



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E SAÚDE ANIMAL
CAMPUS DE PATOS-PB**

SABRINA BARROS ARAUJO

**Padronização de valores presumidamente normais para ultrassonografia ocular de
cutias (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831) e catetos (*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758)**

PATOS/PB

2019

SABRINA BARROS ARAUJO

Padronização de valores presumidamente normais para ultrassonografia ocular de cutias (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831) e catetos (*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758)

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Ciência e Saúde Animal.

Orientador: Prof. Dr. Almir Pereira de Souza

Co-orientador: Prof. Dr. Flávio Ribeiro Alves

**PATOS/PB
2019**

A663p

Araujo, Sabrina Barros.

Padronização de valores presumidamente normais para ultrassonografia ocular de cutias (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831) e catetos (*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758) / Sabrina Barros Araujo. – Patos, 2019.

69 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Ciência e Saúde Animal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Almir Pereira de Souza, Prof. Dr. Flávio Ribeiro Alves".

Referências.

1. Ciência Veterinária. 2. Oftalmologia. 3. Catarata – Animais Silvestres – Cutias. 4. Ultrassom e Doppler. I. Souza, Almir Pereira de. II. Alves, Flávio Ribeiro. III. Título.

CDU 636.09 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
UNIDADE ACADÊMICA DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E SAÚDE ANIMAL

SABRINA BARROS ARAÚJO

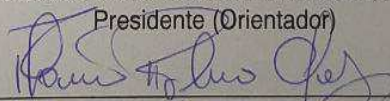
Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Saúde Animal da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Ciência e Saúde Animal.

APROVADO EM 26.8.2019

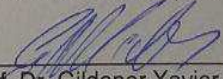
EXAMINADORES:



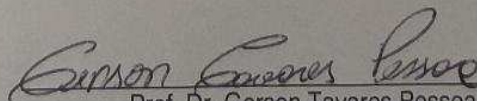
Prof. Dr. Almir Pereira de Souza
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/CSTR/UFCG
Presidente (Orientador)



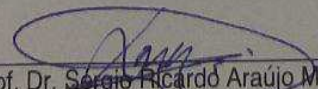
Prof. Dr. Flávio Ribeiro Alves
Universidade Federal do Piauí
Membro Externo (Co-orientador)



Prof. Dr. Gildenor Xavier de Medeiros
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/CSTR/UFCG
Membro Externo



Prof. Dr. Gerson Tavares Pessoa
UNINASSAU
Membro Externo



Prof. Dr. Sérgio Ricardo Araújo Melo e Silva
Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/CSTR/UFCG
Membro Externo

Dedico,

Ao meu filho, Pedro Nicolas, meu grande amor... Encontrei a motivação que precisava no seu doce sorriso, a força no seu abraço e o conforto no seu olhar. Obrigada meu amor!!!

A minha mãe, Luzia Rodrigues Barros, mulher guerreira! Agradeço-te por toda dedicação e os ensinamentos. Eis a minha maior inspiração! Você me fez acreditar que eu podia mais, abdicou e dedicou sua vida para cuidar de nós, insistiu tanto... Obrigada por não me abandonar quando eu mais precisei e por acreditar tanto em mim. Te amo!!!

A minha avó Maria da Guia (*in memorian*), o destino não permitiu que você presenciasse este momento, mas eu consegui como um dia você me disse que eu conseguiria. Obrigada por ter me feito tão feliz e me motivado enquanto estive ao meu lado!

Agradecimentos,

A Deus, por toda sabedoria, força e proteção em toda minha trajetória de vida, que me fez chegar até aqui. Agradeço por ser meu refúgio e a minha fortaleza, por todas as bênçãos que derramou sobre minha vida e da minha família, pela sua misericórdia infinita e compaixão.

Ao meu pai, Ednaldo Araújo, que me ensinou o valor do trabalho e da dedicação nas conquistas. Sempre me apoiou. Seu olhar marejado ao falar das minhas conquistas sempre me surpreende e enche meu coração de amor. Agradeço por tudo, amo você!

Aos meus irmãos, Felipe e Rafael, que me encantam com sua ternura e afeto, por estarem presente, mesmo que fisicamente distantes. Suas palavras de força e exemplos de vida me encorajam em cada etapa que enfrento. Amo vocês!

A minha cunhada irmã, Sulamita, por todas as palavras inspiradoras e encorajadoras, por estar sempre por perto e por todo seu carinho e ternura.

Ao meu orientador Almir Pereira de Souza, por não me abandonar, rs... Por toda credibilidade, pelas palavras de força e compreensão nos momento difíceis das pesquisas e da vida. Obrigada por tudo!

Ao professor Flávio Ribeiro Alves, por me receber tão generosamente como parte da equipe, por acreditar em mim, pelo auxílio e disponibilidade para execução deste estudo.

Ao meu amigo Gerson Tavares Pessoa, por toda sua benevolência, disponibilidade e dedicação. Obrigada por tudo!

Aos funcionários do NEPAS/UFPI por toda ajuda na execução da pesquisa, disponibilidade e compromisso.

Aos funcionários e alunos do NUDIVE/UFPI, por toda dedicação e auxílio na execução da pesquisa.

Aos funcionários da graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Campina Grande, por toda dedicação e auxílio nas mais variadas situações durante toda minha trajetória acadêmica nesta instituição.

Epigráfe,

A persistência é o caminho do êxito.

(Charles Chaplin)

RESUMO

A ultrassonografia é uma importante ferramenta de diagnóstico que permite avaliar aspectos anatômicos e hemodinâmicos de diversos órgãos. Objetivou-se com este estudo realizar a ecobiometria ocular e mensurar os índices dopplervelocimétricos da artéria oftálmica externa em cutias (*Dasyprocta prymnolopha*) e catetos (*Tayassu tajacu*). Adicionalmente é relatado um caso de catarata diagnosticada com o auxílio de ultrassom em uma cutia. Na realização dos exames ultrassonográficos foi utilizada a técnica transpalpebral, sendo na ecobiometria das cutias (capítulo I) obtidos os valores da espessura da câmara anterior (D1), espessura do cristalino (D2), espessura da câmara vítrea (D3) e o comprimento axial do bulbo ocular (D4), em seguida foi identificado o fluxo da artéria oftálmica externa para obtenção do índice de resistividade (IR). Os dados obtidos nas avaliações foram submetidos à análise estatística, adotando-se 5% de significância. Com base na metodologia empregada obtiveram-se os seguintes valores para o globo ocular direito e esquerdo, respectivamente em cutias: D1 - $1,28 \pm 0,3$ mm e $1,22 \pm 0,1$ mm; D2 - $8,27 \pm 0,9$ mm e $8,11 \pm 0,9$ mm; D3 - $5,35 \pm 0,48$ mm e $5,30 \pm 0,47$ mm e D4 - $12,7 \pm 0,9$ mm e $13 \pm 0,68$ mm. Os valores médios do IR foram $0,4305 \pm 0,0390$ e $0,4258 \pm 0,0387$ (olho direito e esquerdo, respectivamente), caracterizando uma baixa resistência. Para os catetos (capítulo II), seguiu-se a mesma metodologia, os valores foram (globo ocular direito e esquerdo, respectivamente): D1- $1,72 \pm 0,29$ mm e $1,76 \pm 0,40$ mm; D2 - $9,95 \pm 1,08$ mm e $10,6 \pm 0,99$ mm; D3 - $7,42 \pm 0,93$ mm e $7,45 \pm 0,72$ mm; e D4 - $17,6 \pm 0,78$ mm e $17,8 \pm 0,59$ mm. Os valores do IR foram $0,435 \pm 0,02$ e $0,448 \pm 0,02$ (globo ocular direito e esquerdo respectivamente). Não houve diferença estatística entre o globo ocular direito e esquerdo em nenhum dos parâmetros estudados nas espécies supracitadas. O exame ultrassonográfico em modo B também foi utilizado para caracterizar o globo ocular de uma cutia (capítulo III) que apresentava isolamento, dificuldade de deambulação e opacidade bilateral no globo ocular. Ao realizar o exame foi possível observar aumento da ecogenicidade intralenticular bilateral com reforço posterior da lente, sem alterações adicionais. Com base nas características ultrassonográficas foi possível concluir que o animal apresentava catarata bilateral, sendo a técnica para o diagnóstico adotada eficiente e confiável para o diagnóstico. O uso da ultrassonografia em modo-B e o Doppler colorido permitiram a caracterização dos componentes anatômicos do globo ocular, a mensuração das estruturas oculares, a caracterização da catarata e o estudo hemodinâmico do fluxo da artéria oftálmica nos animais utilizados no estudo, possibilitando uma comparação entre os antímeros. Os

dados aqui inferidos são presumidamente normais e servem de referência para as espécies estudadas, podendo ser aplicados na rotina oftalmológica, auxiliando no estadiamento de lesões, bem como servem de referência para estabelecer protocolos terapêuticos adequados.

Palavras-chave: oftalmologia, animais silvestres, ultrassom, Doppler, catarata.

ABSTRACT

The objective of this study was to perform the ocular echobiometry and measure the Doppler velocimetric indices of the ophthalmic external artery in agouti (*Dasyprocta prymnolopha*) and collared peccaries (*Tayassu tajacu*). In addition, a case of cataract diagnosed with the aid of ultrasound in an agouti was reported. The transpalpebral technique was used to perform the ultrasound exams. The echobiometry of the agoutis (Chapter I) obtained the values of anterior chamber thickness (D1), crystalline thickness (D2), vitreous chamber thickness (D3) and axial length. ocular bulb (D4), then the external ophthalmic artery flow was identified to obtain the resistivity index (IR). The data obtained in the evaluations were submitted to statistical analysis, adopting 5% of significance. Based on the methodology used, the following values were obtained for the right and left ocular globe, respectively: D1 - 1.28 ± 0.3 mm and 1.22 ± 0.1 mm; D2 - 8.27 ± 0.9 mm and 8.11 ± 0.9 mm; D3 - 5.35 ± 0.48 mm and 5.30 ± 0.47 mm and D4 - 12.7 ± 0.9 mm and 13 ± 0.68 mm. The mean IR values were 0.4305 ± 0.0390 and 0.4258 ± 0.0387 (right and left eye, respectively), characterizing a low resistance. For the collared peccaries, the obtained values were (right and left eyeball, respectively): D1- 1.72 ± 0.29 mm and 1.76 ± 0.40 mm; D2 - 9.95 ± 1.08 mm and 10.6 ± 0.99 mm; D3 - 7.42 ± 0.93 mm and 7.45 ± 0.72 mm; and D4 - 17.6 ± 0.78 mm and 17.8 ± 0.59 mm. The IR values were 0.435 ± 0.02 and 0.448 ± 0.02 . There was no statistical difference between the right and left ocular globe in any of the parameters studied in the mentioned species previously. Ultrasound examination in B mode was also used to characterize the ocular globe of an agouti, which presented isolation, difficulty of ambulation and bilateral opacity in the ocular globe. During the examination, it was possible to observe an increase in the bilateral intralenticular echogenicity with posterior lens reinforcement, without additional alterations. Based on the sonographic characteristics, it was possible to conclude that the animal presented bilateral cataract, and the technique for the diagnosis adopted was efficient and reliable for the diagnosis. The use of B-mode ultrasonography and color Doppler allowed the characterization of the anatomical components of the eye, the measurement of ocular structures, the characterization of the cataract and the hemodynamic study of the flow of the ophthalmic artery in all animals, allowing a comparison between the antimeres. The data inferred here are presumed normal and serve as a reference for the species studied, and can be applied in the ophthalmologic routine, assisting in the staging of lesions, as well as serving as a reference to establish appropriate therapeutic protocols.

Keywords: ophthalmology, wild animals, ultrasound, Doppler, cataract.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. B-mode sonographic image representing the characteristics of the right eyeball of the species <i>Dasyprocta prymnolopha</i> . Markers indicate glass chamber thickness	39
Figura 2. B-mode ultrasound image representing the vascular flow characteristics of the external ophthalmic artery to obtain the resistivity index value in <i>Dasyprocta prymnolopha</i> species	39
Figura 3. Imagem ultrassonográfica em modo-B representando as características do bulbo ocular da espécie <i>Tayassu tajacu</i> . Marcadores indicam a espessura e o comprimento da câmara vítrea... ..	47
Figura 4. Imagem ultrassonográfica em modo B representando as características do fluxo vascular da artéria oftálmica externa para obtenção do valor do índice de resistividade na espécie <i>Tayassu tajacu</i>	48
Figura 5. Ocular ultrasound of an agouti (<i>Dasyprocta prymnolopha</i>), female, adult. Ultrasound image of the left and right eyeballs (respectively) demonstrating increased intralenticular echogenicity. (1) Selected markers of left crystal thickness and length. (2) marker indicates optical right thickness	62

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Mean values, standard deviation, p value (bilateral) and confidence interval (95% CI) for measurements of right and left agouti eyes (<i>Dasyprocta prymnolopha</i>), in millimeters (mm), anterior chamber thickness (D1), lens thickness (D2), glass chamber thickness (D3) and axial length (D4), obtained by two-dimensional ultrasound, Teresina, PI, Brazil 40	40
Tabela 2. Mean resistivity (IR) values of the left and right external ophthalmic arteries of agoutis (<i>Dasyprocta prymnolopha</i>), Teresina, PI, Brazil 41	41
Tabela 3. Valores médios, desvio-padrão (DP), valor de p (bilateral) e intervalo de confiança (IC 95%) para as medidas dos olhos direito e esquerdo de catetos (<i>Tayassu tajacu</i>), em milímetros (mm), espessura da câmara anterior (D1), espessura do cristalino (D2), espessura da câmara vítrea (D3) e comprimento axial (D4), obtidos através de ultrassonografia bidimensional, Teresina, PI, Brasil 49	49
Tabela 4. Valores médios do índice de resistividade (IR) da artéria oftálmica direita e esquerda de catetos (<i>Tayassu tajacu</i>), Teresina, PI, Brasil, 2018 50	50

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

®	Marca registrada
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
SISBIO	Sistema de Autorização e Informações em Biodiversidade
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
UFPI	Universidade Federal do Piauí
MHz	Mega-hertz
D1	Câmara anterior
D2	Altura do cristalino
D3	Câmara vítrea
D4	Diâmetro axial
%	Percentual
IR	Índice de resistividade
cm/s	Centímetros por segundo
mmHg	Milímetros de mercúrio
±	Mais ou menos
UFMG	Universidade Federal de Campina Grande
NEPAS	Núcleo de Estudos e Preservação de Animais Silvestres
mm	Milímetros
CCA	Centro de Ciências Agrárias
NUDIVE	Núcleo de Diagnóstico por Imagem Veterinário Especializado
kg	Kilogramas
IM	Intramuscular
°	Graus
VPS	Velocidade de pico sistólico
VDF	Velocidade diastólica final
IC	Intervalo de confiança
<	Menor que
mg	Miligramas
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
PI	Piauí
USG	Ultrassonografia

