



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS

CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

LUCAS SANTOS MATOS

**ULTRASSONOGRAFIA MODO B APLICADA À OFTALMOLOGIA DE
PEQUENOS ANIMAIS: REVISÃO DE LITERATURA**

MOSSORÓ/RN

2023

LUCAS SANTOS MATOS

**ULTRASSONOGRAFIA MODO B APLICADA À OFTALMOLOGIA DE
PEQUENOS ANIMAIS: REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada a Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito parcial para a obtenção do título Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Dr. Carlos Eduardo Bezerra de Moura

Coorientador: Dr. João Marcelo Azevedo de Paula Antunes

MOSSORÓ/RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M433u Matos, Lucas Santos.
ULTRASSONOGRAFIA MODO B APLICADA À OFTALMOLOGIA
DE PEQUENOS ANIMAIS: REVISÃO DE LITERATURA /
Lucas Santos Matos. - 2023.
46 f. : il.

Orientador: Carlos Eduardo Bezerra de Moura.
Coorientador: João Marcelo Azevedo de Paula
Antunes.

Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Medicina
Veterinária, 2023.

1. Ultrassonografia ocular. 2. Técnica de
varredura. 3. Olho. 4. Cães. 5. Gatos. I. Moura,
Carlos Eduardo Bezerra de , orient. II. Antunes,
João Marcelo Azevedo de Paula, co-orient. III.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUCAS SANTOS MATOS

ULTRASSONOGRAFIA MODO B APLICADA À OFTALMOLOGIA DE PEQUENOS ANIMAIS: REVISÃO DE LITERATURA

Monografia apresentada a Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito do trabalho de conclusão de curso.

Orientador: Dr. Carlos Eduardo Bezerra de Moura

Co-orientador: Dr. João Marcelo Azevedo de Paula Antunes

Aprovado em: 11 de maio de 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 CARLOS EDUARDO BEZERRA DE MOURA
Data: 21/05/2023 09:19:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

M. V. Carlos Eduardo Bezerra de Moura, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 JOAO MARCELO AZEVEDO DE PAULA ANTUNES
Data: 22/05/2023 11:03:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

M. V. João Marcelo Azevedo de Paula Antunes, Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Documento assinado digitalmente
 CAROLINE COELHO ROCHA
Data: 22/05/2023 11:49:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

M. V. Caroline Coelho Rocha, Esp.
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço por ter saúde.

Agradeço por ter tido a oportunidade de estudar em uma Instituição Pública de Ensino Superior.

Agradeço a minha mãe por ter me dado todas as condições para estudar.

Agradeço ao Professor Dr. Carlos Eduardo por ter aceitado me orientar durante esse trabalho de conclusão de curso e ao Dr. João Marcelo por ter sido o meu orientador durante a graduação.

Agradeço a todos os docentes do curso de Medicina Veterinária por me guiar e ensinar sobre esse ofício.

Agradeço também aos atuais residentes e aos ex-residentes do setor de Diagnóstico por Imagem do HoVet-UFERSA por todas as orientações e paciência.

“Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.” - Gandalf.

Tolkien, J.R.R. O Senhor dos Anéis: A Sociedade do Anel. 1954.

RESUMO

A ultrassonografia ocular é um método diagnóstico não invasivo e seguro, que muitas vezes dispensa o uso da sedação ou a anestesia geral. A técnica consiste em aplicar o gel de acoplamento sobre o tradutor e em seguida posicioná-los sobre a córnea após instilada anestésico para uso oftálmico, ou sobre a pálpebra do paciente, para obter imagens bidimensionais a partir das interações dos feixes emitidos pelo transdutor com as interfaces teciduais. Transdutores com frequência de 7,5 a 20 MHz podem ser utilizados para avaliar as estruturas intraoculares e retrobulbares dos cães e gatos. O exame ecográfico pode auxiliar no diagnóstico e no acompanhamento de importantes alterações anatomopatológicas na oftalmologia como a catarata, luxação de lente, sub-luxação de lente, degeneração vítrea, descolamento de retina, glaucoma, uveíte, entre outros. O trabalho objetivou descrever a técnica utilizada para o exame de ultrassonografia ocular em modo B em cães e gatos, assim como a anatomia ocular aplicada ao exame ecográfico e as principais alterações anatomopatológicas que podem ser diagnosticadas e acompanhadas por estudos de imagística.

Palavras chave: Ultrassonografia ocular; Técnicas de varredura; Olho; Cães; Gatos.

ABSTRACT

Ocular ultrasonography is a non-invasive and safe diagnostic method that often does not require sedation or general anesthesia. The technique consists of applying the coupling gel on the probe and then positioning them on the cornea after the instilling anesthetic for ophthalmic use, or on the patient's eyelid, obtaining bidimensional images from the interactions of the beams emitted by the transducer with the tissue interfaces. Probes with a frequency of 7.5 to 20 MHz can be used to evaluate intraocular and retrobulbar structures in dogs and cats. Ultrasound examination can help in the diagnosis and monitoring of important anatomopathological changes in ophthalmology such as cataracts, lens luxation, lens subluxation, vitreous degeneration, retinal detachment, glaucoma, uveitis, among others. The aim of this study was to describe the technique used for the B-mode ocular ultrasonography examination in dogs and cats, the ocular anatomy applied to the ultrasound examination and the main anatomopathological changes that can be diagnosed and monitored by imaging studies.

Keywords: Ocular ultrasound; Scanning techniques; Eye; Dog; Cats.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Termos de direção relacionados ao bulbo do olho.	14
Figura 02 - Fotografia de lâmina histológica da córnea felina. A = Córnea; B = Estroma; C = Membrana de Descemet; D = Endotélio.	15
Figura 03 - Ilustração esquemática da anatomia do bulbo do olho (A) e imagem de ultrassonografia ocular transcorneal de cão adulto (B) com identificação das estruturas oculares. C = Córnea; C.A = câmara anterior; C.C = Corpo ciliar; L = Lente; L1 = Cápsula anterior da lente; L2 = Cápsula posterior da lente; C.V = Câmara vítrea; * = Complexo esclera-coróide-retina; N.O = Nervo óptico; G.O = Gordura retrobulbar; M.E = Músculos extraoculares.	16
Figura 04 - Imagem de ultrassonografia de bulbo do olho normal. I = Íris; C.C = Corpo ciliar; C.P = Câmara posterior; C.V = Câmara vítrea.	17
Figura 05 - A) Ilustração da organização das fibras da lente com sutura anterior em Y (1) e sutura posterior em Y invertido (2); B) Ilustração da estratificação de lente.	18
Figura 06 - Ilustração do bulbo do olho com a anatomia do vítreo.	19
Figura 07 - Ilustração da vascularização do bulbo do olho.	20
Figura 08 - Transdutor linear acoplado a uma almofada de afastamento.	22
Figura 09 - Gel de acoplamento aplicado em abundância em transdutor microconvexo (A) e posicionamento transcorneal com transdutor microlinear (seta amarela) com abundância de gel de acoplamento sobre a superfície ocular (seta vermelha).	23
Figura 10 - Cinemática da varredura em plano transversal (horizontal), com orientação do transdutor em 9 horas. A) Movimento ventral, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto; B) Movimento dorsal, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto.	24
Figura 11 - Cinemática da varredura em plano sagital (vertical), com orientação do transdutor em 12 horas. A) Movimento para a direita, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto; B) Movimento para a esquerda, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto.	25
Figura 12 - Ilustração do posicionamento do transdutor para cortes paraxiais paralelas em plano sagital. a) Posicionamento transcorneal do transdutor no olho esquerdo paraxial paralelo nasal (1), posicionamento no eixo axial ou eixo óptico (2) e posicionamento paraxial paralelo temporal (3). .	25

Figura 13 - Posicionamento do transdutor e direção do feixe para avaliação da íris e corpo ciliar, utilizando abordagens radial (A) e transversal (B).	26
Figura 14 - Transdutor posicionado caudal ao ligamento orbitário para avaliação de estruturas retrobulbar.	26
Figura 15 - Imagem de ultrassonografia ocular, com identificação dos pontos de mensuração das estruturas intraoculares como espessura da córnea (D1), espessura da câmara anterior (D2), espessura da lente (D3), espessura da câmara vítrea (D4) e do eixo óptico (D5). C = Córnea; C.A = Câmara anterior; L = Lente; C.V = Câmara vítrea; * = Complexo esclera-coróide-retina; G.O = Gordura retrobulbar.	27
Figura 16 - Imagem de ultrassonografia ocular em gato, com identificação das estruturas retrobulbar. D.O = Disco óptico; N.O = Nervo óptico; M.E = Músculos retratores do bulbo; G.O = Gordura orbital.	28
Figura 17 - Imagem de Doppler duplex de região retrobulbar. AR = Artérias retinianas; VRP = Veia retiniana posterior; ACL = Artéria ciliar longa; AOI = Artéria oftálmica interna.	29
Figura 18 - Imagem de Doppler triplex com <i>gate</i> posicionado na artéria oftálmica externa, com gráfico de fluxo parabólico laminar.	30
Figura 19 - Imagem de ultrassonografia ocular operando simultaneamente os modos bidimensional e amplitude. No gráfico, observa-se picos no gráfico de amplitude em comparação às estruturas com aumento da ecogenicidade presentes na córnea, cápsula anterior e posterior da lente, e no complexo esclera-coróide-retina e nervo óptico. C = Córnea; L1 = Cápsula anterior da lente; L2 = Cápsula posterior da lente; N.O = Nervo óptico; M.E = Músculo retrator do bulbo do olho; G.O = Gordura orbital.	31
Figura 20 - Imagem de ultrassonografia ocular em paciente canino com edema de córnea (seta amarela). C = Córnea; I = Íris; C.C = Corpo ciliar; L = Lente; C.V = Câmara vítrea;; N.O = Nervo óptico.	32
Figura 21 - Imagens de ultrassonografia ocular de cães com catarata em diferentes estágios de maturação. A) Catarata imatura, apresentando aumento da ecogenicidade na porção anterior do córtex e medula, e pequeno aumento de ecogenicidade em medula da porção posterior da lente; B) Catarata intumescente, apresentando aumento de ecogenicidade em toda a lente, bem como aumento no volume; C) Catarata hipermadura, apresentando aumento da ecogenicidade por toda a lente, redução do volume e a perda do aspecto liso da lente.	34
Figura 22 - Imagem de ultrassonografia de pacientes com luxação posterior de lente (A) e luxação anterior de lente (B) e subluxação de lente, com a seta amarela indicando o deslocamento da lente (C). C = Córnea; L = Lente; I = Íris; C.V = Câmara vítrea.	35

- Figura 23 - Imagens de ultrassonografia ocular de cães com degeneração vítrea. A) São observadas pontos ecóicos e pouco reflexivos no vítreo; B) Vítreo com pontos ecóicos pouco e reflexivos, com maior distribuição; C) Grande quantidade de pontos ecogênicos e muito reflexivos distribuídos uniformemente pelo vítreo, além de fina borda pré-retiniana sugestivo de descolamento de vítreo posterior (seta amarela). 37
- Figura 24 - Imagens de ultrassonografia ocular de pacientes com descolamento de retina parcial (A) e completo (B e C). As setas brancas nas imagens A, B e C indicam a retina descolada; a seta preta no na imagem C aponta para a retina fixada ao disco óptico. 38

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Valores de biometria ocular normal para gatos adultos braquicefálicos e não braquicefálicos.	44
Quadro 02 -	Valores de biometria ocular normal para cães adultos mesencéfalo (peso médio de 4,58 kg) braquicéfalos (peso médio de 5,85 kg) e dolicocefalos (peso médio de 7,67 kg).	44
Quadro 03 -	Valores de biometria ocular normais para cães adultos, agrupados a partir dos diâmetros fronto occipital e bizigomático.	45
Quadro 04 -	Valores de referência de normalidade dos índices hemodinâmicos de resistividade vascular (IR), índice de pulsatilidade (IP), velocidade diastólica final (VDF) e velocidade de pico sistólico (VPS).	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	ANATOMIA APLICADA À ULTRASSONOGRAFIA MODO B	14
2.1	Bulbo do olho	14
2.1.1	Córnea	14
2.1.2	Iris e corpo ciliar	16
2.1.3	Lente	17
2.1.4	Retina, coróide e esclera	18
2.1.5	Vítreo	19
2.1.6	Vascularização do bulbo	20
3	EXAME ECOGRÁFICO	20
3.1	Preparo do paciente	20
3.1.1	Anestesia para a técnica transcorneal	21
3.1.2	Posicionamento do paciente	21
3.2	Modo B	22
3.2.1	Técnica de varredura em modo B	23
3.2.2	Biometria ocular	27
3.2.3	Técnica de varredura em modo Doppler	28
3.3	Modo A	30
4	PRINCIPAIS ALTERAÇÕES ANATOMOPATOLÓGICAS	31
4.1	Edema de córnea	31
4.2	Uveíte	32
4.3	Alterações de lente	33
4.3.1	Catarata	33
4.3.2	Luxação e subluxação	34
4.4	Degeneração vítrea	36

4.5	Deslocamento de retina	37
4.6	Glaucoma	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

Na medicina veterinária, a ultrassonografia ocular é relativamente recente. O primeiro trabalho publicado sobre ultrassonografia ocular ocorreu em 1982 sobre biometria ocular em eixo axial em modo amplitude, e na mesma década iniciaram trabalhos sobre as comparações com o modo bidimensional (CARVALHO; SQUARZONI, 2019).

A ultrassonografia ocular tem avançado muito nos últimos anos, com o desenvolvimento da tecnologia de biomicroscopia ultrassônica e suas técnicas, que tornou possível produzir imagem de altíssima resolução de estruturas microscópicas utilizando-se de transdutor com capacidade de emitir feixes de frequência de 50 a 100 MHz, indicado para estudos minuciosos e detalhados da segmento anterior; existem também a elastografia e a ultrassonografia de contraste por microbolhas, que atualmente possuem apenas aplicações experimentais na medicina veterinária, mas que na medicina humana apresentam bons resultados (PÁDUA *et al.*, 2019; ABARCA, 2020).

