

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS CURITIBANOS  
CURSO MEDICINA VETERINÁRIA**

**ANA PAULA DA CUNHA**

**ULTRASSONOGRAFIA OCULAR E BIOMICROSCOPIA ULTRASSÔNICA NA  
OFTALMOLOGIA VETERINÁRIA: REVISÃO DE LITERATURA**

**CURITIBANOS**

**2021**

**ANA PAULA DA CUNHA**

**ULTRASSONOGRAFIA OCULAR E BIOMICROSCOPIA ULTRASSÔNICA NA  
OFTALMOLOGIA VETERINÁRIA: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro de Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Médica Veterinária.

Orientador: Prof. DSc. Álvaro Menin

**CURITIBANOS**

**2021**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cunha, Ana Paula

Ultrassonografia ocular e Biomicroscopia Ultrassônica na  
Oftalmologia Veterinária: Revisão de Literatura / Ana  
Paula Cunha ; orientador, Ávaro Menin, 2021.  
40 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus  
Curitibanos, Graduação em Medicina Veterinária,  
Curitibanos, 2021.

Inclui referências.

1. Medicina Veterinária. 2. Oftalmologia veterinária.  
3. Ultrassonografia ocular . 4. Biomicroscopia  
ultrassônica. 5. Clínica oftalmológica. I. Menin, Ávaro. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Medicina Veterinária. III. Título.

Ana Paula da Cunha

ULTRASSONOGRAFIA OCULAR E BIOMICROSCOPIA ULTRASSÔNICA NA  
OFTALMOLOGIA VETERINÁRIA: REVISÃO DE LITERATURA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado e julgado aprovado para  
obtenção do Título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Curitibanos, 17 de maio de 2021.

---

Prof. Malcon Andrei Martinez-Pereira, DSc.  
Coordenador do Curso  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Álvaro Menin, DSc - Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Allana Valau Moreira.  
Universidade do Oeste de Santa Catarina

---

Prof. Rogério Luizari Guedes.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família, que estiveram a todo momento comigo, me auxiliando de todas as formas possíveis para chegar ao fim desta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a meus pais Édna Simas Marçal da Cunha e Maycon Eider da Cunha, pois foram eles que plantaram a semente do desejo de estudar, acreditaram em mim desde pequena, fizeram de uma criança uma sonhadora, me proporcionando todo apoio necessário para continuar trilhando o caminho dos estudos. Sem vocês não me tornaria a pessoa que sou hoje, espero poder retribuir tudo que fizeram por mim e continuar sendo a “filha sonhadora” de vocês, que eu apenas proporcione orgulho e possa tornar a vida de vocês mais feliz. Não tenho palavras para descrever o amor e gratidão que sinto por vocês.

Ao meu companheiro Kalixton dos Santos, não tenho como colocar em palavras todo o meu agradecimento por esses anos de lutas, conquistas, autoconhecimento, amizade e amor. Você é, sem dúvidas, uma pessoa extremamente importante na minha vida, meu melhor amigo e incentivador. Espero um dia poder retribuir tudo que fez por mim.

Agradeço aos meus irmãos Maycon E. C. Filho e Luiz Fernando da Cunha por todo carinho e amor que sempre tiveram por mim, sendo estes, com toda certeza, recíprocos. Desejo a vocês todo sucesso do mundo, que conquistem cada sonho que tiverem, que sempre lembrem das pessoas incríveis que vocês são e que, mesmo longe, sempre estarei por perto.

A minha vó Catharina Simas Marçal, por sempre transmitir afeto e amor, mostrando que uma pessoa pode amar inúmeras outras e ainda sim conseguir fazer com que cada uma se sinta especial e amada de uma forma única.

Ao Prof. DSc./Orientador Álvaro Menin agradeço por cada palavra de incentivo, cada conselho, cada ensinamento, você é, sem sombra de dúvidas, um professor, não só de sala de aula, mas de vida. Você consegue ser a calma no meio de uma tempestade, mostrando que no fim, o sol volta a brilhar, sendo uma pessoa que transmite acalento e se tornando o exemplo de profissional e pessoa que almejo ser. Agradeço a cada momento ao seu lado e também por ter aceitado a missão de ser meu orientador.

Ao Dr. Thiago A. C. Ferreira, não tenho palavras para mensurar toda a gratidão por tanto conhecimento e oportunidades. Você me acolheu e despertou sonhos que não sabia que eram possíveis, sonhos que nunca tinha imaginado, você me fez traçar metas e objetivos, fez eu parar, pensar e agir. Você não mede esforços para ensinar e ajudar, um exemplo a ser seguido e que irei seguir. Muito obrigada por cada ensinamento e

conselhos diários, você é muito mais do que um excelente profissional, você é uma excelente pessoa.

Aos amigos e colegas que fiz ao longo desses anos só tenho a agradecer, por cada conversa, ajuda, risada e conforto. Em especial, agradeço a Sabrina A. Bravo, Krisley C. Wagner e Isabella Sousa, vocês se mostraram serem pessoas que quero carregar ao longo de cada ano vivido.

Os meus agradecimentos também vão para toda a equipe da Clínica Lovely Dog, onde encontrei pessoas e amizades maravilhosas, pessoas que quero levar para a vida. Em especial a Amanda Batista e a Tayná Leque, que se tornaram minhas grandes amigas em tão pouco tempo, um laço que criei e que quero que permaneça, vocês realmente me cativaram.

Agradeço aos anjos da minha vida, anjos que entraram e tornaram os meus dias mais leves, Lara, Thief e Kohana. Ao meu amor, Kohana, que viveu pouco, mas com uma intensidade de uma vida inteira, espero que encontre tanta alegria quanto você me proporcionou, e se a história de que quando partimos desse mundo nos tornamos estrelas for verdade, você se tornou uma das estrelas mais radiantes desse céu, que ilumine esse mundo com toda a sua luz.

Por fim, agradeço a toda equipe da Universidade Federal de Santa Catarina – Curitibanos, e a todos que torceram e acreditaram em mim, fazendo parte desta jornada.

*“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos.”*

*Charles Chaplin*

## RESUMO

A ultrassonografia ocular é um exame amplamente distribuído na rotina clínica oftalmológica veterinária, sendo de extrema importância para avaliação das estruturas intraoculares e tecidos adjacentes ao globo ocular, como o tecido retrobulbar, que não pode ser avaliado nos exames oftalmológicos clínicos. Se trata de um exame indispensável quando as estruturas intraoculares não podem ser avaliadas clinicamente por algum motivo que impeça a visualização das mesmas, como opacidade da córnea, catarata e blefarodema grave. Com a ultrassonografia ocular convencional (modo-B amplamente utilizado) pode-se avaliar todo o globo ocular, porém, sua resolução não é boa para avaliar estruturas da região anterior do olho. Estas estruturas necessitam da biomicroscopia ultrassônica para serem avaliadas, sendo um exame ultrassonográfico de alta frequência, levando a imagens microscópicas de alta resolução, porém seu poder de penetração é baixo, logo os dois exames são complementares entre si. A biomicroscopia ultrassônica (UBM) consegue detalhar toda a região anterior do globo ocular, desde as camadas da córnea até, em média, a região equatorial da lente, sendo possível, inclusive, avaliar o ângulo iridocorneal e os ligamentos zonulares. Estes exames associados permitem uma avaliação completa das estruturas anatômicas do olho e com isso o diagnóstico de inúmeras patologias oculares, incluindo de glaucoma.

**Palavras-chave:** Oftalmologia veterinária. Ultrassonografia ocular. Biomicroscopia ultrassônica. Clínica oftalmológica.