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	06
ABSTRACT	08
INTRODUÇÃO	15
REVISÃO DE LITERATURA	16
1 CAPÍTULO I: Ocular echobiometry and resistivity index of external ophthalmic artery in agoutis (<i>Dasyprocta prymnolopha</i> Wagler, 1831)	29
1.1 ABSTRACT	30
1.2 RESUMO	31
1.3 INTRODUCTION	32
1.4 MATERIALS AND METHODS	33
1.4.1 Ethical Considerations.....	33
1.4.2 Animals	33
1.4.3 Chemical containment	33
1.4.4 B-mode ultrasound eye biometrics	33
1.4.5 Evaluation of ophthalmic artery vascular flow	34
1.4.6 Statistical analysis	34
1.5 RESULTS	34
1.6 DISCUSSION	34
1.7 CONCLUSION	36
1.8 REFERENCES	36
2 CAPÍTULO II: Valores ecobiométricos e índice de resistividade da artéria oftálmica em catetos (<i>Tayassu tajacu</i>, Linnaeus, 1758)	42
2.1 RESUMO	44
2.2 ABSTRACT	44
2.2 INTRODUÇÃO	45
2.3 MATERIAIS E MÉTODOS	46

2.4	RESULTADOS	48
2.5	DISCUSSÃO	50
2.6	CONCLUSÕES	52
2.7	REFERÊNCIAS	53
3	CAPÍTULO III: Ultrasound diagnosis of agouti cataract (<i>Dasyprocta prymnolopha</i> Wagler, 1831) - Case report	56
3.1	ABSTRACT	57
3.2	INTRODUCTION	57
3.3	CASE REPORT	58
3.4	DISCUSSION	59
3.5	CONCLUSION	60
3.8	REFERENCES	61
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
5	ANEXOS.....	64

1 INTRODUÇÃO

Os animais silvestres despertam cada vez mais o interesse dos pesquisadores, pois mesmo com um crescimento exponencial nas pesquisas, ainda são inúmeras as caracterizações anatômicas que precisam ser realizadas para fornecer uma literatura especializada. Dentre as espécies silvestres, têm-se as cutias que são mamíferos roedores, encontradas em vários habitats com ampla distribuição geográfica, caracterizam-se por ter o hábito de escavar para esconder e procurar sementes, sendo as fêmeas de maior porte que os machos. Outra espécie silvestre são os catetos, que são mamíferos ungulados, também com ampla distribuição geográfica, possuem pêlos longos e grossos de coloração preto-acinzentada, alimentam-se de frutos caídos no chão, folhas, raízes, pequenos animais vertebrados e invertebrados.

Com toda a biodiversidade existente, particularidades anatômicas, podem dificultar a realização de um exame clínico eficiente. Dessa forma; as especialidades e os exames complementares entram como ferramenta chave para o entendimento das especificidades, auxiliando nos diagnósticos e na escolha da melhor terapia. No campo da Medicina Veterinária, a Oftalmologia é uma especialidade que vem ganhando espaço, pois busca metodologias que garantam a manutenção e/ou a restituição da visão, tendo em vista que alterações simples podem resultar em incapacidade de vida livre ou limitar a qualidade de vida em cativeiro dos animais.

Na Oftalmologia Veterinária, o conhecimento dos componentes ópticos e de suas dimensões é essencial para caracterizar anormalidades oculares e do desenvolvimento da visão. Dentre as possibilidades de exame complementar, a ultrassonografia possui características que conferem a técnica excelente qualidade e alta sensibilidade para diversas patologias oculares, sendo eficaz mesmo quando há limitações nos recursos de diagnóstico de inspeção direta.

O sistema visual é importante para todas as espécies domésticas e silvestres, sendo essencial para a sobrevivência, garantindo uma boa alimentação e proteção no habitat. Tendo em vista a sensibilidade diagnóstica da ultrassonografia na oftalmologia, objetivou-se com este estudo, em cutias (*Dasyprocta prymnolopha*) e catetos (*Tayassu tajacu*), determinar se a ultrassonografia em modo B pela via transpalpebral é eficaz na identificação das estruturas anatômicas oculares, inferindo valores presumidamente normais da ecobiometria e do índice de resistividade da artéria oftálmica externa, bem como relatar um caso de catarata diagnosticada com ultrassonografia ocular em uma cutia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O sistema visual evoluiu para melhorar seu desempenho nas variações de condição de luminosidade; assim os animais podem explorar nichos ecológicos específicos. A experiência visual completa é uma síntese da habilidade em detectar a luz e o movimento, perspectiva visual, percepção de profundidade, acuidade visual e percepção de cor e forma em uma percepção unificada do mundo (DYCE et al., 1997; GELLAT, 2003).

O olho se desenvolve a partir da neuroectoderma, ectoderma superficial e mesoderma. As estruturas oculares são diferenciadas do restante do embrião no estágio de placa embrionária. A localização do futuro olho é indicada por áreas aplanadas sobre a terminação anterior do sulco neural, que se torna mais profundo, decai para o interior do mesoderma e destaca-se da superfície ectodérmica para formar o tubo neural, o qual originará o sistema nervoso central (SLATTER, 2005).

É um órgão constituído por três túnicas dispostas concêntricamente: túnica externa (fibrosa), túnica média (vascular) e a túnica interna (nervosa) (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2004).

2.1 Globo Ocular

2.1.1 Túnica Externa

2.1.1.1 Esclera

Embriologicamente, a mesoderma circunjacente a cúpula óptica forma a camada fibrosa externa que dá origem a esclera, estrutura ocular que corresponde a maior parte da túnica fibrosa do olho. Anatomicamente ela se divide em três camadas a episclera constituída por tecido conjuntivo vascular denso; o estroma constituído por fibras colágenas; e a lâmina fosca camada mais interna em contato com a úvea que possui células pigmentadas. Adicionalmente, a zona de transição entre a esclera e a córnea tem-se o limbo (URBANO et al., 2002; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004; SLATTER, 2005).

A esclera é composta por fibras de colágeno e fibroblastos. Sua principal função é de proteção do conteúdo intraocular, ela é o local de inserção dos músculos extraoculares, sendo sua inervação realizada pelos nervos ciliares posteriores longos e curtos, ramos do trigêmeo (URBANO et al., 2002; FRANDSON et al., 2011).

2.1.1.2 Córnea

O epitélio corneano é derivado da superfície ectodérmica, porém o estroma, a membrana de Descemet e o endotélio (mesotélio) são de origem mesodermal (SLATTER, 2005).

A córnea é a superfície de refração óptica mais potente no olho, corresponde à parte anterior transparente. Sua transparência é mantida por características anatômicas e celulares, dentre elas: ausência de vasos sanguíneos e pigmentos, controle do conteúdo aquoso, superfície óptica lisa e disposição regular e altamente organizada das fibras colágenas, a qual elimina a interferência destrutiva pela dispersão da luz. Ela é avascular e sua nutrição se dá pelos vasos do limbo e do fluido da câmara anterior do olho. Grande parte da requisição energética dos tecidos corneanos é fornecida pelo metabolismo da glicose (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004; SLATTER, 2005).

O epitélio corneano é simples, escamoso e não queratinizado, possui espessura variável, com padrão básico de membrana basal, células epiteliais basais, células aladas e células superficiais escamosas. O estroma é composto por fibrócitos, ceratócitos, colágeno e substância fundamental. A membrana basal de endotélio, Descemet, esta localizada posterior ao estroma e anterior ao endotélio. Posteriormente a esta membrana tem-se o endotélio revestindo a câmara anterior com espessura de uma célula, possui alta atividade metabólica, suas células contêm mitocôndrias numerosas e retículo endoplasmático liso e rugoso abundante (URBANO et al., 2002; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

O endotélio corneano possui bombas para remover fluido excedente da córnea, se houver falha no mecanismo pode ocorrer denso edema corneal, induzindo coloração cinza azulada (TUNER, 2010).

2.1.2 Túnica Média

2.1.2.1 Coróide

Corresponde a um tecido vascular fino e pigmentado, localizado entre a esclera e a retina. Possui capilares dispostos em uma única camada na superfície interna para nutrir as camadas retinianas externas (SLATTER, 2005).

O estroma possui inúmeros melanócitos que conferem um fundo escuro para retina. As artérias ciliares são responsáveis pela nutrição da retina (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

Segundo Slatter (2005) existe uma camada refletiva responsável pela coloração do fundo do olho denominada tapete. Nos herbívoros ele é de natureza fibrosa (*Tapetum fibrosum*), enquanto que nos carnívoros as células são poliédricas e contêm cristais reflexivos (*Tapetum cellulosum*).

2.1.2.2 Corpo Ciliar

O corpo ciliar é um espessamento circunferencial da túnica vascular, localiza-se imediatamente posterior à íris e dá origem a muitos ligamentos suspensores finos (fibras zonulares) que dão sustentação a lente. É responsável pela produção do humor aquoso no segmento anterior do bulbo ocular (GELLAT, 2003; SLATTER, 2005; FRANDSON et al., 2011).

Seu revestimento é realizado por uma camada epitelial bicelular, possui forma triangular com um lado aderido a esclera, o outro facetando o corpo vítreo e a sua base dando origem a íris e ao ângulo iridocorneano. Seu componente básico é o tecido conjuntivo. Fibras musculares lisas originam-se proximamente ao ápice do triângulo e se inserem na região da fenda ciliar e espaços trabeculares do ângulo iridocorneano. A contração da musculatura ciliar causa relaxamento das zônulas lenticulares com alteração no formato da lente e acomodação para a visão próxima e aumento da drenagem do humor aquoso (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004; SLATTER, 2005).

2.1.2.3 Íris

A íris é formada a partir da margem da cúpula óptica que cobre parcialmente a lente. Trata-se da porção mais anterior da túnica vascular, responsável pelo controle da quantidade de luz que penetra no olho por meio da pupila. O seu tamanho varia de acordo com a intensidade de luz ambiente (SLATTER, 2005).

Ela divide o espaço entre a córnea e a lente, em câmara anterior e posterior ambas comunicam-se pela pupila e são preenchidas pelo humor aquoso (DYCE et al., 1997). Sua maior parte é o estroma, constituído por tecido conectivo fibroso entremeado por colágeno, células pigmentadas e não pigmentadas, e vasos sanguíneos em uma matriz mucopolissacarídea; não há variação da estrutura com a coloração (GELLAT, 2003).

De acordo com Slatter (2005), existem dois grupos musculares, o dilatador da pupila se estende como uma camada contínua em frente ao epitélio anterior, e o constritor da pupila

que consiste em um anel plano de músculo liso circundando a pupila no estroma posterior da íris.

A pupila é a abertura central da íris, responsável por regular a quantidade de luz que entra no olho, através do aumento ou diminuição do seu diâmetro, de modo a melhorar a qualidade da imagem final. Quando a retina é exposta a condições fotópicas, a pupila contrai (reflexo fotomotor), reagindo da mesma maneira quando o olho foca um objeto perto (reflexo da acomodação), e dilata em condições escotópicas de modo a permitir a entrada da maior quantidade de luz possível no olho, melhorando a acuidade visual (OLIVEIRA, 2016).

2.1.2.4 Cristalino

O cristalino é uma estrutura biconvexa, transparente e avascular, com a superfície anterior mais plana do que a posterior. Os centros destas superfícies denominam-se polos anterior e posterior. A delimitação da sua circunferência é a zona equatorial, que garante a suspensão da lente no globo ocular através das zônulas lenticulares (glicoproteínas não colagênicas), que são provenientes do corpo ciliar e se inserem diretamente na cápsula, abrangendo tanto a região equatorial como parte da porção anterior e posterior desta a 1,5 a 2,0 mm de distância do equador. Alterações na tensão dessas fibras modificam a curvatura das superfícies lenticulares e, assim, seu poder óptico (SLATTER, 2005; SAMUELSON, 2013). Ele encontra-se posicionado no meio da pupila, constituindo um ponto de separação entre o segmento anterior e posterior do globo ocular (GELLAT, 2003; SLATTER, 2005).

Na composição da lente existem proteínas (35%) e água (65%), exibindo um baixo percentual de íons inorgânicos, carboidratos, ácido ascórbico, glutatona, lipídeos e aminoácidos. Requer oxigênio e metabólitos para a manutenção e produção contínua de células lenticulares, bem como para a manutenção da elasticidade capsular e da transparência lenticular. Seu metabolismo é precário e depende constantemente da composição do humor aquoso para nutrição e remoção dos produtos metabólicos residuais. Desta forma distúrbios na composição do humor aquoso afetam o metabolismo e a transparência lenticular (GELLAT, 2003; SLATTER, 2005; SAMUELSON, 2013).

O cristalino funciona como uma lente que permite focar a luz na retina, possibilitando a produção de uma imagem clara e nítida; adicionalmente é responsável pelo ajuste delicado para objetos a diferentes distâncias (SAMUELSON, 2013).

A acomodação da lente resulta da mudança na forma do cristalino, através de alteração na sua curvatura e espessura central, modificando o poder dióptrico do olho. A teoria clássica

de Helmholtz propõe que o músculo ciliar ao se contrair produz um relaxamento das fibras zonulares, aumentando a espessura e a curvatura do cristalino e por conseqüência, aumentando o seu poder dióptrico. A contração do músculo ciliar representa o mecanismo periférico da acomodação, secundário a um mecanismo central. Este mecanismo central é ativado por um estímulo visual (SÁ; PLUTT, 2001).

Pelo fato da lente ser avascular, confinada dentro de uma cápsula e suspensa no humor aquoso, as reações mórbidas exibidas são mínimas. Seu metabolismo é complicado e tem por objetivo preservar a transparência, entretanto, vários insultos podem danificar esse processo, causando degeneração e opacificação. A maioria das reações lenticulares se enquadra como: liberação de material lenticular dentro do olho, alterações na posição da lente, perda da transparência e proliferação de células epiteliais lenticulares (SLATTER, 2005).

2.1.2.5 Humor Aquoso

É um líquido transparente que preenche os compartimentos, a câmara anterior, situada entre a íris e a córnea; e a câmara posterior, situada entre a superfície anterior da lente e a superfície posterior da íris. É produzido no corpo ciliar, por processos passivos (difusão e ultrafiltração) e ativo (transporte seletivo contra um gradiente de concentração), e drenado pelo processo ciliar. Sua taxa de produção e absorção é elevada para repor o volume total das câmaras várias vezes ao dia (CUNNINGHAM, 2004; SLATTER, 2005). Nos animais sadios, a velocidade de produção é proporcional a de drenagem, mantendo uma pressão constante (DYCE et al., 1997).

