente, sua aplicação apresenta papel de destaque nas medições biométricas do olho, no cálculo do poder de refração da lente intraocular e determinação do tamanho de prótese ocular para implantes pós enucleação (Toni et al., 2010).

Ressalta-se que criação e manutenção dos macacos-prego é amplamente factível e fundamental para entendimento de sua constituição morfológica, assim como também representa subsídio para a comparação entre espécies semelhantes, condução de experimentos e subsequente aplicação na clínica oftalmológica (Marques, 2005).

Na oftalmologia, são utilizados os exames ultrassonográficos modo A (unidimensional) e modo B (bidimensional em tempo real) para avaliação do bulbo ocular (Schiffer et al., 1982, Slatter, 2005, Mirshahi et al., 2014). A ultrassonografia ocular modo A, bem como a modo B, oferecem informações complementares e, portanto, não devem ser consideradas exclusivas para uma ideal avaliação ocular (Schiffer et al., 1982).

A biometria ocular ultrassonográfica já foi descrita nas espécies de animais domésticos e em algumas espécies silvestres, tais como capivaras, papagaios, corujas, coelhos, bugio ruivo e outras (Lehmkuhl et al., 2010; Squarzoni et al., 2010; Toni et al., 2010; Souza, 2013). Entretanto, a biometria ocular ainda não foi descrita em macacos-prego.

Técnicas não invasivas e acessíveis como a ultrassonografia Doppler são consideradas recentes na medicina veterinária e de grande interesse para o estudo da vascularização ocular. A ultrassonografia com mapeamento doppler permite o estudo da hemodinâmica, analisando a presença ou não do fluxo sanguíneo, bem como, condições do fluxo e mensurações de velocidade (Carvalho, 2009; Dimitrova, 2011, Alves et al., 2014).

Diferentemente da maioria das espécies domésticas, nos primatas, a microcirculação total do bulbo ocular e a maior parte da circulação orbital é suprida pela artéria oftálmica interna (Slatter, 2005), sendo esta artéria ramo direito da artéria

carótida interna, que é responsável por grande parte da irrigação cerebral (Alves et al., 2014.)

A ultrassonografia Doppler tem sido aplicada a um grande número de doenças na medicina, nas quais são observadas alterações significativas do padrão vascular ocular; as principais descritas são: as doenças vasculares da retina, diabetes, glaucoma, pré-eclâmpsia e isquemia do nervo óptico (Diniz et al., 2004; Barbosa et al., 2004; Dimitrova, 2011; Karami et al., 2012, Alves et al., 2014, Suprasanna et al., 2014). Assim como nos humanos, em cães com glaucoma primário de ângulo aberto e glaucoma de pressão normal foi notada redução significativa das velocidades do fluxo sanguíneo e aumento dos índices de resistividade e pulsatilidade na maioria dos vasos retrobulbares (Slatter, 2005). Sua aplicação nesta afecção possibilita avaliar se o tratamento instituído está sendo eficaz, bem como, auxilia na monitoração da perfusão sanguínea com o objetivo de prolongar a função da retina e nervo óptico (Carvalho, 2009).

Em animais domésticos assim como em primatas não humanos, esses estudos são ainda muito pouco explorados. Netland et al. (1997) realizaram um estudo da dopplerfluxometria das artérias retrobulbares em macacos da espécie *Macaca fascicularis*, porém seu estudo teve como enfoque a ação da epinefrina tópica e retrobulbar. Recentemente, Souza (2013) estudou a dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares e a biometria ocular bidimensional na espécie bugio ruivo (*Alouatta fusca*).

Valores de referência oftalmológicos fisiológicos em macacos-prego (*Sapajus* spp.), como biometria ocular ultrassonográfica, dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina, são ainda inexistentes nessa espécie. Este estudo objetivou estabelecer estes valores em primatas da espécie *Sapajus* spp., utilizando-se ultrassonografia ocular (modos A e B), considerando-se análise do comprimento axial e das estruturas intraoculares. Adicionalmente, realizar estudo dopplerfluxométrico da artéria oftálmica interna e artéria central da retina para obtenção de mensurações de velocidade, e índices de resistividade e de pulsatilidade, os quais referenciam a impedância vascular.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 18 animais (36 olhos) da espécie macacos-prego (*Sapajus* spp.) mantidos em cativeiro, machos (n=8) e fêmeas (n=10), com peso entre 1 e 3kg, e idade

superior a 1 ano, provenientes do CEMPAS (Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Silvestres) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP- Botucatu.

Todos os animais foram previamente submetidos ao exame clínico geral e à exames laboratoriais de rotina, sob anestesia. Foram realizados hemograma completo, perfil renal (uréia e creatinina), perfil hepático (AST: aspartato aminotransferase, ALT: alanino aminotransferase, FA: fosfatase alcalina, GGT: gutamiltransferase, proteína total e albumina). Os animais foram selecionados após confirmação do seu estado de higidez.