## ABSTRACT

Ocular ultrasound is an exam widely distributed in the veterinary ophthalmological clinical routine, being extremely important for the assessment of intraocular structures and tissues adjacent to the eyeball, such as retrobulbar tissue, which cannot be evaluated in clinical eye exams. This is an indispensable test when intraocular structures cannot be evaluated clinically for any reason that prevents them from being seen, such as corneal opacity, cataracts and severe blepharoeidema. With conventional ocular ultrasound (B-mode widely used), the entire eyeball can be evaluated, but its resolution is not good for evaluating structures in the anterior region of the eye. These structures require ultrasound biomicroscopy to be evaluated, being a high frequency ultrasound exam, leading to high resolution microscopic images, however their penetrating power is low, so the two exams are complementary to each other. The ultrasound biomicroscopy (UBM) is able to detail the entire anterior region of the eyeball, from the layers of the cornea to, on average, the equatorial region of the lens, and it is even possible to assess the iridocorneal angle and zonular ligaments. These associated examinations allow a complete assessment of the anatomical structures of the eye and, therefore, the diagnosis of numerous ocular pathologies, including glaucoma.

**Keywords:** Veterinary ophthalmology. Ocular ultrasound. Ultrasonic biomicroscopy. Ophthalmology clinic.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Ultrassonografia ocular modo-A: (1) epitélio e membrana de Bowman; (2) membrana de Descemet e endotélio; (3) cápsula anterior da lente; (4) cápsula posterior da lente; (5 e 6) retina, coróide e esclera; (7) anexos extra orbitários. .... 20
- Figura 2:** Ultrassonografia ocular modo-B..... 21
- Figura 3:** Posicionamento do transdutor na técnica transpalpebral (A) e transcorneal (B)..... 22
- Figura 4:** (A) Imagem ilustrativa de globo ocular, evidenciando a córnea (vermelho), câmara anterior (amarelo), lente (azul), câmara vítrea (verde) e parede posterior do globo ocular (cinza); (B) Imagem ultrassonográfica do OD de um felino, com setas identificando as estruturas da figura A. .... 24
- Figura 5:** Imagem transcorneal, varredura transversal de olho normal de cão: (1) córnea, (2) retina, coróide, esclera, (\*) corpo ciliar, (seta) nervo óptico, (CA) câmara anterior, (CV) câmara vítrea..... 24
- Figura 6:** Algumas alterações oculares em cães e gatos impossibilitando avaliação de estruturas intraoculares: (A) catarata madura bilateral em cão; (B) catarata madura associada à luxação anterior de lente; (C) exoftalmia secundária a abscesso retrobulbar; (D) perda da transparência e vascularização corneal profunda devido ao glaucoma; (E) pigmentação corneal e uveíte; (F) buftalmia, alteração de textura e coloração da íris; (G) abaulamento escleral e pigmentação corneoescleral; (H) perda de transparência da córnea..... 25
- Figura 7:** OD e OS sendo representados pelos ponteiros de relógio. .... 28
- Figura 8:** (a) Técnica de imersão da sonda em fluido; (b) Técnica de contato direto com a córnea..... 28
- Figura 9:** Imagem A temos exame de UBM onde pode-se ver estreitamento de ângulo iridocorneal (ângulo 1 em rosa). Em Imagem B o mesmo exame mostra um ângulo iridocorneal normal em um outro paciente, ambos da espécie canina..... 30
- Figura 10:** Imagem de UBM onde é possível ver as camadas da córnea, câmara anterior e região anterior da lente (cápsula anterior e equador da lente). Linha laranja demonstra a espessura central da córnea (0,71 mm) e linha rosa a profundidade da câmara anterior (3,09 mm). Imagem de cão saudável..... 30

**Figura 11:** Imagem de UBM com mensurações de estruturas avaliadas: Linha 1 (laranja) distância entre LS e CAL; Linha 2 (rosa) tamanho da fenda ciliar; Linha 3 (roxo) profundidade da câmara posterior; Ângulo 1 (verde) área da fenda ciliar e Ângulo 2 (rosa) ângulo de drenagem..... 31

## LISTA DE TABELAS

<b><i>Tabela 1:</i></b> <i>Intervalos do espectro audível de alguns animais.....</i>	18
<b><i>Tabela 2:</i></b> <i>Resumo de indicações para utilização da Ultrassonografia biomicroscópica. .....</i>	29

## LISTA DE ABREVIATURAS

CAL	Cápsula anterior da lente
cm	Centímetros
<i>et al.</i>	Abreviatura do latim “ <i>et alii</i> ”
GHz	Gigahertz
HA	Humor aquoso
kHz	Kilohertz
LS	Linha de Shwalbe
MHz	Megahertz
mm	Milímetros
mm <sup>2</sup>	Milímetros quadrados
mmHg	Milímetros de mercúrio
OD	Olho direito
OS	Olho esquerdo
PIO	Pressão intraocular
UBM	Ultrassonografia biomicroscópica
US	Ultrassonografia

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	16
2. BASES DO ULTRASSOM.....	17
2.1. Formação da Onda Ultrassonográfica.....	18
3. ULTRASSONOGRAFIA OCULAR.....	18
3.1. Ultrassonografia Modo-A e Modo-B.....	19
3.2. Técnica para a Execução do Exame .....	21
3.3. Escolha e Posicionamento do Transdutor .....	22
3.4. Estruturas Oculares Avaliadas em Modo-B.....	23
3.5. Indicações .....	25
4. UBM O QUE É E DIFERENÇA DO US OCULAR.....	26
4.1. Técnica de Execução da UBM.....	27
5. ESTRUTURAS AVALIADAS NA UBM.....	29
6. DISCUSSÃO.....	32
7. CONCLUSÃO.....	35
8. REFERÊNCIAS.....	36

## 1. INTRODUÇÃO

Na medicina veterinária a ultrassonografia é amplamente utilizada como meio diagnóstico (COSTA *et al.*, 2014). Com os avanços na tecnologia dos exames de imagem, pode-se obter uma avaliação do olho e de suas estruturas orbitárias com maior precisão, facilitando o diagnóstico e a terapêutica do paciente (FERREIRA *et al.*, 2013). Se trata de um exame sem efeitos biológicos nocivos, muito seguro para os pacientes e para a pessoa que o realiza, sendo também um exame não invasivo e bem aceito pelos pacientes, possui praticidade já que se pode utilizá-lo em qualquer local, sem necessidade de segurança específica, sendo possível diagnosticar patologias e acompanhar a evolução dos quadros (NYLAND; MATTON, 2002).

Entre todos os exames auxiliares, o ultrassom normalmente é o mais solicitado (SALES; BRAGA; BRAGA FILHO, 2019). Este exame pode ser solicitado em vários casos, como em variações de tamanho de globos oculares, para análise de estruturas não oculares (como corpo estranho e tumores), em casos de traumatismos, perfurações, avaliação de retina, catarata e ainda para avaliação biométrica (HIJAR, 2008).

Entre as modalidades de ultrassom, o modo-B é o mais utilizado na oftalmologia, já que proporciona uma varredura bidimensional e em tempo real do globo ocular, permitindo também com maior facilidade a avaliação das estruturas oculares (CARVALHO, 2004; SPAULDING, 2008).

Recentemente foi incorporado na oftalmologia veterinária transdutores de alta frequência, variando de 25 a 100 MHz, sendo um avanço denominado de ultrassonografia biomicroscópica, tendo um baixo poder de penetração, mas compensado por um alto poder de resolução da imagem, tornando-se um método exemplar para a avaliação da região anterior do globo ocular (SERRALHEIRO, 2018; MERLINI *et al.*, 2011).

O exame de UBM permite uma avaliação das camadas da córnea, câmara anterior, ângulo iridocorneal, íris, câmara posterior, zônulas, corpo ciliar, porção anterior da esclera e coroide, retina periférica, cápsula anterior da lente até, em média, o seu equador, proporcionando ricos detalhes destas estruturas intraoculares (CASTANHEIRA, 2003; DIETRICH, 2007). Apesar de não ser um exame facilmente

encontrado e ter custos mais elevados, é um exame que vem aumentando na rotina da oftalmologia veterinária (MERLINI *et al.*, 2011). Com isso o objetivo deste trabalho é mostrar a importância da associação da ecografia em modo-B e da UBM na rotina da oftalmologia veterinária, assim como relatar um caso onde foi utilizado a UBM para diagnóstico.