O humor aquoso passa pela pupila e chega à câmara anterior, passando pela malha trabecular, no ângulo de drenagem (iridocorneano), por meio do plexo angular aquoso sanguíneo livre para a circulação venosa sistêmica, e para o plexo das veias menores da esclera, o plexo venoso da esclera (SLATTER, 2005).

Sua concentração de proteína é cerca de 0,5% da concentração plasmática. É responsável por carrear nutrientes para os tecidos que ele banha, dentre eles a íris e a córnea, e recebe constantes contribuições de produtos de metabolismo, dessa forma sua composição se altera ao passar pelo corpo ciliar e ângulo de drenagem (DYCE et al., 1997; CUNNINGHAM, 2004).

O equilíbrio entre a formação e a drenagem do humor aquoso, resulta em pressão intraocular, relativamente constante, entre 20 e 30 mmHg, a qual distende o globo ocular em

sua forma característica. Com o aumento da pressão intraocular sua a produção diminui e o fluxo aumenta (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004; SLATTER, 2005).

2.1.3 Túnica Interna

2.1.3.1 Retina

Origina-se do prosencéfalo, conectando-se ao córtex visual pelo nervo óptico, via quiasma óptico, tratos ópticos e corpo geniculado lateral. Possui uma camada de células complexas e especializadas, os fotorreceptores (cones e bastonetes), que contêm fotopigmentos que produzem energia química quando expostos a luz. Essa energia é convertida em energia elétrica, que é transmitida ao córtex visual para interpretação. Os cones contêm pigmentos para a visão colorida, são menos sensíveis e funcionam predominantemente sob intensa iluminação (visão fototrópica); os bastonetes são responsáveis por todo espectro visual, funcionam sob baixa iluminação (visão escotópica - noturna), são incapazes de executar uma discriminação visual detalhada (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004; TUNNER, 2010).

A retina é uma membrana delgada que recobre o interior do olho, desde a margem pupilar da íris até o disco óptico. A túnica vascular (coróide, corpo ciliar e face posterior da íris) representa a sua face externa, já a sua face interna está em contato com o corpo vítreo (na câmara vítrea) e com o humor aquoso (na câmara posterior) (BICAS, 1997; DYCE et al., 1997). É o tecido mais metabolicamente ativo do corpo. A interrupção tanto da vascularização retiniana como da coroidal resulta em isquemia e perda irreversível e grave da função, clinicamente representado pelo descolamento de retina (SLATTER, 2005).

Trata-se de uma estrutura muito complexa composta por dez camadas, sendo que nove formam a retina neurossensorial (membrana limitante interna, camada de fibras nervosas ópticas, camada de células ganglionares, camada plexiforme interna, camada nuclear interna, camada plexiforme externa, camada nuclear externa e camada fotorreceptora) e a última e mais externa forma o epitélio pigmentado da retina (SLATTER, 2005; TUNNER, 2010).

A função normal do epitélio pigmentado é essencial à integridade e função retiniana. Os fotorreceptores encontram-se embutidos no epitélio pigmentado, sendo esse intimamente associado a fenômenos bioquímicos que ocorrem durante a resposta à luz (SLATTER, 2005).

2.1.3.2 Corpo Vítreo

É formado a partir dos vítreos primário, secundário e terciário. O vítreo primário é constituído por células mesodermas, fibras e secreções da superfície neural da retina e da lente, associadas ao sistema vascular hialoide; o secundário é denso, mais homogêneo e avascular; é secretado pelo ectoderma retiniano e as fibrilas vítreas em seu interior são contíguas às fibras de Muller da retina; e o terciário é secretado pelo epitélio ciliar (SLATTER, 2005).

Depois de formado, caracteriza-se por ser um hidrogel elástico, transparente, que ocupa cerca de um terço do volume total do olho, composto basicamente de água, ácido hialurônico e fibrilas colágenas. Tem como componentes o hialoide anterior (anterior a *ora ciliaris retinae*), hialoide posterior (posterior a *ora ciliaris retinae*), córtex (cobrindo todo vítreo) e vítreo central (DYCE et al., 1997; CUNNINGHAM, 2004).

Formando o canal de Cloquet, têm-se os restos de vítreo embrionário e a artéria hialoide. A cavidade vítrea é formada anteriormente pela face posterior do cristalino e posteriormente pela retina e nervo óptico (GELLAT, 2003).

O vítreo não apresenta suprimento sanguíneo, mas vasos podem crescer para o seu interior, a partir de uma retina inflamada ou malformada (neovascularização). Esses vasos são frequentemente incompletos ou frágeis, sendo fonte de hemorragia vítrea (SLATTER, 2005).

2.2 Disco Óptico

Consiste em um ponto central no qual os axônios das células ganglionares retinianas passam através da retina para adentrar o nervo óptico. Seu formato é geralmente arredondado, podendo também ser elíptico. Em sua estrutura não existem fotorreceptores, tornando a região completamente cega (BICAS, 1997).

Arteriolas e vênulas emergem do disco óptico, se difundindo em vários padrões específicos de cada espécie, para nutrir e drenar a retina. As arteriolas são ramos da artéria central da retina (DYCE et al., 1997).

2.3 Nervo Óptico

O nervo óptico inicia-se como uma única camada de células com um lúmen central. As fibras nervosas, provenientes das células ganglionares na camada neuroblástica interna,

crecem em direção ao pedículo óptico, formando a camada de fibras nervosas da retina e, finalmente o nervo óptico. As fibras se estendem para formar o quiasma óptico e os tratos ópticos. Com a fusão das bordas da fissura óptica, o sistema hialóide fica preso ao centro do nervo óptico. Em um ponto central ao futuro disco óptico, os axônios das células ganglionares retinianas passam através da retina para adentrar o nervo óptico (CUNNINGHAM, 2004; SLATTER, 2005).

Caracteriza-se por ser uma estrutura rica em axônios não mielinizados das células ganglionares. Esses axônios estão distribuídos em feixes que convergem para formar o disco óptico e, ao atravessar a lâmina crivosa, recebem mielina. As fibras convergem em direção ao disco, formando um modelo radial, enquanto as fibras temporais têm um trajeto arqueado. Isso ocorre porque as fibras temporais fazem seu trajeto para o nervo óptico por fora da fóvea. Axônios que se originam na fóvea, passam direto para o disco, fazendo o feixe papilo macular (DYCE et al., 1997; BICAS, 1997).

2.4 Anexos do Olho

2.4.1 Órbita

A órbita é a cavidade óssea do crânio que compreende o olho e seus anexos, em animais domésticos, sabe-se que existem dois padrões: a óssea incompleta e a óssea completa. Tem como funções principais dar a sustentação e promover a proteção do globo ocular e de suas estruturas. Anatomicamente separa o olho da cavidade craniana e os forames e fissuras em suas paredes determinam as vias dos vasos sanguíneos e nervos do encéfalo ao olho (SLATTER, 2005). Suas paredes são formadas pelos ossos frontal, lacrimal, zigomático, palatino e maxilar, sendo esta conformação similar entre as espécies (GELLAT, 2003).

A localização dentro do crânio varia com a espécie, possibilitando uma visão mais panorâmica ou favorecendo um maior grau de visão binocular e percepção de profundidade (BROOKS, 2005). Os eixos visual, orbital e óptico não coincidem. Em animais que são caçados (presas), os olhos estão posicionados com eixos visuais divergentes, assim, o campo visual total aproxima-se de 360° e campo binocular pequeno, ao redor de 65°. O eixo visual dos animais predadores é mais próximo ao paralelo, com olhos mais frontais e campo visual binocular maior (85°) e havendo, posteriormente, uma zona cega mais ampla. O campo binocular amplo oferece maior exatidão na percepção de profundidade e maior coordenação com os movimentos corpóreos (SLATTER, 2005).

2.4.2 Pálpebras

São em número de três, a superior e a inferior que convergem se unem formando os ângulos lateral e medial; e a terceira pálpebra localizada no ângulo medial da fissura das pálpebras. Sua movimentação é realizada por músculos próprios, sendo o nervo facial o que controla o fechamento das pálpebras, protegendo a córnea de traumas (SLATTER, 2005).

A conjuntiva é uma membrana mucosa que reveste posteriormente as pálpebras e cobre a superfície anterior do olho até a córnea; possui coloração semi transparente, úmida e brilhante. Composta de uma camada epitelial e de um estroma subjacente. Na camada epitelial existem células caliciformes e nódulos linfáticos. Sua vascularização é predominantemente originada de ramos da artéria oftálmica e a inervação sensorial mediada por ramos do nervo oftálmico (GELLAT, 2003; JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004; TUNNER, 2010).

2.4.3 Aparelho Lacrimal

Compreende uma série de glândulas serosas, seromucosas e os sistemas de ductos que drenam suas secreções a partir do saco conjuntival (FRANDSON et al., 2005).

A glândula lacrimal tem formato achatado, localiza-se entre o bulbo do olho e a parede dorsolateral da órbita, dorsolateralmente ao bulbo ocular. A glândula nictante é considerada uma glândula lacrimal acessória (DYCE et al., 1997)..

A produção de lágrimas é uma resposta à estimulação nervosa parassimpática, sendo a eliminação realizada através dos pontos e canalículos lacrimais e do ducto nasolacrimal. Esta secreção das glândulas irá fluir sobre a córnea até o ângulo medial do olho para se acumular no lago lacrimal. Sua função é proteger as conjuntivas palpebrais e a superfície ocular; sendo secretada pelas glândulas lacrimal principal, terceira pálpebra, glândula társica e células caliciformes da conjuntiva (GELLAT, 2003; CUNNINGHAM, 2004).

2.5 Ultrassonografia Ocular

A utilização da ultrassonografia (USG) na oftalmologia humana teve o primeiro relato publicado em 1956, no qual tumores intraoculares foram identificados com o ultrassom em modo A (GUTHOFF, 1993). Em 1970, foi criada a ecografia padronizada, um método altamente eficiente, que associa a ecografia em modo A e B para detecção e diferenciação das várias afecções oculares e orbitais (CARVALHO; SQUARZONI, 2014).

Segundo a literatura o primeiro relato da aplicação do ultrassom na oftalmologia veterinária data de 1968, no qual o modo A foi utilizado para avaliar olhos de animais portadores de opacidade nos meios transparentes (RUBIN; KOCH, 1968). Na década de 80 iniciou-se a comparação entre os modos ultrassonográficos A e B (JOHNSTON; FEENEY, 1980).

Desde então a USG, tornou-se uma técnica de diagnóstico bastante requisitada na prática da oftalmologia veterinária, por ser capaz de avaliar as estruturas internas, mesmo quando os meios de transmissão de luz encontram-se opacificados, soma-se a isso sua eficiência por ser simples, rápida, segura e não invasiva. Os diagnósticos obtidos com essa técnica auxiliam na identificação de várias doenças oculares e orbitárias, direcionando a conduta terapêutica, o acompanhamento clínico e o cirúrgico (GUTHOFF, 1993; CARVALHO; SQUARZONI, 2014).

Podem ser utilizados dois tipos de exame, os modos A ou B. No modo A o retorno do eco é demonstrado como gráfico unidimensional, muito empregado para a caracterização de tecidos e biometria. O modo B é o mais comumente usado, os ecos são decodificados em forma de pontos de luz de intensidade de brilho variada, obtêm-se uma secção bidimensional dos tecidos (CARVALHO; SQUARZONI, 2014).

Em oftalmologia, frequências altas, como 10 MHz são necessárias para a avaliação do bulbo do olho e da órbita, tendo em vista a superficialidade de algumas estruturas. Na execução da técnica é obrigatória a avaliação de ambos os olhos (GUTHOFF, 1993; HIJAR, 2008). Podem ser realizadas as técnicas de contato direto, que inclui a transpalpebral (transdutor posicionado sobre as pálpebras fechadas) e a transcorneana (transdutor posicionado diretamente sobre a córnea); e a de imersão que utiliza uma interface aquosa entre a sonda e a superfície ocular (DIETRICH et al., 1995).

Para a realização do exame não é necessário sedação ou anestesia, já que a protusão da terceira pálpebra e rotação do globo ocular é um inconveniente que pode dificultar a localização e avaliação das estruturas intraoculares. São realizados dois cortes axiais, o vertical e o horizontal, realizando-se corte transversal para complementar a varredura do bulbo (HIJAR, 2008).

Na realização deste exame é necessário o conhecimento detalhado da anatomia ocular e orbitária para determinação e caracterização de alterações. Em condições ideais de imagem a córnea aparece como duas linhas paralelas ecogênicas (epitélio e a membrana Descemet, respectivamente), separadas pelo estroma corneano (anecóico). Uma área anecóica mais

profunda que a córnea representa a câmara anterior. O cristalino normal é ultrassonograficamente anecogênico, apenas as cápsulas anterior e posterior são visibilizadas.

A cápsula lenticular anterior é visibilizada como uma estrutura ecóica, convexa e curvilínea, o interior da lente é anecóico, a cápsula lenticular posterior é um eco curvilíneo côncavo. A câmara vítrea é a região anecóica posterior à lente, limitada por uma faixa brilhante (ecos da parede ocular) contígua ao tecido orbitário. O disco óptico é uma área focal hiperecogênica, que exibe sombreamento com uma suave depressão. O nervo óptico é observado como uma estrutura hipoeecóica, similar a um funil, circundado por gordura orbitária hiperecogênica. Os músculos extrínsecos são estruturas homogêneas e hipoeecogênicas, com textura grosseira, observados profundamente à parede posterior, fora do eixo do nervo óptico, dirigindo-se tangencialmente para o fundo do olho (NYLAND; MATTON, 2002; CARVALHO; SQUARZONI, 2014).

Para realização da biometria ocular, deve-se obter uma imagem do bulbo em corte axial horizontal ou vertical, com transdutor posicionado no centro da córnea, alinhando-se a córnea, cápsulas anterior e posterior da lente e parede posterior, preferencialmente em área papila (STUHR; SCAGLIOTTI, 1996; CARVALHO; SQUARZONI, 2014).