Para exclusão de animais com doenças oculares, os macacos foram submetidos ao exame oftalmológico específico com auxílio de biomicroscopia em lâmpada de fenda para visualização dos anexos oftálmicos e estruturas da câmara anterior do bulbo ocular, oftalmoscopia monocular direta para avaliação do segmento posterior do olho, submetidos ao teste lacrimal de Schirmer, à tonometria de aplanção, e ao teste de fluoresceína.

Os procedimentos experimentais seguiram as diretrizes éticas da Association for Research in Vision and Ophthalmology (ARVO; National Institutes of Health¹, Publications 85-23, revised 1985), registrados no Sisbio (Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade), sob o número de registro nº5564822, e foram aprovados pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Campus de Botucatu, processo nº243/2012-CEUA.

Os animais foram inicialmente contidos fisicamente em seus recintos com auxílio de um puçá e então, anestesiados utilizando-se Cloridrato de cetamina a 10% (10 mg/kg), Cloridrato de xilazina a 2% (1mg/kg) e Midazolam (0,5mg/kg), por via intramuscular.

Os macacos-prego foram colocados em decúbito esternal e, com a ajuda de um auxiliar, a cabeça foi posicionada e as pálpebras foram mantidas abertas. Foi instilado colírio anestésico à base de proximetacaína 0,5% na superfície ocular para posterior realização do exame ultrassonográfico.

Para a realização do exame ocular ultrassonográfico modo A, foi utilizado o equipamento ultrassonográfico da marca Nidek, modelo Echoscans US-800 com transdutor de 10MHZ; a técnica empregada foi a de aplanção e o transdutor posicionado em contato direto com a córnea e alinhado ao eixo óptico. O aparelho foi calibrado com as velocidades 1.731 m/s para a lente e 1.534 m/s para os humores aquoso e vítreo.

O exame ultrassonográfico ocular modo B foi realizado pelo equipamento da marca Esaote, modelo *MyLab™Alpha*, dotado do recurso eco-doppler, com transdutor linear multifrequencial de 1-13MH. Para as mensurações das variáveis biométricas no ultrassom modo B, foi utilizada uma espessa camada de gel “aquoso” estéril entre a córnea e o transdutor do equipamento ultrassonográfico e foram obtidas imagens nos planos sagital e dorsal através da técnica transcorneal.

As mensurações obtidas pela ultrassonografia modo A e modo B foram: D1 - distância entre a córnea e cápsula anterior da lente; D2 - distância entre a cápsula anterior da lente e cápsula posterior da lente; D3 - distância entre a cápsula posterior da lente e parede posterior do bulbo ocular; D4= comprimento axial do bulbo ocular (distância entre a córnea e parede posterior do bulbo ocular).

Foram realizadas seis mensurações de cada variável biométrica na ultrassonografia modo A e três mensurações de cada variável biométrica na ultrassonografia modo B. A média destas mensurações foi considerada o valor final das diferentes variáveis.

Para a realização do Doppler, realizou-se inicialmente a análise do bulbo ocular no plano dorsal para localização da artéria oftálmica interna e artéria central da retina com Doppler colorido; determinou-se que o fluxo em direção ao transdutor seria representado em coloração vermelha e em direção contrária a ele, em coloração azul.

A artéria oftálmica interna normalmente foi localizada em posição ventromedial ao nervo óptico e a artéria central da retina próxima ao centro do nervo óptico. Após identificação dos vasos, foi utilizado o recurso Doppler espectral, colocando-se o cursor Doppler sobre as artérias a um ângulo de insonação menor que 60°.

A dopplerfluxometria foi obtida após a detecção de três ondas espectrais contínuas. Foram realizadas três mensurações de velocidade de cada onda analisada, em especial de pico sistólico (VPS) e diastólica final (VDF), em centímetros por segundo (cm/s) e foram calculados, a partir delas, utilizando-se o programa do específico do aparelho, os índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP), que representam a impedância vascular. A média das três mensurações obtidas foi considerada o valor final das diferentes variáveis.

Ao fim do exame, foi realizada limpeza dos olhos com solução estéril de cloreto de sódio a 0,9% e os animais foram mantidos em um ambiente aquecido para recuperação anestésica. Os macacos-prego eram soltos novamente em seus recintos apenas quando se apresentavam em posição quadrupedal e totalmente recuperados.

As análises descritivas do peso dos animais, das variáveis biométricas e dopplerfluxométricas foram apresentadas em média e desvio padrão.

O peso dos animais foi comparado, segundo o sexo, utilizando-se o teste T-Student para amostras independentes (ZAR, 2009). Adicionalmente, os valores obtidos para as variáveis biométricas segundo o modo e plano de corte anatômico ultrassonográfico foram comparados utilizando-se do teste T- Student para amostras dependentes, considerando a média geral ($n = 36$ olhos) dos animais (NORMAN e STREINER, 2008). Diferenças significativas foram consideradas quando o valor de $p < 0,05$.