## **2. BASES DO ULTRASSOM**

Atualmente, a ultrassonografia é uma das tecnologias de diagnóstico por imagem mais avançadas (PASCHOARELLI, 2003). Se trata de um exame amplamente utilizado devido sua agilidade, eficácia, custos baixos, por sua segurança, acessibilidade, sem necessitar de sedação e não invasivo (COSTA *et al.*, 2014; SALES; BRAGA; BRAGA FILHO, 2019). O equipamento emite sons com altas frequências, normalmente entre 2 MHz e 10 MHz (megaHertz), sendo produzidos por um transdutor (SALES; BRAGA; BRAGA FILHO, 2019). São emitidas ondas sonoras em forma de pulsos ou feixes através de cristais piezelétricos encontrados no interior dos transdutores, com frequências superiores à capacidade auditiva humana (Tabela 1) (FERREIRA *et al.*, 2013; PASCHOARELLI, 2003).

A frequência das ondas do ultrassom diagnóstico normalmente varia entre 2.000.000 a 10.000.000 HZ, equivalentes a 2 e 10 MHz respectivamente (HAN; HURD, 2007). Quanto mais ciclos de repetições de ondas sonoras por segundo que o ultrassom realiza, menor é o comprimento de onda e com isso se tem uma imagem com melhor resolução, porém, quanto maior a resolução ultrassonográfica, menor o poder de penetração no tecido, já que as ondas são mais curtas (NYLAND; MATTOON, 2004).

Denominamos de infrassons, estas ondas sonoras que possuem sua frequência abaixo de 20Hz, ou seja, um som que não pode ser ouvido por humanos (Tabela 1), mas alguns animais se comunicam através deles, como as baleias (SALES; BRAGA; BRAGA FILHO, 2019). Quando temos frequências maiores que 20.000 Hz, ou seja, que também são imperceptíveis para humanos, chamamos de ultrassons (BLANCO; RODRIGUES; ARIAS, 2011).

**Tabela 1:** Intervalos do espectro audível de alguns animais.

<b>ANIMAL</b>	<b>ESPECTRO DE AUDIÇÃO</b>
Humano	20 Hz a 20.000 Hz
Golfinho	150 Hz a 150.000 Hz
Cão	15 Hz a 50.000 Hz
Gato	60 Hz a 65.000 Hz
Morcego	1.000 Hz a 120.000 Hz

**Fonte:** Sales; Braga; Braga Filho, 2019.

Na oftalmologia são necessárias frequências altas, como de 10 MHz para poder se realizar a avaliação do globo ocular e da órbita (FERREIRA *et al.*, 2013). Quando se deseja realizar uma avaliação mais precisa da superfície ocular, da câmara anterior do globo ocular, do ângulo de drenagem e da íris, se necessita de transdutores a partir de 20 MHz, com isso se consegue imagens de alta resolução destas estruturas (KIM *et al.*, 2008; SHUNG, 2009).

### **2.1. Formação da Onda Ultrassonográfica**

O efeito piezelétrico ocorre quando cristais de quartzo são submetidos a uma energia elétrica, esta voltagem converte em energia mecânica fazendo com que eles vibrem, com isso gera a oscilação dos cristais presentes na sonda (CARVALHO, 2004; HANGIADREOU, 2003). A oscilação gerada então é transmitida como ondas ultrassonográficas, estas se propagam nos tecidos e geram vários retornos de ondas (ecos), fazendo com que ocorra uma nova oscilação dos cristais e converte esta energia mecânica em energia elétrica novamente, onde estes ecos serão refletidos em uma imagem (SERRALHEIRO, 2018). Os ecos que retornam ao aparelho são amplificados por ele para posteriormente gerar os dados propriamente ditos do exame expressos no monitor (NYLAND; MATTON, 2004).

## **3. ULTRASSONOGRAFIA OCULAR**

Quando os exames oftálmicos de rotina não podem ser realizados por algum motivo, como opacidade da córnea ou catarata, se preconiza a utilização de ecografia para uma avaliação das estruturas oculares, perioculares e retrobulbares. Este exame também pode ser indicado em casos de blefarodema grave e em suspeitas de doenças retrobulbares que acabem por resultar em exoftalmia (DIETRICH, 2013).

A ultrassonografia ainda pode ser utilizada para a biometria ocular, onde pode-se realizar a mensuração do globo para colocação de próteses ou ainda para mensuração do tamanho e do poder dióptrico das lentes intraoculares para posterior cirurgia de catarata (COSTA *et al.*, 2014). Por se tratar de um exame de imagem rápido e simples, seu uso se tornou indispensável na clínica oftalmológica, já que proporciona esclarecimentos sobre a etiologia de muitas alterações oculares e orbitárias, auxiliando na conduta terapêutica, no acompanhamento clínico e ainda em casos cirúrgicos (CORREA *et al.* 2002).

Importante ressaltar que exames citológicos de conteúdos intraoculares ou ainda a aplicação de fármacos para bloqueio retrobulbar podem ser acompanhados pela ultrassonografia (VARGAS, 2015).

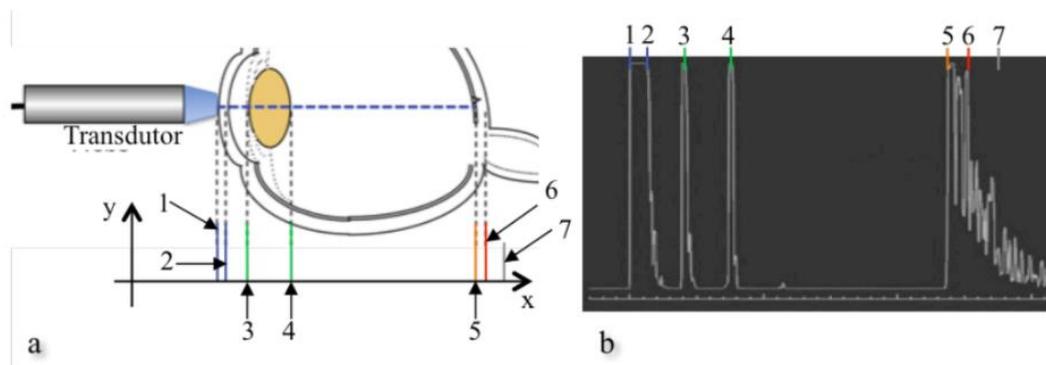
Para avaliação ocular necessita-se de um ultrassom com frequências elevadas, sendo os transdutores de 10 MHz muito utilizados, proporcionando uma ótima imagem, porém não se consegue ter uma imagem detalhada das estruturas, como das camadas da córnea (HIJAR, 2008; KIM *et al.*, 2008). Este exame é ideal para ser realizado nos olhos, já que se trata de uma estrutura altamente refletora, além de ser de rápida execução, se tornando muito útil em casos de emergências oftálmicas (DIETRICH, 2013; CALLARD *et al.*, 2017).

### **3.1. Ultrassonografia Modo-A e Modo-B**

Na oftalmologia são utilizados dois modos ultrassonográficos, sendo eles o modo-A e o modo-B. O modo-A (amplitude) foi o primeiro a ser utilizado e atualmente vem caindo em desuso (SERRALHEIRO, 2018), este modo exibe os ecos em uma forma de picos em um gráfico com um eixo vertical e um horizontal (MATTOON; NYLAND, 2005). O modo-A não é útil para a avaliação abdominal, mas pode ser utilizado na oftalmologia quando se deseja medidas de comprimento e profundidade

(NYLAND; MATTON, 2004; WILLIAMS, 2004). Neste modo as estruturas oculares são representadas como 4 interfaces, ou seja, córnea, cápsula anterior da lente, cápsula posterior da lente e parede posterior do globo ocular (Figura 1) (MANNION, 2006; DIETRICH, 2013).

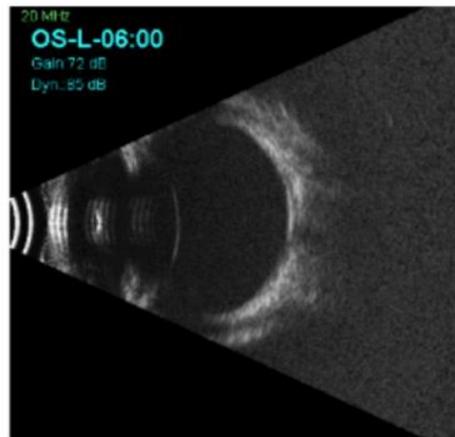
**Figura 1:** Ultrassonografia ocular modo-A: (1) epitélio e membrana de Bowman; (2) membrana de Descemet e endotélio; (3) cápsula anterior da lente; (4) cápsula posterior da lente; (5 e 6) retina, coróide e esclera; (7) anexos extra orbitários.



Fonte: Serralheiro, 2018.

O modo-B (modulação de brilho) é o mais utilizado atualmente, pois fornece imagens das estruturas anatômicas, fornecendo informações quanto à forma, tamanho e posição das estruturas, com isso permite a mensuração anatômica do globo ocular (GOLÇALVES *et al.*, 2000; HIJAR, 2008). O modo-B (Figura 2), além da sua utilidade para avaliar as estruturas oculares, também pode-se fazer a mensuração axial do globo ocular, assim como avaliação de suas estruturas internas, auxilia na visualização de tecidos moles periorculares e é possível avaliar a região retrobulbar onde o exame oftalmológico não consegue (SERRALHEIRO, 2018).

**Figura 2:** Ultrassonografia ocular modo-B



**Fonte:** Serralheiro, 2018.

A ultrassonografia modo-B é a mais comum e com mais acessibilidade na medicina veterinária (MERLINI *et al.*, 2011; VARGAS, 2015). Estas imagens são formadas através da reflexão das ondas sonoras, onde geram intensidades diferentes de brilho em uma escala de cinzas (FERREIRA *et al.*, 2013).

Sobre as técnicas de exames (que serão melhor abordadas posteriormente), sendo elas a transcorneal e a transpalpebral, ambas podem ser utilizadas em ambos os modos de ultrassonografia (RODRIGUES JUNIOR, 2008).

### **3.2. Técnica para a Execução do Exame**

Para a realização do exame se recomenda que o animal esteja sentado com a cabeça em estação, ou em decúbito esternal com sua cabeça apoiada por algum assistente. Para sua realização, pode-se apenas realizar uma contenção física do paciente, já que se trata de um exame indolor e não invasivo (COSTA *et al.*, 2014).

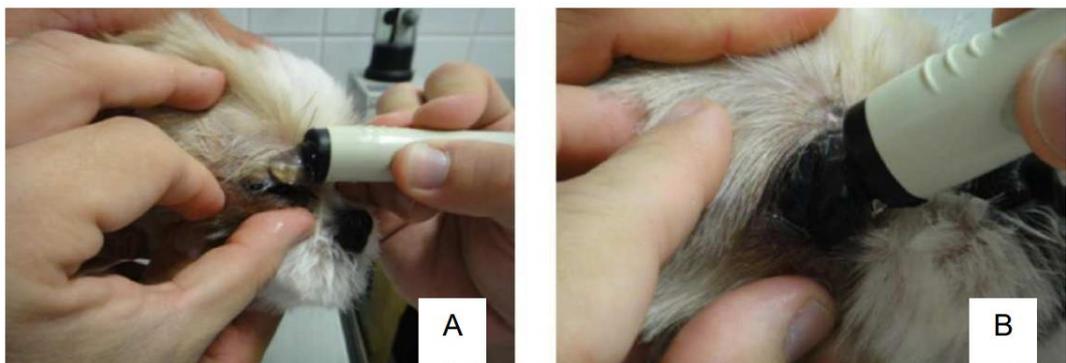
Animais selvagens que não permitem a manipulação e que ficam muito estressados com o exame se faz o uso da contenção química (HIJAR, 2008). Importante ressaltar que em casos que tenha a necessidade de anestesia geral, o relaxamento das musculaturas extraoculares pode gerar uma enoftalmia e levar também à protrusão da terceira pálpebra, dificultando o exame (COSTA *et al.*, 2014).

### 3.3. Escolha e Posicionamento do Transdutor

O ponto de partida para um bom exame ultrassonográfico ocular parte da escolha do transdutor, escolhendo os que possuam uma superfície de contato o menor possível, como micro-convexas e lineares (COSTA *et al.*, 2014). Estes aparelhos ultrassonográficos são os responsáveis pelos tipos de ondas sonoras que serão aplicadas nos exames, sendo necessário que se faça a correlação da frequência com a estrutura de interesse para que se tenha a melhor definição possível (RODRIGUES JUNIOR, 2008; BESERRA *et al.*, 2009; SPAULDING, 2008).

Para a realização do exame se utilizam duas técnicas de posicionamento do transdutor, uma sobre a superfície da córnea (transcorneal) e a outra com o animal de olho fechado (Figura 3), onde se coloca o transdutor sobre a pálpebra do paciente (transpalpebral) (SPAULDING, 2008). A técnica transpalpebral necessita de tricotomia do local (FERREIRA *et al.*, 2013). A forma mais utilizada para a realização do exame é a transcorneal, assim as imagens produzidas possuem maior qualidade (VARGAS, 2015), permite uma melhor imagem das estruturas vitreoretinianas e retrobulbares, além de que, nesta técnica, o ar entre o transdutor e a córnea é mínimo comparado a técnica transpalpebral (MATTOON; NYLAND, 2005)

**Figura 3:** Posicionamento do transdutor na técnica transpalpebral (A) e transcorneal (B).



**Fonte:** Costa *et al.*, 2014.

Ao final de ambas as técnicas se realiza a limpeza ocular e periocular com solução salina estéril (SPAULDING, 2008). Antes da realização do exame se faz o uso de colírios anestésicos para evitar o reflexo corneal (AMARAL, 2008).

As imagens geradas pela ultrassonografia consistem no globo ocular e em seus anexos, incluindo nestes os tecidos retro-orbitários, onde entram o nervo óptico, as musculaturas oculares extrínsecas, os vasos, a gordura e a superfície adjacente do osso orbitário (CARVALHO, 2004; SPAULDING, 2008).

### **3.4. Estruturas Oculares Avaliadas em Modo-B**

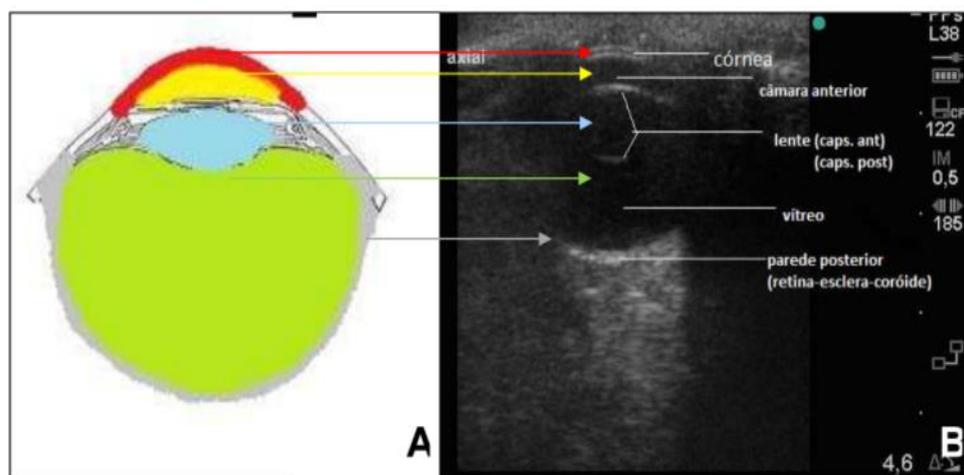
Na ultrassonografia por modo-B, as três cavidades oculares, sendo elas a câmara anterior, câmara posterior e a câmara vítrea, apresentam-se com densidade anecóica, restando poucas estruturas refletoras para avaliação, sendo facilmente avaliadas (HIJAR, 2008).