As medidas realizadas são: comprimento axial do bulbo (distância da face externa da córnea até a face interna da parede posterior), espessura do cristalino (distância entre as cápsulas anterior e posterior), espessura da câmara vítrea (distância da face externa da cápsula posterior à face interna da parede posterior). Na Medicina Veterinária, a biometria ocular pode ser usada para estabelecer o tamanho dos implantes lenticulares, no cálculo do poder de refração da lente e na estimativa do tamanho da prótese ocular após enucleação (HIJAR, 2008; CARVALHO; SQUARZONI, 2014).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BICAS, H. E. A. **Morfologia do sistema visual**. In: Simpósio Oftalmologia para o clínico, 1997, Ribeirão Preto. Anais... São Paulo, 1997. p. 7-15.

BROOKS, D. E. **Oftalmologia para veterinários de equinos**. São Paulo: Roca, 2005. p. 144.

CARVALHO, C.F.; SQUARZONI, R. **Ultrassonografia Ocular**. In: CARVALHO, C.F. Ultrassonografia em Pequenos Animais. v.1, 2 ed, p.359-383, 2014.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 579.

DIETRICH, U.; KOSTLIN, R.; TASSANI, M. **Ultrasonographic examination of the eyes of dogs with cataracts**. Veterinary Radiology & Ultrasound, v.36, p.436, 1995.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. **Tratado de Anatomia Veterinária**, 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p.663.

FRANDSON, R.D; WILKE, W.L.; FAILS, A.D. **Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 413p.

GELATT, K. N. **Manual de Oftalmologia Veterinária**. São Paulo: Manole, 2003. p. 594.

GUTHOFF, R. Padrões anatômicos da órbita ecograficamente demonstráveis. In: **Ultrassonografia em oftalmologia**. Rio de Janeiro: Revinter, 1993.184p.

HIJAR, M.V. **Ultrassonografia ocular**. In: HERRERA, D. Oftalmologia Clínica em Animais de Companhia. São Paulo: Medvet, p.49-62, 2008.

JOHNSTON, G.R.; FEENEY, D.A. **Radiology in ophtamic diagnosis**. Veterinary Clinics of North American (Small Animal Praticce), v. 10, n.2, p.317-337, 1980.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 488.

NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. Olho. In: NYLAND, T.G. MATTOON, J.S. **Ultra-som diagnostic em pequenos animais**. São Paulo: Grupo Editorial Nacional, 2 ed, p. 315-335, 2002.

OLIVEIRA, J.M.F. **Abordagem do padrão de normalidade da pupila**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, Lisboa, 17p. 2016.

RUBIN, L.F.; KOCH, S.A. **Ocular diagnostic ultrasonography**. Journal of American Animal Hospital Association, v.153, n.12, p.1706-1716, 1968.

SÁ, L.C.F.; PLUTT, M. **Acomodação**. Arquivo Brasileiro de Oftalmologia. 64: 481-483, 2001.

SAMUELSON, D.A. **Ophthalmic anatomy**. Lens. In: KIRK, N.G., BRIAN, C.G.; THOMAS, J.K. (Eds.). **Veterinary Ophthalmology**. v.1, n.5. p.115-125. USA, Iowa: Wiley Blackwell, 2013.

SLATTER, D. H. **Fundamento de Oftalmologia Veterinária**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2005. p. 686.

STUHR, C.M.; SCAGLIOTTI, R.H. **Retrobulbar ultrasound in the mesaticephalic and dolicocephalic dog using a temporal approach**. Vet Comp Ophthalmol. v.6, p.91-99, 1996.

TURNER, S. M. **Oftalmologia em pequenos animais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 370.

URBANO, A. P.; URBANO, A.P.; URBANO, I.; KARA-JOSÉ, N. **Episclerite e esclerite**. Arquivo Brasileiro de Oftalmologia. v. 65, p. 591-598, 2002.

CAPÍTULO I:**Ocular echobiometry and resistivity index of external ophthalmic artery in agoutis**

(Dasyprocta prymnolopha Wagler, 1831)

Sabrina B. Araujo, Flávio R. Alves, Gerson T. Pessoa, Renan P. de Sá Rodrigues, Laécio S. Moura, Andrezza B. Soares da Silva e Almir P. de Souza

Trabalho a ser submetido à Pesquisa Veterinária Brasileira

Ocular echobiometry and resistivity index of external ophthalmic artery in agoutis
(*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831) ¹

Sabrina B. Araujo^{2*}, Flávio R. Alves³, Gerson T. Pessoa⁴, Renan P. de Sá Rodrigues⁵, Laécio S. Moura⁵, Andrezza B. Soares da Silva⁵ and Almir P. de Souza²

ABSTRACT: Araujo S.B., Alves F. R., Pessoa G.T., Rodrigues R.P.S., Moura L. S., Silva A.B.S. & Souza A.P. 2019. **Ocular echobiometry and resistivity index of external ophthalmic artery in agoutis (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831).** Pesquisa Veterinária Brasileira 00(0):00-00 Programa de Pós-graduação em Ciência e Saúde Animal, Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, Avenida Universitária, Patos, PB, 58708-110, Brazil. E-mail: sabrina_vet@yahoo.com.br

Considering the importance of vision for animals, particularly wild animals, this study aimed to evaluate the efficacy of the technique of B-mode ocular ultrasonography to obtain anatomical measurements and index of resistivity of the presumably normal ophthalmic external artery in the species *D. prymnolopha*. Forty ocular bulbs of twenty adult rodents, of the above-mentioned species, were studied using ultrasonography. In these animals, the B-mode echobiometry was performed by the transpalpebral route and the hemodynamic study of the ophthalmic external artery by Doppler color technique. To standardize the technique, all the exams were started by the left ocular bulb and all measurements were performed by only one examiner. The data collected, on ecobiometry, were analyzed in the Bioest 5.0 application for Windows. First, normality was tested through the Shapiro-Wilk test. After that, the paired T-test was performed for each parameter, comparing right and left eyes, a significance level of 5% was adopted ($p < 0.05$). Based on the methodology employed, the following values were obtained for the right and left eyeballs, respectively: anterior chamber thickness - mean

¹Received...

Accepted for publication on.....

²Programa de Pós-graduação em Ciência e Saúde Animal, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Avenida Universitária, Patos, PB, 58708-110, Brasil, Pesquisa de Doutorado. *Autor para correspondência: sabrina_vet@yahoo.com.br

³Departamento de Morfofisiologia Veterinária, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, Teresina, PI, 64049-550, Brasil. Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Universitário.

⁴Docente UNINASSAU, Avenida Jóquei Clube, 710, Bairro Jóquei, Teresina, PI, 64049-240.

⁵Pós- Graduação em Ciência Animal, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, Teresina, PI, 64049-550, Brasil.

1.28 ± 0.3 mm and 1.22 ± 0.1 mm; lens thickness - 8.27 ± 0.9 mm and 8.11 ± 0.9 mm; vitreous chamber thickness - 5.35 ± 0.48 mm and 5.30 ± 0.47 mm and axial length - 12.7 ± 0.9 mm and 13 ± 0.68 mm. The mean values of resistivity of the ophthalmic external artery were 0.4305 ± 0.0390 and 0.4258 ± 0.0387 (right and left eye, respectively), characterizing a low resistance. There was no statistical difference between the right and left eyeballs in any of the studied parameters. It was concluded that, ocular echobiometry and ophthalmic external artery Doppler flowmetry in the *D. prymnolopha* species, is easy to perform and reproducible, since the examiner has control of anatomy and adequate technique. The inferred values, in this study, serve as reference for veterinarians in the diagnosis of ophthalmopathies.

INDEX TERMS: dopplerfluxometry, ultrasound, eye, agouti

RESUMO. – [Ecobiometria ocular e índice de resistividade da artéria oftálmica externa em cutias (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831.)] – Tendo em vista a importância da visão para os animais, em particular para os silvestres, objetivou-se com este estudo avaliar a eficácia da técnica de ultrassonografia ocular em modo B, como forma de obter mensurações anatômicas e do índice de resistividade da artéria oftálmica externa, presumidamente normais na espécie *D. prymnolopha*. Para tanto foram avaliados ultrassonograficamente quarenta bulbos oculares de vinte roedores adultos da espécie supracitada. Nestes animais foi realizada a ecobiometria em modo B pela via transpalpebral e o estudo hemodinâmico da artéria oftálmica externa através da técnica de Doppler colorido. No intuito de padronizar a técnica todos os exames foram iniciados pelo bulbo ocular esquerdo e todas as medidas foram realizadas por apenas um examinador. Os dados coletados relativos à ecobiometria foram analisados no programa Bioest 5.0 for Windows. Inicialmente, foi testada a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk, para cada parâmetro, posteriormente foi realizado o teste T pareado, comparando-se olhos direito e esquerdo, e foi adotado um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Com base na metodologia empregada obtiveram-se os seguintes valores para o globo ocular direito e esquerdo, respectivamente: espessura da câmara anterior - média de 1,28 ± 0,3 mm e 1,22 ± 0,1 mm; espessura do cristalino - 8,27 ± 0,9 mm e 8,11 ± 0,9 mm; espessura da câmara vítrea - 5,35 ± 0,48 mm e 5,30 ± 0,47 mm e comprimento axial - 12,7 ± 0,9 mm e 13 ± 0,68 mm. Os valores médios de resistividade da artéria oftálmica externa foram 0,4305 ± 0,0390 e 0,4258 ± 0,0387 (olho direito e esquerdo, respectivamente), caracterizando uma baixa resistência. Não houve diferença estatística entre o globo ocular direito e esquerdo em nenhum dos parâmetros estudados. Conclui-se que a ecobiometria

ocular e a dopplerfluxometria da artéria oftálmica externa na espécie *D. prymnolopha* é exequível e reprodutível, desde que haja domínio do examinador em relação à anatomia e técnica adequada. Os valores aqui inferidos servem como auxílio para médicos veterinários no diagnóstico de oftalmopatias.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: dopplerfluxometria, ultrassom, olho, cutia

INTRODUCTION

Veterinary Ophthalmology is the speciality whose studies have been expanded, and requires complementary information for the diagnosis of pathologies, increasingly requiring specialized literature. The constant research on the most varied species is fundamental because it allows the standardization of ophthalmic clinical data, appropriately directing the treatments (MUTTI et al, 1998; BANTSEEV et al, 2004; BARATHI et al, 2008; ARAÚJO et al, 2017).

Among the diagnostic techniques, B-mode ultrasound is a useful resource in veterinary medicine and has gained importance. It is a fast and safe technique that provides important and complementary information to the ophthalmic examination, as well as a qualitative and quantitative evaluation of intraocular and orbital lesions, even when there are limitations for the ophthalmic examination (SILVA et al, 2018). This feature, when applied to wild animals, is very important in the diagnosis of ophthalmic pathological changes, as well as in the determination of normal biometric values, standardizing data, given the lack of literary reference (TRAMONTINI, 2010).

The agouti is a medium-sized rodent that belongs to the Dasyproctidae family and genus *Dasyprocta*. It is distributed geographically from Central America to South America. It is a terrestrial and daytime animal, lives in forests or poultry, feeds on succulent fruits, seeds and vegetables, has an important ecological role in seed dispersal. Its body is slender, its head is elongated with small ears and its lower limbs are smaller than its hind legs, its body mass ranges from 1.5 to 2.8 kg. It has rough, hard and long hair, with reddish brown color, dorsally (SILVA, 1984). Due to characteristics such as adequate size, low maintenance cost and short gestation period rodents have been widely used as experimental models.

Vision is one of the crucial senses for animals, and in agouti, small changes in visual acuity can make it difficult or impossible to search for food, locomotion, and defense of predators. Given the importance of vision, this study aimed to evaluate the efficacy of the B-mode ocular ultrasound technique as a means of obtaining presumed normal anatomical

measurements and resistivity index of the external ophthalmic artery in *D. prymnolopha* species.

MATERIALS AND METHODS

Ethical Considerations. This study was conducted after express authorization from the Federal University of Piauí's Ethics Committee (CEUA), under registration number 467/18, and approved by the Chico Mendes Institute for Biodiversity Conservation (ICMBIO).), through the Biodiversity Authorization and Information System, number 61038-1.

Animals. Animals from the Center for Studies and Preservation of Wild Animals - NEPAS (Certificate of Registration of IBAMA / PI N°. 02 / 08-618) of the Center of Agricultural Sciences CCA / UFPI were analyzed. Their accommodation is in collective stalls, they receive daily diet formulated by the responsible veterinarian and the water intake is *ad libitum*. Data collection was performed at the Specialized Veterinary Diagnostic Imaging Center - NUDIVE / CCA-UFPI. As exclusion criteria, all 20 agoutis underwent clinical and ophthalmic examination to verify the anatomical integrity of the eye bulb and its general condition, as well as structural ocular changes during ultrasound examination, such as cataract and retinal changes. Only animals without clinical signs of eye disease and non-pregnant females were included in the study. Forty ocular bulbs of twenty adult rodents of the species *D. prymnolopha* were used, being fifteen females and five males. The animals were captured and physically contained with the aid of puçá for later anesthesia.

Chemical containment. As protocol was followed the methodology described by Pessoa et al (2018), using a combination of ketamine hydrochloride⁶ (40mg / kg) and xylazina hydrochloride⁷ (1mg / kg), intramuscularly. The action of the drugs occurred about ten minutes after application, and lasted 30 to 40 minutes, with no need for reapplication or complications. After verifying the sedative effect of the drugs used, the animals were positioned on the examination table in sternal decubitus, for the ultrasound examination.

B-mode ultrasound eye biometrics. To obtain the data, the transpalpebral ultrasound technique was used (Carvalho et al, 2009), with a 5 - 8 MHz (C8-5) multifrequency convex transducer, connected to an ultrasound device (Philips® HD15). All records were initiated by the left eye bulb and measurements taken by the same examiner. After identifying the structures, distances in millimeters (mm) of anterior chamber thickness (distance between

⁶Vetanarcol®

⁷Xilazina®

cornea and anterior lens capsule - D1), lens thickness (distance between anterior and posterior lens capsule - D2) were measured, thickness of the vitreous chamber (distance between the posterior lens capsule and the vitreoretinal interface - D3) and the axial length of the ocular bulb (distance from the cornea and the posterior wall of the ocular bulb - D4). Measurement values were obtained from three consecutive measurements in each eye (mean).

Evaluation of ophthalmic artery vascular flow. The external ophthalmic artery was identified by Doppler staining on the optic nerve topography (Carvalho et al, 2009), and an angle parallel to the flow was used to obtain the resistivity index. The speed of the scales were adjusted, adjusting the pulse repetition frequencies for subsequent acquisition of the Doppler wave spectrum. All measurements were automatically calculated by the ultrasound equipment's own software.