As comparações entre o ultrassom modo A e B, planos sagital e dorsal, bem como variáveis dopplerfluxométricas considerando sexo e lateralidade do olho, foram feitas utilizando-se a técnica de variância multivariada para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes, complementada com o teste de comparações múltiplas de Bonferroni, estabelecendo-se nível de 5% de significância (JOHNSON e WICHERN, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A anestesia instituída foi essencial e suficiente para o exame ultrassonográfico; sua duração média, da contenção do animal até a finalização do procedimento, foi de aproximadamente 45 minutos por animal. O protocolo anestésico foi satisfatório, padronizado e proporcionou pouca interferência nos dados coletados.

Não foi observada diferença significativa entre o peso dos animais, segundo o sexo ($p > 0,05$). Durante o procedimento experimental, considerando a espécie, foi possível posicionar o transdutor do Ultrassom modo A em contato com a córnea e promover o alinhamento ao eixo óptico. Os valores obtidos no exame ultrassonográfico modo A estão apresentados na Tab. 1.

O método utilizado para obtenção das imagens na ultrassonografia modo B foi o transcorneal; este é o mais frequentemente utilizado, uma vez que o transpalpebral pode formar imagens com a presença de artefatos e promover interferência nas estruturas (Spaulding, 2008).

Em nosso estudo, o uso do transdutor linear de 13MHz na ultrassonografia modo B permitiu uma ideal avaliação ultrassonográfica e identificação das estruturas internas dos bulbos oculares. Toni (2011) referiu que na oftalmologia, os transdutores que

oferecem maior resolução são os que possuem maior frequência e estes são considerados os ideais para avaliação do bulbo ocular, em especial, os transdutores que situam-se entre 8 e 20 MHz.

Como proposto por Gonzalez et al. (2001), e similar ao modo A, foram realizadas quatro mensurações (Figura 1), em milímetros, do bulbo do olho que se referem à profundidade da câmara anterior (D1), espessura da lente (D2); profundidade da câmara vítrea (D3) e comprimento axial do bulbo ocular (D4) (Tabela 1). Não foram verificadas diferenças significativas entre as mensurações biométricas, considerando os planos de exame sagital e dorsal ($p>0,05$).

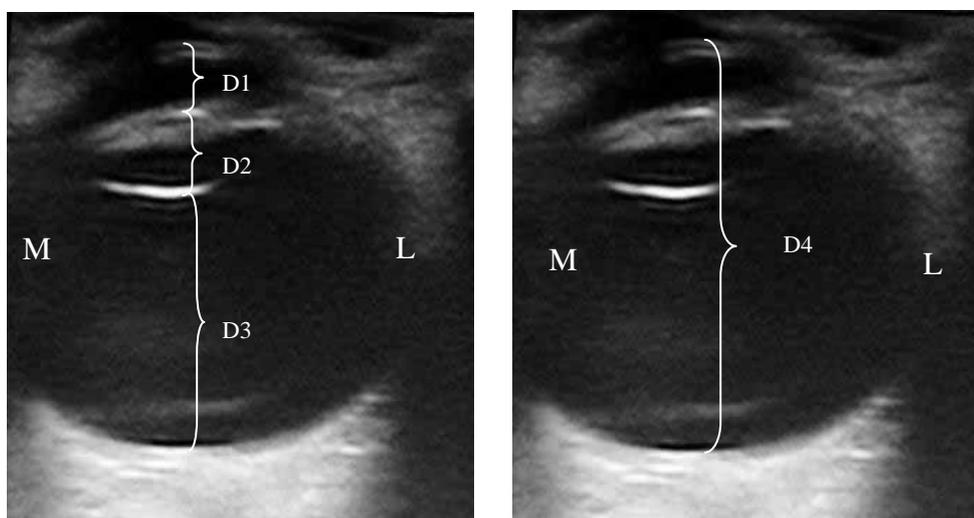


Figura 1: Imagem ultrassonográfica do bulbo ocular do macaco-prego (macho) no plano sagital. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Notar as mensurações biométricas (traçado branco) realizadas em cada bulbo ocular. D1= distância entre a córnea e a cápsula anterior da lente, denominada como câmara anterior D2= distância entre a cápsula anterior e posterior da lente, conhecida como espessura da lente, D3= distância entre a cápsula posterior da lente e parede posterior do bulbo ocular, câmara vítrea D4= distância entre a córnea e a parede posterior do bulbo ocular, ou seja, comprimento axial. Fonte: Diagnóstico por Imagem- FMVZ, UNESP- Botucatu.

Tabela 1. Média e desvio padrão geral das diferentes variáveis biométricas, em milímetros, analisadas utilizando-se a ultrassonografia modo A e modo B (plano sagital) em macacos-prego.

Variável	Modo A	Modo B
D1	2,16 ± 0,16	2,79 ± 0,19*
D2	3,12 ± 0,14	3,25 ± 0,22*
D3	11,12 ± 0,27	10,17 ± 0,48*
D4	16,38 ± 0,34	16,23 ± 0,50

D1 – profundidade da câmara anterior; D2 – espessura da lente; D3 – profundidade da câmara vítrea e D4 – comprimento axial do bulbo ocular.

* Comparação entre modos ultrassonográficos ($p < 0,05$).

Verificou-se diferença significativa para as variáveis de câmara anterior, espessura da lente e câmara vítrea quando comparados os modos A e B; o modo B superestimou as medidas de câmara anterior e espessura axial da lente e subestimou as de câmara vítrea (Tab 1).

Foi realizada também análise comparativa das diferentes variáveis ultrassonográficas obtidas pelo modo A e modo B (plano sagital), e não foram observadas diferenças significativas entre machos e fêmeas, olho direito e esquerdo ($p > 0,05$). Entretanto, considerando-se subdivisão em dos grupos experimentais quanto a lateralidade e sexo, verificou-se diferença significativa dos valores das variáveis de câmara anterior e vítrea no modo B em relação ao modo A. A variável lente só apresentou diferença significativa nas fêmeas e olho esquerdo (Tab 2).

Tabela 2. Média e desvio padrão das variáveis biométricas (em mm) na ultrassonografia modo A e modo B (plano sagital) em macacos-prego, considerando sexo, olho e modo.

Variável	Sexo	Olho	Modo A	Modo B
D1	M	OD	2,18 ± 0,21	2,90 ± 0,23 *
	M	OE	2,15 ± 0,22	2,83 ± 0,15 *
	F	OD	2,18 ± 0,11	2,77 ± 0,17 *
	F	OE	2,15 ± 0,14	2,71 ± 0,17 *
D2	M	OD	3,17 ± 0,1	3,1 ± 0,20
	M	OE	3,23 ± 0,15	3,41 ± 0,21
	F	OD	3,05 ± 0,13	3,17 ± 0,19
	F	OE	3,07 ± 0,11	3,34 ± 0,16 *
D3	M	OD	11,19 ± 0,29	10,15 ± 0,68 *
	M	OE	11,17 ± 0,28	10,12 ± 0,35 *
	F	OD	11,05 ± 0,28	10,27 ± 0,47 *
	F	OE	11,1 ± 0,24	10,12 ± 0,45 *
D4	M	OD	16,50 ± 0,40	16,23 ± 0,68
	M	OE	16,47 ± 0,46	16,35 ± 0,28
	F	OD	16,27 ± 0,20	16,21 ± 0,51
	F	OE	16,32 ± 0,26	16,17 ± 0,51

D1 – profundidade da câmara anterior; D2 – espessura da lente; D3 – profundidade da câmara vítrea e D4 – comprimento axial do bulbo ocular. M – macho; F – fêmea. OD– olho direito; OE– olho esquerdo.

* Comparação entre modos ultrassonográficos ($p < 0,05$)

Quando comparados os dois modos ultrassonográficos, a ultrassonografia modo B superestimou as medidas de câmara anterior e subestimou a profundidade da câmara vítrea, como demonstrado nas tab. 1 e 2 corroborando aos achados de Farrow (2006) sobre a precisão das mensurações oculares através da ultrassonografia modo B. Os autores relatam também que esse modo subestima medida de espessura da lente, entretanto neste experimento, em macacos - pregos, a ultrassonografia modo B superestimou os valores para espessura axial da lente, apesar de ser observado apenas na comparação geral, na subdivisão em machos e fêmeas, na maioria não houve diferença.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas para as mensurações de comprimento axial do bulbo ocular entre o modo A e modo B; o que implica, a partir de nossos estudos, que o uso da ultrassonografia ocular modo B

também pode ser viável para obtenção da medida de comprimento axial do bulbo ocular em estudos utilizando a espécie *Sapajus* spp.

Devido à escassez de dados na literatura quanto à distribuição anatômica e dopplerfluxometria dos vasos retrobulbares de primatas não humanos, as estruturas anatômicas examinadas, assim como os dados obtidos foram comparados aos descritos por Diniz et al. (2004), em humanos. Foi observado que o aspecto dos traçados espectrais e a anatomia retrobulbar dos macacos-prego são similares aos descritos em humanos (Diniz, 2004; Alves, 2014; Suprasanna, 2014), assim como os padrões encontrados são semelhantes aos encontrados por Souza (2013) na espécie bugio ruivo (*Alouatta fusca*). A artéria oftálmica interna foi localizada em posição medial ao nervo óptico, apresentando fluxos de altas velocidades com padrão dicrótico na fase de desaceleração, apesar de menos acentuado, semelhante ao da carótida interna. A artéria central da retina foi localizada próxima ao centro do nervo óptico, apresentando onda de velocidade de fluxo pulsátil, com baixas velocidades, similar ao descrito por Diniz et al. (2004) em humanos e por Souza (2013), na espécie (*Alouatta fusca*).

Nas fig. 2 e 3 estão apresentados os exames ultrassonográficos triplex Doppler das artérias oftálmica interna e central da retina, respectivamente.



Figura 2: Imagem ultrassonográfica triplex Doppler da localização da artéria oftálmica interna em macaco-prego (fêmea), em plano dorsal. Na imagem, a letra “M”

indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Observar seu traçado espectral dicrótico na fase de desaceleração. Fonte: Diagnóstico por Imagem-FMVZ, UNESP- Botucatu.

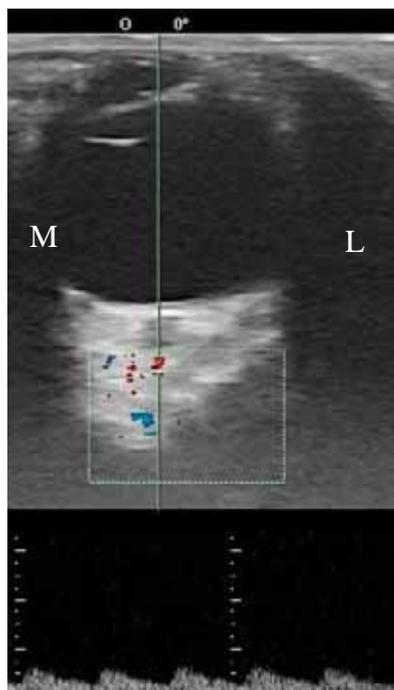


Figura 3: Imagem ultrassonográfica triplex Doppler da localização artéria central da retina em macaco-prego (fêmea), em plano dorsal. Na imagem, a letra "M" indica a porção medial e a letra "L" indica a porção lateral do bulbo ocular. Observar seu traçado espectral apresentando fluxo pulsátil. Fonte: Diagnóstico por Imagem- FMVZ, UNESP- Botucatu

As mensurações de velocidade pico sistólico (VPS), velocidade diastólica final (VDF), em centímetros por segundo (cm/s), e os índices de resistividade (IR) e de pulsatilidade (IP) das artérias oftálmica interna e central da retina estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Média e desvio padrão das variáveis dopplerluxométricas da artéria oftálmica interna e artéria central da retina dos macacos-prego.

Variável	Artéria oftálmica interna	Artéria central da retina
----------	---------------------------	---------------------------

IR	0,70 ± 0,03	0,56 ± 0,04
IP	1,30 ± 0,15	0,81 ± 0,09
VPS	36,89 ± 10,57	21,47 ± 7,23
VDF	10,52 ± 3,21	9,95 ± 3,31

IR – índice de resistividade; IP – índice de pulsatilidade; VPS – velocidade de pico sistólico; VDF – velocidade diastólica final.

Não foram observadas diferenças significativas entre as variáveis da artéria oftálmica interna e central da retina quanto à lateralidade do olho e sexo ($p > 0,05$), exceto para o IP da artéria oftálmica interna, o qual apresentou-se maior nas fêmeas; acredita-se que tal padrão possa ter sofrido interferência de variabilidade individual, pois não houve repetição nas outras mensurações.

Em humanos, os valores dopplerfluxométricos descritos para a artéria oftálmica interna são, em média: VPS = 30,5 cm/s ± 1,6; VDF = 7,7 cm/s ± 0,6; IR = 0,76 ± 0,01 e IP = 1,72 ± 0,1. Para a artéria central da retina, são em média: VPS = 11,5 cm/s ± 0,8; VDF = 3,9 cm/s ± 0,3; IR = 0,7 ± 0,02; IP = 1,32 ± 0,02 (KARAMI et al., 2012). Neste trabalho, os valores obtidos para as variáveis da artéria oftálmica interna e central da retina estão apresentados na Tab. 3 e observou-se que nos macacos-prego foram superiores aos observados em humanos, considerando a velocidade média máxima e mínima, ao contrário dos índices de resistividade e pulsatilidade que apresentaram valores inferiores neste estudo, ou seja, as velocidades arteriais são maiores e a impedância vascular menor.

Os valores descritos poderão ser aplicados comparativamente para análise de animais portadores de doenças oculares, ou após o estabelecimento de novos tratamentos em modelos experimentais com instituição de novos fármacos e tratamentos cirúrgicos a serem desenvolvidos, podendo ser um ponto de partida na sua aplicação clínica na oftalmologia veterinária e experimental.

CONCLUSÕES

Diante da metodologia empregada, pode-se concluir que os aspectos ultrassonográficos das estruturas intraoculares do bulbo ocular da espécie *Sapajus* spp. mantidos em cativeiro são similares aos descritos na literatura em humanos e outras espécies domésticas como cães e gatos. O comprimento axial do bulbo ocular foi similar considerando-se biometria ocular ultrassonográfica obtida tanto pelo modo A,

quanto pelo modo B, e as mensurações de câmara anterior, espessura da lente e câmara vítrea diferiram entre os modos ultrassonográficos utilizados na presente espécie.

O padrão de vascularização das artérias oftálmicas interna e central da retina em macacos-prego (*Sapajus* spp.) são similares ao descrito em humanos, ou seja, a artéria oftálmica interna apresenta padrão dicrótico na fase de desaceleração, com dois picos de velocidade sistólica e a artéria central da retina apresenta velocidade de fluxo pulsátil, com baixas velocidades.

As velocidades e índices dopplerfluxométricos avaliados foram semelhantes, considerando o sexo e a lateralidade do olho, tanto na artéria oftálmica interna quanto na artéria central da retina.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.A.; YANG, B.; SOUSA, P.C.P et al. Reference values of maternal Ophthalmic artery Doppler variables in the first trimester of normal pregnancy. *Journal of Clinical Ultrasound*, v.42, n.4, p.199-2004, 2014.

BARBOSA, A.S.; OLIVEIRA, A.A.; PENA, J.L.B.; O Glaucoma de pressão intra-ocular normal como modelo de neuropatia óptica isquêmica progressiva investigada através do Ecodoppler ocular. *Revista Brasileira de Ecocardiografia*, v.17, n.4, p.23-28, 2004.

CARVALHO, C.F; *Ultrassonografia doppler em pequenos animais*. 1ed. São Paulo: Roca, 2009. 288p.

DIETRICH, U.M. Ophthalmic Examination and Diagnostics. In: GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. Florida: Blackwell Publishing, p.507-519, 2007.

DIMITROVA, G. Colour Doppler imaging of ocular and orbital blood vessels in retinal diseases. *European Ophthalmic Review*, v.5, n.1, p.16-19, 2011.

DINIZ, A.L.D.; MORON, A.F.; SANTOS, M.C. et al. Dopplervelocimetria colorida dos vasos orbitais: técnica de exame e anatomia vascular. *Radiologia Brasileira*, v.27, n.4, p.287-290, 2004.

FARROW, C. S. *Veterinária- Diagnóstico por Imagem do Cão e do Gato*. 1.ed. São Paulo: Roca. 2006. 748p

GONZALEZ, E. M.; RODRIGUEZ, A.; GARCIA, I. Review of ocular ultrasonography. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 42, n. 6, p. 485-495, 2001.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

LEHMKUHL, R.C.; ALMEIDA, M.F.; MAMPRIM, A.J et al B-mode ultrasonography biometry of the Amazon Parrot (*Amazona aestiva*) eye. *Veterinary Ophthalmology*, v.13, n.1, p.26-28, 2010.

KARAMI, M.; JANGHORBANI, M.; DEHGHANI, A. et al. Orbital doppler evaluation of blood flow velocities in patients with diabetic retinopathy. *The Review of diabetic studies*, v.9, p.2-3, 2012

MARQUES, K.V.; Estudo anatômico do tronco encefálico do macaco *Cebus Apella*. São Paulo, 2005. 179f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MIRSHAHI, A.; SHAFIGH,SH.; AZIZZADEH, M. Ultrasonographic biometry of the normal eye of the Persian cat. *Australian veterinary Journal*, v.92, n.7, 2014.

MONTIANI-FERREIRA, F.; SHAW, G.; MATTOS, B.C. et al. References values for selected ophthalmic diagnostic tests on the capuchin monkey (*Cebus Apella*). *Veterinary Ophthalmology*, v.11, n.3, p.197-201, 2008.

NETLAND, P.A.; SIEGNER, S.W.; HARRIS, A. Color Doppler ultrasound measurements after topical and retrobulbar epinephrine in primate eyes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, v. 38, n.12. p.2655-2661, 1997.

NORMAN, G.R.; STREINER, D.L.; *Biostatistics: the bare essentials*. 3ed. ST Louis: Mosby Year Book, 2008. 393p.

NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. *Ultra-som diagnóstico em pequenos animais*. 2.ed. São Paulo: Roca, 2005. 469p.

PAULA, J.S.; SOUZA, E.S.M.V.; OLIVEIRA, M.B. et al. Is the positive c-kit immunostaining associated with the presence of cells analogous to the interstitial cells of Cajal in the ciliary muscle? *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. v.72, n.1., p. 43-46, 2009.

RODRIGUES, L. S. F.; ALMEIDA, S. A. C.; RODRIGUES, A.F.S.F.; PREZOTO, F. Comportamento e distribuição de um grupo de macaco-prego (*Cebus Apella* Linnaeus, 1758) mantido em cativeiro. *CES Revista*, v.24, p.45-58, 2010.

SARTOR, R.; MAMPRIM, M.J. Avaliação com Doppler colorido e espectral da veia porta de cães. *Ciência Rural*, v.39, n.2, p.595-603, 2009.

SLATTER, D. *Fundamentos de Oftalmologia Veterinária*. 3 ed. São Paulo: Roca, 2005.686p.

SCHIFFER, S.O.; RANTANEN, N.W.; LEARY, G.A.; BRYAN, G.M. Biometric study of the canine eye, using A-mode ultrasonography. *American Journal of Veterinary Research*, v.43, n.5, p. 826-830, 1982.

SILVEIRA, L.C.L.; YAMADA, E.S.; FRANCO, E.C.S.; FINLAY, B.L. The specialization of the owl monkey retina for night vision. *Color Research and Application*. v.26, p. 118–122, 2001.

SOUZA, L.P. Aspectos ultrassonográficos, biometria e dopplerfluxometria ocular de primatas – *Alouatta fusca* (Bugio Ruivo – Geoffroy Santi-Hilaire, 1812), 2013. 79f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, São Paulo.

SPAULDING, K. Olho e Órbita. In: PENNICK, D & D'ANJOU M.A. *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Oxford: Blackwell Publishing, p.47-61, 2008.

SQUARZONI, R.; PERLMANN, E.; ANTUNES, A. et al. Ultrasonographic aspects and biometry of Striped owl's eyes (*Rhinoptynx clamator*). *Veterinary Ophthalmology*, v.13, n.1, p.86-90, 2010.

SUPRASANNA, K., M.SHETTY, C., CHARUDUTT, S. et al. Doppler Evaluation of ocular vessels in patients with primary open angle glaucoma. *Journal of Clinical Ultrasound*, p.1-5, 2014. doi: 10.1002/jcu.22175

TONI, M.C.; MEIRELLES, A.E.W.B.; GAVA, F.N. et al. Rabbits' eye globe sonographic biometric. *Veterinary Ophthalmology*, v.13, n.6, p.384-386, 2010.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 5 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009. 994p.

TONI, M.C. Ultrassonografia do bulbo do olho de cães, com diferentes conformações cranianas, 2011. 22f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo.

Anexo

ANEXO

Política Editorial

O periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science), ISSN 0102-0935 (impresso) e 1678-4162 (on-line), é editado pela FEPMVZ Editora, CNPJ: 16.629.388/0001-24, e destina-se à publicação de artigos científicos sobre temas de medicina veterinária, zootecnia, tecnologia e inspeção de produtos de origem animal, aquacultura e áreas afins.

Os artigos encaminhados para publicação são submetidos à aprovação do Corpo Editorial, com assessoria de especialistas da área (relatores). Os artigos cujos textos necessitarem de revisões ou correções serão devolvidos aos autores. Os aceitos para publicação tornam-se propriedade do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ) citado como Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. Os autores são responsáveis pelos conceitos e informações neles contidos. São imprescindíveis originalidade, ineditismo e destinação exclusiva ao ABMVZ.

Reprodução de artigos publicados

A reprodução de qualquer artigo publicado é permitida desde que seja corretamente referenciado. Não é permitido o uso comercial dos resultados. A submissão e tramitação dos artigos é feita exclusivamente on-line, no endereço eletrônico <www.abmvz.org.br>.

Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis nos endereços www.scielo.br/abmvz ou www.abmvz.org.br.

Orientação para tramitação de artigos

Toda a tramitação dos artigos é feita exclusivamente pelo Sistema de publicação on-line do ABMVZ no endereço www.abmvz.org.br.

Apenas o autor responsável pelo artigo deverá preencher a ficha de submissão, sendo necessário o cadastro do mesmo no Sistema.

Toda comunicação entre os diversos atores do processo de avaliação e publicação (autores, revisores e editores) será feita exclusivamente de forma

eletrônica pelo Sistema, sendo o autor responsável pelo artigo informado, automaticamente, por e-mail, sobre qualquer mudança de status do artigo.

A submissão só se completa quando anexado o texto do artigo em Word e em pdf no campo apropriado.

Fotografias, desenhos e gravuras devem ser inseridas no texto e também enviadas, em separado, em arquivo com extensão jpg em alta qualidade (mínimo 300dpi), zipado, inserido no campo próprio.

Tabelas e gráficos não se enquadram no campo de arquivo zipado, devendo ser inseridas no corpo do artigo.

É de exclusiva responsabilidade de quem submete o artigo certificar-se de que cada um dos autores tenha conhecimento e concorde com a inclusão de seu nome no mesmo submetido.

O ABMVZ comunicará, via eletrônica, a cada autor, a sua participação no artigo. Caso pelo menos um dos autores não concorde com sua participação como autor, o artigo será considerado como desistência de um dos autores e sua tramitação encerrada.

Tipos de artigos aceitos para publicação:

Artigo científico

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa. Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Filiação, Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências. O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas e figuras. O número de Referências não deve exceder a 30.

Relato de caso

Contempla principalmente as áreas médicas, em que o resultado é anterior ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada. Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Filiação, Resumo, Abstract, Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando pertinentes), Agradecimentos (quando houver) e Referências. O número de

páginas não deve exceder a 10, incluindo tabelas e figuras. O número de Referências não deve exceder a 12.

Comunicação

É o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental, dignos de publicação, embora insuficientes ou inconsistentes para constituírem um artigo científico. O texto, com título em português e em inglês, Autores e Filiação deve ser compacto, sem distinção das seções do texto especificadas para “Artigo científico”, embora seguindo aquela ordem. Quando a Comunicação for redigida em português deve conter um “Abstract” e quando redigida em inglês deve conter um “Resumo”. O número de páginas não deve exceder a 8, incluindo tabelas e figuras. O número de Referências não deve exceder a 12.

Preparação dos textos para publicação

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal. Para ortografia em inglês recomenda-se o Webster’s Third New International Dictionary. Para ortografia em português adota-se o Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa, da Academia Brasileira de Letras.

Formatação do texto

O texto NÃO deve conter subitens em qualquer das seções do artigo e deve ser apresentado em Microsoft Word, em formato A4, com margem 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), em fonte Times New Roman tamanho 12 e em espaçamento entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), com linhas numeradas.

Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

Seções de um artigo

Título. Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 150 dígitos.

Autores e Filiação. Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a que pertencem. O autor para correspondência e seu e-mail devem ser indicados com asterisco. Nota: 1. o texto do artigo em Word deve conter o nome dos autores e filiação; 2. o texto do artigo em pdf NÃO deve conter o nome dos autores e filiação.

Resumo e Abstract. Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 2000 dígitos incluindo os espaços, em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação. Atenção especial às conclusões.

Palavras-chave e Keywords. No máximo cinco.

Introdução. Explicação concisa, na qual são estabelecidos brevemente o problema, sua pertinência e relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, suficientes para balizá-la.

Material e Métodos. Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados deverá constar, obrigatoriamente, o número do protocolo de aprovação do Comitê de Bioética e/ou de Biossegurança, quando for o caso.

Resultados. Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.

Tabela. Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando se referir a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é 8). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser, obrigatoriamente, inseridas no corpo do texto preferencialmente após a sua primeira citação.

Figura. Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema, etc. A legenda recebe

inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é referida no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se referir a mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviadas no formato jpg com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão na tela de registro do artigo. As figuras devem ser, obrigatoriamente, inseridas no corpo do texto preferencialmente após a sua primeira citação. Nota: 1. Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.

Discussão. Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer das partes e sem subitens).

Conclusões. As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, SEM revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.

Agradecimentos. Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.

Referências. As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando indispensáveis. São adotadas as normas gerais ABNT, adaptadas para o ABMVZ conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:

autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88)

dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974)

mais de dois autores: (Ferguson et al., 1979) ou Ferguson et al., (1979)

mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson et al., (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson et al., 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.

Citação de citação. Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão citado por e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências, deve-se incluir apenas a fonte consultada.

Comunicação pessoal. Não fazem parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores et al.):

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. Am. J. Vet. Res., v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al., Anestesia general del canino. Not. Med. Vet., n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores et al.): DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA

VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. Anais... São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina

Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores et al.):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerd-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.

Nota: 1. Artigos que não estejam rigorosamente dentro das normas acima não serão aceitos para avaliação; 2.O Sistema reconhece, automaticamente, como “Desistência do Autor” artigos em diligência e/ou “Aguardando liberação do autor”, que não tenha sido respondido no prazo dado pelo Sistema.

Taxas de submissão e de publicação:

Taxa de submissão. A taxa de submissão de R\$50,00 deverá ser paga por meio de boleto bancário emitido pelo sistema eletrônico de submissão de artigos. Ao solicitar o boleto bancário, o autor informará os dados para emissão da notafiscal. Somente artigos com taxa paga de submissão serão avaliados. Caso a taxa não seja quitada em até 30 dias será considerado como desistência do autor.

Taxa de publicação. A taxa de publicação de R\$95,00, por página impressa em preto e R\$280,00 por página impressa em cores será cobrada do autor indicado para correspondência, por ocasião da prova final do artigo. A taxa de publicação deverá ser paga por meio de boleto bancário emitido pelo sistema eletrônico de submissão de artigos. Ao solicitar o boleto bancário, o autor informará os dados para emissão da nota fiscal.

Recursos e diligências:

No caso de o autor encaminhar resposta a diligências solicitadas pelo ABMVZ, ou documento de recurso, o mesmo deverá constar como a(s) primeira(s) página(s) do texto do artigo somente na versão em Word.

No caso de artigo não aceito, se o autor julgar pertinente encaminhar recurso, o mesmo deve ser feito pelo e-mail abmvz.artigo@abmvz.org.br.