A córnea se apresenta como uma linha uniforme e hiperecólica, abaixo dela teremos a câmara anterior, sendo preenchida por um líquido anecóico, esta região é delimitada pela córnea e pela cápsula anterior da lente (COSTA *et al.*, 2014). A cápsula anterior da lente se apresenta como uma estrutura curvilínea convexa e hiperecólica, já a cápsula posterior da lente é vista como uma estrutura curvilínea e côncava. Abaixo da cápsula posterior da lente pode-se ver a câmara vítrea anecoica (Figura 4). A visualização da íris pode ser vista em contato com a cápsula anterior da lente, mas precisa de experiência por parte do examinador, além disso, ultrassons com maior frequência auxiliam na visualização (MATTOON; NYLAND, 2005; SPAULDING, 2008). A íris e o corpo ciliar não possuem diferença ultrassonográfica, ambas as estruturas são vistas na região equatorial periférica do bulbo em formato triangular e ecogênicas (FERREIRA *et al.*, 2013). O corpo ciliar aparecerá como uma estrutura hiper a hipoecólica em continuidade com a íris (Figura 5) (COSTA *et al.*, 2014).

A lente pode ser vista como uma estrutura moderadamente cilíndrica, anecogênica no seu interior e sua cápsula anterior e posterior ecogênicas, localizada no terço proximal do globo ocular (FERREIRA *et al.*, 2013). A retina, coróide e esclera são vistas como uma única estrutura hiperecólica (COSTA *et al.*, 2014). A câmara

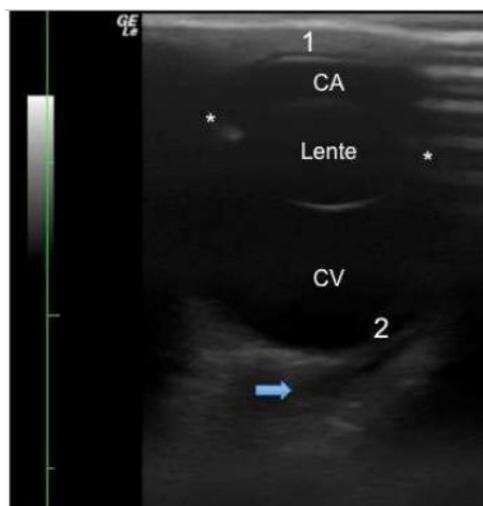
vítrea é o maior compartimento ocular, sendo visto como um espaço anecogênico homogêneo que vai desde a cápsula posterior da lente até a parede posterior do bulbo ocular (FERREIRA *et al.*, 2013). Pode-se ver o disco óptico que tende a ser mais ecogênico que a parede posterior que o circunda, podendo ser visto como uma leve depressão dessa região. O nervo óptico é visto caudalmente ao disco óptico, com ecogenicidade de hipo a anecóica (MATTOON; NYLAND, 2005; SPAULDING, 2008)

**Figura 4:** (A) Imagem ilustrativa de globo ocular, evidenciando a córnea (vermelho), câmara anterior (amarelo), lente (azul), câmara vítrea (verde) e parede posterior do globo ocular (cinza); (B) Imagem ultrassonográfica do OD de um felino, com setas identificando as estruturas da figura A.



Fonte: Ferreira *et al.*, 2013.

**Figura 5:** Imagem transcorneal, varredura transversal de olho normal de cão: (1) córnea, (2) retina, coróide, esclera, (\*) corpo ciliar, (seta) nervo óptico, (CA) câmara anterior, (CV) câmara vítrea.



Fonte: Costa *et al.*, 2014.

Para as medidas intraoculares se faz como ilustrado na Figura 4, sendo mensurado o tamanho da câmara anterior (que vai da parte posterior da córnea até a cápsula anterior da lente), mensuração da lente (distância entre a cápsula anterior até a cápsula posterior da lente), o espaço vítreo (distância entre a cápsula posterior da lente até a parede posterior do globo ocular) e por fim o diâmetro axial ocular (mensurado desde a córnea até a parede posterior do globo ocular) (CARANI, 2003).

### 3.5. Indicações

Este exame complementa o exame clínico oftalmológico (CORRÊA *et al.*, 2002). Sua solicitação é muito realizada quando ocorre perda da transparência de algumas estruturas oculares, inviabilizando a avaliação das estruturas (Figura 6). Muitas vezes pode-se localizar lesões e estimar sua severidade (FERREIRA *et al.*, 2013). A ausência de ecos nas câmaras anterior e posterior é o que caracteriza a normalidade, logo a presença de ecos pode ocorrer devido ao aumento de celularidade (muito comum em traumas) no humor aquoso, massas ou cistos na íris e na câmara posterior, ainda pode-se detectar neoplasias (CARVALHO, 2004).

Como exame pré operatório é indispensável, assim como em cirurgias de catarata (CORRÊA *et al.*, 2002; RODRIGUES JUNIOR, 2008). O exame possibilita avaliar o diâmetro axial da lente e do segmento posterior, se há persistência da artéria hialóide, se o globo ocular apresenta descolamento de retina ou degeneração do vítreo, sendo informações importantes para um pré operatório (MARTINS *et al.*, 2010).

**Figura 6:** Algumas alterações oculares em cães e gatos impossibilitando avaliação de estruturas intraoculares: (A) catarata madura bilateral em cão; (B) catarata madura associada à luxação anterior de lente; (C) exoftalmia secundária a abscesso retrobulbar; (D) perda da transparência e vascularização corneal profunda devido ao glaucoma; (E) pigmentação corneal e uveíte; (F)

*buftalmia, alteração de textura e coloração da íris; (G) abaulamento escleral e pigmentação corneoescleral; (H) perda de transparência da córnea.*



*Fonte: Ferreira et al., 2013.*

Em casos de glaucoma, a biometria ocular pode auxiliar no acompanhamento do quadro através da monitoração dos valores biométricos da profundidade da câmara anterior e o comprimento axial do globo ocular (MELLO *et al.*, 2009).

#### **4. UBM O QUE É E DIFERENÇA DO US OCULAR**

Recentemente na oftalmologia de transdutores se teve um grande avanço, surgindo equipamentos que oscilam entre 25 e 100 MHz, estes chamados de ultrassonografia biomicroscópica ou também chamados de biomicroscopia ultrassônica (UBM), este equipamento tem permitido que se faça uma avaliação minuciosa das estruturas do segmento anterior do globo ocular, possuindo uma penetração máxima de 0,6cm no tecido e um grande poder de resolução da imagem obtida (HIJAR, 2008).

Importante ressaltar que ainda há controvérsias sobre as frequências em que se enquadram a UBM, alguns autores citam a partir de 25 MHz, outros a partir de 35 MHz e outros a partir de 50 MHz (HIJAR, 2008; SERRALHEIRO, 2018; MERLINI *et al.*, 2011), como foi possível verificar ao longo deste trabalho, mas podemos considerar a partir de 25 MHz como uma ultrassonografia biomicroscópica.

A UBM se trata de um equipamento de diagnóstico por imagem que produz imagens de tecidos vivos com uma resolução microscópica, sendo uma técnica muito similar a ultrassonografia modo-B, porém, com um poder de resolução muito maior e com uma penetração no tecido muito menor (DIETRICH, 2007).

As sondas escolhidas podem ser de acordo com a frequência que se deseja utilizar. Na US ocular, as sondas utilizadas são de 7,5 a 20 MHz, já as utilizadas na UBM são acima de 35 MHz, sendo esta a principal diferença entre estes dois métodos de diagnóstico ultrassonográfico (SERRALHEIRO, 2018).

Como possui uma frequência de 25 a 100 MHz, sua resolução aumenta o tecido em cerca 10 vezes quando comparado a uma probe de 10 MHz (utilizada normalmente em modo-B), porém sua penetração no tecido é limitada aproximadamente em 5 a 10 mm (CASTANHEIRA, 2003), enquanto que, com um ultrassom convencional ocular se consegue imagens de todo o globo ocular, porém com pouquíssimos detalhes comparados a UBM. Na ultrassonografia ocular convencional se consegue uma penetração de 4 a 5 cm, enquanto que na UBM sua penetração varia de 5 a 10mm no tecido ocular (MERLINI *et al.*, 2011), dependendo da frequência do aparelho utilizado.

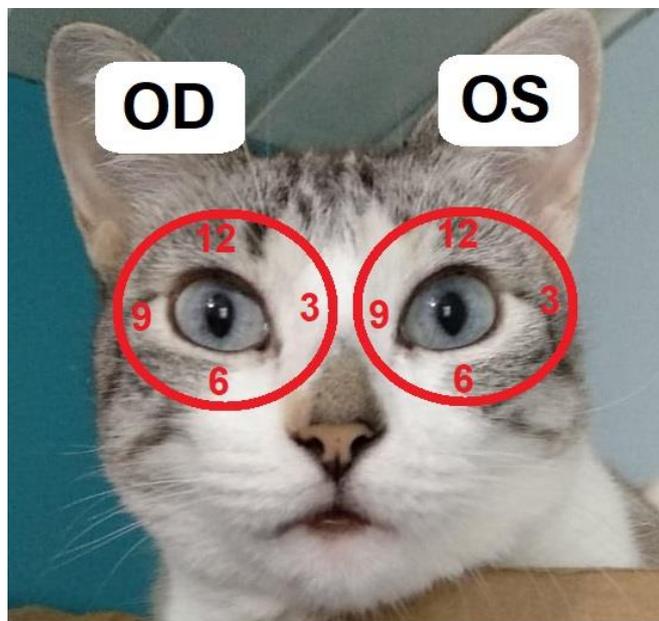
Com a UBM é possível ter detalhes ricos da porção anterior do globo ocular, sendo elas: córnea, câmara anterior, ângulo iridocorneal, íris, câmara posterior, zônula, corpo ciliar, porção anterior da esclera e coróide, retina periférica, cápsula anterior da lente até o seu equador (Figura 9, 10 e 11) (CASTANHEIRA, 2003).

#### **4.1. Técnica de Execução da UBM**

Para a execução deste exame, a sonda precisa estar em imersão, onde o eixo axial do globo ocular precisa estar perpendicular ao chão (DIETRICH, 2013; MARTIN, 2018). Para esta técnica se utilizam copos de silicone, também chamados de “cup”, este copo mantém as pálpebras abertas, já que os colocam abaixo das pálpebras e em contato direto com o globo ocular, sendo colocado gel em volta deste copo para evitar o vazamento do líquido no seu interior (Figura 8). Deve-se cuidar para que não se formem bolhas no interior deste copo para não causarem artefatos no exame (SERRALHEIRO, 2018).

Para se manter um padrão na execução do exame, se indica a sua realização no sentido dos ponteiros do relógio, ou seja, no olho direito (OD) e olho esquerdo (OS) será 12h dorsalmente, 3h medialmente no OD e lateralmente no OS, 9h lateral no OD e medial no OS e 6h ventral em ambos os olhos (Figura 7) (DIETRICH, 2013). Antes da realização do exame precisa ser realizada a anestesia tópica ocular, com gotas de colírio anestésico sendo reaplicadas sempre que se notar desconforto do paciente, assim como a sedação do paciente é necessária (SERRALHEIRO, 2018).

**Figura 7:** OD e OS sendo representados pelos ponteiros de relógio.



**Fonte:** Acervo pessoal, 2021.

**Figura 8:** (a) Técnica de imersão da sonda em fluido; (b) Técnica de contato direto com a córnea.



**Fonte:** Serralheiro, 2018.

## 5. ESTRUTURAS AVALIADAS NA UBM

Com a UBM, são observadas as estruturas da câmara anterior do globo ocular com muitos detalhes, sendo as estruturas mais internas não avaliadas. A córnea do animal é representada por duas linhas curvilíneas hiperecoicas (a mais externa é o epitélio da córnea e a sua membrana basal, já a mais interna é a membrana de descemet e o endotélio da córnea) e paralelas com um estroma hipoecogênico entre elas. Pode-se diferenciar a esclera da córnea por não ter estrutura hipoecogênica interiormente (BOROFFKA, 2011; PIZZIRANI, 2015).

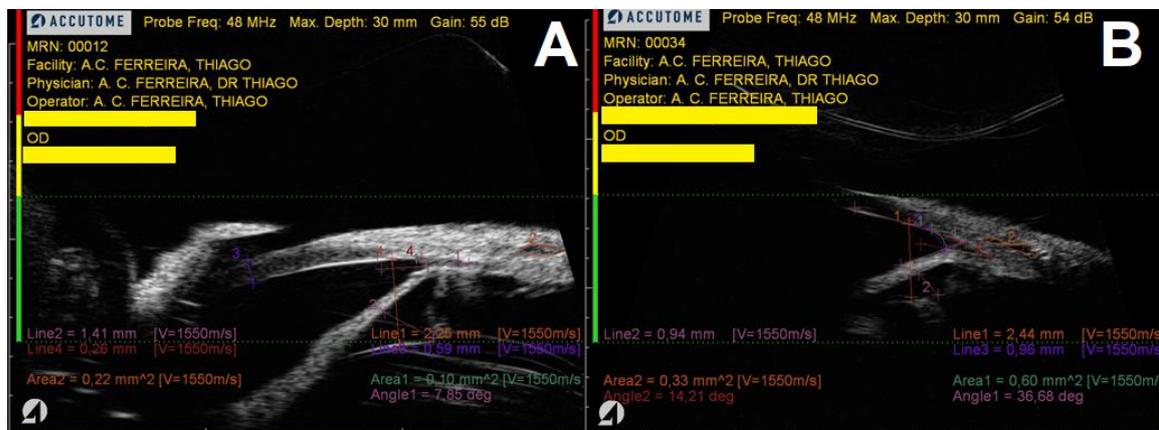
A UBM permite avaliar facilmente a íris e sua espessura (que normalmente varia) e os corpos ciliares são visualizados como duas estruturas triangulares em cortes transversais (PAVLIN *et al.*, 2008; PENNINGCK; D'ANJOU, 2015). Podemos ver indicações para o exame de UBM conforme Tabela 2, sendo indicado também para avaliação de ângulo iridocorneal (Figura 9 e 11).

**Tabela 2:** *Resumo de indicações para utilização da Ultrassonografia biomicroscópica.*

<b>Visualização de estruturas localizadas entre a sonda e a cápsula anterior da lente:</b>
Opacidade de estruturas oculares (córnea, câmara anterior)
Avaliação do ângulo iridocorneal
Sinéquias da íris (anterior, posterior, íris bombé)
Paquimetria
Corpo estranho (córnea e câmara anterior)
Suspeita de estrutura tumoral (neoplasia, quisto)

**Fonte:** Serralheiro, 2018.

**Figura 9:** Imagem A temos exame de UBM onde pode-se ver estreitamento de ângulo iridocorneal (ângulo 1 em rosa). Em Imagem B o mesmo exame mostra um ângulo iridocorneal normal em um outro paciente, ambos da espécie canina.



**Fonte:** Imagem cedida pelo Oftalmologista Dr. Thiago Alegre Coelho Ferreira, 2021.

**Figura 10:** Imagem de UBM onde é possível ver as camadas da córnea, câmara anterior e região anterior da lente (cápsula anterior e equador da lente). Linha laranja demonstra a espessura central da córnea (0,71 mm) e linha rosa a profundidade da câmara anterior (3,09 mm). Imagem de cão saudável.



**Fonte:** Imagem cedida pelo Oftalmologista Dr. Thiago Alegre Coelho Ferreira, 2021.

**Figura 11:** Imagem de UBM com mensurações de estruturas avaliadas: Linha 1 (laranja) distância entre LS e CAL; Linha 2 (rosa) tamanho da fenda ciliar; Linha 3 (roxo) profundidade da câmara posterior; Ângulo 1 (verde) área da fenda ciliar e Ângulo 2 (rosa) ângulo de drenagem.



**Fonte:** Imagem cedida pelo Oftalmologista Dr. Thiago Alegre Coelho Ferreira, 2021.

## 6. DISCUSSÃO

A ultrassonografia ocular convencional e a biomicroscopia ultrassônica auxiliam nos diagnósticos oftálmicos, complementando o exame clínico (SERRALHEIRO, 2018). Como exame pré operatório a US ocular é indispensável, assim como, em cirurgias de catarata (CORRÊA *et al.*, 2002; RODRIGUES JUNIOR, 2008). Durante o estágio, todos os pré operatórios de catarata eram realizados exames de eletrorretinografia, Us ocular e UBM, para avaliar se todas as estruturas oculares estavam íntegras para se obter maiores chances de sucesso no pós cirúrgico.

Na ultrassonografia ocular convencional (7 a 10 MHz) consegue-se uma penetração tecidual de cerca de 4 a 5 cm (SERRALHEIRO, 2018), enquanto que a UBM tem uma penetração em torno de 5 a 10 mm (CASTANHEIRA, 2003), fornecendo imagens de alta resolução. Ambos os exames juntos proporcionaram informações muito preciosas durante as avaliações acompanhadas. Em casos pré operatórios de catarata se mostrou muito importante, onde alguns pacientes apresentavam uma anatomia perfeita no US ocular, além de ótimos resultados na eletrorretinografia, mas que tinham ângulo iridocorneal estreito, sendo pacientes que tiveram uma atenção ainda maior no pós operatório.

Durante o estágio foram acompanhados vários exames de UBM, estes utilizados para fins diversos. A UBM tem se mostrado muito importante na rotina da oftalmologia veterinária, servindo como um exame para uma gama de patologias oftálmicas que se encontram no segmento anterior do globo ocular e em anexos oculares, onde pode-se incluir glaucoma, tumores, problemas com lentes intraoculares, traumas, doenças da esclera e anexos (GALEGO, 2008).

Este exame consegue fazer uma avaliação minuciosa da córnea, sendo facilmente diferenciadas as suas camadas, podendo ser avaliadas com precisão as extensões e profundidades das lesões corneanas, assim como, fornece informações como espessura e tamanho de melanomas de limbo e de íris, sendo informações valiosas e indispensáveis para o oftalmologista, podendo ser feito todo um planejamento cirúrgico quando necessário e tendo um prognóstico mais fidedigno (DRIETRICH, 2007). Ela é indicada para se avaliar qualquer alteração presente no

segmento anterior do globo ocular (córnea, íris, corpo ciliar, ângulo iridocorneal e cápsula anterior da lente) (SERRALHEIRO, 2018).

Durante o período de estágio, o exame de UBM foi implementado como exame pré operatório para catarata, visto que, este possibilita com detalhes a visualização do ângulo de drenagem do humor aquoso, assim como a integridade das cápsulas da lente e dos ligamentos zonulares, se mostrando informações extremamente importantes para o prognóstico pós cirúrgico.

Cataratas hiper maturas possuem um risco maior de sofrerem subluxação ou luxação da lente por causa da uveíte provocada que pode levar a rompimentos de ligamentos zonulares, o que poderão levar a complicações secundárias (SILVA, 2010). Em pré operatórios com UBM para esta cirurgia é possível ser feita a avaliação destes ligamentos, se estão íntegros ou rompidos, tendo maiores detalhes sobre o prognóstico cirúrgico.

Com a UBM se consegue uma resolução muito detalhada do ângulo iridocorneal e da fenda ciliar, podendo serem feitas medidas e avaliações da largura do ângulo, com isso se tem um diagnóstico precoce de glaucoma em cães através da UBM (MERLINI et al., 2011). Este método está cada vez mais sendo utilizado para avaliar o ângulo iridocorneal e diagnosticar glaucoma precoce em cães (PAVLIN et al., 2008; DIETRICH, 2013; PIZZIRANI *et al.*, 2015).

Durante as primeiras semanas de vida, a anatomia e a fisiologia do segmento anterior do globo ocular sofrem processos de maturação, assim como, as vias de produção e drenagem do humor aquoso (HA), sendo que a partir do quarto mês de vida o animal irá apresentar uma pressão intraocular (PIO) semelhante aos adultos, esta varia de 15 a 25 mmHg em cães e gatos, sendo que quando ultrapassa esse limite deve-se investigar doenças oculares, incluindo o glaucoma (SILVA, 2017).

A drenagem do humor aquoso ocorre por duas vias, a via convencional, responsável pela drenagem de cerca de 85 a 90% em cães e 97% em gatos, nesta o HA passa entre os ligamentos pectinados, em direção a fenda ciliar, onde tem a malha trabecular, penetrando o plexo venoso escleral e retornando ao sistema venoso (SLATTER, 2005; MARTÍN, 2007). Com a UBM é possível observar se este sistema de drenagem está comprometido durante processos inflamatórios. Na via não

convencional, chamada de uveoescleral, o HA vai para a circulação através dos espaços supraciliar e supracoroidal (ORÍÁ, 2013)

Em casos de glaucoma secundário, a uveíte é a principal causa, onde *debris* celulares, fibrina, sangue e células inflamatórias se depositam no ângulo iridocorneal e causam a sua obstrução. Em situações de uveíte que cursem com sinéquia anterior periférica podem levar a oclusões da zona trabecular e da fenda esclerociliar (SILVA, 2017). Nos casos em que ocorre sinéquia posterior completa, o humor aquoso irá ficar acumulado na câmara posterior, ocasionando um evento chamado de *íris bombé* (deslocamento cranial da íris) (SILVA, 2017).

A UBM tem se expandido na rotina da oftalmologia veterinária, apesar de ter um maior custo e precisar de sedação ou anestesia do paciente para sua execução, estes fatores um pouco limitantes são superados por suas vantagens diagnósticas (DIETRICH, 2007).

## **7. CONCLUSÃO**

A ultrassonografia ocular é um exame de suma importância para a rotina do oftalmologista veterinário, estando amplamente disseminada na rotina clínica, porém este equipamento possui suas limitações. Quando se junta a US ocular com a biomicroscopia ultrassônica se obtém inúmeras informações valiosas para o diagnóstico e prognóstico de várias afecções oculares, sendo estas complementares uma da outra.

A UBM vem se mostrando cada vez mais importante na rotina clínica oftalmológica, proporcionando detalhes importantíssimos para o tratamento e prognóstico das afecções oculares, assim como tem se mostrado um exame extremamente importante para pré-operatório de cirurgias e acompanhamento de patologias oculares, auxiliando o oftalmologista na escolha dos tratamentos, cirurgias e prognósticos, como em casos não solucionados de glaucoma.

## 8. REFERÊNCIAS

AMARAL, Andréia Vitor Couto do et al. Levobupivacaína, ropivacaína ou lidocaína na anestesia palpebral em equinos: avaliação da pressão intra-ocular, da produção lacrimal e da eficácia do bloqueio anestésico. 2008.

BESERRA, P. S.; SALES, G. A.; SANTANA, E. J. M.; MIRANDA, S. A.; BRITO, A. B.; NICKOLAK, E.; DOMINGUES, S. F. S. Relação entre a biometria ultra-sonográfica em modo B do bulbo ocular e os diâmetros fronto occipital e bizigomático em *Canis familiaris*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 29, n. 4, p.286-290, 2009.

BLANCO, P.G.; RODRIGUES, R.; RUBES, A.; ARIAS, D.O. et al. Doppler ultrasonographic assessment of maternal and fetal blood flow in abnormal canine pregnancy. *Animal Reproduction Science*, v. 126, p. 130-135, 2011

BOROFFKA, S. A. Eyes. In F. Barr, & L. Gaschen, *BSAVA Manual of Canine and Feline, Ultrasonography*. Gloucester: BSAVA, p. 184-192, 2011.

CALLARD, Jeffrey; KILMARK, James; MOHAMED, Hoodo. Ocular Emergencies. *Physician Assistant Clinics*, v. 2, n. 3, p. 519-536, 2017.

CARANI, J. C. E. Afecções não tumorais do vítreo, coroide e retina. In: \_\_\_\_\_. BENTIJANE, A. J.; CARANI, J. C. E. **Ecografia Ocular e Orbitária**. São Paulo: Roca. p. 15-61, 2003.

CARVALHO, C.F. Bases físicas da formação da imagem ultra-sonográfica. *Ultrasonografia em pequenos animais*. 1. ed. São Paulo: Rocca, 2004.

CASTANHEIRA, V.R.C. Biomicroscopia Ultra-Sônica. In: BENTIJANE, A.J.; CARANI, J.C.E. **Ecografia Ocular e Orbitária**: São Paulo, p.183-208, 2003.

CORRÊA, Zélia Maria da Silva et al. Achados ecográficos em pacientes com catarata total. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, v. 65, n. 6, p. 609-613, 2002.

COSTA, Ana Paula Araujo et al. Ultrassonografia ocular em cães. 2014.

DIETRICH, U.M. Ophthalmic Examination and Diagnostics. In: GELLAT, K.N. **Veterinary Ophthalmology**: Iowa, p. 507-519. 2007.

DIETRICH, U. M. Ophthalmic Examination and diagnostics. Part 3: diagnostic ultrasonography. In: GELATT, K. N. *Veterinary ophthalmology*. 4.ed. Gainesville: Blackwell Publishing, 5 ed., v. 1, cap. 10, p. 669-683, 2013.

FERREIRA, M. A.; CARDOSO, K. C. F.; DIAS, F. G. G.; BRUNELLI, A. T. J.; HONSHO, C. S. Ultrassonografia ocular como complemento do exame oftalmológico. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer: Goiânia, v. 9, n. 17, p. 2487-2502, 2013.

GALEGO, M.P. Estudo Comparativo das Estruturas do Segmento Anterior de Olhos de Cães com Catarata, portadores e não portadores de Diabetes mellitus, Avaliados por Biomicroscopia ultra-sônica. São Paulo: USP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 101p, 2008

HAN, C. M.; HURD, C. D. Ultra-som diagnóstico. In: \_\_\_\_\_. **Diagnóstico por imagem para a prática veterinária**. São Paulo: Roca, 2007, p. 221-275.

HIJAR, M. V., Ultra-sonografia ocular. In: HERRERA, D. **Oftalmologia Clínica em Animais de Companhia**. São Paulo: MedVet. Cap. 3, p. 49-62, 2008.

KIM, H. H.; CANNATA, J. M.; LIU, R.; CHANG, J. H.; SILVERMAN, R. H.; SHUNG, K. 310 K. 20 MHz/40 MHz dual element transducers for high frequency harmonic imaging. **IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control**, v. 55, n. 12, p. 2683-312 2691, 2008.

MANNION, P. Principles of Diagnostic Ultrasound. In P. Mannion, Diagnostic Ultrasound in Small Animal Practice. Ames: Blackwell. p. 1-18, 2006.

MARTÍN, Esteban et al. Atlas de oftalmología clínica del perro y del gato. 2007.

MARTIN, Raul. Cornea and anterior eye assessment with slit lamp biomicroscopy, specular microscopy, confocal microscopy, and ultrasound biomicroscopy. Indian journal of ophthalmology, v. 66, n. 2, p. 195, 2018.

MARTINS, B. C.; LIMA, F. S.; LAUS, J. L. Simultaneous mode A and mode B ecobiometry of senile cataractous eyes in dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 24-46, 2010.

MATTOON, J. S.; NYLAND, T. G. Olho. In: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. **Ultra-som diagnóstico em pequenos animais**. 2.ed. São Paulo: Editora Roca LTDA., cap.16, p.315-336, 2005.

MELLO, P. R. A. A. P.; MEIRELLES, S. H. S.; JUNIOR, H. V. M. Correlação entre a espessura corneana e o comprimento axial do globo ocular nos portadores de glaucoma e em olhos normais. **Arquivo Brasileiro de Oftalmologia**, v. 72, n. 4, p. 497-502, 2009.

MERLINI, N. B. et al. Ultrassonografia ocular e biomicroscopia ultra-sônica: aplicabilidade na clínica e cirurgia oftálmica. **Med. Vet**, v. 5, n. 4 supl 1, p. 100-104, 2011.

NYLAND, G.; MATTOON, J. S. Princípios físicos, instrumentação e segurança do diagnóstico por ultra-som. **Ultra-som diagnóstico em pequenos animais**. São Paulo: Roca. p. 1-19, 2004.

NYLAND, G. T.; MATTOON, J. S. **Small animal diagnostic ultrasound**, 2. ed. WB Saunders, 461p, 2002.

ORIÁ, A. P. Glaucoma secundário em cães e gatos. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, v. 7, n. 3, p. 13-22, 2013.

PASCHOARELLI, Luis Carlos. Usabilidade aplicada ao design ergonômico de transdutores de ultra-sonografia: uma proposta metodológica para avaliação e análise do produto. 2003.

PAVLIN, Charles J.; SIMPSON, E. Rand; FOSTER, F. Stuart. Ultrasound biomicroscopy. *Ultrasound Clinics*, v. 3, n. 2, p. 185-194, 2008.

PENNINCK, Dominique; D'ANJOU, Marc-André (Ed.). Atlas of small animal ultrasonography. John Wiley & Sons, 2015.

RODRIGUES JUNIOR, E. F. **Ultra-sonografia pré-cirúrgica da lente do segmento posterior de cães portadores de catarata**. Dissertação Mestrado em Medicina Veterinária (Cirurgia Veterinária). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 53 f, 2008.

SALES, Ronaldo De Oliveira; BRAGA, Priscila Sales; BRAGA FILHO, Cleyson Teofilo. A importância da ultrassonografia na Medicina Veterinária. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 13, n. 2, p. 156-178, 2019.

SHUNG, K. K. High frequency ultrasonic imaging. *Journal Medicine Ultrasound*, v. 17, n. 4, p. 25-30, 2009.

SERRALHEIRO, Maria Margarida Marques et al. **Análise retrospectiva da utilização de ecografia convencional e ultrassonografia biomicroscópica em oftalmologia de canídeos e felídeos**. 2018. Dissertação de Mestrado.

SILVA, Taciana de Melo Fernandes. Catarata em cães: Revisão de literatura. **PUBVET**, v. 4, p. Art. 717-722, 2010.

SILVA, Tanise Carboni da. Glaucoma em cães e gatos: revisão de literatura e estudo retrospectivo. 2017.

SLATTER, D. Glaucoma. Fundamentos de Oftalmologia Veterinária. 3ed. São Paulo: Roca, 2005. p.377-407.

SPAULDING, K. Eye and orbit. In: PENNINCK, D.; D`ANJOU, M. Atlas of small animal ultrasonography. Iowa: Blackwell Publishing, cap. 2, p.49-90, 2008.

VARGAS, Aline da Rosa. Avaliação ocular por meio da ecografia (modo-b) em paciente com glaucoma bilateral: relato de caso. 2015.

WILLIAMS, David L. Lens morphometry determined by B-mode ultrasonography of the normal and cataractous canine lens. Veterinary ophthalmology, v. 7, n. 2, p. 91-95, 2004.