Statistical analysis. The collected data were analyzed in the software Bioest 5.0 for Windows. Initially, the normal path was tested by the Shapiro-Wilk test, for each parameter, later, the paired T test was performed, adopting a significance level of 5% ($p < 0.05$).

RESULTS

The protocol used for chemical containment was satisfactory, allowing the examination to be performed properly to obtain satisfactory quality ultrasound images (Figures 1 and 2).

All data obtained through ocular ultrasound examination of the agouti presented normal distribution. In the paired t-test for ocular measurements, in the comparison between the antimers there was no statistical difference in the biometric values. The ocular biometric values obtained are described in Table 1. All samples from both eyes had a normal distribution. In the paired t-test for ocular measurements, in the comparison between the right and left eyeballs there was no statistical difference in the biometric values. There was no statistical difference between the eyes regarding the resistivity index of the external ophthalmic artery (Chart 2). Correlation of axial length with lens thickness resulted in a 1: 1.5 ratio.

DISCUSSION

In this study the use of the convex transducer was viable, promoting adequate contact with the ocular surface and images of satisfactory quality for measurements using a frequency of 8 MHz. In a study evaluating primate ocular biometry, Souza (2013) used a frequency transducer similar (7.5 - 10 MHz) to characterize the ocular biometry in the studied species. Renzo (2015) used a higher frequency (20 MHz) for eye dog echobiometry (*Cerdocyon thous*).

Although characteristics such as anatomical arrangement and superficiality of the ocular structures indicate the need for high frequency devices, it is possible to obtain ecobiometric measurements using transducers with lower frequencies, even in smaller animals. All ecobiometric values were obtained by direct measurement of intraocular structures. Shufelt et al (2005) and Squarzoni (2011) suggest reference values of the vitreous chamber in humans and dogs respectively, by calculating the difference between the axial length of the ocular bulb and the depth of the anterior chamber.

The anterior chamber thickness values in this experiment did not differ statistically between the antimers. Similarly, Silva et al (2018), when determining the ophthalmic parameters in dogs, did not observe statistical difference in this evaluation and found on average similar values to those described in this study.

The data obtained for lens thickness did not differ statistically for antimers, similar to that obtained for other rodent species evaluated with the same methodology (MUTTI et al, 1998; BANTSEEV et al, 2004; BARATHI et al, 2008; TRAMONTINI, 2010). On average, lens thickness values were 8.27 mm and 8.11 mm (right and left eyeball, respectively), a result superior to that observed in conventional laboratory rodents (rats and mice), chinchillas and rabbits (BARATHI et al, 2008; VALINHOS et al, 2012).

The mean values of the agouti vitreous chamber thickness were 5.35 mm and 5.30 mm (right and left, respectively). The values are similar to that observed by Lima et al (2010) in chinchillas, but corresponding to about half of that obtained by Montiani-Ferreira et al (2008) in capybaras.

The axial length of the agouti eyeball was 12.7 ± 0.9 mm and 13 ± 0.68 mm (right and left, respectively). The values are lower than those described in capybaras (TRAMONTIN, 2010). Conventional laboratory rodents (rats and mice) have a smaller ocular bulb size than that obtained in agoutis (MUTTI et al, 1998; BANTSEEV et al, 2004; BARATHI et al, 2008).

The sonographic characteristics of the agouti eye are similar to those described in the literature in other domestic and wild animal species (MUTTI et al, 1998; BANTSEEV et al., 2004; BARATHI et al, 2008; TRAMONTINI, 2010; LIMA et al, 2010; SOUZA, 2013; RENZO, 2015; ARAÚJO et al, 2017; SILVA et al, 2018). The correlation between the lens and the axial length of the eyeballs in the agouti was 1: 1.5, lower than that described in other rodent species such as chinchillas (1:2), guinea pig (1:2), and rats (1:2,6), giving them the anatomical characteristic of small eyes and a large lens (MUTTI et al, 1998; BANTSEEV et al, 2004; LIMA et al, 2010). These lens, more spherical shaped, increase optical power especially near, as there is a reduction in traction suffered by the suspensory ligaments caused

by ciliary muscles contraction, is an important feature for the species increased visibility, especially in the search for food.

In this study the external ophthalmic artery was characterized in all animals, however obtaining the spectral tracing was difficult. This vessel is a branch of the maxillary artery that derives from the external carotid artery. It is characterized by its fine caliber, thus the Doppler signal was lost at some moments, requiring maneuvers in the transducer positioning to obtain the appropriate angle. The mean resistivity values of the external ophthalmic artery were 0.4305 and 0.4258 (right and left eye, respectively), characterizing a low resistance. There was no statistical difference between the eyes, a result similar to that described by Gonçalves et al (2008) in cats. Rodas (2014) reported higher values (0.71 ± 0.03) in capuchin monkeys. In wild animals, and especially wild rodents, there is scarce data reporting on the ophthalmic artery resistivity, and there is a lack of studies, which may be justified by the behavioral characteristics of defense and also the high susceptibility to stress in capture, since the performance of the technique requires, as in other procedures, the use of chemical containment (PACHALY et al, 2014).

CONCLUSION

Based on the results obtained, it can be concluded that ocular echobometry and ophthalmic artery Doppler flowmetry in *D. prymnolopha* species are feasible, as long as there is mastery of the examiner regarding the anatomy and appropriate technique. The values inferred here serve as an aid to veterinarians in the diagnosis of ophthalmopathies.

Conflict of interest.- The authors have no competing interest.

REFERENCES

- Araújo N.L.L.C., Raposo A.C.S., Muramoto C., Meneses D.S., Bittencourt M.V., Martins Filho E.F. & Oriá A.P. 2017. Evaluation of selected ophtalmic diagnostic tests in green iguanas (*Iguana iguana*). Journal of exotic pet medicine. 26 (3):176–187.
- Bantsev V., Oriowo O.M., Giblin F.J., Leverenz V.R., Trevithick J.R. & Sivak J.G. 2004. Effect of hyperbaric oxygen on guinea pig lens optical quality and on the refractive state of the eye. Experimental Eye Research. 78 (5): 925–931.

- Barathi V.A., Boopathi V.G., Yap E.P. & Beuerman R.W. 2008. Two models of experimental myopia in the mouse. *Vision Research*. 48(7): 904–916.
- Carvalho C.F., Dupré A.S.A. & Perez R.B. 2009. Ultrassonografia doppler ocular. p.152-157. In: Carvalho C.F. Ultrassonografia Doppler em Pequenos Animais, Roca, São Paulo.
- Diniz A.L.D., Moron A.F., Santos M.C. & Sass N. 2004. Dopplervelocimetria colorida dos vasos orbitais: técnica de exame e anatomia vascular normal. *Radiologia Brasileira*. 37 (4): 287-290.
- Gonçalves G.F., Pippi N.L., Leme M.C., Custódio A.T., Silva A.V., Romagnolli P., Pachaly J.P., Bottin J.M.P. & Livero F.A.R. 2008. Correlação entre a pressão arterial média e o fluxo sanguíneo na artéria oftálmica externa em gatos (*Felis catus lineaus*, 1758). *Braz. J.Vet. Res. Anim. Sci.* 45: 57-66.
- Lima L., Montiani-Ferreira F., Tramontin M.H., Santos L.L., Machado M., Lange R.R. & Russ H.H.A. 2010. The chinchilla eye: morphologic observations, echobiometric findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests. *Veterinary Ophthalmology*. 13: 14–25.
- Montiani-Ferreira F., Truppel J., Tramontin M.H., Vilani R.G.D., Lange R.R. 2008. The capybara eye: clinical tests, anatomic and biometric features. *Veterinary Ophthalmology*. 11 (3): 386-394.
- Mutti D.O., Zadnik K. & Murphy C.J. 1998. The effect of continuous light on refractive error and the ocular components of the rat. *Experimental Eye Research*. 67(3): 631–636.
- Pachaly J. R., Monteiro Filho E. L. A., Werner P. R., Giovanelli D. F., Conti J. B., Wosiacki S. R., Belettini S. T. & Voltarelli-Pachaly E. M. 2014. Cetamina, xilazina e atropina, em doses calculadas por extrapolação alométrica interespecífica para contenção farmacológica da cutia (*Dasyprocta azarae*). *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*. 17: p. 11-26.
- Pessoa G.T., Sousa F.C.A., Rodrigues R.P.S., Moura L.S., Sanches M.P., Ambrósio C.E., Silva A.B.S. & Alves F.R. 2018. Abdominal B-mode and Doppler ultrasonography of chemically restrained agouti (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831). *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 38(4):785-793.
- Renzo, R. 2015. Parâmetros oftálmicos em cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*, Linnaeus, 1766). Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 94p.
- Rodas, N.R. 2014. Biometria ocular ultrassonográfica e dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina em macaco - prego (*Sapajus* spp.). Dissertação de

- Mestrado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia -Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 93p.
- Shufelt C., Fraser-Bell S., Ying-Lai M., Torres M. & Varma R. 2005. Refractive error, ocular biometry and lens opalescence in an adult population: The Los Angeles Latino eye study. *Clinical and Epidemiologic Research*. 46: 4450-4460.
- Squarzoni, R. 2011. Biometria ocular e sua relação com sexo, idade, tamanho e peso em cães da raça Cavalier King Charles Spaniel. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade de São Paulo, São Paulo. 96f.
- Silva E.G., Pessoa G.T., Moura L.S., Guerra P.C., Rodrigues R.P.S., Sousa F.C.A., Ambrósio C.E. & Alves F.R. 2018. Biometric, B-mode and color Doppler ultrasound assessment of eyes in healthy dogs. 38 (3): 565-571.
- Silva F. 1984. Mamíferos silvestres do Rio Grande do Sul. p. 171-209. 1ºed. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul.
- Souza, L.P. 2013. Aspectos ultrassonográficos, biometria e dopplerfluxometria ocular de primatas - *Alouatta fusca* (Bugio ruivo – Geoffroy Saint-Hilaire, 1812). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 92p.
- Tramontini, M.H. 2010. Contribuição ultrassonográfica na avaliação de bulbos oculares de animais domésticos e selvagens. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 67 p.
- Valinhos M. A. R., Ranzani J. J. T., Rodrigues A. C. L. & Brandão, C. V. S. 2012. Mensurações do bulbo ocular e cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares em coelhos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 64 (1): 58-62.

Legenda das Figuras



Fig. 1. B-mode sonographic image representing the characteristics of the right eyeball of the species *Dasyprocta prymnolopa*. Markers indicate glass chamber thickness

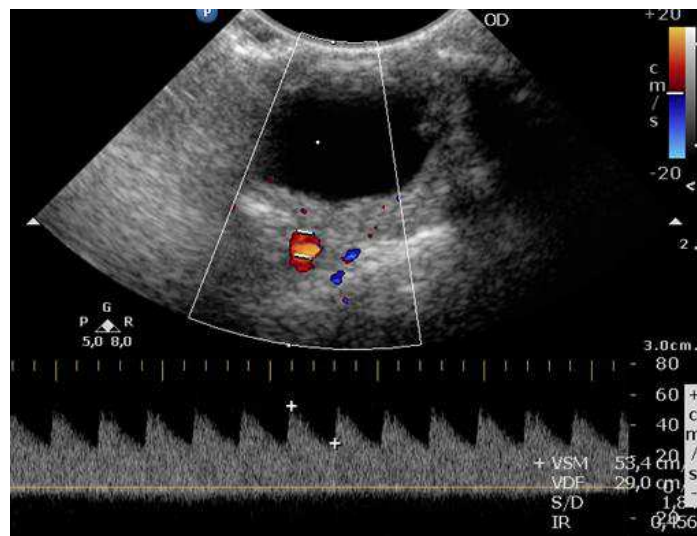


Fig. 2. B-mode ultrasound image representing the vascular flow characteristics of the external ophthalmic artery to obtain the resistivity index value in *Dasyprocta prymnolopa* species.

Table 1. Mean values, standard deviation, p value (bilateral) and confidence interval (95% CI) for measurements of right and left agouti eyes (*Dasyprocta prymnolopha*), in millimeters (mm), anterior chamber thickness (D1), lens thickness (D2), glass chamber thickness (D3) and axial length (D4), obtained by two-dimensional ultrasound, Teresina, PI, Brazil.

	Variable	Right eyeball	Left eyeball
D1	Average	1,28 mm	1,22 mm
	DP	0,3	0,1
	p	0,38	
	IC 95%	- 0,08 a 0,21	
D2	Average	8,27 mm	8,11 mm
	DP	0,9	0,9
	p	0,40	
	IC 95%	- 0,22 a 0,53	
D3	Average	5,35 mm	5,30 mm
	DP	0,48	0,41
	p	0,66	
	IC 95%	- 0,18 a 0,28	
D4	Average	12,7 mm	13 mm
	DP	0,9	0,68
	p	0,2	
	IC 95%	- 0,90 a 0,20	

Table 2. Mean resistivity (IR) values of the left and right external ophthalmic arteries of agoutis (*Dasyprocta prymnolopha*), Teresina, PI, Brazil

Variable	Right eyeball	Left eyeball
Average	0,4305	0,4258
DP	0,0390	0,0387
p	0,4076	
IC 95%	- 2,7332 a 2,1763	

CAPÍTULO II

Valores ecobiométricos e índice de resistividade da artéria oftálmica externa em catetos

(*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758)

Sabrina B. Araujo, Flávio R. Alves, Gerson T. Pessoa, Renan P. de Sá Rodrigues, Laécio S.