Como realidade na prática clínica, o exame físico de olho é tido como especial e não está incluso nos exames físicos de rotina de clínicos não oftalmologistas, diminuindo assim a possibilidade de diagnóstico de afecções sem muitos sinais clínicos evidentes. Entretanto, pode haver situações em que a avaliação das condições oculares sejam recomendadas e muitas das vezes, em situações como tal, a ultrassonografia é um recurso subutilizado apesar de se tratar de um método seguro, rápido, não invasivo, e que muitas vezes dispensa o uso de sedativos ou de anestesia geral (MAGGS, 2013; CHO, 2015).

Nem todos os diagnósticos ou prognósticos iniciais não são possíveis de serem dados aos tutores apenas com exame semiológico. Os pacientes que apresentam aumento de turbidez ou opacidade ocular de qualquer natureza que comprometa de forma parcial ou total a passagem de luz, traumas em bulbo do olho de qualquer natureza, em casos de abaulamento ocular e em afecções de tecidos perioculares; todas essas situações a ultrassonografia têm a indicação (PAIS, 2020; CHO, 2021).

Para realizar o exame de ultrassonografia ocular, é fundamental ter conhecimento da anatomia ocular, da clínica em oftalmologia e das patologias relacionadas. Isso possibilita o diagnóstico e o prognóstico ao correlacionar os achados sonográficos com a clínica. Além disso, é importante ter conhecimento da física do ultrassom para distinguir entre artefatos e achados sonográficos reais e possuir habilidades operacionais com o equipamento de ultrassom (CHO, 2015).

O trabalho objetivou descrever a técnica utilizada para o exame de ultrassonografia ocular em modo B em cães e gatos, bem como a anatomia ocular aplicada ao exame ecográfico e as alterações anatomopatológicas importantes para a oftalmologia que podem ser diagnosticadas e acompanhadas por estudos de imagística.

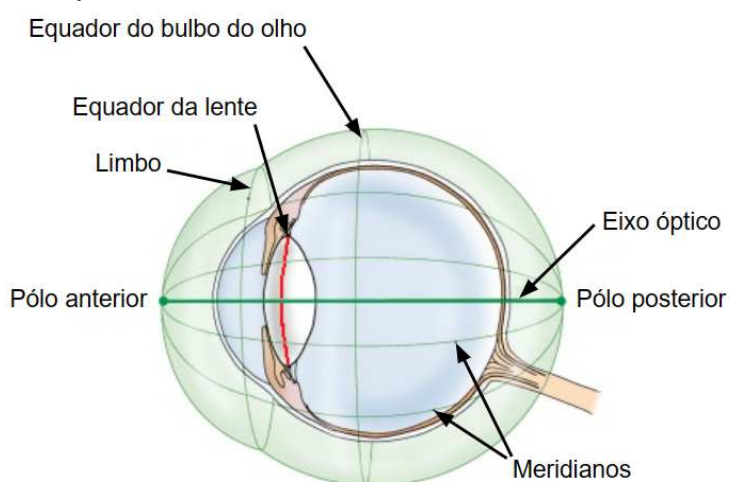
2 ANATOMIA APLICADA À ULTRASSONOGRAFIA EM MODO B

2.1 Bulbo do olho

O bulbo do olho de cães e gatos não é uma esfera perfeita, pois na região que corresponde a córnea se destaca do restante. O bulbo possui três camadas de estratificação: a túnica fibrosa, que compreende a córnea e esclera; a túnica vascular, que compreende o íris, corpo ciliar e coróide; e a túnica nervosa que compreende a retina em sua região óptica e cega (DYCE *et al.*, 2019).

O vértice mais alto da córnea é denominado de pólo anterior e o vértice mais alto da superfície posterior é denominada de pólo posterior, a linha entre os pólos corresponde ao eixo óptico. Os meridianos são linhas superficiais que se conectam aos pólos, o equador corresponde a circunferência máxima do bulbo do olho; enquanto a circunferência máxima da lente é denominada de equador da lente. O limbo corresponde à zona de transição entre a córnea e a esclera (Figura 01) (MATTOON; NYLAND, 2004; OFRI, 2013).

Figura 01. Termos de direção relacionados ao bulbo do olho.



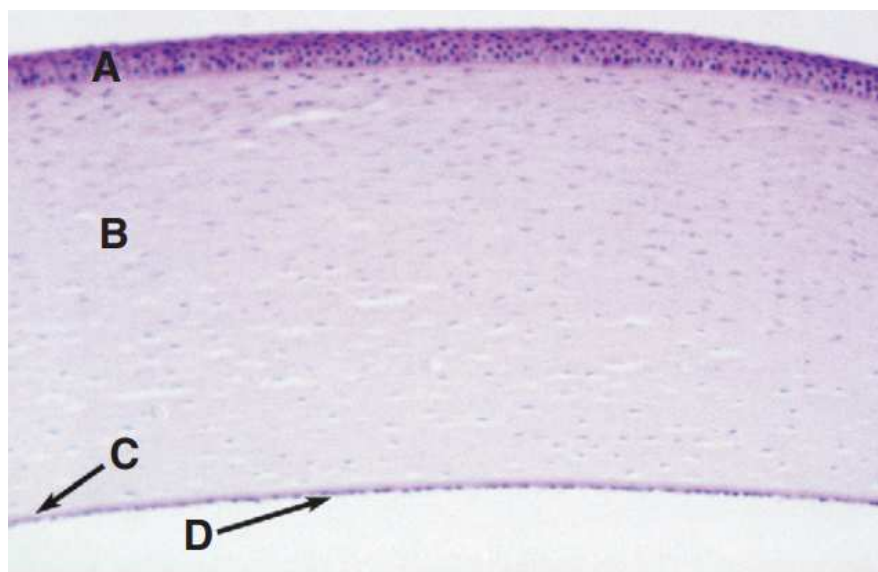
Fonte: Adaptada de Clode e Mattoon (2021).

2.1.1 Córnea

A córnea possui três camadas: o epitélio externo, o estroma e o endotélio (Figura 02). O epitélio externo é estratificado não queratinizado com células superficiais pavimentosas e

as basais cúbicas aderidas à membrana basal por hemidesmossomos, após a membrana basal tem-se o estroma composto pela substância córnea, com queratinócito e fibrócitos entremeadas por fibrilas colágenas paralelas lameladas, além células da linhagem mielóide. Imediatamente posterior ao estroma, tem-se a membrana de Descemet, que corresponde a membrana basal do endotélio; o endotélio então é constituído de epitélio simples cúbico que reveste a câmara anterior (TURNER, 2010; MAGGS, 2013).

Figura 02. Fotografia de lâmina histológica da córnea felina. A = Córnea; B = Estroma; C = Membrana de Descemet; D = Endotélio.



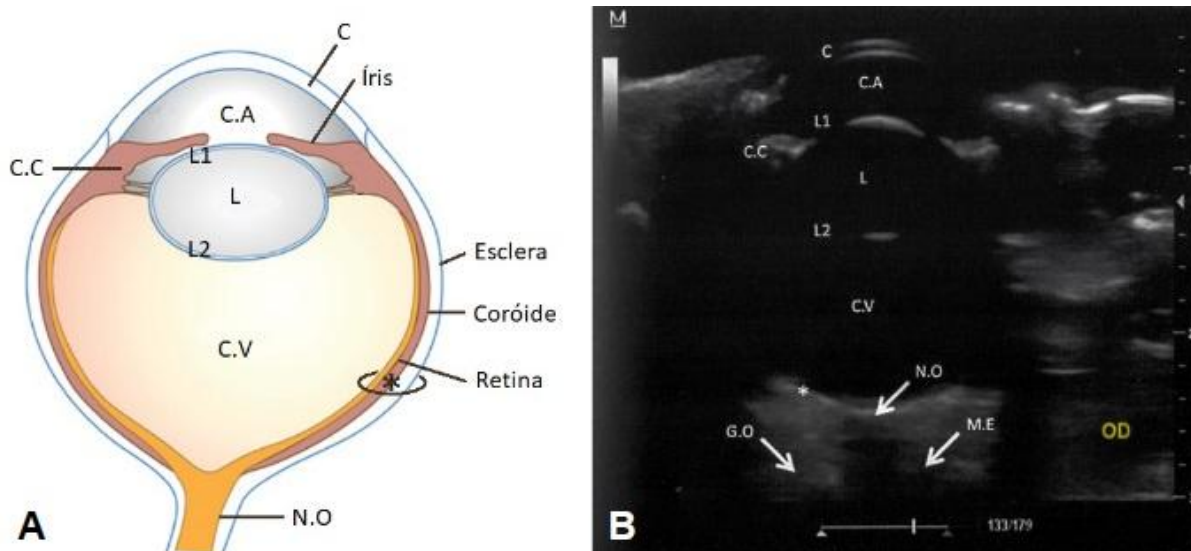
Fonte: Maggs (2013).

Além dessas características teciduais descritas anteriormente, a falta de pigmentação, a falta de vascularização sanguínea e linfática, nervos corneais não mielinizados, o estado relativo de desidratação do epitélio e endotélio são determinantes para conferir a transparência da córnea (GIANNIKAKI *et al.*, 2020).

Existem diferenças em relação à espessura da córnea com a idade. Em cães adultos a córnea é mais espessa no centro do que na sua periferia, enquanto que em animais jovens são mais delgadas no centro e mais espessas na periferia. Em gatos adultos a córnea é mais espessa na periferia do que no centro (DIESEM, 1981; LIMA, 2021).

Na imagem produzida pelo ultrassom a córnea apresenta duas linhas paralelas e hiperecóticas que correspondem ao epitélio e endotélio, a área anecótica entre as linhas hiperecóticas corresponde ao estroma (Figura 03) (ABARCA, 2020).

Figura 03. Ilustração esquemática da anatomia do bulbo do olho (A) e imagem de ultrassonografia ocular transcorneal de cão adulto (B) com identificação das estruturas oculares. C = Córnea; C.A = câmara anterior; C.C = Corpo ciliar; L = Lente; L1 = Cápsula anterior da lente; L2 = Cápsula posterior da lente; C.V = Câmara vítrea; * = Complexo esclera-coróide-retina; N.O = Nervo óptico; G.O = Gordura retrobulbar; M.E = Músculos extraoculares.



Fonte: A: Adaptado de Cho (2015); B: Pádua et al., (2019).

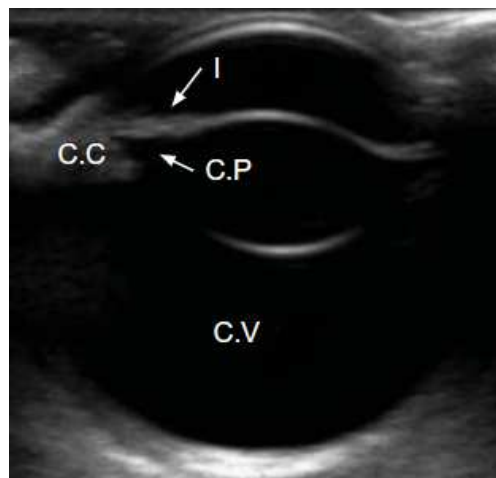
2.1.2. Íris e corpo ciliar

A íris é uma estrutura que delimita a porção posterior da câmara anterior e a porção anterior da câmara posterior. Possuem três camadas, uma camada epitelial anterior que se prolonga até o ângulo irideocorneal que se une ao endotélio da córnea; a camada média corresponde ao estroma, composta de tecido conjuntivo e músculo liso responsáveis por dilatar a pupila; a camada mais interna da íris corresponde à porção irídica da retina cega (DYCE et al., 2019).

Próximo ao limbo, a coróide se espessa formando uma estrutura anelar que emite fibras zonulares a partir dos processos ciliares em direção ao equador da lente, que atua no sistema de acomodação da lente. Cães e gatos possuem capacidade de acomodação da lente limitada pela ausência ou subdesenvolvimento dos músculos lisos radiais e circulares no estroma da íris. Em cães existem áreas livres de processos ciliares que são mais espessas na face lateral do que na face medial (DIESEM, 1981; DYCE et al., 2019).

Ao exame ecográfico, a íris se apresenta como folhetos ecogênicos que tocam a cápsula anterior da lente. O corpo ciliar segue como continuação imediatamente posterior a íris, com mesma ecogenicidade sem diferenciação entre suas camadas (Figura 04). O corpo ciliar e a íris podem ser melhor avaliados com transdutores com frequência acima de 25 MHz (SPAULDING, 2011; ABARCA, 2020).

Figura 04. Imagem de ultrassonografia de bulbo do olho normal. I = Íris; C.C = Corpo ciliar; C.P = Câmara posterior; C.V = Câmara vítrea.



Fonte: Adaptada de Pizzirani et al.(2015).

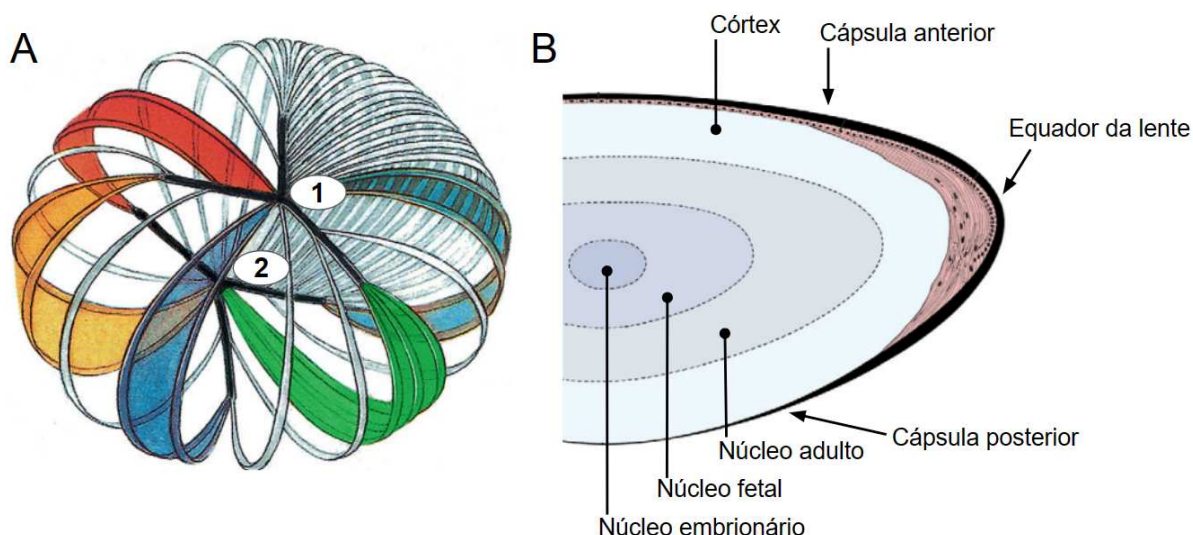
2.1.3 Lente

A lente é uma estrutura avascular, sem inervação e transparente, constituída praticamente por água e proteínas, mas também possui uma pequena fração, em torno 1%, de carboidratos, ácidos orgânicos, aminoácidos, lipídeos, enzimas, íons inorgânicos, entre outros, importantes para manutenção do metabolismo da lente; a fração proteica corresponde a 34%, e destes 34%, 85% corresponde a proteínas solúveis (ou lenticulares) e os 15% restantes por proteínas insolúveis (ou albuminóides), com distribuição das proteínas solúveis decrescente do córtex até o núcleo embrionário, e o inverso para as proteínas insolúveis (GOMES et al., 2017; PAIS, 2020).

Têm formato biconvexo com superfície anterior menos curva do que a superfície posterior que é revestida por uma cápsula, que corresponde à membrana basal do epitélio que é invertido para o interior da lente, com células simples cúbico no centro e simples colunar no equador da lente. No interior da lente, existem fibras que estão organizadas em camadas interdigitadas que seguem da região equatorial até o sentido dos pólos anterior e posterior, sem tocá-las, formando um padrão de sutura em Y que é mais proeminente na face anterior e na face posterior a sutura em Y invertida (Figura 05 - A). A sobreposição de camadas das fibras mais antigas com fibras mais novas formam estratificação, de fora para dentro, em córtex e medula: o córtex, é a camada mais transparente e menos denso; a medula pode ainda ser subdividida em núcleo adulto, núcleo fetal e núcleo embrionário que são mais densos e menos transparentes do que o córtex (Figura 05 - B).

A sustentação da lente é feita através de ligamentos suspensórios, inseridos no equador da lente e no corpo ciliar, e pelo corpo vítreo que possuem fibras de colágenas bem inseridas à cápsula posterior da lente (OFRI, 2013).

Figura 05. A) Ilustração da organização das fibras da lente com sutura anterior em Y (1) e sutura posterior em Y invertido (2); B) Ilustração da estratificação de lente.



Fonte: Adaptado de Ofri (2013).

Na ultrassonografia a lente normal é delimitada por linhas ecogênicas convexa anterior que corresponde a cápsula anterior e côncava para a cápsula posterior. As regiões cortical e medular nessas condições não têm diferenciação ao exame ecográfico, apresentando-se anecóicas (Figura 03) (ABARCA, 2020).

2.1.4 Esclera, coróide e retina

A esclera compreende na região de cor esbranquiçada à acinzentada em volta do bulbo do olho, que junto a córnea corresponde da túnica fibrosa. A coróide está localizada entre a retina e a esclera, e contém densa vascularização associada a tecido conjuntivo responsáveis pelo aporte vascular da retina (MAGGS, 2013; DYCE *et al.*, 2019).

A retina é a camada mais interna do bulbo do olho que reveste a coróide até a margem irídica posterior, a porção óptica da retina está localizada no fundo do olho e é constituída, de fora para dentro, por quatro camadas de células: uma camada de células pigmentadas, uma camada neuroepitelial, uma camada de células ganglionares bipolares, e uma camada de células multipolares cujos axônios seguem através do disco óptico e que fazem parte do nervo

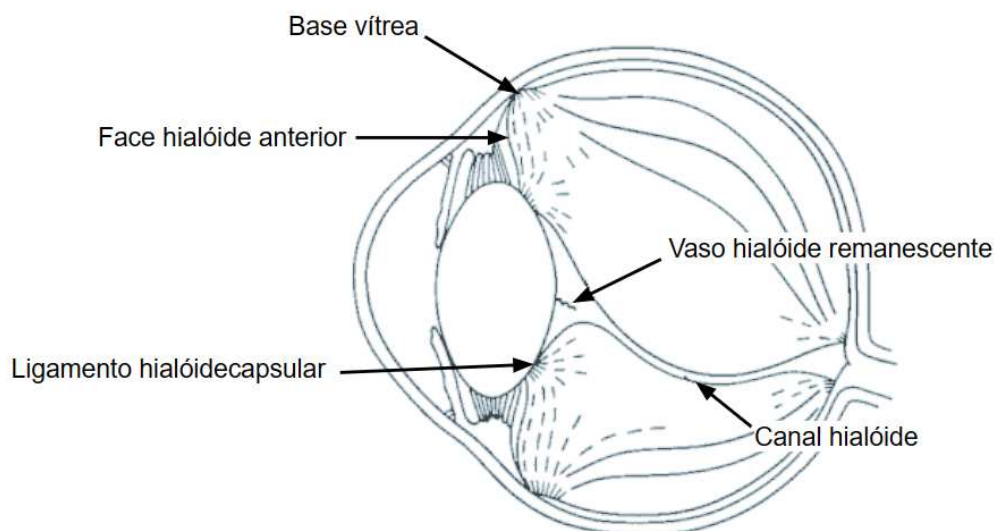
óptico; já a porção cega da retina compreende até a margem posterior da íris. A zona entre a porção cega e a porção óptica é denominada de *ora serrata* (DYCE et al., 2019).

Ao exame ecográfico, não é possível caracterizar a esclera, coróide e retina individualmente em paciente hígado por não haver estratificação entre as túnicas. O conjunto é denominada de complexo retina-coróide-esclera e se apresenta com uma única linha côncava e ecogênica que delimita o bulbo do olho (Figura 03); o disco óptico, entretanto, se destaca como uma região mais espessa e ecogênica que o complexo retina-coróide-esclera próximo ao polo posterior (ABARCA, 2020; CLODE; MATTOON, 2021).

2.1.4 Vítreo

O corpo vítreo, está localizado na câmara vítrea, que tem papel importante atuando na manutenção do volume e na forma do bulbo do olho, preenchendo o espaço entre a lente e a retina de cães e gatos. O corpo vítreo está bem inserido no segmento posterior por fibrilas de colágeno na cápsula posterior da lente, na *ora ciliaris* da retina e envolta do disco óptico (Figura 06) (HEINRICH, 2014).

Figura 06. Ilustração do bulbo do olho com a anatomia do vítreo.



Fonte: Adaptado de Heinrich (2014).

É constituída quase que em sua totalidade por água, junto a fibras colágenas e ácido hialurônico que formam um de gel viscoelástico. Nessa região, também estão presentes hialócitos dispersos por todo ele, em especial na região cortical (OFRI, 2013).

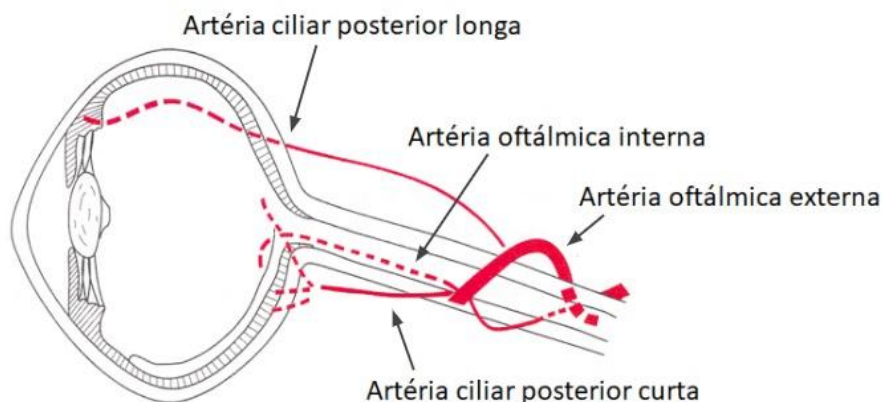
O vítreo se apresenta anecóico na ultrassonografia (Figura 04) (CHO, 2015).

2.1.6 Vascularização

Os principais vasos responsáveis pelo suprimento sanguíneo do olho e seus anexos são oriundos da artéria oftálmica externa que se ramificam para vascularizar os músculos extrínsecos. Artéria oftálmica externa segue medial ao nervo ótico e emite um ramo que se anastomosa com a artéria oftálmica interna que segue seu trajeto até o bulbo do olho; da confluência desta anastomose surgem a artéria central da retina e as artérias ciliares posteriores longas e curtas, e artérias episclerais. Já dos ramos musculares da artéria oftálmica externa, dão origem às artérias ciliares anteriores, artérias episclerais e artérias conjuntivais posteriores (GHOSHAL; NANDA, 1981).

Ao exame ultrassonográfico, os vasos oftálmicos não são possíveis de serem visualizados, mas quando ativado o modo Doppler e selecionada a área de interesse para região retrobulbar é possível verificar a presença e direção do fluxo sanguíneo. As artérias retinianas e veias retinianas posteriores estão localizadas próximas ao bulbo do olho. As artérias ciliares longas podem ser localizadas nas proximidades do nervo óptico, posterior aos vasos retinianos. A artéria oftálmica interna que segue em direção ao bulbo do olho que ramifica nas artérias retinianas (Figura 07) (CARVALHO *et al.*, 2009).

Figura 07. Ilustração da vascularização do bulbo do olho.



Fonte: Adaptada de Pádua *et al.*, (2019).

3 EXAME ECOGRÁFICO

3.1 Preparo do paciente

O exame ultrassonográfico ocular é realizado comumente sem sedação ou anestesia geral e é, segundo Cho (2015), bem tolerado pelo paciente apenas com anestesia tópica para uso oftálmico instilada momentos antes de iniciar pela técnica transcorneal. No entanto, nem todos os pacientes que têm indicação para essa técnica de varredura transcorneal, naqueles

pacientes com lesão na córnea, na esclera, pacientes com trauma em bulbo do olho, com blefaroespasmos, que passaram por alguma cirurgia ocular recente ou que possui edema periocular que impeça a abertura da pálpebra, a técnica transpalpebral deve ser a escolha, e dispensar o uso do anestésico tópico (MATTOON; NYLAND, 2004; PIZZIRANI *et al.*, 2015; ABARCA, 2020).

Ao fim do exame, o olho do paciente deve ser lavado com solução salina a 0,9% estéril em abundância até remover todo o gel de acoplamento (CLODE; MATTOON, 2021).

3.1.1. Anestesia para a técnica transcorneal

A inervação sensitiva da córnea ocorre pelos nervos ciliares longos, ramos do nervo oftálmico, que se ramificam na superfície corneana em maior abundância no epitélio e estroma anterior; além da sensibilidade dolorosa, os axônios dessas terminações nervosas formam o segmento aferente do reflexo de proteção responsável por ocluir as pálpebras quando a córnea é tocada (TURNER, 2010; DYCE, 2010).

Existem disponíveis diversos anestésicos utilizados para analgesia da córnea e que, como consequência, também abolem o reflexo corneano. Todos eles são tóxicos ao epitélio da córnea e podem causar úlceras, alguns deles podem ser antigênicos e causar sensibilização, como é o caso da cloridrato de tetracaína (MAGGS, 2013).

O anestésico de uso oftálmico mais comumente utilizado é cloridrato de proximetacaína 0,5% que produz analgesia da córnea em até 60 segundos após instilar 1 gota na superfície ocular, possui período hábil de até 15 minutos em cães e um terço desse tempo em gatos; e o cloridrato de tetracaína 1% que possui período hábil de até 25 minutos (PÁDUA *et al.*, 2019; PINTO *et al.*, 2021).

Existem situações em que, para a segurança de todos os envolvidos no exame, a sedação ou anestesia geral deve ser cogitada para pacientes não colaborativos ou agressivos e para aqueles pacientes que estão sentindo muita dor; os protocolos para sedação e anestesia geral devem ser estabelecidos de acordo com as condições do paciente. O operador do ultrassom deve ter ciência que durante a anestesia geral, ou em sedação que aprofundou demasiadamente no plano anestésico, a rotação ventral do bulbo do olho pode dificultar a obtenção das imagens (PIZZIRANI *et al.*, 2015; CHO, 2015).

3.1.2. Posicionamento do paciente

O paciente deve ser posicionado sentado, em estação ou em decúbito esternal, e um auxiliar veterinário deve manter a cabeça do paciente imóvel e assegurar que as pálpebras do

paciente permaneçam abertas para a execução da técnica transcorneal; o próprio operador do ultrassom pode manter as pálpebras abertas, mas precisará que um outro auxiliar congele e salve as imagens em vários momentos durante o exame (CHO, 2015).

3.2 Modo B

O modo B, ou ultrassonografia bidimensional em tempo real, é o modo mais utilizado na medicina veterinária, pois fornecem informações mecânicas dos tecidos a partir da interação dos feixes sonoros emitidos pelo transdutor nas interfaces que encontram durante a propagação das ondas, formando imagens bidimensionais com ecotexturas e ecogenicidade que permitem avaliar e medir estruturas internas do bulbo do olho, bem como as estruturas retrobulbares (PINTO, 2013; PÁDUA *et al.*, 2019).

Podem ser utilizados os transdutores lineares, micro-convexos e setoriais. Os transdutores lineares permitem obter melhores imagens, mas o seu tamanho pode dificultar obtenção de imagens em cães dolicocefalos por serem naturalmente enoftálmicos; já os transdutores setoriais e micro-convexos são menores e facilita o posicionamento do transdutor durante o exame, todavia, pode não conseguir imagem completa do bulbo do olho (PIZZIRANI *et al.*, 2015; ABARCA, 2020).

As almofadas de afastamento (Figura 08) podem ser utilizadas em qualquer paciente, independente da técnica, para melhorar a qualidade das imagens obtidas das estruturas mais superficiais como córnea, câmara anterior, corpos ciliares e cápsula anterior da lente (CLODE; MATTOON, 2021).

Figura 08. Transdutor linear acoplado a uma almofada de afastamento.



Fonte: BCF Ultrasound (online)¹

¹ Disponível em: <https://www.bcfultrasound.com/product/hfl50-tendon-standoff/>. Acesso em: 11 de março de 2023.

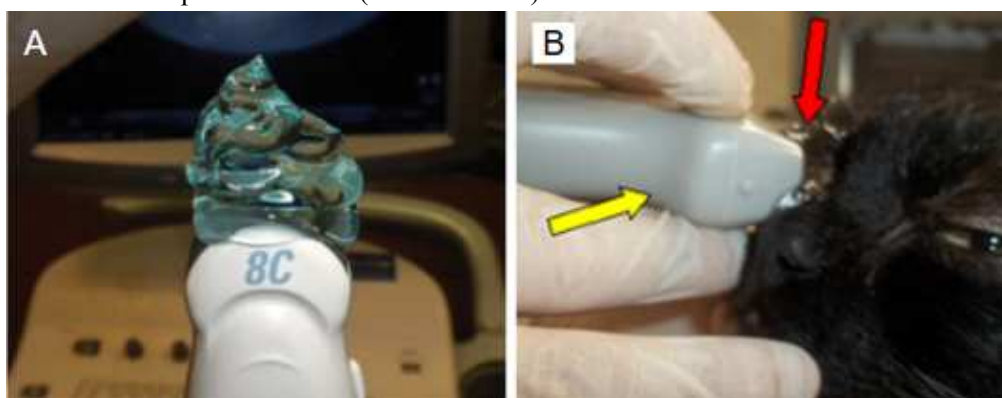
Os transdutores com frequência entre 7,5 MHz e 13 MHz permitem obter imagens adequadas para avaliação dos componentes oculares e região retrobulbar. Transdutores com frequências mais baixas (7,5 a 10 MHz) são indicados para estruturas de segmento posterior, mas assim são capazes de obter imagens dos segmentos anteriores com ajuste na zona focal e com almofadas de afastamento; já os transdutores com frequências mais altas (20 MHz ou superior) possibilitam maior resolução e são os mais indicados para o exame ocular do segmento anterior (SPAULDING, 2011; PÁDUA *et al.*, 2019; ABARCA, 2020).

3.2.1 Técnica de varredura em modo B

Existem termos próprios utilizados para orientar durante a execução do exame de ultrassonografia ocular, os termos utilizados são: anterior e posterior, dorsal e ventral, nasal ou medial e temporal ou lateral. Em técnicas transcorneal e transpalpebral, o segmento anterior estará sempre próximo ao transdutor vistos na tela do equipamento de ultrassonografia, enquanto que o segmento posterior estará mais distante; já nas estruturas a direita ou à esquerda da tela não existe padronização (PÁDUA *et al.*, 2019; CLODE; MATTOON, 2021).

Com o paciente adequadamente contido e em posição confortável, o operador do ultrassom deve preparar o transdutor com uma cobertura abundante de gel acoplamento aprovado para uso oftálmico, e posicioná-lo sobre a córnea (Figura 09) de modo em que haja entre 3 a 10 mm de gel entre a córnea de o transdutor, ou se tocar a córnea é importante que não realize qualquer pressão sobre ela, pois pode comprometer a avaliação e biometria da câmara anterior e alterar valores da velocimetria com o função Doppler (CARVALHO *et al.*, 2009; CHO, 2015).

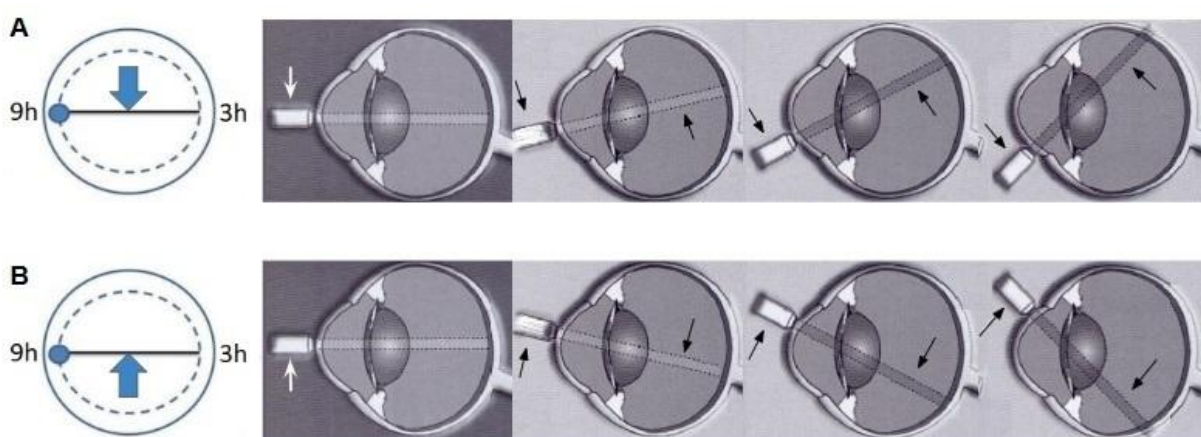
Figura 09. Gel de acoplamento aplicado em abundância em transdutor microconvexo (A) e posicionamento transcorneal com transdutor microlinear (seta amarela) com abundância de gel de acoplamento sobre a superfície ocular (seta vermelha).



Fonte: A) Cho (2015); B) Ferreira *et al.* (2014).

Duas orientações básicas são utilizadas para avaliar o bulbo do olho, a horizontal (que corresponde ao plano transversal) e a vertical (que corresponde ao plano sagital). A partir de cada orientação, são obtidas imagens do eixo óptico e imagens transversais ao eixo óptico. Com o transdutor posicionado na horizontal (meridiano de 9 horas e 3 horas, com a marcação do transdutor para 9 horas), são obtidas a imagem do eixo óptico e em seguida a imagens transversais com o transdutor posicionado dorsal ao eixo óptico à margem da pálpebra superior para obter imagem ventral do complexo retina-coróide-esclera e também posicionando à margem da pálpebra inferior obtendo imagem dorsal do complexo retina-coróide-esclera (Figura 10) (PÁDUA *et al.*, 2019; ABARCA, 2020).

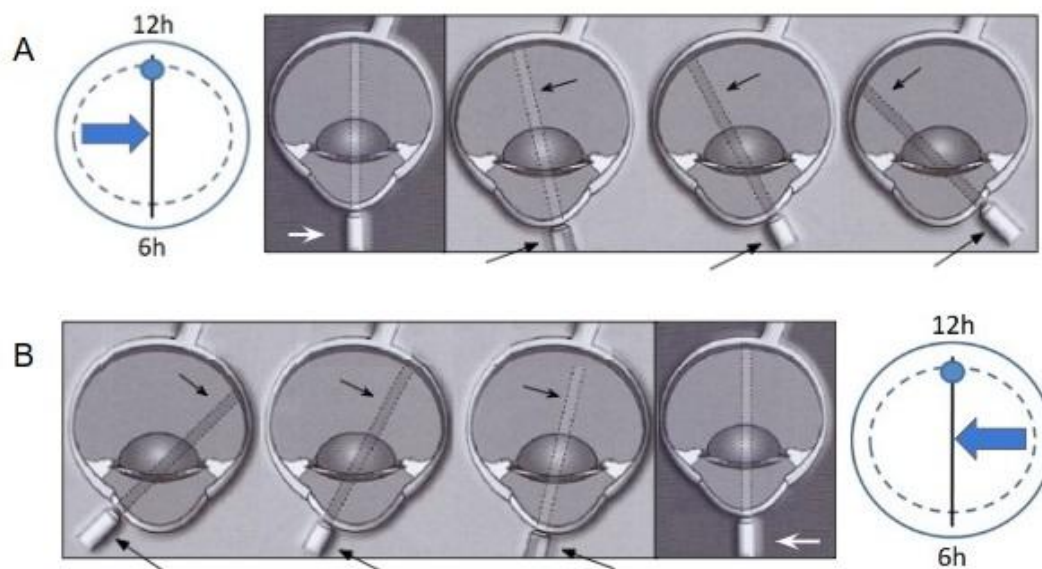
Figura 10. Cinemática da varredura em plano transversal (horizontal), com orientação do transdutor em 9 horas. A) Movimento ventral, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto; B) Movimento dorsal, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto.



Fonte: Adaptado de Spaulding (2011) e Abarca (2020).

Com o transdutor posicionado na vertical (meridiano de 12 e 6 horas, com a marcação do transdutor para 12 horas), as imagens transversais são obtidas posicionando o transdutor no limbo, temporal ao eixo óptico e nasal ao eixo óptico, obtendo também imagens do complexo retina-coróide-esclera opostas (Figura 11) (PÁDUA *et al.*, 2019; ABARCA, 2020).

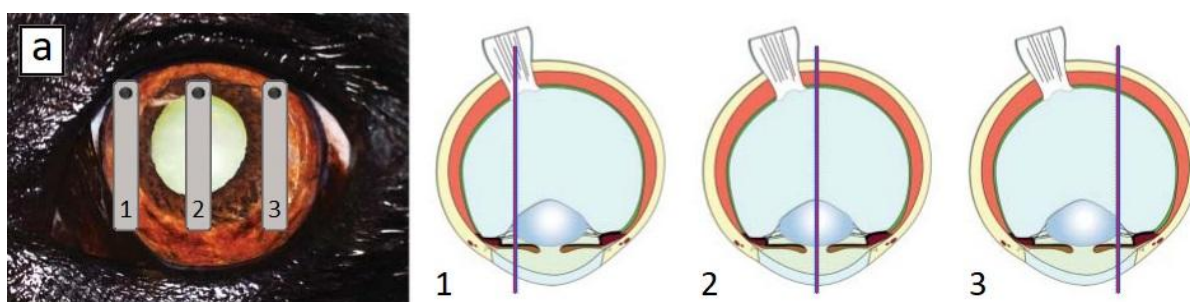
Figura 11. Cinemática da varredura em plano sagital (vertical), com orientação do transdutor em 12 horas. A) Movimento para a direita, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto; B) Movimento para a esquerda, iniciando a partir do eixo óptico para obter imagens do complexo retina-coróide-esclera oposto.



Fonte: Adaptado de Spaulding (2011) e Abarca (2020).

Segundo Pádua et al. (2019) outras projeções podem ser realizadas para melhor caracterização da lesão. Pizzirani et al. (2015) citam, além das varreduras descritas por Pádua et al., (2019) e Abarca (2020), os cortes paraxiais paralelo ao eixo óptico nasal e temporal (Figura 12), e cortes paraxiais paralelo ao eixo orbital dorsal e ventral.

Figura 12. Ilustração do posicionamento do transdutor para cortes paraxiais paralelas em plano sagital. a) Posicionamento transcorneal do transdutor no olho esquerdo paraxial paralelo nasal (1), posicionamento no eixo axial ou eixo óptico (2) e posicionamento paraxial paralelo temporal (3).

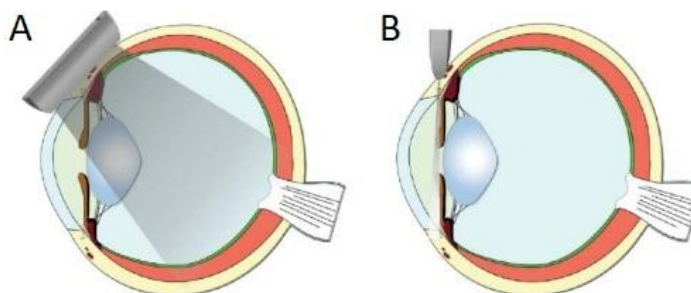


Fonte: Adaptada de Pizzirani et al.(2015).

Para estudo do segmento anterior, especialmente para íris e corpos ciliados, são realizadas abordagens radial (Figura 13 - A) com o transdutor posicionada em diferentes posições correspondentes ao ponteiro de hora de um relógio para 12:00, 1:30, 3:00, 4:30, 6:00, 7:30, 9:00, 10:30, e a transversal (Figura 13 - B) que são melhores exploradas quando

utilizados transdutores de alta resolução (frequência de 20MHz ou superior) ou pela biomicroscopia ultrassônica (SPAULDING, 2011; PINTO, 2013).

Figura 13. Posicionamento do transdutor e direção do feixe para avaliação da íris e corpo ciliar, utilizando abordagens radial (A) e transversal (B).



Fonte: Pizzirani et al.(2015).

No exame de ultrassonografia da órbita ocular são avaliadas as estruturas retrobulbar. A janela transcorneal ou transpalpebral possibilita avaliar o nervo óptico, os músculos extraoculares, a gordura retrobulbar, e os vasos oftálmicos. Outra possível janela sonográfica para exame de órbita é a janela temporal, realizada com transdutor posicionado sobre a pele, caudal ao ligamento orbital (Figura 14), permitindo outro ângulo para identificar possíveis lesões orbitais que não são possíveis de serem observadas através da janela transcorneal ou transpalpebral (CLODE; MATTOON, 2021; CHO, 2021).

Figura 14. Transdutor posicionado na janela temporal, caudal ao ligamento orbitário, para avaliação de estruturas retrobulbar.



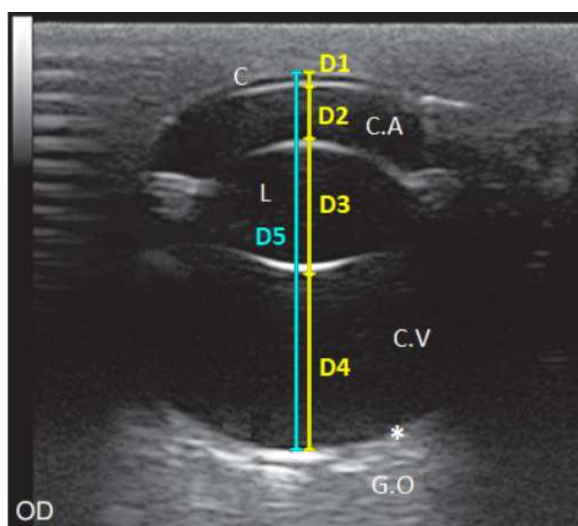
Fonte: Cho (2015).

O exame é feito com a avaliação da órbita pela via transcorneal ou transpalpebral com ajuste na profundidade dos feixes, e através da janela temporal para avaliação dos tecidos moles orbitário e a avaliação dos músculos extraoculares (ABARCA, 2020).

3.2.2 Biometria ocular

A biometria ocular é obtida através das mensurações das estruturas intraoculares, com o transdutor posicionado no eixo óptico, no plano horizontal ou no plano sagital. Para a córnea, é mensurada a distâncias entre as duas linhas ecogênicas na região central da córnea; para a câmara anterior é mensurada a distância entre o pólo anterior da córnea até a cápsula anterior da lente; para a espessura da lente é feita mensuração da distância entre as cápsulas anterior até a cápsula posterior da lente; para a câmara vítrea é mensurada distância da cápsula posterior da lente até o complexo esclera-retina-coróide (Figura 15) (BESERRA *et al.*, 2009; CARVALHO; SQUARZONI, 2019).

Figura 15. Imagem de ultrassonografia ocular, com identificação dos pontos de mensuração das estruturas intraoculares como espessura da córnea (D1), espessura da câmara anterior (D2), espessura da lente (D3), espessura da câmara vítrea (D4) e do eixo óptico (D5). C = Córnea; C.A = Câmara anterior; L = Lente; C.V = Câmara vítrea; * = Complexo esclera-coróide-retina; G.O = Gordura retrobulbar.



Fonte: Adaptado de Clode e Mattoon (2021).

As afecções de olho podem ocorrer de forma unilateral ou bilateral. Nos casos em que as alterações anatomopatológicas sejam unilateral, os valores biométricos podem ser comparados ao do olho saudável. Todavia, em suspeita de alterações em ambos os olhos, é importante que a comparação seja feita com base nos valores de normalidade publicados para a espécie (PÁDUA *et al.*, 2019).

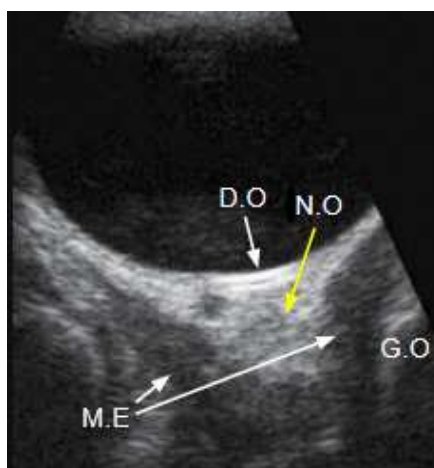
Há diversas publicações sobre os valores de normalidade das estruturas intraoculares para cães e gatos, que seguem diferentes critérios. Em gatos, por exemplo, Ferreira et al. (2014), estabeleceram valores a partir de medidas do diâmetro fronto-occipital e do diâmetro bizigomática além da biometria ocular por ultrassonografia em gatos sem padrão racial definido e de gatos braquicéfalos representado por indivíduos da raça persa; os valores estão descritos no quadro 01 (Anexo I - p. 44).

Em cães, Toni et al. (2013) estabeleceram valores de referência considerando a conformação craniana, agrupando em animais braquicéfalos, mesencéfalo e dolícocefalos, com peso médio de 5,85 kg, 4,58 kg e 7,67 kg respectivamente; os valores estão descritos no quadro 02 (Anexo I - p. 44). Já Beserra et al. (2009) utilizaram da medida do diâmetro fronto-occipital e do diâmetro bizigomática de cães adultos sem padrão racial de cães com peso entre 1,5 kg e 28 kg e organizou em três grupo para cada uma das medidas; os valores estão descritos no quadro 03 (Anexo II - p. 45).

3.2.3 Técnica de varredura em modo Doppler

Para o estudo vascular, o transdutor deve ser posicionado sobre a córnea na plano sagital do eixo óptico, e deve ser feito ajuste da posição do transdutor para localizar o disco óptico. Imediatamente posterior ao disco óptico, na região retrobulbar, se encontra o nervo óptico. Imediatamente posterior ao disco óptico, na região retrobulbar, se encontra o nervo óptico hipoeecóico envolta por gordura mais ecogênica, entre os músculos retratores que se apresentam hipoeecogênicos (Figura 16) (CARVALHO et al., 2009; CLODE; MATTOON, 2021).

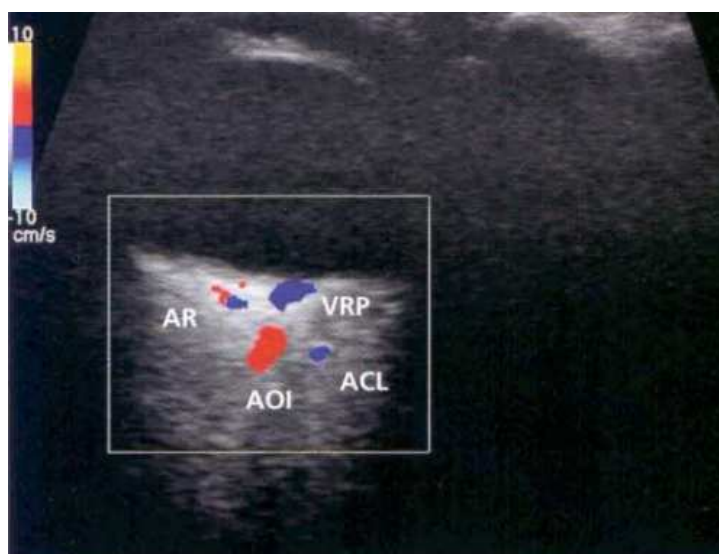
Figura 16. Imagem de ultrassonografia ocular em gato, com identificação das estruturas retrobulbar. D.O = disco óptico; N.O = nervo óptico; M.E = músculos retratores do bulbo; G.O = gordura orbital.



Fonte: Adaptado de Abarca (2020).

O modo Doppler colorido ao ser acionado pelo operador deve ser ajustado o tamanho da área de interesse para a região retrobulbar. Esse modo fornece imagens coloridas referentes ao sentido do fluxo vascular, vermelho quando se aproxima e azul quando se distancia do transdutor, e a velocidade do fluxo, variando a cor dentro do mesmo espectro cromático, que se sobrepõe a imagem em modo bidimensional em tempo real, permitindo localizar os vasos sanguíneos (Figura 17) (ALMEIDA; ALVES, 2019).

Figura 17. Imagem de Doppler duplex de região retrobulbar. AR = Artérias retinianas; VRP = Veia retiniana posterior; ACL = Artéria ciliar longa; AOI = Artéria oftálmica interna.

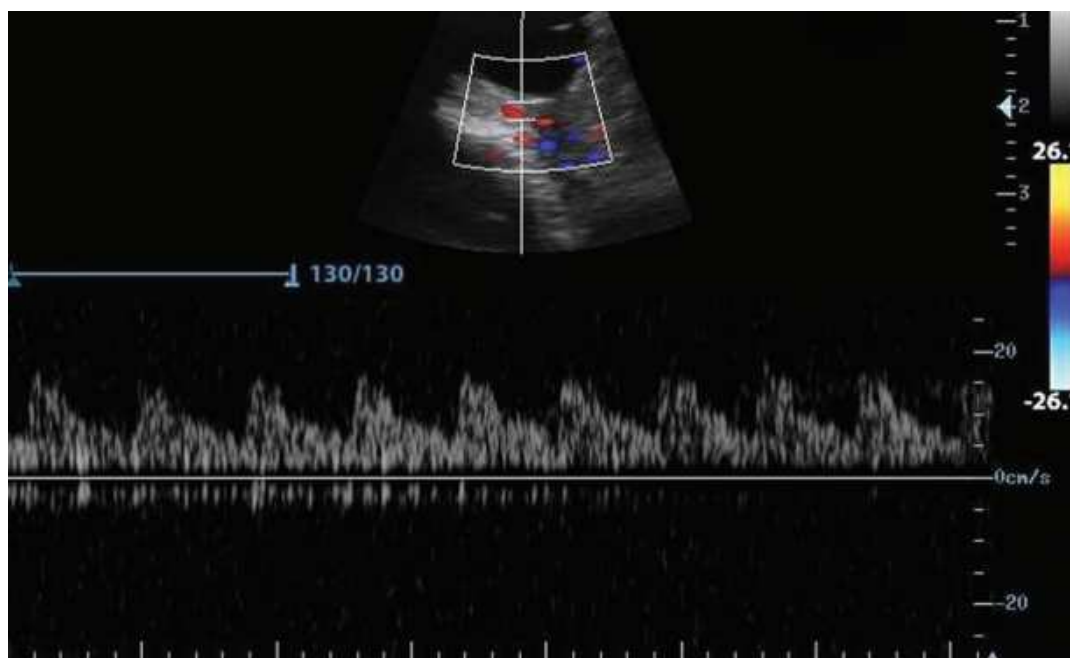


Fonte: Carvalho et al. (2009).

O Doppler pulsado vai fornecer informações a partir dos ecos pulsados dispersos e refletidos das interfaces em movimento, ou seja, das hemácias no interior dos vasos, que são captados pelo transdutor, processadas e gerando gráfico de espectro pelo equipamento (Figura 18). Ao ser acionado pelo operador, surgirá na tela um *gate* (volume de amostra) que deve posicionamento em qualquer ponto do trajeto dos vasos que será avaliado para se obter os índices hemodinâmicos de resistividade vascular, índice de pulsatilidade, relação sistólica e diastólica, que são calculadas automaticamente após delimitação da silhueta do fluxo expressa no gráfico espectral (ALMEIDA; ALVES, 2019).

Existem valores de referências de normalidade para cães e gatos para os índices hemodinâmicos de resistividade vascular, índice de pulsatilidade, relação sistólica e diastólica (CARVALHO et al., 2009). No quadro 04 (Anexo III - p. 46) está descrito os valores de referência para cães.

Figura 18. Imagem de Doppler triplex com *gate* posicionado na artéria oftálmica externa, com gráfico de fluxo parabólico laminar.



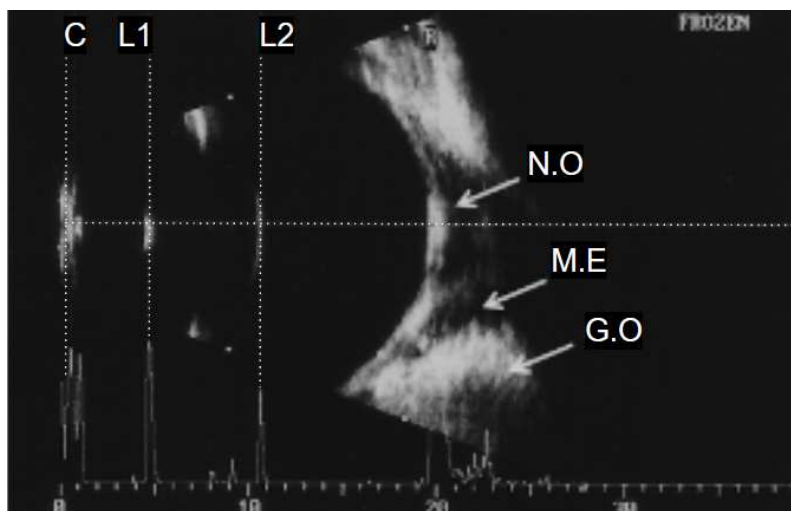
Fonte: Silva et al. (2018).

3.3 Modo A

Alguns equipamentos podem operar simultaneamente os modos A e B obtendo tanto o gráfico de amplitude do modo A quanto às imagens bidimensionais em tempo real do modo B (Figura 19) (MATTOON; NYLAND, 2004).

A ultrassonografia modo A, ou ultrassonografia em modo amplitude, usa de pequenos feixes sonoros emitidos pelo transdutor que interagem com as interfaces teciduais de diferentes densidades que retornam formando um gráfico de amplitude. Interpretando o gráfico, o eixo horizontal (x) compreende ao tempo em microsegundos transcorrido para o retorno dos ecos após a interação com as interfaces teciduais, registrando graficamente como uma distância, e no eixo vertical (y) são presentes os picos referente a intensidade dos eco correspondentes a cada interface, ou seja, quanto mais ecos maiores serão os picos. Assim, as estruturas mais ecogênicas, se apresentam no gráficos de amplitude com picos mais altos (CLODE; MATTOON, 2021).

Figura 19. Imagem de ultrassonografia ocular operando simultaneamente os modos bidimensional e amplitude. No gráfico, observa-se picos no gráfico de amplitude em comparação às estruturas com aumento da ecogenicidade presentes na córnea, cápsula anterior e posterior da lente, e no complexo esclera-coróide-retina e nervo óptico. C = Córnea; L1 = Cápsula anterior da lente; L2 = Cápsula posterior da lente; N.O = Nervo óptico; M.E = Músculo retrator do bulbo do olho; G.O = Gordura orbital.



Fonte: Pádua et al. (2019).

4 PRINCIPAIS ALTERAÇÕES ANATOMOPATOLÓGICAS

4.1 Edema de córnea

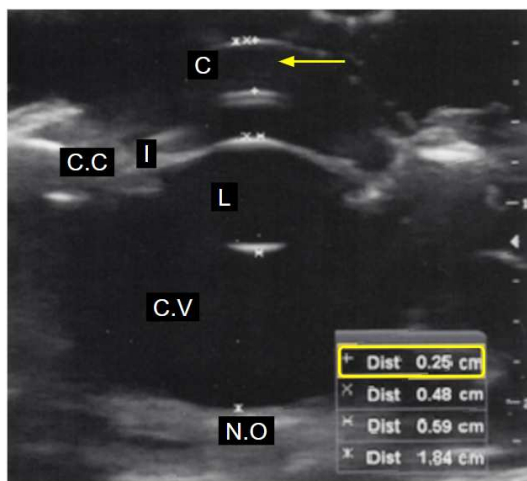
O edema da córnea é uma alteração que resulta na redução da transparência da córnea quando há falha na manutenção do estado relativo de desidratação da córnea, resultando no aumento da concentração de líquido no estroma que força a separação das lamelas colágenas, e consequentemente, o aumento da opacidade e da espessura da córnea. Pode ocorrer por fatores diversos, entre eles a distrofia endotelial senil, lesão por substância tóxica, lesão mecânica e lesões inflamatório do endotélio, por ulcerações superficial ou profunda, por consequências do glaucoma, por exemplo, que pode resultar a perda parcial ou total da visão do olho acometido, além da dor (SANCHEZ, 2014; GIANNIKAKI et al., 2020; LIMA, 2021).

Ao exame semiológico do edema de córnea se apresenta inicialmente como mancha branca que pode se tornar posteriormente branca-azulada, contudo, abscesso em estroma, ceratopatas, cicatrizes, neoplasias, entre outros, podem se apresentar de forma muito semelhante (SANCHEZ, 2014).

No exame de ultrassonografia em modo B é observado aumento da espessura da córnea, especialmente do estroma, podendo haver alteração da ecogenicidade (Figura 20); nesses pacientes, o acompanhamento por imagística é importante para avaliar evolução e a

extensão das lesões que possam resultar no edema de córnea (PIZZIRANI et al., 2015; PÁDUA et al., 2019).

Figura 20. Imagem de ultrassonografia ocular em paciente canino com edema de córnea (seta amarela). C = Córnea; I = Íris; C.C = Corpo ciliar; L= Lente; C.V = Câmara vítrea; N.O = Nervo óptico.



Fonte: Pádua et al. (2019).

4.2 Uveíte

A uveíte é a inflamação da túnica vascular, que pode ser classificada conforme os locais de acometimento em uveíte anterior, intermediária, posterior e panuveíte. Na uveíte anterior, ocorre por inflamação na íris e no corpo ciliar; na uveíte intermediária ocorre por inflamação no vítreo anterior, retina periférica e na *pars plicata*; na uveíte posterior, também ocorre por inflamação retina, vítreo e coróide; na panuveíte há inflamação em toda túnica vascular (AZEVEDO, 2017).

As causas podem ser de origem não-infecciosas, como por lente induzida em pacientes com catarata, ou por distúrbio autoimune; neoplasias de tecidos oculares ou metastático; traumas contusos ou perfurantes por corpo estranho; alterações metabólicas como hiperadrenocorticismo e *diabetes mellitus*; ou de infecciosas, causadas por protozoários (exemplos do *Toxoplasma* sp. e da *Leishmania* sp.), vírus como o da leucemia felina e o da imunodeficiência felina, fungos (exemplo do *Histoplasma* sp.), bactérias com a *Ehrlichia* sp. e *Brucella* sp., e algas (PONTES et al., 2006; STADES et al., 2007; AZEVEDO, 2017).

A ultrassonografia nos casos de uveítes não são utilizadas para o diagnóstico propriamente dito, contudo é um importante para avaliar as possíveis complicações como a catarata, subluxação de lente, luxação da lente, degeneração vítrea, descolamento de retina, glaucoma, entre outros; assim como a persistência do edema de córnea e outras ceratopatias, e

cistos irídio ciliares, que podem ser melhor examinados utilizando-se de transdutores de alta frequência como de 20MHz ou com transdutores para biomicroscopia ultrassônica; como também em pacientes com uveíte refratários ao tratamento e com suspeita de corpos estranhos (WATTÉ; POT, 2014; PIZZIRANI *et al.*, 2015; PÁDUA *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2021).

4.3 Alterações de lente

4.3.1 Catarata

A catarata é um termo utilizado para os distúrbios oculares que resultam na redução da transparência da lente ou da cápsula lenticular, podendo ocorrer por alteração no metabolismo da lente, especialmente das frações protéicas e da diminuição das atividades dos antioxidantes (OFRI, 2013; GOMES *et al.*, 2017).

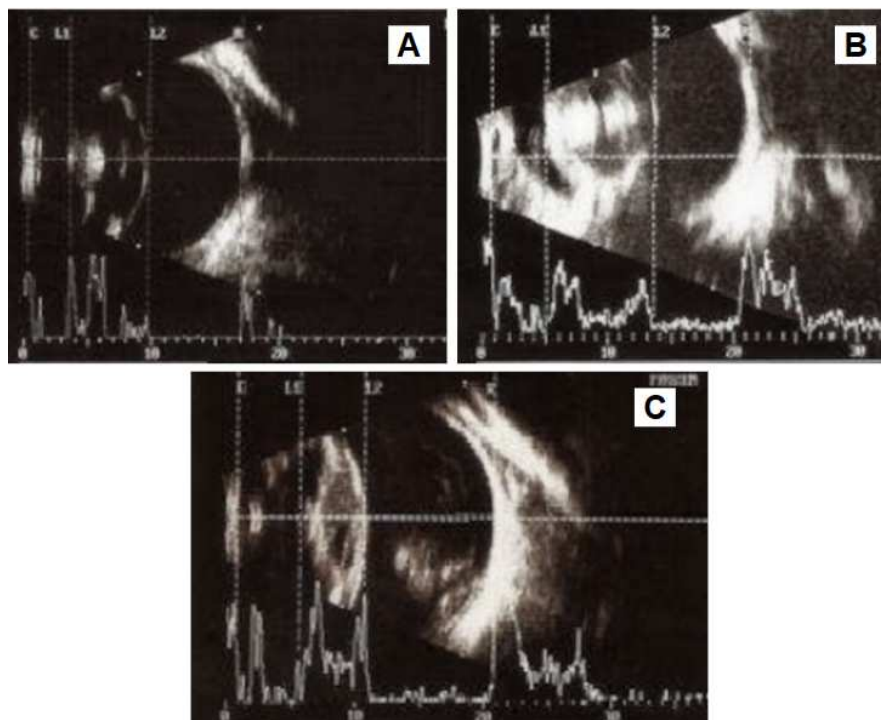
Essas alterações podem ser classificadas a partir de critérios como: a etiologia, o estágio de desenvolvimento, a localização do aparecimento da opacidade, a idade do aparecimento da opacidade. Contudo, a mais utilizada, incluindo para os estudos de imagística, é o estágio de desenvolvimento que considera o grau de opacidade com a maturação crescente da catarata (CABALA *et al.*, 2015).

Ao exame semiológico das cataratas, são observadas existe uma pequena opacidade em cerca de 10 a 15% da lente, focal no córtex, nas região subcapsular ou nas linhas de sutura em Y em pacientes com catarata incipiente. Na catarata imatura, a opacidade difusa abrange cerca de 10 a 80% da lente com redução do reflexo tapetal. Na catarata madura existe opacidade em toda a lente e ausência do reflexo tapetal; e quando há aumento do volume da lente pela absorção do humor aquoso, é denominado de catarata intumescente. Em cataratas hiperaturas, ocorre processo de liquefação das fibras solúveis por enzimas proteolíticas, que se inicia geralmente pelo córtex (CABALA *et al.*, 2015; PAIS, 2020).

Ao exame ecográfico de pacientes com catarata incipiente há aumento na ecogenicidade na região focal da disfunção com dimensões e forma da lente preservadas. Na catarata imatura, as regiões cortical e medular estarão mais ecogênicas, com a lente mantendo dimensões e forma preservadas. Na catarata madura existe aumento da ecogenicidade em toda a extensão da lente, inclusive na região equatorial, mas ainda mantendo suas dimensões e forma preservadas. Enquanto que na catarata intumescente ocorre aumento volume da lente resultando na redução da profundidade da câmara anterior, além do aumento da ecogenicidade em toda a sua extensão. Na catarata hipermadura é visível a irregularidade na cápsula lenticular e o aumento da ecogenicidade do córtex e medula, com dimensões da lente

diminuídas (Figura 21) (COSTA, 2014; CABALA et al., 2015; PÁDUA et al., 2019; CARVALHO; SQUARZONI, 2019).

Figura 21. Imagens de ultrassonografia ocular de cães com catarata em diferentes estágios de maturação. A) Catarata imatura, apresentando aumento da ecogenicidade na porção anterior do córtex e medula, e pequeno aumento de ecogenicidade em medula da porção posterior da lente; B) Catarata intumescente, apresentando aumento de ecogenicidade em toda a lente, bem como aumento no volume; C) Catarata hipermadura, apresentando aumento da ecogenicidade por toda a lente, redução do volume e a perda do aspecto liso da lente.



Fonte: Costa et al. (2014).

4.3.2 Luxação e subluxação de lente

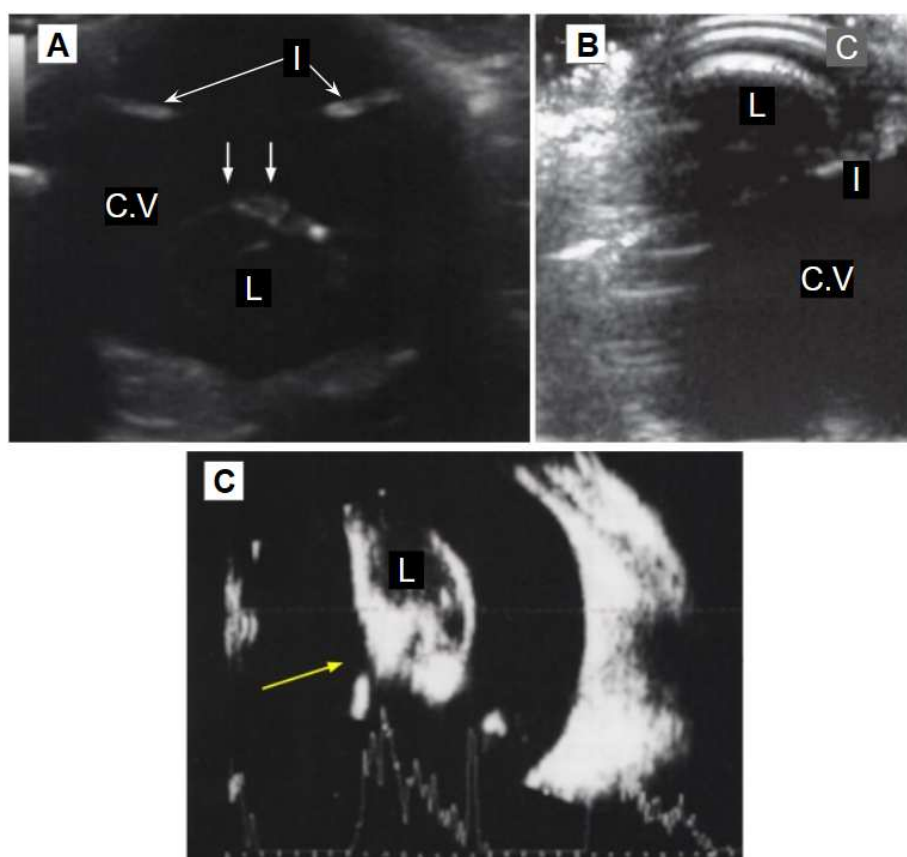
A luxação da lente ocorre quando as fibras zonulares que ligam o corpo ciliar à lente se rompem, e a lente que estaria localizada na *fossa patellaris* luxa para a câmara anterior trazendo consigo o corpo vítreo se o corpo vítreo se encontrar íntegro, resultando em luxação anterior da lente; quando o corpo vítreo se encontra parcialmente liquefeito ou liquefeito em sua totalidade, a lente luxa para a câmara vítrea, resultando na luxação posterior da lente. Na subluxação ocorre quando parte das fibras zonulares se rompem e a lente desloca em direção das fibras restantes. Essas alterações anatomopatológicas podem ocorrer por origem genética - causa primária, e por resultado de doenças oculares pré existentes - causa secundária (BETSCHART et al., 2014).

Em gatos as luxações ocorrem principalmente traumas na lente, uveíte e catarata que resultam na alteração da estabilidade da lente, enquanto que em cães a causa mais comum é

por catarata estando relacionadas a doenças hereditárias ou metabólicas como a *diabetes mellitus* (COLITZ; O'CONNEL, 2015).

Na ecografia, a subluxação de lente é observada a assimetria dos ecos da cápsula anterior e posterior da lente, podendo haver alteração ou não da espessura da câmara anterior. Nos casos de luxação, as alterações sonográficas são mais perceptíveis. Quando ocorre a luxação anterior a lente estará mais próxima da córnea, verificando redução da espessura da câmara anterior, enquanto que na luxação posterior a lente estará presente na câmara vítrea como uma estrutura ovóide que pode se movimentar livremente (Figura 22) (COSTA et al., 2014).

Figura 22. Imagem de ultrassonografia de pacientes com luxação posterior de lente (A) e luxação anterior de lente (B) e subluxação de lente, com a seta amarela indicando o deslocamento da lente (C). C = Córnea; L = Lente; I = Íris; C.V = Câmara vítrea.



Fonte: Adaptado de (B) Pizzirani et al. (2015); (A; C) Pádua et al. (2019).

4.4 Degeneração vítrea

Sinérese vítrea, moscas volantes, hialose asteroide e sínquise cintilante são tipos degenerações vítreas, que ocorrem por alterações reológicas associadas ao envelhecimento ou por processos inflamatórios. Na sinérese vítrea, ocorre por despolimerização do ácido

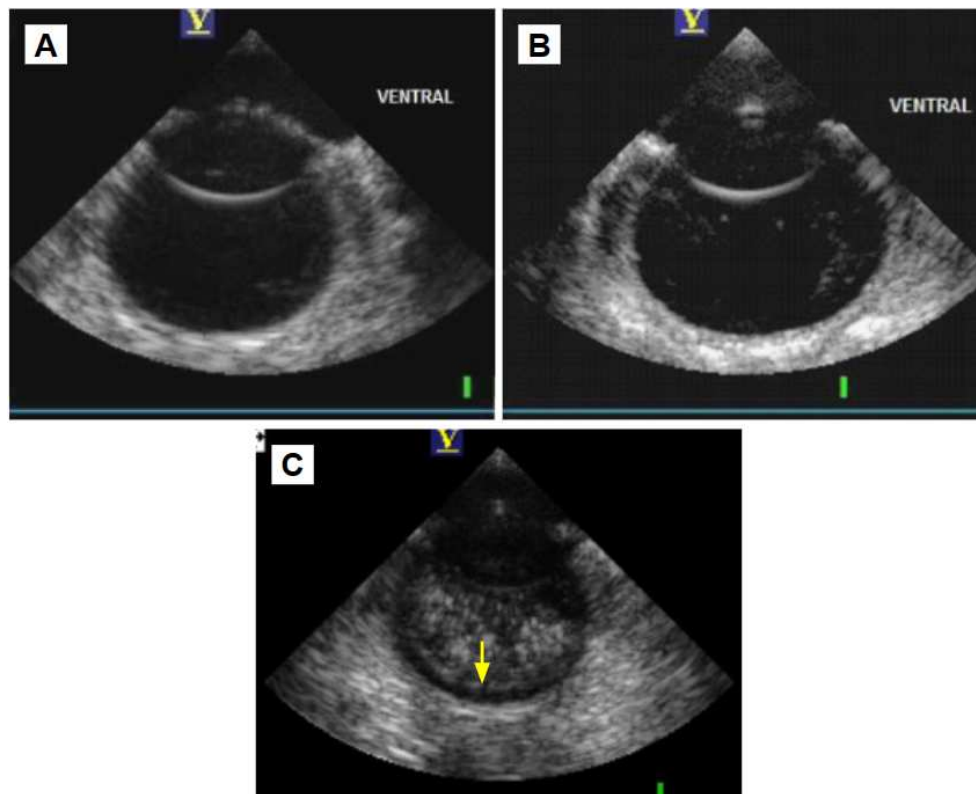
hialurônico que nesse processo libera de água formando lacunas no corpo vítreo. Nas moscas volantes a degeneração vítrea resulta na formação de condensados de fibrilas colágenas que se movem no vítreo mais ou menos liquefeito. Na hialose asteroide há pequenos corpos refratários compostos de fosfolipídios de cálcio no vítreo ainda na consistência de gel. A sínquise cintilante é outra forma de degeneração vítrea caracterizada pela presença de partículas de colesterol móveis no vítreo liquefeito (STADES *et al.*, 2007; LABRUYÈRE *et al.*, 2008).

As degenerações vítreas são comuns em pacientes com catarata, podendo haver incidência de alta em pacientes com catarata madura ou hipermadura; e independente da causa, podem predispor ao desenvolvimento do descolamento de retina (OFRI, 2013).

No exame de ultrassonografia os achados sonográficos das degenerações vítreas podem se apresentar como pontos ecogênicos difusos, que podem assumir arranjos lineares que devem ser bem avaliados em relação à ecogenicidade, mobilidade e se existe local de inserção, pois trata-se de critérios importante para diferenciar do descolamento de retina (LABRUYÈRE *et al.*, 2008).

Dentre os tipos de degeneração vítrea, a sinérese vítrea e as moscas volantes não são possíveis de serem diferenciadas entre si, pois ambas se apresentam como vários pontos móveis, ecogênicos e pouco reflexivos, concentrados principalmente na posição ventral da câmara vítrea em um olho parado (Figura 23 - A, B). Na hialose asteroide são visualizados pontos ecogênicos e muito reflexivos, distribuídos por todo o corpo vítreo (Figura 23 - C). Já na sínquise cintilante como pontos hiperecóicos que podem estar presentes na câmara vítrea como também câmara anterior (CLODE; MATTOON, 2021).

Figura 23. Imagens de ultrassonografia ocular de cães com degeneração vítrea. A) São observadas pontos ecóicos e pouco reflexivos no vítreo; B) Vítreo com pontos ecóicos pouco e reflexivos, com maior distribuição; C) Grande quantidade de pontos ecogênicos e muito reflexivos distribuídos uniformemente pelo vítreo, além de fina borda pré-retiniana sugestivo de descolamento de vítreo posterior (seta amarela).



Fonte: Labruyère et al. (2008).

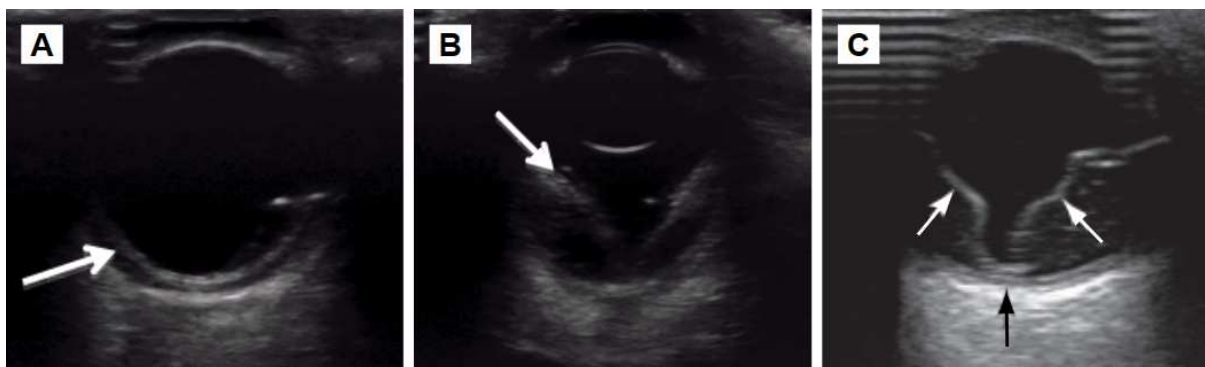
4.5 Descolamento de retina

O descolamento de retina é uma alteração anatomopatológica caracterizada pela separação entre a retina e o coróide, interrompendo o fornecimento de metabólitos que seriam destinados à retina. A etiologia é variada, podendo ser congênita, por descolamento exsudativo relacionadas a doenças virais (p. ex, cinomose), fúngicas e protozoárias (p. ex., leishmaniose), por descolamento hemorrágico associada a hipertensão, coagulopatias, anemias, traumas, por complicações de uveíte posterior, deslocamento anterior de vítreo, liquefação de vítreo e descolamento regmatogênico (OFRI, 2013).

Na ultrassonografia em modo B o descolamento parcial é visualizado uma linha membranosa convexa com conteúdo sub-retiniano. No descolamento de retina completo é vista como uma linha membranosa ecogênica em forma das letras V ou Y, pois a retina permanece inserida à *ora serrata* e na região de disco óptico; o espaço sub-retiniano formado com o descolamento pode ser preenchido por conteúdo anecóico, e nos casos de hemorragias

sub-retinianas ou de infiltrados inflamatórios pode ser evidenciado o aumento da ecogenicidade (Figura 24) (PÁDUA *et al.*, 2019; CLODE; MATTOON, 2021).

Figura 24. Imagens de ultrassonografia ocular de pacientes com descolamento de retina parcial (A) e completo (B e C). As setas brancas nas imagens A, B e C indicam a retina descolada; a seta preta na imagem C aponta para a retina inserida ao disco óptico.



Fonte: A; B) Costa *et al.* (2014); C) Clode e Matton (2021).

4.6 Glaucoma

A síndrome glaucomatosa é um distúrbio ocular multifatorial, caracterizada pelo aumento da pressão intraocular pelo comprometimento da drenagem do humor aquoso, culminando em lesões no nervo óptico e células da ganglionares da retina (KOMÁROMU *et al.*, 2015).

O glaucoma pode ser classificado em glaucoma primário, quando a pressão intraocular aumenta sem a presença de doenças oculares pré-existentes, e em glaucoma secundário, quando há aumento da pressão associada a doenças pré-existentes. O glaucoma primário pode ser subdividido em glaucoma primário de ângulo aberto (GPAA), que ocorre quando existe compressão, acúmulo de material extracelular ou desordem na malha trabecular responsável pela drenagem do humor aquoso; e em glaucoma primário de ângulo fechado (GPAF), que ocorre por disgenesia do ligamento pectinado, podendo resultar na redução do ângulo iridocorneal e comprometer a drenagem no humor aquoso. No glaucoma congênito, pode ocorrer o GPAA ou GPAF (RENWICK, 2014; McLELLAN *et al.*, 2015; KOMÁROMU *et al.*, 2015; SILVA 2017).

No glaucoma secundário, geralmente ocorre de forma unilateral, diferentemente do primário, e não tem caráter hereditário, exceto quando a causa possua predisposição genética como a catarata, por exemplo. Dentre as causas são o trauma, a uveíte, a subluxação e luxação de lente, a catarata, neoplasias, descolamento de retina, pela deposição de coágulos ou fibrina

decorrente de hemorragia intraocular, entre outras (STADES *et al.*, 2007; ORIA *et al.*, 2013; PUMPHREY, 2015).

O diagnóstico em cães e gatos é essencialmente clínico através da aferição da pressão intraocular com a tonômetro, e o ângulo iridocorneal mensuradas através de gonimetria (ORIA *et al.*, 2013). O acompanhamento por imagem das estruturas intraoculares e retrobulbar são importantes para pacientes glaucomatosos.

A avaliação dos vasos orbitais que vascularizam o bulbo do olho é feita a partir da observação da velocidade do fluxo sanguíneo retrobulbar e da resistência vascular, onde são registrada a diminuição das velocidades dos fluxos sanguíneos e aumento dos índices de resistividade e pulsatilidade, principalmente nos vasos que suprem a retina e o disco óptico, como as artérias ciliares posteriores curtas (CARVALHO *et al.*, 2009).

O aumento da pressão intraocular pode resultar no aumento do tamanho do bulbo do olho - buftalmia; a exoftalmia é uma alteração que pode apresentar aspecto macroscópico semelhante da buftalmia ao exame semiológico, com a ultrassonografia é fundamental buscar lesões capazes de alterar o espaço normal de acomodação do bulbo do olho durante a varreduras da região retrobulbar. Além disso, em pacientes glaucomatosos podem apresentar alterações ecográficas de redução da profundidade da câmara anterior, e alterações em lente como a catarata e a luxação ou subluxação de lente (MILLER, 2013; CHO, 2021).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ultrassonografia ocular é um exame seguro, geralmente bem tolerado pelos pacientes e de rápida execução. A técnica não exige do operador grandes habilidades, mas requer bons conhecimentos da anatomia ocular, da clínica em oftalmologia e das patologias de olho e órbita, bem como a familiaridade com a ultrassonografia. Não sendo um grande desafio aos oftalmologistas clínicos e nem aos clínicos não oftalmologistas que desejarem desenvolver a habilidade.

Como método de diagnóstico por imagem complementar à clínica, não dispensa um bom exame clínico prévio, que, ao considerar os achados, podem direcionar para as condutas mais adequadas objetivando a recuperação, prevenção da perda progressiva ou manutenção da visão, que é considerado um sentido nobre, para garantir a qualidade de vida e preservar a autonomia dos cães e gatos.

REFERÊNCIAS

- ABARCA, E. M. Normal Cross-sectional Anatomy of the Eye and Orbit. in: HOLLAND, M. HUDSON, J. (ed.). **Feline Diagnostic Imaging**, Hoboken: John Wiley & Sons. 2020. p. 113 - 127.
- ABARCA, E. M. Diseases of the Eye. in: HOLLAND, M. HUDSON, J. (ed.). **Feline Diagnostic Imaging**, Hoboken: John Wiley & Sons. 2020. p. 129 - 149.
- ALMEIDA, V. T.; ALVES, F. R. Ultrassonografia Doppler. in: FELICIANO, M. A. R.; ASSIS, A. R.; VICENTE, W. R. R. **Ultrassonografia em cães e gatos**. São Paulo: MedVet, 2019. p. 477-508
- AZEVEDO, M. G. **Uveíte em cães: revisão bibliográfica**. 2014. 50 f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade de Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2017.
- BESERRA, P. S.; SALES, G. A.; SANTANA, E. J. M.; MIRANDA, S. A.; BRITO, A. B.; NICKOLAK, E.; DOMINGUES, S. F. S. Biometria ultra-sonográfica em modo B do globo ocular e os diâmetros fronto occipital e bizigomático em Canis familiaris. **Pesq. Vet. Bras.** 29(4):286-290, abril 2009.
- BETSCHART, S.; HÄSSIG, M.; SPIESS, B. Die Linsenluxation beim Hund: Eine retrospektive Studie von 134 Hunden (2000 – 2011). **Schweizer Archiv für Tierheilkunde**, Band 156, Heft 3, März, 2014. p. 125 – 131.
- CABALA, R. W.; PEDROZA, H. P.; VIANA, F. A. B. Catarata: métodos de diagnóstico por imagem. **Nosso Clínico**, ano 18, n. 107 - set./out., 2015.
- CARVALHO, C. F.; DUPRÉ, A. S. A.; PEREZ, R. B. Ultrassonografia Doppler Ocular. in: CARVALHO, C. F. (org.). **Ultrassonografia Doppler em Pequenos Animais**. São Paulo: Roca, 2009. p. 153 - 158.
- CARVALHO, C. F.; SQUARZONI, R. Ultrassonografia Ocular. in: CARVALHO, C. F. **Ultrassonografia em pequenos animais**, 2. ed. [Reimpr.]. São Paulo: Roca, 2019. 468 p.
- CHO, J. Focused or Coast - Eye. in: LISCIANDRO G. R. (ed.). **Focused Ultrasound Techniques for the Small Animal Practitioner**. Danvers: John Wiley & Sons. 2015. p.243 - 260.
- CHO, J. Ocular ultrasound abnormalities and optic nerve sheath diameter in dogs and cats. **Vet. Clin. Small. Anim.** 51, 2021. p. 1295–1314.
- CLODE, A; MATTOON, J. S. Eye. in: MATTOON, J. S; SELLON, R. K.; BERRY, C. R. **Small Animal Diagnostic Ultrasound**. 4. ed. St. Louis: Elsevier. 2021.
- COLITZ, K.; O'CONNELL. T. Lens-Related Emergencies: Not Always So Clear. **Topics in Companion Animal Medicine**, n. 30, 2015. p. 81–85.

COSTA, A. P. A.; SILVA, G. A. S.; LIMA, A. M. V. L.; LAUS, J. L.; BARGES, N.C. Ultrassonografia ocular em cães. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

DIESEM, C. Órgãos dos sentidos do carnívoro e tegumento comum. in: GETTY, R. **Sisson/Grossman: anatomia dos animais domésticos, vol. 2**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1981. p. 1635 - 1674.

DYCE, K. M.; SACK, W.O; WENSING, C.J.G. **Tratado de anatomia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: GEN | , 2019.

FERREIRA, M. A; ALLEMANN, N.; DIAS L. G. G. G; HONSHO, C. S. Relação entre a biometria ultrassonográfica ocular e os parâmetros morfométricos do crânio, idade, peso e gênero em gatos domésticos. **Pesq. Vet. Bras.** 34(2):192-198, fevereiro 2014.

GHOSHAL N. G.; NANDA B .S. Cotação e artérias do carnívoro. in: GETTY, R. **Sisson/Grossman: anatomia dos animais domésticos, vol. 2**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1981. p. 1497 - 1550.

GIANNIKAKI, S.; ESCANILLA, N. STURGESS, K; LOWE, R. A modified technique of keratoleptynsis (“letter-box”) for treatment of canine corneal edema associated with endothelial dysfunction. **Veterinary Ophthalmology**. 2020.

GOMES, M. C.; MELO, M. S.; VASCONVELOS, R. H.; BEZERRA, W. G. A.; COSTA, P. P. C. Aspectos e estágios da catarata em cães – Revisão de literatura. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.11, n.4. p. 456 – 471. out - dez, 2017.

HEINRINCH, C. The vitreous. in: GOULD, D.; McLELLAN, G. (ed.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Ophthalmology**. 3. ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association. 2014.

KOMÁROMU, A. M.; PETERSEN-JONES, S. M. Genetics of canine primary glaucomas. **Vet. Clin. Small Anim.** v. 45, i. 6, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.06.003>

LABRUYÈRE, J. J.; HARTLEY, C.; ROGERS, K.; WETHERILL, G.; McCONNELL, J. F.; DENNIS, R. Ultrasonographic evaluation of vitreous degeneration in normal dogs. **Vet. Radiol. Ultrasound**, v. 49, n. 2, p. 165-171, mar./abr. 2008. DOI: [10.1111/j.1740-8261.2008.00344.x](https://doi.org/10.1111/j.1740-8261.2008.00344.x).

LIMA, M. P. Gundersen flap to treat corneal edema: case report. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v.4, n.6, p. 27659-27665 nov./dec. 2021.

MATTOON, J. S.; NYLAND, T. G. Olho. In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. **Ultra-som diagnóstico em pequenos animais**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2004. p. 315-334.

MAGGS, D. J. Cornea and sclera. in: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. **Slatter’s fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. Missouri: Elsevier Saunders. 2013. 686p.

MAGGS, D. J. Ocular pharmacology and therapeutics. in: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. Missouri: Elsevier Saunders. 2013. 686p.

McLELLAN G. J.; TEIXEIRA, L. B. C. Feline glaucoma. **Vet. Clin. Small Anim.** v. 45, i. 6, 2015.. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.06.010>

MILLER, P. E. The Glaucomas. in: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. Missouri: Elsevier Saunders. 2013. 686p.

OFRI, R. Lens. in: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. Missouri: Elsevier Saunders. 2013. 686p.

OFRI, R. Retina. in: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. Missouri: Elsevier Saunders. 2013. 686p.

OFRI, R. Vitreous. in: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. Missouri: Elsevier Saunders. 2013. 686p.

ORIÁ, A. P.; GOMES JUNIOR, D. C.; SOUZA, M. R.; COSTA NETO, J. M.; ESTRELA-LIMA, A.; DÓREA NETO, F. A. Glaucoma secundário em cães e gatos. **Medicina Veterinária**, Recife, v.7, n.3, p.13-22, 2013.

PÁDUA, I. R. M.; ABREU, T. G. M.; MADRUGA, G. M. Olhos. in: FELICIANO, M. A. R.; ASSIS, A. R.; VICENTE, W. R. R. **Ultrassonografia em cães e gatos**. São Paulo: MedVet, 2019. p. 477-508

PAIS, V. P. **Critérios de seleção de lentes intraoculares na cirurgia de cataratas por facoemulsificação em cães**. 2020. 69 f. Dissertação (Mestrado integrado em Medicina Veterinária) - Universidade de Lisboa, Lisboa. 2020.

PINTO, F. **Atlas de Ecografia Oftálmica, vol I - Ecografia do Segmento Posterior**. Loures/PT: Ondagrafe. 2013.

PINTO, R. B. B.; RIBEIRO, K. C.; SILVA, M. F.; REGALIN, D.; BARTOLI, R. B. M.; AMARAL, A. V. C. Principais bloqueios anestésicos para cirurgias oculares em cães e gatos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021.

PIZZIRANI, S. PENNICK, D. SPAULDING, K. Eye and Orbit. in: PENNINCK, D.; D'ANJOU, M. (ed.). **Atlas of Small Animal Ultrasonography**. 2. ed. Danvers: John Wiley & Sons. 2015. p. 19 - 54.

PONTES, K. C. S.; VIANA, J. A.; DUARTE, T. S. Etiopatogenia da uveíte associada a doenças infecciosas em pequenos animais. **Revista Ceres**, vol. 53, n. 309, set-out., 2006. p. 618-626.

PUMPHREY, S. Canine secondary glaucomas. **Vet. Clin. Small Anim.** v. 45, i. 6, 2015. p.1335–1364. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.06.009>

RENEWICK, P. Glaucoma. in: GOULD, D.; McLELLAN, G. (ed.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Ophthalmology**. 3. ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association. 2014.

SANCHEZ, R. F. The cornea. in: GOULD, D.; McLELLAN, G. (ed.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Ophthalmology**. 3. ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association. 2014.

SILVA, T. C. **Glaucoma em cães e gatos: revisão de literatura e estudo retrospectivo**. 2017. 49 f. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2017.

SOUZA, M. G.; SMILGYS, É. C.; GUSMAN, L. M. R.; CARNEIRO, R. K.; PEREIRA, T. M.; LOPES, B.; CORRÊA, L. F. D.; POZZOBON, R.; FELICIANO, M. A. R. Diagnóstico ultrassonográfico de corpo estranho ocular em cão. **Ciência Animal**, v.31, n.2, p.172-177, 2021.

SPAULDING, K. Olho e Órbita. in: PENNINCK, D.; D'ANJOU, M. (ed.). **Atlas de ultrassonografia de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

STADES, F. C.; WYMAN, M.; BOEVÉ, M. H.; NEUMANN, W.; SPIES, B. **Ophthalmology for the Veterinary Practitioner**, 2. ed. Schlütersche. 2007.

TONI, M. C.; MEIRELLES, A. E. W. B.; LAUS, J. L.; CANOLA, L. C. Ophthalmic ultrasound of dogs with different skull conformations. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.8, n.2, p.331-335, 2013.

TURNER, S. M. **Oftalmología de pequeños animales**. Barcelona: Elsevier, 2010.

WATTÉ, C.; POT, S. The uveal tract. in: GOULD, D.; McLELLAN, G. (ed.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Ophthalmology**. 3. ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association. 2014.

Anexo I

Quadro 01. Valores de biometria ocular normal para gatos adultos braquicefálicos e não braquicefálicos.

Parâmetros	Braquicéfalo	Não braquicéfalo
Câmara anterior (cm)	0,30 ($\pm$ 0,05)	0,36 ($\pm$ 0,04)
Espessura da lente (cm)	0,50 ($\pm$ 0,05)	0,76 ($\pm$ 0,06)
Câmara vítrea (cm)	0,79 ($\pm$ 0,06)	0,77 ($\pm$ 0,06)
Eixo óptico (cm)	1,93 ($\pm$ 0,05)	1,92 ($\pm$ 0,08)

Fonte: Ferreira et al. (2014)

Quadro 02. Valores de biometria ocular normal para cães adultos mesocéfalo (peso médio de 4,58 kg) braquicéfalos (peso médio de 5,85 kg) e dolicocefalos (peso médio de 7,67 kg).

Parâmetros	Braquicéfalo	Mesocéfalo	Dolicocéfalo
Câmara anterior (cm)	0,29 ($\pm$ 0,03)	0,30 ($\pm$ 0,06)	0,30 ($\pm$ 0,06)
Espessura da lente (cm)	0,70 ($\pm$ 0,06)	0,70 ($\pm$ 0,08)	0,70 ($\pm$ 0,08)
Câmara vítrea (cm)	0,94 ($\pm$ 0,07)	0,87 ($\pm$ 0,12)	0,97 ($\pm$ 0,09)
Eixo óptico (cm)	1,94 ($\pm$ 0,06)	1,88 ($\pm$ 0,14)	1,98 0,97 ($\pm$ 0,09)

Fonte: Toni et al. (2013)

Anexo II

Quadro 03. Valores de biometria ocular normais para cães adultos, agrupados a partir dos diâmetros fronto occipital e bizigomático.

Parâmetros	Diâmetro fronto occipital			Diâmetro bizigomático		
	5 - 7,5 cm	8 - 10 cm	11 - 13cm	5,0 - 6,5 cm	7 - 10 cm	11 - 12 cm
Centro da córnea (cm)	0,07 ($\pm$ 0,02)	0,08 ($\pm$ 0,002)	0,10 ($\pm$ 0,003)	0,08 ($\pm$ 0,001)	0,08 ($\pm$ 0,009)	0,10 ($\pm$ 0,005)
Câmara anterior (cm)	0,26 ($\pm$ 0,01)	0,32 ($\pm$ 0,007)	0,39 ($\pm$ 0,02)	0,28 ($\pm$ 0,01)	0,33 ($\pm$ 0,01)	0,38 ($\pm$ 0,00)
Espessura da lente (cm)	0,69 ($\pm$ 0,01)	0,65 ($\pm$ 0,1)	0,72 ($\pm$ 0,01)	0,67 ($\pm$ 0,008)	0,70 ($\pm$ 0,02)	0,71 ($\pm$ 0,03)
Diâmetro da lente (cm)	1,01 ($\pm$ 0,01)	1,05 ($\pm$ 0,02)	1,15 ($\pm$ 0,02)	1,04 ($\pm$ 0,01)	1,11 ($\pm$ 0,02)	1,10 ($\pm$ 0,02)
Câmara vítrea (cm)	0,82 ($\pm$ 0,01)	0,86 ($\pm$ 0,01)	0,97 ($\pm$ 0,02)	0,83 ($\pm$ 0,01)	0,90 ($\pm$ 0,01)	1,00 ($\pm$ 0,01)
Eixo óptico (cm)	1,70 ($\pm$ 0,02)	1,81 ($\pm$ 0,03)	2,06 ($\pm$ 0,04)	1,71 ($\pm$ 0,02)	1,9 ($\pm$ 0,01)	2,14 ($\pm$ 0,02)

Fonte: Beserra et al. (2009).

Anexo III

Quadro 04. Valores de referência de normalidade dos índices hemodinâmicos de resistividade vascular (IR), índice de pulsatilidade (IP), velocidade diastólica final (VDF) e velocidade de pico sistólico (VPS).

	VPS (cm/s)	VDF (cm/s)	IR	IP
Artéria oftálmica externa	18,7 (± 5,5)	8,1 (± 3,74)	0,85 (± 0,11)	1,01 (± 0,32)
Artéria oftálmica interna	20,95 (± 5,82)	3,7 (± 2,7)	0,58 (± 0,07)	1,01 (± 26)
Artéria ciliar posterior longa	17,12 (± 5,34)	8,33 (± 3,06)	0,51 (± 0,07)	0,8 (± 0,2)
Artéria ciliar posterior curta	13,33 (± 3,48)	7,48 (± 2,51)	0,44 (± 0,08)	0,63 (± 0,18)
Artéria ciliar anterior	14,41 (± 3,94)	6,84 (± 2,43)	0,52 (± 0,08)	0,82 (± 0,2)
Artéria retiniana	24,38 (± 10,53)	11,96 (± 5,7)	0,5 (± 0,1)	0,77 (± 0,22)

Fonte: Carvalho et al. (2009).