Moura, Andrezza B. Soares da Silva e Almir P. de Souza

Trabalho a ser submetido ao Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia

**Valores ecobiométricos e índice de resistividade da artéria oftálmica externa em catetos
(*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758)**

*[Ecobiometric values and resistivity index of the external ophthalmic artery in collared peccaries (*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758)]*

Sabrina Barros Araujo^{1*}, discente pós-graduação Universidade Federal de Campina Grande, 0000-0001-6034-7362

Flávio Ribeiro Alves, docente Universidade Federal do Piauí, 0000-0002-4935-3486

Gerson Tavares Pessoa, docente UNINASSAU, Teresina, PI, 0000-0002-6285-404X

Renan Paraguassu de Sá Rodrigues, discente pós-graduação Universidade Federal do Piauí, 0000-0002-8108-4969

Laecio da Silva Moura, discente pós-graduação Universidade Federal do Piauí, 0000-0002-6070-2763

Andrezza Braga Soares da Silva, discente pós-graduação Universidade Federal do Piauí, 0000-00026569-5515

Almir Pereira de Souza, docente Universidade Federal de Campina Grande, 0000-0002-8587-5724

Autor para correspondência: E-mail*sabrina_vet@yahoo.com.br

**Valores ecobiométricos e índice de resistividade da artéria oftálmica externa em catetos
(*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758)**

*[Ecobiometric values and resistivity index of the external ophthalmic artery in collared peccaries (*Tayassu tajacu* Linnaeus, 1758)]*

RESUMO

Foram avaliados ultrassonograficamente pela via transpalpebral vinte e oito bulbos oculares de quatorze catetos adultos, adicionalmente foi realizado o estudo hemodinâmico da artéria oftálmica externa pela técnica de Doppler colorido, houve padronização da técnica de exame empregada. Os dados coletados foram analisados estatisticamente pelo programa Bioestat 5.0 for Windows, adotando-se 5% de significância. Com a metodologia empregada obtiveram-se os seguintes valores para o globo ocular direito e esquerdo, respectivamente D1: $1,72 \pm 0,29$ mm e $1,76 \pm 0,40$ mm; D2: $9,95 \pm 1,08$ mm e $10,6 \pm 0,99$ mm; D3: $7,42 \pm 0,93$ mm e $7,45 \pm 0,72$ mm e D4: $17,6 \pm 0,78$ mm e $17,8 \pm 0,59$ mm. Os valores médios do índice de resistividade da artéria oftálmica externa foram $0,435 \pm 0,02$ e $0,448 \pm 0,02$ (globo ocular direito e esquerdo respectivamente). Não houve diferença estatística quanto aos antímeros oculares em nenhum dos parâmetros estudados. Conclui-se que a ecobiometria ocular e a dopplerfluxometria da artéria oftálmica na espécie *Tayassu tajacu* é executável e reprodutível, desde que haja domínio do examinador em relação à anatomia e técnica adequada. Os valores inferidos neste estudo servem de referência para médicos veterinários no diagnóstico de doenças oculares.

Palavras-chave: porco do mato, olho, hemodinâmica, ultrassonografia

ABSTRACT

Twenty-eight ocular bulbs of fourteen adult catheters were ultrasonographically evaluated through the transpalpebral approach. Additionally, the hemodynamic study of the external ophthalmic artery was performed using the color Doppler technique. The collected data were statistically analyzed by the Bioestat 5.0 for Windows program, adopting 5% of significance. With the methodology employed, the following values were obtained for the right and left eyeballs, respectively D1: 1.72 ± 0.29 mm and 1.76 ± 0.40 mm; D2: 9.95 ± 1.08 mm and 10.6 ± 0.99 mm; D3: 7.42 ± 0.93 mm and 7.45 ± 0.72 mm and D4: 17.6 ± 0.78 mm and 17.8 ± 0.59

mm. The mean resistivity index values of the external ophthalmic artery were 0.435 ± 0.02 and 0.448 ± 0.02 (right and left eyeball respectively). There was no statistical difference regarding ocular antimers in any of the studied parameters. It is concluded that ocular echobiometry and ophthalmic artery Doppler flowmetry in *Tayassu tajacu* species is executable and reproducible, provided there is an examiner's domain regarding the anatomy and proper technique. The values inferred in this study serve as a reference for veterinarians in the diagnosis of eye diseases.

Keywords: bush pig, eye, hemodynamics, ultrasound

INTRODUÇÃO

Dentre os sentidos, a visão é crucial para sobrevivência dos animais, principalmente os de vida livre, e alterações na acuidade visual podem dificultar ou impossibilitar a busca por alimentos, à locomoção e a defesa contra predadores. Sendo assim, a Oftalmologia Veterinária preocupa-se constantemente em promover uma visão o mais próximo possível da emetropia, buscando melhorar a qualidade de vida das espécies (Monteiro e Allemann, 2001; Harrington *et al.*, 2013; Barros *et al.*, 2016).

São inúmeras as técnicas para diagnósticos de patologias oftálmicas, dentre elas, a ultrassonografia que utiliza os ecos que são produzidos pelas reflexões das ondas sonoras para análise de estruturas. Devido a sua composição, o globo ocular é uma excelente interface acústica para estudos ultrassonográficos, permitindo a detecção de diversas alterações oculares (Monteiro e Allemann, 2001; Carvalho *et al.*, 2009).

A ecobiometria ocular foi descrita em espécies domésticas e em algumas silvestres, tais como chinchilas, gatos, coelhos, coruja, capivaras e o macaco bugio-ruivo (Montiani-Ferreira *et al.*, 2008; Lima *et al.*, 2010; Squarzoni *et al.*, 2010; Toni *et al.*, 2010; Mirshahi *et al.*, 2014; Souza *et al.*, 2018). Soma-se aos estudos ecobiométricos, a utilização do Doppler colorido, que embora seja recente na Medicina Veterinária é de grande interesse por permitir estudos hemodinâmicos, como condições de fluxo e mensurações de velocidade, caracterizando a impedância vascular (Diniz *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2009).

Tendo em vista a sensibilidade e a importância da ultrassonografia, dentro do contexto acima apresentado, objetivou-se com esse estudo verificar se a ultrassonografia em modo B pela via transpalpebral permite a identificação das estruturas anatômicas oculares, avaliando a presença de artefatos e de fatores limitantes, bem como determinar valores presumidamente

normais da ecobiometria e do índice de resistividade da artéria oftálmica externa em catetos (*Tayassu tajacu*).

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido após expressa autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), sob número de registro nº 467/18, e aprovação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), número 61038-1.

Os animais utilizados foram provenientes do Núcleo de Estudos e Preservação de Animais Silvestres (NEPAS) do Centro de Ciências Agrárias (CCA)/UFPI, que se trata de um criatório científico autorizado pelo IBAMA (02/08-618), que objetiva o fomento da pesquisa envolvendo animais que habitam a região. O alojamento dos animais no NEPAS é em baias coletivas, recebem diariamente dieta formulada pelo veterinário responsável e a ingestão de água é *ad libitum*.

A coleta dos dados da pesquisa foi realizada no Núcleo de Diagnóstico por Imagem Veterinário Especializado (NUDIVE) do CCA/UFPI. Previamente, como critério de exclusão, todos os animais foram submetidos a exame clínico e oftálmico para verificar a integridade anatômica do globo ocular e o seu estado geral. Apenas animais hípidos e fêmeas não prenhes foram incluídos no estudo. Assim, foram utilizados vinte e oito bulbos oculares de 14 animais da espécie *Tayassu tajacu*, sendo seis machos e oito fêmeas. Os animais foram capturados com auxílio de puçá e mantidos nas baias para realização do jejum alimentar de 12 horas e hídrico de duas horas para a posterior sedação.

Para a realização dos exames foi realizada contenção química dos animais com aplicação por via intramuscular de uma associação de cloridrato de cetamina em solução a 5% (15 mg/kg) e midazolam (1 mg/kg), como preconizado na literatura (Moura *et al.*, 2019). A ação dos fármacos ocorreu cerca de dez minutos após a aplicação, e teve uma duração média de 30 a 40 minutos, sem necessidade de reaplicação ou intercorrências.

Foi realizada a técnica ultrassonográfica pela via transpalpebral [4], com um transdutor convexo multifrequencial 5 – 8 MHz (C8-5), conectado a aparelho de ultrassonografia (Philips® HD15). Todos os registros foram iniciados pelo bulbo ocular esquerdo e as medidas realizadas pelo mesmo examinador. Após identificar as estruturas, foram mensuradas as distâncias em milímetros (mm) da espessura da câmara anterior (distância entre a córnea e a

cápsula anterior do cristalino – D1), espessura do cristalino (distância entre a cápsula anterior e posterior do cristalino – D2), espessura da câmara vítrea (distância entre a cápsula posterior do cristalino e a interface vítreo-retiniana – D3) e o comprimento axial do bulbo ocular (distância da córnea e a parede posterior do bulbo ocular – D4). Os valores das medidas foram obtidos a partir de três mensurações consecutivas em cada olho (Fig. 1).

A artéria oftálmica externa foi identificada por coloração Doppler na topografia do nervo óptico, e um ângulo paralelo ao fluxo foi usado para obter o índice de resistividade. Foram ajustadas as escalas de velocidade, adequando as frequências de repetição de pulso para posterior aquisição do espectro de onda Doppler. Todas as medidas foram calculadas automaticamente pelo software próprio do equipamento de ultrassonografia (Fig. 2).

Os dados coletados foram analisados no programa Bioestat 5.0 for Windows. Inicialmente foi testada a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk, para cada parâmetro, posteriormente foi realizado o teste T pareado, adotando-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

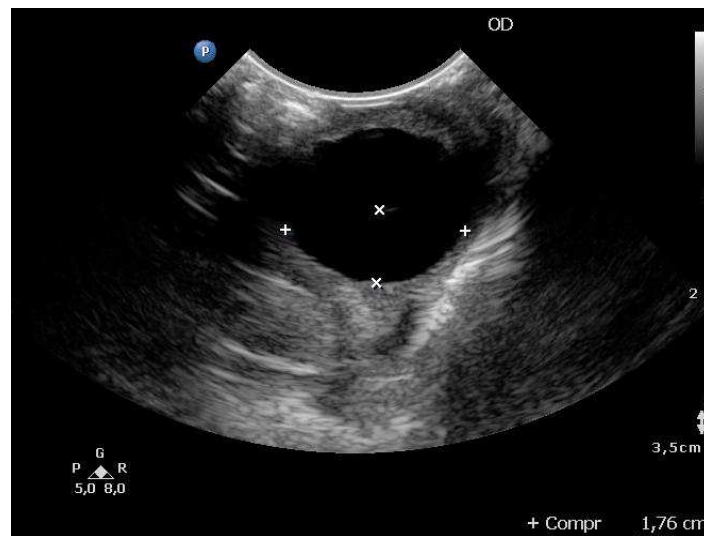


Figura 3. Imagem ultrassonográfica em modo-B representando as características do bulbo ocular da espécie *Tayassu tajacu*. Marcadores indicam a espessura e o comprimento da câmara vítrea.

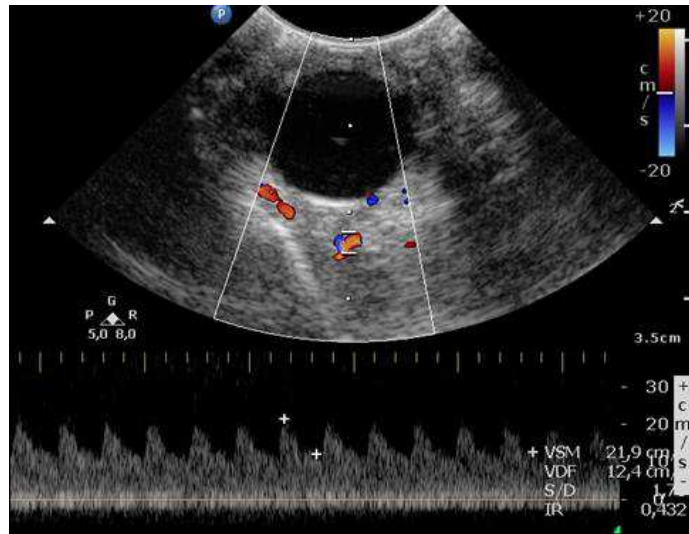


Figura 4. Imagem ultrassonográfica em modo B representando as características do fluxo vascular da artéria oftálmica externa para obtenção do valor do índice de resistividade na espécie *Tayassu tajacu*

RESULTADOS

O protocolo utilizado para a contenção química foi satisfatório, permitindo a execução do exame sem intercorrências. Após dez minutos após a administração da associação dos fármacos os animais semi rotacionaram o globo ocular, sendo assim foram executadas manobras de angulação do transdutor para obtenção de imagens com qualidade satisfatória.

Os dados obtidos com o exame ultrassonográfico ocular dos catetos (*Tayassu tajacu*) apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk. No teste T pareado para as medidas oculares, não houve diferença estatística nos valores biométricos para os antímeros direito e esquerdo. A Tab. 1 descreve os valores da ecobiometria ocular obtidos. A correlação do comprimento axial com a espessura da lente resultou numa relação de 1:1,76.

Tabela 3. Valores médios, desvio-padrão (DP), valor de p (bilateral) e intervalo de confiança (IC 95%) para as medidas dos olhos direito e esquerdo de catetos (*Tayassu tajacu*), em milímetros (mm), espessura da câmara anterior (D1), espessura do cristalino (D2), espessura da câmara vítrea (D3) e comprimento axial (D4), obtidos através de ultrassonografia bidimensional, Teresina, PI, Brasil.

	Variável	Globo ocular direito	Globo ocular esquerdo
	Média	1,72 mm	1,76 mm
D1	DP	0,29	0,40
	p	0,79	
	IC 95%	- 0,31 a 0,24	
	Média	9,95 mm	10,6 mm
D2	DP	1,08	0,99
	p	0,09	
	IC 95%	- 1,48 a 0,13	
	Média	7,42 mm	7,45 mm
D3	DP	0,93	0,72
	p	0,94	
	IC 95%	-0,67 a 0,62	
	Média	17,6 mm	17,8 mm
D4	DP	0,78	0,59
	p	0,80	
	IC 95%	- 0,60 a 0,47	

Os testes estatísticos empregados (Shapiro-Wilk e T pareado) não demonstraram diferença entre os globos oculares direito e esquerdo em relação aos parâmetros de dopplerfluxometria e índice de resistividade da artéria oftálmica (Tab. 2), com valor de t crítico bilateral maior do que o nível de significância (0,05).

Tabela 4. Valores médios do índice de resistividade (IR) da artéria oftálmica externa direita e esquerda de catetos (*Tayassu tajacu*), Teresina, PI, Brasil.

	Globo ocular direito	Globo ocular esquerdo
Média	0,435	0,448
DP	0,02	0,02
p	0,19	
IC 95%	- 0,034 a 0,007	

DISCUSSÃO

Com o avanço da oftalmologia veterinária e a utilização de técnicas e equipamentos sofisticados para o tratamento de enfermidades intra e extraoculares, são necessárias técnicas de diagnóstico eficazes, a ultrassonografia ocular caracteriza-se pela não invasividade e simplicidade operacional. A literatura relata a preconização do uso de transdutores com alta frequência, devido à disposição anatômica e superficialidade das estruturas oculares resultando em melhor resolução de imagem. Neste estudo a frequência de 8 MHz permitiu a realização da ecobiometria nos catetos. Uma frequência similar (7,5 MHz) foi utilizada na caracterização do olho da capivara, não sendo descritas limitações na qualidade e resolução para as mensurações ecobiométricas (Montiani-Ferreira *et al.*, 2008). Os dados obtidos com essa pesquisa foram obtidos por mensuração direta das estruturas oculares, empregando-se um examinador único, seguindo-se a mesma metodologia em todos os animais.

Como protocolo para a contenção química dos animais utilizou-se cloridrato de cetamina e midazolam, segundo a literatura esta associação produz efeito que permite uma contenção adequada com facilidade de manipulação, além de ser amplamente empregada para anestesia e como medicação pré-anestésica em animais de pequeno porte, pois proporciona segurança, mínimo efeito depressor e rápida recuperação (Moura *et al.*, 2019). Como efeito adverso do protocolo empregado os catetos apresentaram semi-rotação do globo ocular, foram necessárias manobras de angulação do feixe sonoro do transdutor para a obtenção de imagens ultrassonográficas nos planos axial e transversal com qualidade satisfatória para o estudo.

Um estudo comparativo entre a contenção por método físico com a utilização de puçá e a contenção por método químico com dardos anestésicos contendo solução com cetamina, xilazina e diazepam em catetos, concluiu-se que a tranquilização química reduz os parâmetros indicadores de estresse e facilita o manejo dos animais. Na realização de estudos ultrassonográficos a contenção física é inviável tendo em vista os riscos inerentes ao

temperamento do animal, bem como a impossibilidade de mantê-los imóveis para realização do exame; já o protocolo anestésico descrito pelos autores pode ser adotado como opção para a realização da ultrassonografia oftálmica em catetos, tendo em vista que foi seguro e não ocasionou alterações no posicionamento do globo (Batista *et al.*, 2009).

Foram utilizados no estudo catetos machos e fêmeas adultos, avaliando-se os dois olhos, o que permitiu a determinação de possíveis variabilidades dos resultados, quanto ao sexo e a lateralidade, o que não foi encontrado, corroborando com os achados descritos na literatura (Squarzoni *et al.*, 2010; Toni *et al.*, 2010; Barros *et al.*, 2016).

Os olhos podem ser classificados considerando o seu comprimento axial na oftalmologia humana, em olhos extremamente curtos (comprimento axial abaixo de 18 mm) e curtos (comprimento axial de 18 mm a 22 mm) (Narvaéz *et al.*, 2006). Ao atribuir este critério nesse estudo, nota-se que os olhos dos catetos são extremamente curtos, similares aos olhos do miniporco e coelho (Toni *et al.*, 2010; Barros *et al.*, 2016). Outras espécies como corujas ($24 \pm 0,86$ mm), capivaras ($22,10 \pm 1,71$ mm), felinos ($20,91 \pm 0,53$ mm) e cães ($20,43 \pm 1,48$ mm) possuem olhos curtos de acordo com o comprimento axial (Gaiddon *et al.*, 1991; Gilger *et al.*, 1998; Montiani-Ferreira *et al.*, 2008; Squarzoni *et al.*, 2010).

Os valores da espessura da câmara anterior dos bulbos oculares dos catetos foram $1,72 \pm 0,29$ mm e $1,76 \pm 0,40$ mm (globo ocular direito e esquerdo, respectivamente), não existindo diferença entre os antímeros. Nas mensurações oculares de macacos rhesus adultos encontrou-se valores médios superiores, esta divergência pode ser justificada pelo peso da espécie comparada ser superior ao da utilizada nesse estudo (Fernandes *et al.*, 2003).

A espessura do cristalino teve valor de $9,95 \pm 1,08$ mm e $10,6 \pm 0,99$ mm (globo ocular direito e esquerdo, respectivamente), inferior ao descrito em seres humanos ($4,24 \pm 0,06$ mm) e capivaras ($7,41 \pm 0,7$ mm), em diferentes espécies de cervídeos da fauna brasileira (média 10 mm) são descritos valores similares aos encontrados neste estudo (Hoffer, 1980; Montiani-Ferreira *et al.*, 2008; Crivelaro, 2014).

A espessura da câmara vítrea dos catetos teve os seguintes valores $7,42 \pm 0,93$ mm e $7,45 \pm 0,72$ mm (olho direito e esquerdo, respectivamente), em miniporcos, embora os animais tenham um porte inferior ao da espécie supracitada é relatada uma média superior ($9,39 \pm 0,55$ mm) para este segmento do bulbo ocular (Barros *et al.*, 2016).

Correlacionando a espessura da lente com o comprimento axial do globo ocular em catetos, nota-se uma relação de 1: 1,76, conferindo-lhes a característica anatômica de olhos pequenos com uma lente grande, assim como em roedores (Mutti *et al.*, 1998; Bantseev *et al.*, 2004; Lima *et al.*, 2010). Essa lente com um formato mais esférico aumenta o poder óptico

especialmente para perto, pois há uma redução da tração sofrida pelos ligamentos suspensores causada pela contração dos músculos ciliares, é uma particularidade importante para a espécie aumentado à visibilidade, especialmente na procura por alimentos.

São escassos na medicina veterinária dados sobre a anatomia vascular do bulbo ocular, dessa forma este estudo seguiu as orientações anatômicas ultrassonográficas de trabalhos realizados em humanos (Diniz *et al.*, 2004).

A caracterização ultrassonográfica da artéria oftálmica externa em catetos foi dificultosa, assim como a obtenção do traçado espectral, pois os animais após aplicação do protocolo anestésico semi rotacionaram o globo ocular. Foram necessárias manobras de posicionamento do transdutor para obtenção de um ângulo adequado para as mensurações. No bugio ruivo (*Allouata fusca*), os pesquisadores também relataram dificuldade para obtenção do traçado espectral da artéria oftálmica (Souza *et al.*, 2018). A artéria oftálmica externa em catetos demonstrou uma baixa resistência, característica esperada por se tratar de um vaso com fino calibre, os valores do índice de resistividade $0,435 \pm 0,02$ e $0,448 \pm 0,02$ (globo ocular direito e esquerdo, respectivamente). Em macacos-prego ($0,71 \pm 0,03$) são relatados valores superiores para o índice de resistividade da artéria oftálmica (Rodas, 2014).

Em seres humanos é descrita uma correlação entre a idade e o fluxo orbital, devido o aumento da pressão arterial, a diminuição do lúmen ou o enrijecimento da parede de vasos peribulbares (Williamson *et al.*, 1995; Diniz *et al.*, 2004). Nesse estudo todos os catetos apresentaram uma onda forte, mas não foi possível mensurar a influência dessa variável para a espécie, pois embora todos os animais fossem adultos, os mesmos tinham procedência variada não sendo possível realizar uma estimativa da faixa etária com exatidão.

CONCLUSÕES

É possível inferir que a metodologia empregada nesse estudo é viável e reprodutível, sendo de fácil acesso, quando comparada a outros recursos de diagnóstico. Recomenda-se a utilização de outro protocolo anestésico afim de, minimizar os efeitos adversos a obtenção das imagens ultrassonográficas do globo ocular em catetos. Não foram observados artefatos limitantes. Os resultados obtidos neste estudo servirão de referência para estudos futuros e para a clínica de animais silvestres, auxiliando no diagnóstico de afecções oculares.

REFERÊNCIAS

- BANTSEEVV V.; ORIOWO O.M.; GIBLIN F.J. *et al.* Effect of hyperbaric oxygen on guinea pig lens optical quality and on the refractive state of the eye. *Experimental Eye Research*, 78:925-931, 2004.
- BARROS R.; RODRIGUES A.C.R.; GUBERMAN U.C. *et al.* Mensurações do bulbo ocular e cálculo do poder diotrópico da lente intraocular de miniporcosp. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68(1): 141-146. 2016.
- BATISTA J.S.; BEZERRA F.S.B.; AGRA E.G.D. *et al.* Efeitos da contenção física e química sobre os parâmetros indicadores de estresse em catetos (*Tayassu tajacu*). *Acta Veterinaria Brasília*, 3(2): 92-97, 2009.
- CARVALHO C.F.; DUPRÉ A.S.A.; PEREZ R.B. Ultrassonografia doppler ocular. In: Carvalho C.F. *Ultrassonografia Doppler em Pequenos Animais*, Roca, São Paulo. 152-157, 2009.
- CRIVELARO, R.M. Parâmetros oftálmicos em diferentes espécies de cervídeos brasileiros mantidos em cativeiro. 2014. 95f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária) - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP.
- DINIZ A.L.D.; MARON A.F.; SANTOS M.C.; SASS N. Dopplervelocimetria colorida dos vasos orbitais: técnica de exame e anatomia vascular normal. *Radiologia Brasileira*, 37(4):287-290, 2004.
- FERNANDES A.; BRADLEY D.V.; TIGGES M. *et al.* Ocular measurements throughout the adult life span of rhesus monkeys. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 44 (6): 2373–2380, 2003.
- GAIDDON J.; ROSOLEN S.G.; COOK C.S.; PEIFFER JUNIOR R. Use of biometry and keratometry for determining optimal power for intraocular lens implant in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 52(6):781-783, 1991.
- GILGER B.C.; DAVIDSON M.G.; HOWARD P.B. Keratometry, ultrasonic biometry, and prediction of intraocular lens power in the feline eye. *American Journal of Veterinary Researc*, 59(2):131-134, 1998.

- HARRINGTON J.T.; MCMULLEN R.J.; CLODE A.B.; GILGER B.C. Phacoemulsification and +14 diopter intraocular lens placement in a saddlebred foal. *Veterinary Ophthalmology*, 16:140-148, 2013.
- HOFFER K.J. Biometry of 7500 cataractous eyes. *American Journal of Ophthalmology*, 90(3):360-368, 1980.
- LIMA L.; MONTIANI-FERREIRA F.; TRAMONTIN M.H. *et al.* The chinchila eye: morphologic observations, echobiometric findings and reference values for selected ophthalmic diagnostic tests. *Veterinary Ophthalmology*, 13: 14-25, 2010.
- MONTEIRO E.L.; ALLEMANN N. Biometria óptica. *Arquivo Brasileiro de Oftalmologia*, 64:367-370, 2001.
- MONTIANI-FERREIRA F.; TRUPPEL J.; TRAMONTIN M.H. *et al.* The capibara eye: clinical tests, anatomic and biometric features. *American College of Veterinary Ophthalmologists*, 11(6):386-394, 2008.
- MOURA L.S.; RODRIGUES R.P.S.; SILVA A.B.S. *et al.* Echocardiographic reference ranges for sedated healthy peccaries (*Tayassu tajacu*, Linnaeus, 1758). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71: 01-08, 2019.
- MIRSHAHI A.; SHAFIGH S.H.; AZIZZADEH M. Ultrasonographic biometry of the normal eye of the Persian cat. *Australian Veterinary Journal*, 92(7):246-249, 2014.
- MUTTI D.O.; ZADNIK K.; MURPHY C.J. The effect of continuous light on refractive error and the ocular components of the rat. *Experimental Eye Research*, 67:631-636, 1998.
- NARVAÉZ 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 & Refractive Surgery*, 32(12): 2050-2053, 2006.
- RODAS, N.R. Biometria ocular ultrassonográfica e dopplerfluxometria das artérias oftálmica interna e central da retina em macaco-prego (*Sapajus spp.*). 2014. 93f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária e Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP.

SOUZA L.P.; MERLINI N.B.; BORTOLINI Z. *et al.* Aspectos ultrassonográficos e dopplerfluxometria ocular no bugio ruivo (*Allouata fusca*). *Pesquisa veterinária brasileira*, 38(5): 1005-1013, 2018.

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

TONI M.C.; MEIRELLES A.E.W.B.; GAVA F.N. *et al.* Rabbit's eye globe sonographic biometry. *Veterinary Ophthalmology*, 13(6):384-386, 2010.

WILLIAMSON, T.H.; LOWE, G.D.; BAXTER G.M. The influence of age, systemic blood pressure, smoking and blood viscosity on orbital blood velocities. *Britanic Journal Ophthalmology*, 79(1):17-22,1995.

CAPITULO III

Ultrasound diagnosis of agouti cataract (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831) - Case report

Sabrina B. Araujo, Flávio R. Alves, Gerson T. Pessoa, Renan P. de Sá Rodrigues, Laecio S. Moura, Andrezza B. Soares da Silva e Almir P. de Souza

Trabalho a ser submetido à Acta Scientiae Veterinariae

Ultrasound diagnosis of agouti cataract (*Dasyprocta prymnolopha* Wagler, 1831) - Case report

Sabrina Barros Araujo¹, Flávio Ribeiro Alves², Gerson Tavares Pessoa³, Renan Paraguassu de Sá Rodrigues², Laecio da Silva Moura², Andrezza Braga Soares da Silva² & Almir Pereira de Souza¹

¹Postgraduate in Animal Science and Health, Federal University of Campina Grande (UFCG), University Avenue, Patos, PB, 58708-110, Brazil. CORRESPONDENCE: S.B.Araujo [sabrina_vet@yahoo.com.br-Tel.: (86) 99922-3630]. ²Postgraduate Program in Technologies Applied to Animals of Regional Interest, Federal University of Piauí (UFPI), Ministerio Petrônio Portela Campus, Ininga District, Teresina, PI, 64049-550, Brazil.³UNINASSAU, Avenida Jockey Club, 710, Jockey Quarter, Teresina, PI, 64049-240.

ABSTRACT

The term Cataract is a designation applied to a condition that affects humans and animals, characterized by some degree of opacity in the lens. Among the diagnostic features, ocular ultrasound has high sensitivity. This paper aims to report a case of cataract diagnosed with the aid of ultrasound in an agouti (*Dasyprocta prymnolopha*). The animal presented isolation, difficulty walking and bilateral opacity in the eyeball. By performing B-mode ocular ultrasound, an increase in bilateral intralenticular echogenicity was observed with posterior lens reinforcement, without additional changes. It is noted that this technique is efficient for the diagnosis of Cataracts in wild as well as domestic species, being reliable and with high accuracy.

Keywords: opacification, wild, diagnosis, eye, ultrasound.

INTRODUCTION

In the past years there has been exponential growth with the health of wild animals, so it becomes really necessary for specialties to be prepared for the most diverse diagnostic approaches [2,8,11].

Among the diagnostic resources in Veterinary Medicine, ocular ultrasound has a high sensitivity to confirm conditions that affect the ocular bulb and its attachments, helping the ophthalmologist to guide the therapeutic conduct, clinical and / or surgical follow-up. It has a

high accuracy even when there is opacity of the means of transmission, the situation that makes the direct evaluation of intraocular structures impracticable. Since its discovery, this diagnostic technique has been changed and its ophthalmic application has been gradually increasing. In addition to this diagnostic technique, it is a positive feature that it is a painless and noninvasive exam [3,11,12].

From the ocular structures, the lens is biconvex, transparent and avascular, which anterior surface is flatter than the posterior one. It requires oxygen and metabolites for the maintenance and continuous production of lenticular cells, as well as for maintaining capsular elasticity and lenticular transparency. It works like a lens that lets you focus light on the retina, enabling you to produce a clear and sharp image; besides being responsible for the delicate adjustment for objects with different distances. To have adequate quality it is essential the transparency of the eye components, since they must be crossed by light rays, without significant energy losses [8,10].

Lens opacifications may occur in any species and be congenital or acquired. It is a condition that progressively blocks the retina's ability to perceive images, colors and light. Causes of opacification include intra and intercellular fiber hydration, presence of pigments, protein configuration variations and decreased energy potential [4,8].

Based on the knowledge about the sensitivity of ultrasound in the ophthalmic evaluation, the objective of this report was to describe the ocular characteristics of bilateral cataracts present in an agouti (*Dasyprocta prymnolopha*), correlating them with the characteristics evidenced in domestic species.

CASE REPORT

The case was referred to the Specialized Veterinary Diagnostic Imaging Center (NUDIVE) of the Center for Agricultural Sciences of the Federal University of Piauí (CCA / UFPI), an adult female of the species *Dasyprocta prymnolopha*, from the Wildlife Studies and Preservation Center (NEPAS)/CCA/UFPI, a scientific breeding facility authorized by IBAMA (Registration Certificate/PI N°. 02/08-618), which aims to promote research involving animals that live in region.

The keeper of the scientific breeding noticed that the animal had isolation and difficulty walking. On inspection, diffuse opacity of the bilateral lens was observed and, to complement the findings, ophthalmic ultrasound was performed. As methodology for this exam were the criteria of the Association for Research in Vision and Ophthalmology [1].

Initially the agouti (*Dasyprocta prymnolopha*) was captured with the aid of a puçá and kept in the bay for a 12-hour fasting and a 2-hour water fasting, at the end of the estimated time, sedation was performed to perform the ultrasound examination.

As an anesthetic protocol a combination of ketamine hydrochloride, at a dose of 40mg/kg/intramuscular and xylazina hydrochloride, at a dose of 1mg/kg/intramuscular was used. Anesthetic induction was devoid of adverse incidents such as apnea, arousal and emesis. The action of the drugs occurred about ten minutes after application, and lasted 30 to 40 minutes, with no need for reapplication or complications. After verifying the sedative effect of the drugs used, the animal was positioned on the examination table in sternal decubitus, for the ultrasound examination. To this end, the eyes were cleaned with gauze moistened with 0.9% saline solution. The transpalpebral technique was adopted with a 5-8 MHz (C8-5) multi-frequency convex transducer, connected to an ultrasound device, and scanning by the left eyeball, axial (vertical and horizontal), transverse and longitudinal ultrasound sections were performed using the methodology described in the literature [11].

During the B-mode ultrasound examination, the agouti showed increased bilateral intralenticular echogenicity with posterior lens reinforcement (Figure 1 and 2). There were no ultrasound signs of lens dislocation or subluxation, changes in the anterior and posterior chamber, total or partial retinal detachment, and the echogenicity and echotexture of the optic nerve were within normal limits.

DISCUSSION

Ultrasound is a safe and efficient diagnostic resource for ocular evaluation, even when there are limitations on physical examination. It is not able to determine potential visual acuity, but it allows the diagnosis of eventual anatomical changes of the posterior ocular segment, determining the degree of lesion development, being an important preoperative examination [7,11,12]. Due to its accuracy, specificity and diagnostic efficiency for some eye disorders, ultrasound examination was used as a diagnostic tool in an agouti (*Dasyprocta prymnolopha*).

In the ocular ultrasound examination of the agouti, an increase in intralenticular echogenicity was observed, an aspect compatible with bilateral cataract. This designation is applied to any lens opacity, focal or diffuse [6]. This condition is a major cause of visual impairment in animals. To perform the examination in agouti the requirements recommended in human medicine were obeyed, making an analogy of the eyeball in the form of a clock

[5,11]. For ultrasound visualization of the lens, the reference was the distance from anterior to posterior capsule, there was no difficulties in obtaining the image [9].

In the present report, it was not possible to accurately determine the origin of the cataract, since exams that would complement the diagnosis were not performed, characteristics such as epidemiological data and sonographic aspects helped in its classification. It is estimated that the probable cause of cataract in an agouti was senility, since it was in the age group of five to six years old. Literary data in domestic species state that animals over the age of eight may develop senile cataract, which is usually preceded by nuclear sclerosis [4,11].

Regarding the location in the lens, the ultrasound examination showed an increase in diffuse and bilateral intralenticular echogenicity, which refers to the capsular cataract [3,6]. Additionally, it was noted that the aspects and stage of development, the cataract was of the mature type, for the lens was completely opaque. Physiologically, the light beams, on the cornea, focus on the retina, where photoreceptors turn them into nerve impulses that pass through the optic nerve to the optic chiasm and optic tract. Subsequently, they are transmitted to the lateral geniculate body and to the optic area in the occipital pole of the central nervous system, where interpretation will occur [4]. Thus, a tapetal reflex block and loss of visual acuity compromise the quality of life, being reflected through behavioral changes such as isolation and difficulty walking, as well as changes in eye appearance (white appearance) suggesting loss or impairment of visual acuity and /or ability [8].

Cataract is a condition with complex etiopathogenesis, and is considered one of the most frequent causes of visual loss in dogs, with no racial predisposition [4]. In free-living animals, especially wild animals, there were no estimates of its occurrence, since there is a difficulty in making the diagnoses, either due to aspects related to management or behavioral characteristics. To the agoutis are added to this, characteristics of the habitat itself, including aspects related to the food chain, as this species of rodents is a prey, and its life span may be short, often not reaching senility, a factor that is considered important and predisposing to the development of this condition. Thus, studies reporting the occurrence of cataracts in wild animals, as well as those that address complementary examination characteristics, are valuable tools for the design and success of therapies.

CONCLUSION

Given the described findings in this study, it can be concluded that ultrasound is efficient for the diagnosis of cataract in *Dasyprocta prymnolopha* species, as well as the

sonographic characteristics are similar to those described in other animal species and humans, and it can be inferred that It is a reliable and highly accurate diagnostic tool for the diagnosis of this condition in wild animals.

Declaration of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

REFERENCES

- 1 **Arvo.** 2016. Statement for the use of animals. In: Ophthalmic and Visual Research. 2016. Disponível em: <https://www.arvo.org/About/statement-for-the-use-of-animals-in-ophthalmic-and-vision-research/> acesso em: 20 de junho de 2018.
- 2 **Atta H.R.** 1999. New applications in ultrasound technology. *British Journal of Ophthalmology*. 83(13): 1246-1249.
- 3 **Corrêa Z.M.S, Goldhardt R., Marcon A.S. & Marcon I.M.** 2002. Achados ecográficos em pacientes com catarata total. *Arquivo Brasileiro de Oftalmologia*. 65(6): 609-613.
- 4 **Gomes M.C., Melo M.S., Vasconcelos R.H., Bezerra W.G.A. & Costa P.P.C.** 2017. Aspectos e estágios da catarata em cães – Revisão de Literatura. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 11(4): 456-471.
- 5 **Guthoff R.** 1883. História do diagnóstico por ultra-som. In: *Ultrassonografia em Oftalmologia*. Rio de Janeiro: Revinter, pp. 1-26.
- 6 **Laus J.L., Canola J.C., Mamede F.V., Almeida D.E., Godoy G.S., Oliveira C.J., Pontin K., Albuquerque S. & Alessi A.C.** 2003. Orbital cellulites associated whit *Toxocara canis* in dog. *Veterinary Ophthalmology*. 6(4): 333-336.
- 7 **Lopes D.C.S., Cabral L.A.R., Santos M.H., Melo M. & Costa P.P.C.** 2016. Catarata diabetogênica em cão jovem – Relato de caso. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*. 10(4): 742-753.
- 8 **Montiani-Ferreira F.** 2007. Oftalmologia. In: Cubas Z.S., Silva J.C.R., Catão-Dias J.L. *Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária*. São Paulo: Roca, pp. 1092-1104.
- 9 **Rodrigues Junior E.F.** 2008. Ultra-sonografia pré-cirúrgica da lente do segmento posterior de cães portadores de catarata. 53f. Jaboticabal, SP. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP.
- 10 **Slatter D.H.** 2005. Lente. In: *Fundamentos de Oftalmologia Veterinária*. São Paulo: Roca, pp. 409-439.
- 11 **Squarzoni R. & Carvalho C.F.** 2014. Ultrassonografia Ocular. In: Carvalho CF. *Ultrassonografia em Pequenos Animais*. São Paulo: Roca, pp. 359-383.

12 Tramontin M. H. 2010. Contribuição ultrassonográfica na avaliação de bulbos oculares de animais domésticos e selvagens. 67f. Curitiba, PR. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Paraná.

FIGURE LEGENDS

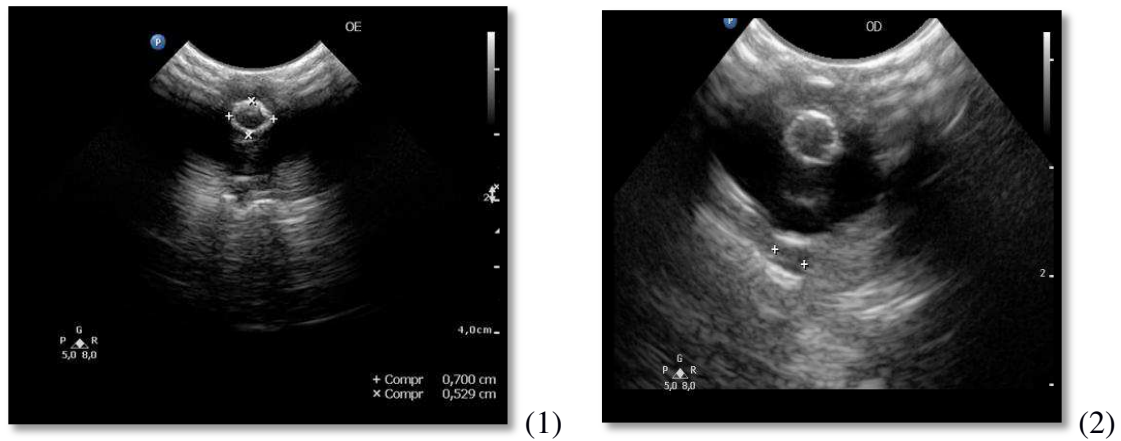


Figure 5. Ocular ultrasound of an agouti (*Dasyprocta prymnolopha*), female, adult. Ultrasound image of the left and right eyeballs (respectively) demonstrating increased intralenticular echogenicity. (1) Selected markers of left crystal thickness and length. (2) marker indicates optical right thickness.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos na pesquisa, segundo a metodologia empregada, foi possível concluir que:

- a ultrassonografia ocular é uma técnica de exame com execução simples e reprodutível para caracterização anatômica das estruturas, bem como para determinação de diversas afecções do globo ocular e órbita;
- a capacitação técnica do executor da ultrassonografia influencia diretamente na caracterização das estruturas oculares e na determinação de alterações;
- não foram observados artefatos ultrassonográficos limitantes para o estudo;
- os aspectos ultrassonográficos oftálmicos das espécies *Dasyprocta prymnolopha* e *Tayassu tajacu* são similares aos descritos em outras espécies domésticas e silvestres;
- os valores presumidamente normais inferidos com a ecobiometria nas espécies *Dasyprocta prymnolopha* e *Tayassu tajacu* servem como referência para médicos veterinários no diagnóstico e tratamento de afecções oculares;
- não foram observadas diferenças entre os antímeros oculares para as variáveis estudadas nas espécies supracitadas;
- a ultrassonografia ocular pode ser considerada eficaz para o diagnóstico de catarata na espécie *Dasyprocta prymnolopha*, com acurácia e características similares as descritas em outras espécies.

ANEXOS



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**



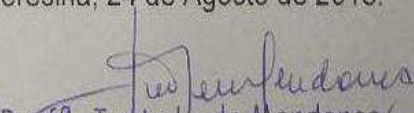
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bairro Ininga, Teresina, Piauí, Brasil, CEP: 64049-550
Telefone (86) 3215-5734 _e-mail: ceepi@ufpi.edu.br

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada “*Avaliação da ecobiometria ocular em modo B e dopplervelocimetria da artéria oftálmica em catetos (Tayassu tajacu) e cutias (Dasyprocta prymnolopha)*”, registrada nº 467/18, sob a responsabilidade do **Prof. Dr. FLÁVIO RIBEIRO ALVES do Departamento de Morfofisiologia Veterinária/CCA/UFPI** que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de Pesquisa Científica, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **Aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFPI) da Universidade Federal do Piauí, em Reunião na presente data **24/08/2018**.

Finalidade	() Ensino (X) Pesquisa Científica
Vigência da Autorização	Novembro/ 2018 à Dezembro/ 2019
Espécie/Linhagem/raça	1. Cutial/ <i>Tayassu tajacu</i> 2. Cateto/ <i>Dasyprocta prymnolopha</i>
Nº de Animais	1. 19 2. 14
Peso/ Idade	1. 2-6 anos 2. 2-6 anos
Sexo	Machos ou Fêmeas
Origem	Os animais utilizados serão oriundos do Núcleo de Estudos e Preservação de Animais Silvestres - NEPAS (Registro do IBAMA N°02/08-618.

Teresina, 24 de Agosto de 2018.


 Prof.^a Ivete L. de Mendonça
 Comitê de Ética em Experimentação Animal UFPI
 Coordenadora



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 61038-1	Data da Emissão: 14/11/2017 18:06	Data para Revalidação*: 14/12/2018
* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

Dados do titular

Nome: Flávio Ribeiro Alves	CPF: 640.655.533-34
Título do Projeto: Avaliação da ecobiometria ocular em modo B e dopplervelocimetria da artéria oftálmica em catetos (Tayassu tajacu) e cutias (Dasyprocta prymnolopha)	
Nome da Instituição : FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ	CNPJ: 06.517.387/0001-34

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Ensaio Piloto	01/2018	01/2018
2	Seleção dos Animais	01/2018	03/2018
3	Revisão de Literatura	01/2018	12/2018
4	Experimento	03/2018	06/2018
5	Ensaio de Imaginologia	03/2018	06/2018
6	Construção do Banco de Dados	01/2019	04/2019
7	Análise dos Dados	01/2019	05/2019
8	Revisão de Literatura	01/2019	10/2019
9	Confeção da Tese	01/2019	10/2019
10	Correções e Ajustes do Trabalho	07/2019	12/2019
11	Defesa da Tese	12/2019	12/2019

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica,