RITA VILÃO SANTOS CARDOSO

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO INTRAOCULAR E A ESPESSURA CENTRAL DA CÓRNEA EM CÃES

Orientador: Prof. Doutor João Requicha

Co-orientadora: Mestre Odete Almeida

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2016

RITA VILÃO SANTOS CARDOSO

ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE A PRESSÃO INTRAOCULAR E A ESPESSURA CENTRAL DA CÓRNEA EM CÃES

Dissertação de Mestrado defendida em provas públicas para a obtenção do Grau de Mestre no curso de Mestrado em Medicina Veterinária conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, no dia 24 de Novembro de 2016, com o Despacho Reitoral nº 415/2016, com a seguinte composição de Júri:

Presidente: Professora Doutora Margarida Alves
Arguente: Professor Doutor Daniel Murta
Orientador: Professor Doutor João Requicha
Co-orientadora: Mestre Odete Almeida

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa

2016

EPIGRAFE



AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, à Prof.ª Doutora Laurentina Pedroso e aos professores que fizeram parte deste meu percurso, por me terem acolhido ao longo de todos estes anos e fornecido os recursos necessários à minha formação académica e pessoal.

Ao orientador Prof. Doutor João Requicha e à co-orientadora Mestre Odete Almeida por terem aceite orientar esta dissertação, por todo o apoio, incentivo e disponibilidade na realização deste estudo. À Prof.ª Doutora Inês Viegas pela especial colaboração na elaboração dos cálculos estatísticos.

Às amizades que nasceram nesta instituição e que me acompanharão para sempre, um especial agradecimento à Marta Reis, Catarina Meneses, Teresa Baptista, João Moreira, Ana Carvalho e Sara Raimundo.

Ao Dr. Luís Cruz e à Dr.ª Ana Maldonado por permitirem a realização do estágio curricular no Hospital Veterinário das Laranjeiras (HVL). A toda a equipa do HVL por me terem recebido de braços abertos, um especial agradecimento ao Dr. Francisco Silva, Dr.ª Ivana Coimbra, Dr.ª Mónica Silvério, Dr.ª Marta Ribeiro e Dr.ª Elisabete Gomes. Às enfermeiras Juliana Pereira e Liliana Rua por toda a ajuda e serenidade. A todos os estagiários que partilharam comigo esta experiência, especialmente à Rita Baltazar e ao João Pedro Palma, pela alegria e boa disposição ao longo do estágio.

À Dr.ª Elisabete Gomes, pelo apoio incansável nesta etapa final do percurso.

Ao Dr. Luís Cruz expresso a minha enorme gratidão, pelos conhecimentos transmitidos, e por ser um exemplo a seguir como futura médica veterinária.

Ao Dr. Diogo Magno por me ter acolhido tão bem no Hospital Veterinário do Restelo e por ser a minha grande referência em oftalmologia veterinária.

À minha família, pelo amor incondicional. Um especial agradecimento ao meu pai, por toda a sabedoria científica, e à minha mãe, por todo o apoio na elaboração desta dissertação. Ao meu irmão e à Nô pelo carinho e disponibilidade e por todo o trabalho artístico. Ao Fred, por toda a paciência, carinho e amor. Por não permitir que nada me deixasse ir a baixo e nunca deixar de acreditar em mim.

Ao Tiago, por ser o melhor amigo que alguém poderia ter.

RESUMO

A pressão intraocular (PIO) resulta do balanço entre a produção continua do humor aquoso e a sua drenagem e é importante para a correcta tonicidade do globo ocular. Esta é medida por tonometria e é influenciada por inúmeros factores, como por exemplo, o tipo de tonómetro, a contenção física excessiva e a espessura central da córnea (ECC).

Este estudo teve como principal objetivo avaliar a relação entre a PIO e a ECC em cães. Pretendeu-se também determinar o valor médio das duas variáveis e o efeito da conformação do crânio (CC), idade, sexo, momento do dia em que foi realizada a medição, índice de condição corporal e porte do animal.

A população em estudo incluiu os cães consultados no Hospital Veterinário das Laranjeiras (Lisboa) no período de tempo compreendido entre 1 de outubro de 2015 e 31 de março de 2016 e aos quais foi realizado um exame oftalmológico metódico e sistemático que incluiu a medição da PIO através da técnica de tonometria de *rebound* com recurso ao TonoVet® (Icare Oy, Finlândia) e da ECC através da técnica de paquimetria ultrassónica com recurso ao PalmScan P2000 FastPach® (Micro Medical Devices, EUA).

A amostra selecionada, composta por animais sem doença oftlamológica, comprendeu 58 cães de raças diferentes, 26 machos e 32 fêmeas e com idade superior a 8 meses.

O valor médio determinado da PIO foi de 14,2 mmHg e o da ECC de 599 μm. No que concerne ao efeito da CC sobre estes parâmetros, verificou-se que a PIO foi estatisticamente superior nos animais braquicefálicos e a ECC superior nos mesocefálicos. Em relação ao porte, a diferença foi também estatisticamente significativa, sendo a PIO maior nos animais de porte médio do que nos animais de porte grande e o contrário no caso da ECC.

Apesar de, neste estudo, não ter sido determinada uma correlação entre a PIO e a ECC, foi possível avaliar a influência da CC e do porte nestes parâmetros, contribuindo também para o seu conhecimento no uso da paquimetria em Oftalmologia Veterinária.

Palavras-chave: cão, pressão intraocular, córnea, espessura central da córnea, paquimetria.

ABSTRACT

The intraocular pressure (IOP) is measured by indirect tonometry and therefore is subject to errors. One of the factors that influences IOP measurement is central corneal thickness (CCT).

The main propose of this study was to evaluate the relationship between the IOP and CCT in dogs. It was also aimed to determine the average value of these parameters and the effect of cranial conformation (CC), age, gender, time of day in which the measurement was performed, body condition and size.

The studied population compreended the dogs attended at the Hospital Veterinário das Laranjeiras (Lisbon) between 1 October 2015 and 31 March 2016 and subject to an ophtalmic examination wich included the measurement of IOP using the method of rebound tonometry (TonoVet®, Icare Oy, Finlândia) and CCT using the method of ultrasonic pachymetry (PalmScan P2000 FastPach®, Micro Medical Devices, EUA).

The selected sample comprise 58 dogs of different breeds, without eye disease.

The average value of IOP was 14.2 mmHg and CCT was 599 μm. Regarding IOP, significant differences ($p<0.001$) were found between brachycephalic (17.938 mmHg) and mesocephalic dogs (13.500 mmHg), being higher in the first ones. In oposition, CCT ($p<0.01$) was higher in mesocephalic dogs (611.17 μm).

In what concerns size, the difference was also statistically significant for IOP ($p<0.01$) and CCT ($p<0.001$). IOP was higher in medium size dogs (16.0 mmHg) than in big size dogs (13.0 mmHg) and the opposite in the case of CCT (630 μm and 580 μm for big size and medium size dogs respectively).

Although not having been determined a correlation between IOP and CCT in this study, it was possible to evaluate the influence of CC and size of differents animals in these parameters and contribute to their knowledge in the application of pachymetry in Veterinary Ophthalmology.

Keywords: dog, intraocular pressure, cornea, central da corneal thickness, pachymetry.

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

CC – Conformação craniana

ECC – Espessura central da córnea

HVL – Hospital Veterinário das Laranjeiras

ICC – Índice de condição corporal

mmHg – Milímetros de mercúrio

MHz – Megahertz

OD – Olho direito (do Latim, *Oculum dexter*)

OS – Olho esquerdo (do Latim, *Oculum sinistrum*)

PIO – Pressão intraocular

μm – Micrómetro

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS **3**

RESUMO **5**

ABSTRACT **7**

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS **9**

ÍNDICE GERAL **11**

ÍNDICE DE TABELAS **15**

ÍNDICE DE FIGURAS **17**

ÍNDICE DE GRÁFICOS **19**

I. DESCRIÇÃO DO ESTÁGIO CURRICULAR **21**

1. CONSULTAS 22

2. INTERNAMENTO 23

3. CIRURGIA 24

II. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO **27**

1. INTRODUÇÃO 27

1.1. Anatomia e fisiologia do olho 27

1.1.1. Globo ocular 27

1.1.2. Córnea 30

1.1.2.1. Epitélio 31

1.1.2.2. Estroma 32

1.1.2.3. Membrana de Bowman 33

1.1.2.4. Membrana de Descemet 33

1.1.2.5. Endotélio 33

1.1.3. Humor Aquoso 35

1.2. Exame Oftalmológico 37

1.2.1. Geral 37

1.2.2. Pressão intraocular (PIO) 38

1.2.2.1. Tonometria digital 39

1.2.2.2. Tonometria instrumental 39

1.2.3. Espessura central da córnea (ECC) 43

1.2.3.1. Microescopia confocal *in vivo* 44

1.2.3.2. Tomografia de coerência ótica 44

1.2.3.3. Paquimetria ultrassónica 44

1.3. Aplicações clínicas da relação entre a PIO e a ECC 47

1.4. Objetivos 49

2. MATERIAIS E MÉTODOS 51

2.1. Material 51

2.1.1. População estudada 51

2.1.2. Equipamento utilizado 51

2.1.3. Critérios de seleção da amostra 51

2.2. Métodos 52

2.2.1. Recolha dos dados clínicos 52

2.2.2. Exame oftalmológico 53

2.3. Análise estatística 54

3. RESULTADOS 55

3.1. Estatística descritiva 56

3.2. Estatística inferencial 57

3.2.1. Sexo 57

3.2.2. Idade 57

3.2.3. Conformação do crânio 59

3.2.4. Hora da medição 61

3.2.5. Índice de condição corporal 61

3.2.6. Porte 61

3.3. Análise de correlação 63

4. DISCUSSÃO 64

5. CONCLUSÃO 71

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 73

7. ANEXOS I

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela	Descrição	Página
1	Valores de correção da pressão intraocular medidas por tonometria de Goldmann para a espessura central da córnea em Medicina Humana.	47
2	Frequência absoluta dos casos clínicos observados (olhos) de acordo com o sexo, idade, CC, ICC, hora de medição e porte.	55
3	Estatística descritiva das variáveis em estudo (PIO e ECC).	56
4	Estatística descritiva da PIO (mmHg) de acordo com a conformação do crânio.	56
5	Estatística descritiva da ECC (µm) de acordo com a conformação do crânio.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descrição	Página
1	Esquema representativo do globo ocular.	27
2	Vista frontal das estruturas externas do olho do cão.	28
3	Tipos de conformação craniana.	29
4	Imagem histológica de um corte transversal da córnea normal do cão.	31
5	Representação esquemática de uma seção transversal do filme lacrimal e córnea.	31
6	Esquema do epitélio da córnea.	31
7	Esquema representativo de um corte transversal de uma córnea normal e de uma córnea edemaciada.	34
8	Esquema representativo da produção e drenagem de humor aquoso.	35
9	Esquema representativo do corpo ciliar.	36
10	Tonómetro TonoVet® (Icare Oy, Finlândia).	41
11	Paquímetro PalmScan P2000 FastPach® (Micro Medical Devices, EUA).	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico	Descrição	Página
1	Distribuição relativa dos animais consultados quanto ao sexo.	22
2	Distribuição relativa dos animais consultados quanto à espécie.	22
3	Distribuição relativa dos animais consultados quanto ao tipo de consulta.	22
4	Distribuição relativa dos animais internados quanto ao sexo.	23
5	Distribuição relativa dos animais internados quanto à espécie.	23
6	Distribuição relativa dos animais internados quanto ao motivo de internamento.	24
7	Distribuição relativa dos animais internados quanto à especialidade.	24
8	Distribuição relativa dos animais que realizaram cirurgia quanto ao sexo.	24
9	Distribuição relativa dos animais que realizaram cirurgia quanto à espécie.	24
10	Distribuição relativa dos animais que realizaram cirurgia quanto ao tipo de cirurgia.	25
11	Distribuição relativa das cirurgias quanto à especialidade.	25
12	Média da PIO dos animais estudados em relação à idade.	58
13	Média da ECC dos animais estudados em relação à idade	59
14	Média da PIO dos animais estudados em relação à CC.	60
15	Média da ECC dos animais estudados em relação à CC.	60
16	Médias da PIO dos animais estudados em relação aos vários portes.	61
17	Médias da ECC dos animais estudados em relação aos vários portes.	62

I. DESCRIÇÃO DO ESTÁGIO CURRICULAR

O estágio curricular foi realizado no Hospital Veterinário das Laranjeiras (HVL), hospital de referência em animais de companhia em Lisboa, entre 1 de outubro de 2015 e 31 de março de 2016, sob a orientação do Dr. Luís Cruz, Diretor Clínico deste centro.

Este estágio teve como principal objetivo a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Medicina Veterinária. Para além dos conhecimentos clínicos e científicos adquiridos, foi-me dada a conhecer a realidade do mercado de trabalho, assim como desenvolver o relacionamento interpessoal e a entreajuda com os auxiliares e enfermeiros veterinários.

A atividade de estágio incluiu o contacto direto nas consultas, internamento e cirurgias, durante o horário de atendimento normal e de urgência (noites, fins-de-semana e feriados). As consultas abrangeram diversas especialidades e compreenderam vários atos médicos, desde aconselhamento médico e vacinação, à realização de meios complementares de diagnóstico, como a radiografia, a ecografia e a endoscopia. No internamento, foram realizados exames físicos, monitorização de sinais vitais, administração de medicação e discussão dos casos clínicos com a equipa do HVL. Na área da cirurgia, os animais foram acompanhados nas fases pré-cirúrgicas, cirúrgicas e pós-cirúrgicas. Na pré-cirurgia, os animais eram preparados para cirurgia e os protocolos anestésicos elaborados. Na cirurgia, foi possível auxiliar na monitorização dos animais assim como auxiliar na realização de determinados procedimentos cirúrgicos. No período pós-cirúrgico, os animais eram monitorizados até à sua recuperação anestésica e alta médica.

Paralelamente ao estágio curricular, foi elaborada a recolha dos casos clínicos necessários para a realização da Dissertação de Mestrado, usando como base animais saudáveis e aos quais era realizado o exame oftalmológico. Este estudo clínico foi definido e planeado, previamente, pelos orientadores da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona e aprovado pela Comissão de Ética e Bem-estar Animal da instituição (Anexo 1).

1. CONSULTAS

Durante o período de estágio, foi possível acompanhar diferentes tipos de consultas. A distribuição dos animais relativamente ao sexo e à espécie encontra-se representada nos Gráficos 1 e 2, respetivamente.

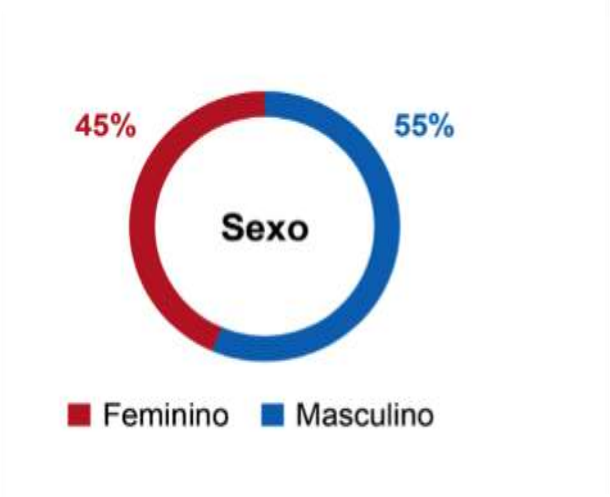


Gráfico 1 – Distribuição relativa dos animais consultados quanto ao sexo.



Gráfico 2 – Distribuição relativa dos animais consultados quanto à espécie.

Em relação ao tipo de consultas, 70% das mesmas foram de imunoprofilaxia. De entre as consultas de especialidades, a Dermatologia e a Otorrinolaringologia foram as mais representadas com 29% dos casos (Gráfico 3).

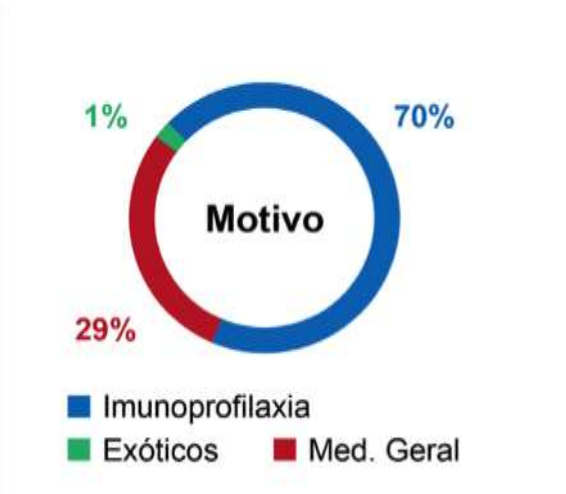


Gráfico 3 – Distribuição relativa dos animais consultados quanto ao tipo de consulta.

2. INTERNAMENTO

Os animais com necessidade de observação permanente e/ou cuidados de tratamento especializados, ficavam internados no hospital até melhoria da sua condição (Gráficos 4 e 5). Os serviços de transfusão sanguínea, diálise peritoneal e hemodiálise eram frequentemente utilizados. Os animais em estado crítico encontravam-se na unidade de cuidados intensivos e eram acompanhados por uma equipa especializada em emergências médicas.

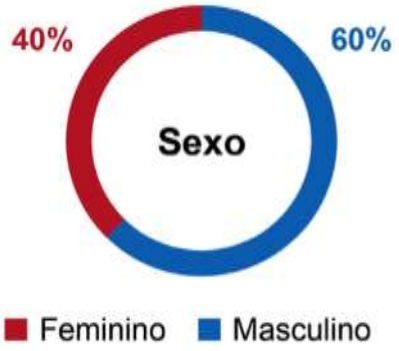


Gráfico 4 – Distribuição relativa dos animais internados quanto ao sexo.

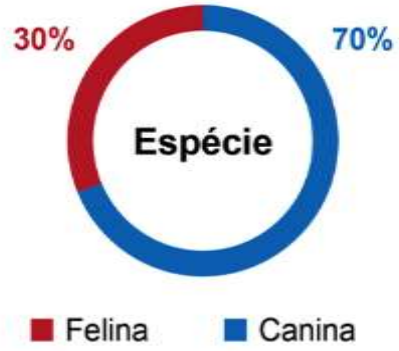


Gráfico 5 – Distribuição relativa dos animais internados quanto à espécie.

A existência de um laboratório de análises clínicas no hospital com equipamento para realização de hemograma completo, bioquímica sanguínea, gases sanguíneos, testes de coagulação, de entre outros, permitiu o contacto com estas ferramentas de diagnóstico e a interpretação dos seus resultados.

Ainda no internamento, era efetuado o recobro pós-cirúrgico numa área aquecida e vigiada de forma contínua. Nos gráficos seguintes, encontra-se ilustrado o motivo do internamento e a distribuição dos mesmos de acordo com a especialidade.



Gráfico 6 – Distribuição relativa dos animais internados quanto ao motivo de internamento.



Gráfico 7 – Distribuição relativa dos animais internados quanto à especialidade.

3. CIRURGIA

No decurso do estágio, foram realizados diversos procedimentos e técnicas cirúrgicas. Nos Gráficos 8 e 9, são apresentadas as distribuições dos animais que realizaram procedimentos cirúrgicos quanto ao sexo e à espécie dos animais, respectivamente.

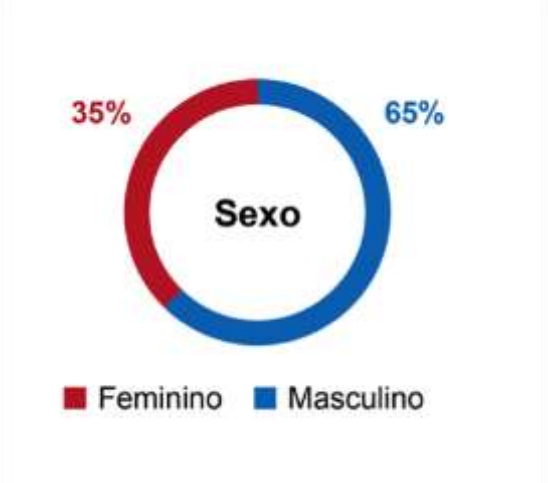


Gráfico 8 – Distribuição relativa dos animais que realizaram cirurgia quanto ao sexo.

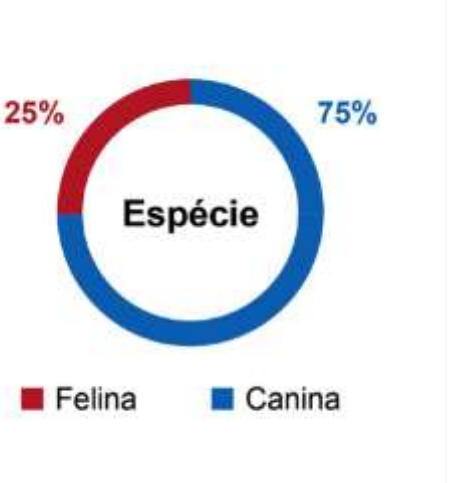


Gráfico 9 – Distribuição relativa dos animais que realizaram cirurgia quanto à espécie.

As cirurgias mais realizadas foram as eletivas, nomeadamente, a ovário-histerectomia e a orquiectomia, a nodulectomia de massas cutâneas, a mastectomia e a remoção de corpos estranhos. Devido ao elevado número de animais politraumatizados, o número de cirurgias ortopédicas foi também significativo (Gráfico 10).



Gráfico 10 – Distribuição dos animais que realizaram cirurgia quanto ao tipo de cirurgia.

Foi também possível observar cirurgias maiores, como por exemplo, cirurgias oncológicas de fibrossarcoma felino, mastocitoma canino, de neoplasias renais, gástricas e intestinais, bem como cirurgias torácicas. A endoscopia exploratória e para recolha de amostras por biopsia foi frequentemente acompanhada. No Gráfico 11, apresenta-se a distribuição relativa dos animais submetidos a cirurgia quanto à especialidade.



Gráfico 11 – Distribuição relativa das cirurgias quanto à especialidade.

II. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Anatomia e fisiologia do olho

1.1.1. Globo ocular

O olho é um órgão fotossensível complexo e especializado na análise minuciosa da forma e da cor dos objetos e da intensidade da luz (Junqueira & Carneiro, 2008).

A visão é um processo complexo que depende da entrada de luz e imagem que, proveniente do exterior, atravessa os meios óticos e é focada na retina. Através do nervo ótico, essa informação é transmitida ao cérebro, onde esta é processada (Miller, 2008).

O globo ocular é composto por três túnicas, ou camadas, dispostas concentricamente (Figura 1).

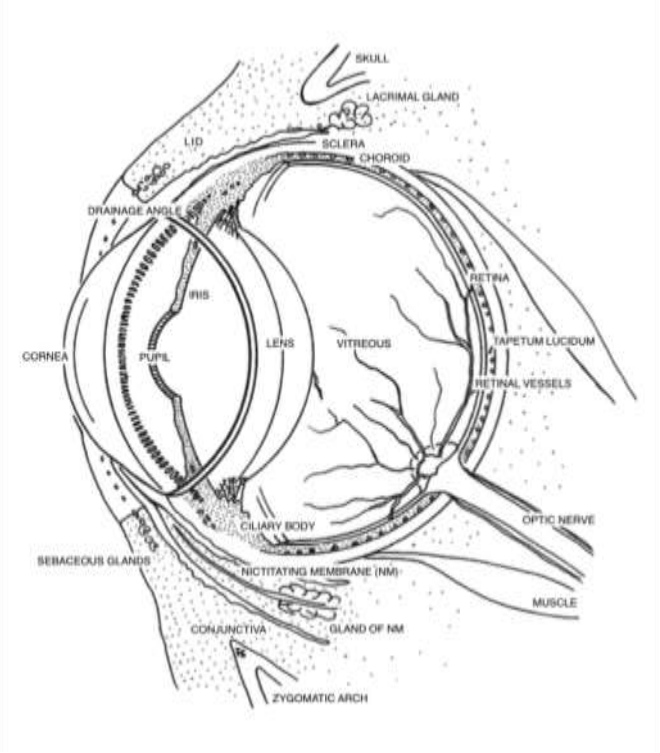


Figura 1 – Esquema representativo do globo ocular. Adaptado de Stades *et al*. (2007).

A camada externa é a túnica fibrosa e inclui a córnea e a esclera. A túnica fibrosa confere ao olho uma forma definida o que é fundamental para o funcionamento do sistema visual. A córnea, porção anterior da túnica fibrosa, é transparente permitindo a entrada da luz e imagem, e a sua forma está concebida de modo a que a luz seja refratada no centro da mesma (Samuelson, 2013).

A camada média ou túnica vascular é a úvea. A úvea está dividida em coroide, corpo ciliar e íris, sendo fortemente pigmentada e vascularizada. A sua função é modificar a intensidade luminosa, assim como nutrir e remover os resíduos da maioria dos componentes do olho (Samuelson, 2013).

A terceira camada e mais interna, compreende a retina e o nervo ótico. A retina contém células sensíveis à luz, ou fotorreceptores, que, após uma série de processos intermédios de modificação, transmitem impulsos para o cérebro via nervo ótico (Samuelson, 2013).

As três túnicas cobrem a cavidade interna, grande e transparente do olho que contém o humor aquoso, cristalino e o humor vítreo. Estas estruturas têm como função transmitir e refratar a luz para a retina e fornecer uma tonicidade interna que mantém o globo firmemente distendido (Samuelson, 2013). Externamente ao globo ocular e fazendo parte do sistema visual, encontram-se os anexos: aparelho lacrimal e pálpebras (Figura 2) (Junqueira & Carneiro, 2008).

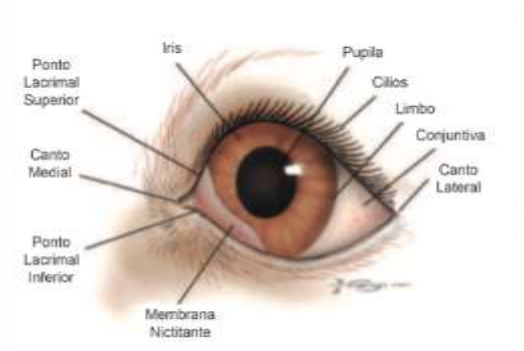


Figura 2 – Vista frontal das estruturas externas do olho do cão. Adaptado de Miller (2008).

O crânio do cão, de acordo com a sua morfologia, é classificado em três tipos: (A) crânio dolicocéfalo, que é alongado devido ao alongamento dos ossos faciais, (B) crânio mesocéfalo, que possui um comprimento e largura médios e (C) crânio braquicéfalo que possui um focinho encurtado em comparação com a parte cranial do crânio (Figura 3) (Diesem, 1986).

A conformação do crâneo tem um grande impacto na saúde dos canídeos, e acredita-se que o aumento da selecção artificial de determinadas raças possa conduzir a um aumento na frequência de doenças oculares. Um exemplo de patologia associada à conformação craneofacial do cão são as úlceras de córnea. Para além de estarem mais associadas a cães braquicéfalos, podem-se dever também a um aumento da fenda palpebral (macrobléfaro) que predispõe à exoftalmia, presença de dobra nasal e aumento da exposição da esclera, características também de outras raças (Packer *et al*., 2015).

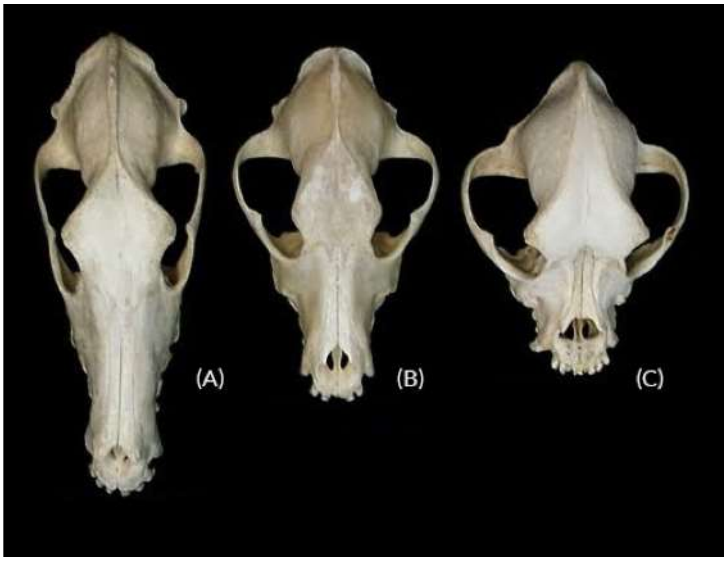


Figura 3 – Tipos de conformação craniana. (A) Dolicocéfalo, (B) Mesocéfalo e (C) Braquicéfalo. Adaptado de: www.onemedicine.tuskegee.edu

1.1.2. Córnea

A córnea é uma estrutura ocular transparente e avascular, que constitui o quinto anterior da túnica fibrosa do globo ocular. As funções da córnea incluem o suporte do conteúdo intraocular, a transmissão de luz devido à sua transparência e a refração devido à sua curvatura. A potência da córnea como lente no cão é de 40 a 42 dioptrias. A nutrição e remoção dos seus detritos ocorre através do humor aquoso e do filme lacrimal. As pálpebras e membrana nictitante protegem-na do ambiente externo (Samuelson, 2013).

No cão, a espessura central da córnea (ECC) diminui significativamente após a abertura das pálpebras até às 6 semanas de idade, altura em que a menor espessura é atingida. A partir desse momento a córnea aumenta gradualmente de espessura à medida que o cão atinge a maturidade. A maturação do endotélio da córnea pode ser a justificação para a diminuição inicial da espessura observada em cachorros (Montiani-Ferreira *et al*., 2003). As células endoteliais, ao iniciarem a sua função, induzem o estado de relativa desidratação do estroma corneano, começando esta a tornar-se transparente e a diminuir a sua espessura. Após as 6 semanas de idade, ocorre um aumento da espessura da córnea, provavelmente devido a um crescimento geral do olho. De acordo com Montiani-Ferreira *et al*. (2003), a espessura da córnea continua a aumentar com a idade, mas a taxa de crescimento abranda significativamente após as 30 semanas.

A maior parte da porção anterior da esclera é coberta pela conjuntiva bulbar translúcida. O ponto em que a córnea, a esclera e a conjuntiva bulbar se unem é denominado de limbo. Na maioria dos animais domésticos, a forma da córnea é elíptica e o diâmetro horizontal é maior que o vertical (Maggs, 2008).

Sob o ponto de vista histológico, num corte transversal da córnea (Figura 4), distinguem-se quatro ou, por vezes, cinco camadas (do exterior para o interior): o epitélio, a membrana de Bowman (presente apenas nos primatas), o estroma, a membrana de Descemet e o endotélio (Samuelson, 2013) (Figura 5).



Figura 4 – Imagem histológica de um corte transversal da córnea normal do cão: epitélio (A), estroma (B) e endotélio (C). Adaptada de Wilcock (2008).

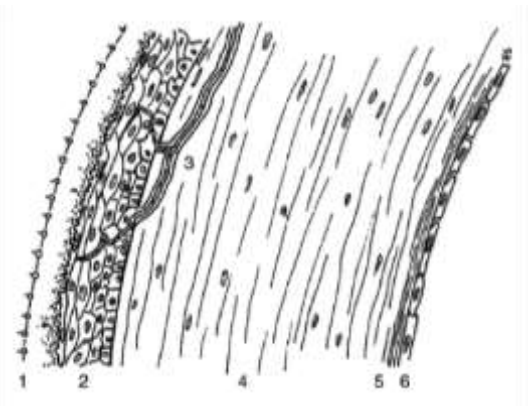


Figura 5 – Representação esquemática de uma secção transversal do filme lacrimal (1) e córnea: epitélio (2), nervo (3), estroma (4), membrana de Descemet (5) e endotélio (6). Adaptada de Stades *et al*. (2007).

1.1.2.1. Epitélio

O epitélio corneano anterior é estratificado, pavimentoso e não queratinizado (Junqueira & Carneiro, 2008). Este é mais espesso no centro e ligeiramente mais fino na periferia, região onde se funde com o epitélio conjuntival (Stades *et al.*, 2007). O epitélio tem uma espessura de 25-40 μm nos carnívoros domésticos. O epitélio consiste em duas ou três camadas de células escamosas externamente, duas ou três camadas intermédias de células poliédricas, as células aladas, e uma única camada de células colunares que produzem a membrana basal (Figura 6) (Samuelson, 2013).

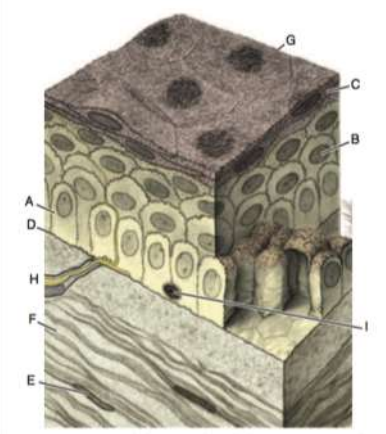


Figura 6 – Esquema do epitélio da córnea que inclui as células basais colunares (A), as células poliédricas alares (B) e as células escamosas do epitélio da superfície não queratinizado (C). As células basais estão subtendidas pelo epitélio da membrana basal (D) os queratócitos do estroma (E) e o colagénio do estroma (F). Extensas microvilosidades (G) na superfície da córnea ajudam a reter a filme lacrimal. Adaptado de Maggs (2008).

O epitélio contém inúmeras terminações nervosas o que explica a grande sensibilidade da córnea. Devido à elevada taxa mitótica das células da membrana basal, é dotado de elevada capacidade de regeneração, pelo que, em sete dias, todas as células do epitélio anterior da córnea são renovadas (Junqueira e Carneiro, 2008). No entanto, após remoção da lamina basal, são necessárias semanas ou meses até ser restabelecido o epitélio e até a membrana basal estar completamente renovada (Gum & MacKay, 2013).

As células basais estão ligadas à membrana basal por hemidesmossomas, fibras de colagénio de ancoragem e glicoproteínas. À medida que as células basais se dividem, são forçadas em direção à superfície, tornam-se achatadas como as células poliédricas (células aladas) e, gradualmente, perdem muitos dos seus organelos. As células basais são substituídas pelas células estaminais no limbo que estão em constante mitose e migração centripta (Samuelson, 2013).

As células escamosas da superfície possuem projeções de microvilosidades, no entanto, as células no centro da córnea têm mais projeções do que as da periferia. Essas microprojeções servem para manter e estabilizar o filme lacrimal pré-ocular na superfície da córnea, permitindo que a camada mucínica se ligue firmemente ao epitélio anterior (Samuelson, 2013). As vitaminas A (retinol) e a vitamina C (ácido ascórbico) são importantes para a manutenção desta junção intercelular (Stades *et al.*, 2007).

1.1.2.2. Estroma

O estroma ou substância própria compreende a maior parte da córnea (Crispin, 2002), constituindo 90% da sua espessura e conferindo rigidez ao globo ocular. É composto por queratócitos, fibras de colagénio regularmente arranjadas em lamelas e matriz extracelular (Maggs, 2008).

Na córnea normal de um cão adulto, os queratócitos têm uma taxa de renovação baixa, mas, se ocorrer uma lesão, transformam-se em fibroblastos ativados que produzem colagénio e substância extracelular. Os queratócitos podem também transformar-se em miofibroblastos, quando ocorre lesão profunda da córnea e podem formar um tecido cicatricial que não é transparente (Crispin, 2002).

As lamelas são bandas paralelas de fibras de colagénio, em que cada lamela percorre todo o diâmetro da córnea. A organização precisa do estroma da córnea é o fator mais importante para a manutenção da sua transparência que permite que 99% da luz atravesse a córnea sem se dispersar (Samuelson, 2013).

Outras células como leucócitos, linfócitos, e macrófagos são raros na córnea normal e são encontrados mais frequentemente nas camadas epiteliais do que no estroma (Samuelson, 2013).

1.1.2.3. Membrana de Bowman

A porção anterior do estroma tem uma fina zona, sem células, que corresponde em localização à membrana limitante anterior, também conhecida como membrana de Bowman, em humanos e outros primatas. A membrana de Bowman não se observa nos outros animais (Samuelson, 2013).

1.1.2.4. Membrana de Descemet

A membrana de Descemet é constituída por fibras de colagénio organizadas numa rede tridimensional acelular, encontra-se entre o estroma posterior e o endotélio (Junqueira & Carneiro, 2008) e é produzida pelas células endoteliais ao longo da vida (Samuelson, 2013).

A capacidade de replicação das células endoteliais diminui precocemente na vida da maioria dos mamíferos, sendo os coelhos uma exceção a este processo (Crispin, 2002). Quando as células endoteliais morrem, são substituídas por células vizinhas que se estendem para cobrir os intervalos. Consequentemente, o endotélio reduz o numero de celulas com a idade, enquanto a membrana de Descemet tende a ficar mais espessa à medida que a idade do animal aumenta (Crispin, 2005).

1.1.2.5. Endotélio

O endotélio é composto por uma camada única de células e situa-se posteriormente à membrana de Descemet, revestindo a câmara anterior. A sua função é bombear iões do estroma para o humor aquoso. O movimento da água que sucede ao movimento de iões assegura que o estroma da córnea permaneça relativamente desidratado, sendo fundamental para que a córnea se mantenha transparente (Maggs, 2008).

As células endoteliais do animal adulto são pós-mitóticas e têm uma capacidade limitada para se replicarem. A densidade de células endoteliais, nos cães jovens, é aproximadamente 2800 células/mm^2 e a descompensação da córnea e

incapacidade de remover água do estroma ocorre quando a densidade de células endoteliais desce para 500 a 800 células/mm^2. Com o avançar da idade, ocorre uma diminuição das células endoteliais e o estroma da córnea torna-se mais espesso (Gum & Mackay, 2013).

O endotélio pode estar prematuramente danificado por predisposição genética (distrofia endotelial), traumatismo (exógeno ou devido a luxação anterior do cristalino), cirurgia da córnea e intraocular, inflamação intraocular (uveíte) ou glaucoma. A perda de células endoteliais, apesar de poder ser compensada pelas células adjacentes, pode traduzir-se a partir de um determinado ponto em edema (Figura 7B) e opacidade permanente da córnea (Crispin, 2002).

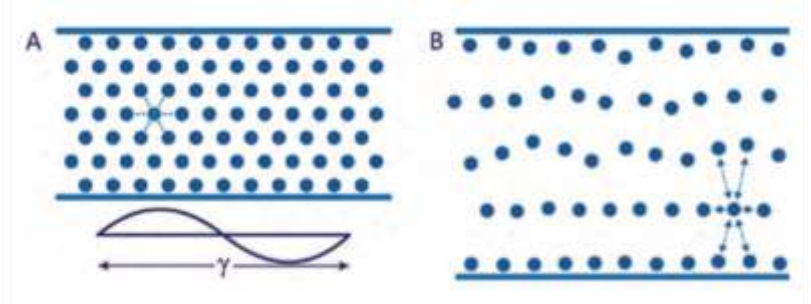


Figura 7 – Esquema representativo de um corte transversal de uma córnea normal (A) e de uma córnea edemaciada (B). Na córnea normal (A) as fibrilhas encontram-se organizadas, demonstrando as forças de repulsão. Na córnea edemaciada (B) as fibrilhas encontram-se desorganizadas como consequência do enfraquecimento das forças de alinhamento entre as células vizinhas. Adaptado de Gum & MacKay (2013).

O humor aquoso, os capilares límbicos e o filme lacrimal suprem as necessidades metabólicas da córnea avascular. Para manter o estado de relativa desidratação, a córnea necessita de energia na forma de trifosfato de adenosina (ATP), que é gerado através do metabolismo da glucose fornecida, maioritariamente, pelo humor aquoso. O epitélio da córnea obtém oxigénio para a glicólise aeróbica através do filme lacrimal pré-ocular. O endotélio e os queratócitos no estroma profundo recebem o seu oxigénio do humor aquoso (Gum & Mackay, 2013).

1.1.3. Humor aquoso

O humor aquoso preenche a câmara anterior, entre a íris e a córnea, e a câmara posterior, entre a superfície posterior da íris e a superfície anterior do cristalino (Miller, 2008).

Sob condições normais, o humor aquoso é transparente, propriedade importante para a visão (Renwick, 2002). Tem um papel essencial no aporte de nutrientes e na remoção de metabolitos da córnea, úvea e cristalino, assim como na manutenção da pressão necessária para a conformação do olho e refração (Stades *et al.*, 2007). A pressão intraocular resulta do equilíbrio entre a produção contínua de humor aquoso e a sua drenagem (Figura 8) (Samuelson, 2013).

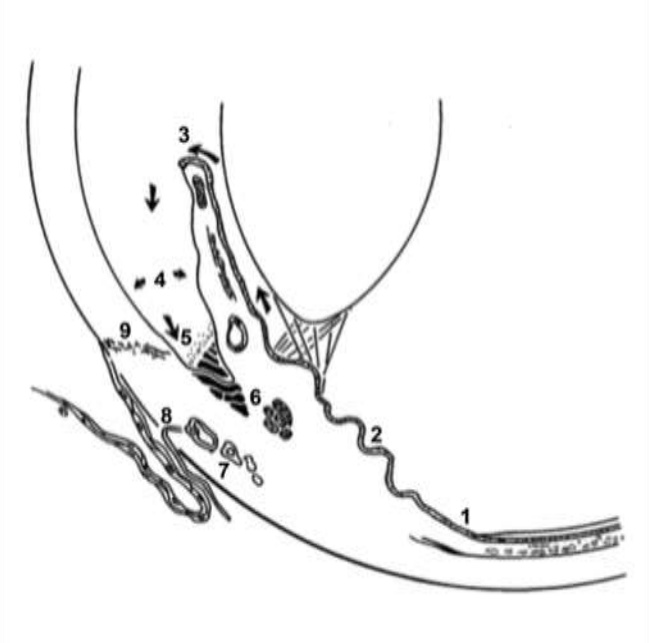


Figura 8 – Esquema representativo da produção e drenagem de humor aquoso: (1) epitélio pigmentado, (2) corpo ciliar, (3) pupila, (4) ângulo iridocorneal, (5) ligamento pectinado, (6) ângulo de drenagem/ fenda ciliar, (7) plexo venoso escleral; (8) anastomose das veias da conjuntiva, (9) limbo. Adaptado de Stades *et al*. (2007).

O corpo ciliar (Figura 9) possui diversas funções, de entre as quais a formação do humor aquoso que ocorre por secreção ativa, ultrafiltração e difusão simples. Facilita a drenagem convencional do humor aquoso através da sua musculatura e permite a drenagem não convencional do humor aquoso (uveoescleral). Histologicamente, o corpo ciliar está dividido em processos do corpo ciliar que aumentam a área de superfície para a produção de humor aquoso, musculatura ciliar e ângulo de filtração da câmara anterior (Samuelson, 2013).

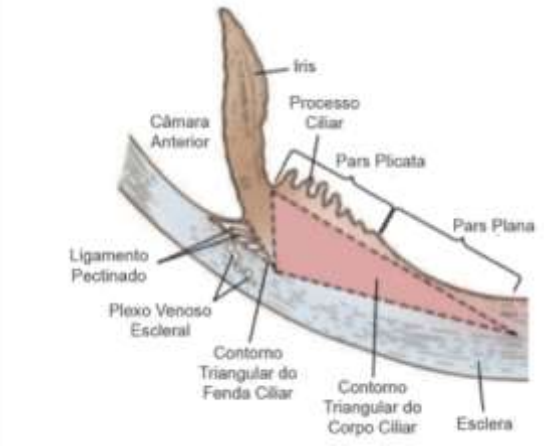


Figura 9 – Esquema representativo do corpo ciliar. Adaptado de Miller (2008).

A maior parte do humor aquoso é produzido ativa e continuamente pelo epitélio dos processos ciliares. A secreção ativa baseia-se em processos complexos enzimáticos nos quais as enzimas anidrase carbónica e outras têm um papel essencial. Após a sua produção, o humor aquoso passa pela câmara posterior e, através da pupila, para a câmara anterior. Na junção periférica entre a córnea e a íris (ângulo irido-corneano) o humor aquoso é drenado retomando a circulação geral sendo esta a via de drenagem convencional (Stades *et al.*, 2007).

A passagem do humor aquoso através do epitélio do corpo ciliar para a câmara posterior ocorre pela pressão hidrostática contra o gradiente de pressão osmótica. A taxa de formação do humor aquoso é influenciada pelas células humorais assim como pela enervação simpática e parassimpática para manutenção da pressão intraocular (PIO) (Gum & MacKay, 2013).

As estruturas mais importantes do sistema de drenagem são o ligamento pectinado e a fenda ciliar que contém o tecido esponjoso da malha trabecular (Renwick, 2002), que está adjacente ao plexo venoso intraescleral (Stades *et al.*, 2007; Gum & MacKay, 2013). Na via convencional, o humor aquoso desloca-se através da malha trabecular para o plexo aquoso venoso angular, e por fim para a circulação venosa sistémica através do plexo venoso escleral (Miller, 2008). A via alternativa de drenagem, via uveoescleral, constitui 3 a 15% da drenagem do humor aquoso na maioria das espécies (Miller, 2008).

1.2. Exame Oftalmológico

1.2.1. Geral

A importância do exame oftalmológico surge da necessidade de chegar a um diagnóstico precoce de patologia ocular, fundamental para a correcta abordagem terapêutica com vista à resolução do problema. Um doente com patologia ocular necessita de um exame completo e metódico que compreende desde a história clínica do animal até utilização de meios complementares de diagnóstico (Crispin, 2005).

A história pregressa e a principal razão de queixa são o primeiro passo para a detecção do problema, que por vezes se prolonga dado que depende da interpretação da visão e dor por parte dos donos, nos seus animais (Stades *et al.*, 2007).

O exame oftalmológico básico tem inicio na observação dos animais no consultório. É avaliado o seu comportamento, simetrias, secreções oculares e alterações externas do globo. O aumento da PIO pode-se refletir na perda de visão (embater contra obstáculos), assimetrias ou dor ocular (Featherstone & Heinrich, 2013).

O exame neuro-oftalmológico permite determinar de forma mais precisa se o animal se encontra invisual e por vezes localizar o problema. Fazem parte deste exame os testes de resposta de ameaça, reflexo de Dazzle e reflexo pupilar à luz (Mould, 2002).

A produção do filme lacrimal é avaliada posteriormente através do teste de Schirmer. Qualquer alteração pode levar ao aparecimento de patologias associadas à queratoconjuntivite seca (Crispin, 2005).

De seguida é feita a observação minuciosa do globo ocular e dos seus anexos.

O exame da córnea permite detectar alterações à supreficie da mesma e em qualquer uma das suas camadas atravez da biomicroscopia, e pelos testes de fluoresceína e de rosa bengala. A úvea pode ser observada na sua porção anterior pela biomicroscopia (íris) e gonioscopia (ângulo iridocorneal) (Stades *et al.*, 2007).

A medição da PIO é parte integrante do exame oftalmológico e pode ser realizada sem anestesia local (TonoVet ®) ou com anestesia local (TonoPen XL ®) (Featherstone & Heinrich, 2013).

Por fim, o exame do fundo do olho pode ser feito através do método de oftalmoscopia directa ou indirecta. A observação do fundo do olho permite avaliar alterações no nervo óptico (uma possível consequência do glaucoma), alterações na retina e câmara posterior (Mould, 2002).

1.2.2. Pressão intraocular

A pressão intraocular (PIO) é a pressão do conteúdo interno do globo ocular e resulta do balanço entre a produção continua do humor aquoso e a sua drenagem.

A tonometria é o processo de medição da PIO e faz parte do exame oftalmológico básico. Este valor é essencial para o diagnóstico de hipertensão ou hipotensão intraocular, assim como para a monitorização de olhos glaucomatosos durante o tratamento (Gorig *et al*., 2006).

Gellat *et al.* (1998) avaliaram a PIO em cães e determinaram o valor médio de 19 mmHg. Posteriormente, têm sido realizados diversos estudos que indicam valores de PIO mais baixos (Mughannam *et al*., 2004; Knollinger *et al*., 2005; Leiva *et al*., 2006).

O método mais preciso é a tonometria direta através do manómetro, no entanto é um procedimento bastante invasivo e por isso impraticável no uso clínico. A tonometria indireta, via medição da tensão da córnea, é a técnica usada para medição da PIO em oftalmologia clínica. Este procedimento é fácil, rápido, não invasivo, e realizado com o mínimo desconforto para o indivíduo (Featherstone & Heinrich, 2013).

A tonometria indireta é realizada por palpação digital ou através de instrumentos de tonometria que consistem em três técnicas: tonometria de indentação (tonómetro de Schiotz), tonometria de aplanação (TonoPen®, Reichert, EUA), pneumotonógrafo e tonómetro Mackay-Marg e tonometria de *rebound* (TonoVet®, Icare Oy, Finlândia).

1.2.2.1. Tonometria digital

A tonometria digital resulta da estimativa da PIO por palpação digital. Realiza-se colocando o dedo indicador em cima da pálpebra superior do olho exercendo uma ligeira pressão para estimar a sua firmeza nos dois olhos simultaneamente. A estimativa manual da PIO é imprecisa e deve ser evitada (Featherstone & Heinrich, 2013).

1.2.2.2. Tonometria instrumental

A tonometria instrumental resulta da estimativa da PIO através do uso de instrumentos especializados. Antigamente, a tonometria instrumental estava dividida em dois grandes grupos: a tonometria de identação e a tonometria de aplanação, hoje em dia são também conhecidos os tonómetros de *rebound*, que se tornaram amplamente utilizados (Gellat *et al*., 1977).

A tonometria instrumental assenta em várias suposições relativas a diversos fatores físicos como a espessura e a curvatura da córnea, a rigidez da córnea e da esclera, e a viscosidade do filme lacrimal (Knollinger *et al*., 2005).

O tonómetro ideal deve ser de fácil uso, atraumático, com necessidade mínima de contenção e que estime a PIO de forma precisa e reprodutível em ambos os olhos, normais ou com patologia (Featherstone & Heinrich, 2013).

i) Tonometria de indentação

O primeiro tonómetro de indentação foi reportado por Von Graf, em 1862. A este, seguiram-se outros tonómetros de indentação até ao ano de 1905, em que Schiötz desenvolveu um tonómetro de indentação, chamado de tonómetro de Schiötz, que se tornou amplamente utilizado (Featherstone & Heinrich, 2013).

Neste método, uma força standard é aplicada com um êmbolo na córnea anestesiada. O instrumento mede a quantidade de indentação da córnea produzida pelo êmbolo. O grau de indentação é proporcional à PIO, tendo uma escala de conversão que converte o valor medido em milímetros de mercurio (mmHg) (Heywood, 1971).

O tonómetro de Schiötz tem diversas desvantagens. Para além de estar associado a algum grau de falta de exatidão, os problemas práticos consistem na dificuldade de contenção do animal para o correto posicionamento da cabeça e do olho, de forma a prevenir o movimento e permitir o correto posicionamento do aparelho na

córnea. Este aparelho não deve ser utilizado após cirurgias recentes de córnea ou intraoculares, uma vez que os resultados podem ser alterados se houver patologia corneana (Peiffer *et al*., 1977).

ii) Tonometria de aplanação

O tonómetro de aplanação mede a força requerida para tornar a superfície da córnea plana. Este funciona de acordo com a lei de Glodmann Imbert-Fick que refere que "a pressão numa esfera preenchida com líquido e rodeada por uma fina membrana é medida pela pressão oposta que aplana a membrana". A força requerida para aplanar determinada área da córnea permite estimar a PIO (Gellat *et al*., 1977; Knollinger *et al*., 2005).

Existem variados tonómetros de aplanação que avaliam essa pressão de forma diferente e todos requerem a aplicação de anestésico tópico para serem utilizados. A força usada é avaliada opticamente com um prisma de campo divido e fluoresceína, ou eletronicamente com um transdutor linear e uma sonda suspensa a gás (Gellat *et al.*, 1977).

Os tonómetros de aplanação que avaliam opticamente a força são os tonómetros de Goldmann, Draeger, Perkins e Halberg. O tonómetro de Goldmann é o mais preciso sendo o utilizado em Medicina Humana. Nenhum destes instrumentos é muito utilizado em Medicina Veterinária (Andrade *et al*., 2012).

Relativamente aos tonómetros de aplanação eletrónica, existe o tonómetro de Mackay-Marg, instrumento de bancada no qual se baseia o Tono-Pen®, o tonómetro de aplanação de mão que se tornou o tonómetro mais popular em Oftalmologia Veterinária dado o seu fácil uso, portabilidade, fiabilidade e custo e, por fim, o penumotonógrafo que é um tonómetro-tonógrafo de aplanação que mede a PIO via embolo de gás suspenso (Featherstone & Heinrich, 2013).

Diversos estudos avaliaram a precisão destes tonómetros, comparando os resultados obtidos com a manometria da câmara anterior. Nos estudos pioneiros, o tonómetro de MacKay era considerado o tonografo mais satisfatório em cães (Gellat *et al*., 1981; Gellat *et al.*, 1977). Mais tarde, o Tono-Pen XL® , foi reconhecido com maior fiabilidade (Gellat & MacKay, 1998), comparativamente com o tonometria pneumotonográfica (Gorig *et al*., 2006).

iii) Tonometria de *rebound*

O tonómetro de *rebound* usa um princípio mecânico diferente para medir a PIO (Figura 10). Uma pequena sonda é impulsionada rapidamente e electromagneticamente, de uma distância fixa até à córnea antes de retornar ao instrumento. O instrumento avalia assim as características do impacto (desaceleração) da sonda. Olhos com maior PIO causam uma desaceleração da sonda e um retorno mais rápido ao instrumento do que olhos com uma PIO menor. A técnica é afetada pela tensão à superfície do olho e, idealmente, deve ser realizada antes de qualquer medicação tópica, incluindo de anestésicos locais (Featherstone & Heinrich, 2013).



Figura 10 – Tonometro TonoVet® (Icare Oy, Finlândia).

As vantagens deste aparelho são a ausência de necessidade de anestesia local, a sonda de pequeno tamanho que facilita a execução em olhos mais pequenos e córneas com lesões extensas, o maior controlo da força aplicada pela sonda sobre a córnea, a facilidade em realizar acima de dez medições consecutivas e a ausência de dor ou desconforto. Como desvantagem, o instrumento apenas pode ser utilizado direito durante a medição e a sonda projetada horizontalmente, não permitindo a sua utilização em animais convalescentes e em decúbito lateral. Como é maior e mais pesado do que o Tono-Pen®, pelo efeito da gravidade, a sonda magnética pode não ficar bem segura se o aparelho não estiver paralelo ao chão (Knollinger *et al*., 2005; Leiva *et al*., 2006).

Knollinger *et al*., em 2005, constaram que o tonómetro de *rebound* permitia uma estimativa precisa da PIO em olhos clinicamente normais de cão e de cavalo. Mais tarde, a equipa de Leiva (2006) comparou o tonómetro de *rebound* com o tonómetro de

aplanação em cães normotensivos e verificou-se uma concordância entre os valores obtidos pelos dois tonómetros, no entanto, no tonómetro de *rebound* os valores eram significativamente mais baixos. O contrário foi constatado por Park *et al.* (2011) que observaram que o valor médio da PIO medido pelo tonómetro de *rebound* era significativamente maior do que os medidos com o tonómetro de aplanação. Apesar desta controvérsia o tonometro de rebound é considerado um método fiável e amplamente utilizado na prática clínica.

Múltiplos fatores podem influenciar as leituras medidas pelos tonómetros. Alguns fatores são inerentes ao tipo de tonómetro (tipo de sonda numa córnea com patologia extensa) e à técnica realizada (posição da cabeça), enquanto que outros não são controláveis pelo examinador, como por exemplo, a idade e o sexo (Gellat & MacKay, 1998).

Em animais cooperantes, os principais fatores que influenciam a PIO resultam da inexperiência e do uso impróprio do equipamento ou de um processo patológico que esteja a afetar um ou os dois olhos. É importante realizar a tonometria antes da aplicação de agentes midriáticos tópicos, como a fenilefrina e a tropicamida, uma vez que estes têm um potencial efeito na PIO (Featherstone & Heinrich, 2013).

O efeito da sedação e da anestesia geral são fatores importantes a considerar na medição da PIO. Graffari *et al.* (2010) não encontraram nenhum efeito estatisticamente significativo da combinação de quetamina com midazolam na PIO, no entanto verificou-se uma tendência para o seu aumento. Estes resultados foram diferentes dos resultados de Hofmeister *et al.* (2006) que constataram aumento significativo da PIO quando utilizada a quetamina. A mesma equipa, em 2008 e 2009, reportou um aumento significativo da PIO causado pelo propofol. Almeida *et al.* (2004) não encontraram qualquer relação entre a PIO e o uso de sevoflurano e desflurano. A sedação com medetomidina e atipamazole em Golden Retriviers saudáveis não demonstrou ter qualquer efeito sobre a PIO (Wallin-Hakanson & Wallin-Hakanson, 2001).

O efeito da manipulação das pálpebras e a compressão da veia jugular resultante de uma contenção excessiva ou de um colar isabelino demasiado apertado, pode elevar erradamente a PIO, particularmente em cães de raças braquicefálicas ou cães com olhos mais salientes (Klein *et al*., 2011).

O efeito da posição do corpo sobre a PIO em cães saudáveis foi avaliado por Broadwater *et al*. (2008), por tonometria de aplanação, tendo concluído a necessidade

de manter a posição do animal durante a medição da PIO e de, nas medições seguintes, usar o mesmo posicionamento. Durante o exame, a PIO não se alterou em cães que se mantinham em decúbito esternal sugerindo que esta é a posição que permite medições repetidas mais consistentes da PIO.

O estudo mais recente sobre o efeito da idade na PIO em cães é o de Mughannam *et al.* (2004) realizado a Labradores Retriever, em que as medições da PIO foram menores nos animais às 6 semanas de idade do que aos 14 meses, no entanto esta diferença não foi estatisticamente significativa. Gellat e Mackay (1998) reportaram uma redução da PIO de cerca de 2 a 4 mmHg à medida que a idade aumenta em cães entre os 2 e os 6 anos de idade.

Apesar de grande parte dos estudos em cães demonstrarem que o sexo não tem qualquer efeito na PIO, nos leões machos esta é significativamente mais alta do que nas fêmeas. Foi demonstrado também que o estado reprodutivo tem um efeito significativo na PIO em gatos e em leões, verificando-se um aumento da mesma em animais na fase lútea, quando os níveis de progesterona se encontram aumentados (Ofri *et al*., 1998; Ofri *et al*., 1999).

O ritmo circadiano afeta a PIO no cão. Martin-Suárez *et al.* (2014) concluiram que a PIO e a ECC em cães de raça Beagle tem uma variação diurna com valores mais elevados de manhã em comparação com os valores medidos ao final do dia, com uma correlação significativa entre ambos.

Em Medicina Humana, tem vindo a ser demonstrado uma relação entre a espessura da córnea e a PIO (Iliev *et al*., 2006). Também em Medicina Veterinária, Park *et al.* (2011) sugeriram que, em Beagles, por cada aumento de 100 μm na espessura da córnea, a PIO aumenta 1 mm Hg com o TonoPen® e 2 mm Hg com o TonoVet®.

1.2.3. Espessura central da córnea

A medição da espessura central da córnea (ECC) tem vindo, cada vez mais, a tornar-se clinicamente importante devido ao seu crescente papel no diagnóstico e no seguimento de animais com glaucoma, com diversos estudos a documentar a influência significativa da ECC nas medições da PIO pelo método da tonometria. A medição da ECC pode também ser utilizada para monitorizar a progressão de doenças e avaliar as respostas terapêuticas (Park *et al.* 2011).

Existem diversas técnicas de medição da ECC *in vivo*, tais como: a paquimetria ultrassónica, a microscopia confocal *in vivo* (IVCM), a biometria ótica com câmara de Sheimpflug (Pentacam®, Oculus, Alemanha; Sirius®, CSO, Itália; Galilei®, Ziemer, Suiça) e a tomografia de coerência ótica. A medições *ex vivo* não têm grande valor, uma vez que ocorre uma tumefação dos tecidos no *post-mortem*, em particular se estes forem armazenados e fixados (Donaldson & Hartley, 2013).

1.2.3.1. Microscopia Confocal *in vivo*

A microscopia confocal é um exame não invasivo que permite o estudo de todas as camadas da córnea. Este método de medição da ECC usa uma fonte de luz oblíqua através da córnea, calculando a distância entre o epitélio observado e as reflexões do endotélio com base no ângulo de incidência e magnificação. A córnea tem de estar transparente para que haja reflexão, limitando o uso a córneas saudáveis. A microscopia confocal não é, habitualmente, utilizada como método de medição da ECC na prática clínica (Donaldson & Hartley, 2013).

1.2.3.2. Tomografia de coerência ótica

Os sistemas de tomografia de coerência ótica automatizados usam um grande número de imagens *slit-beam* através da córnea, fornecendo uma imagem topográfica da sua espessura. A tomografia de coerência ótica também pode ser utilizada para medir a ECC, embora essa função não tenha estado na origem do sistema (Donaldson & Hartley, 2013).

1.2.3.3. Paquimetria ultrassónica

A paquimetria ultrassónica baseia-se na reflexão dos ultrassons a partir de interfaces com diferentes índices de refração para medir a espessura da córnea (Figura 11).



Figura 11 – Paquímetro PalmScan P2000 FastPach® (Micro Medical Devices, EUA).

As sondas podem variar entre 20 a 65 MHz e medem desde o filme lacrimal, anteriormente, à superfície do endotélio, posteriormente. A distância entre as reflexões é calculada com base na velocidade do ultrassom através da córnea (1550-1639m/s dependendo das espécies) (Donaldson & Hartley, 2013).

Esta tecnologia pode ser usada numa córnea opacificada e tem grande reprodutibilidade intraobservador e baixa variabilidade interobservador. O posicionamento cuidadoso da sonda, quer centralmente quer perpendicularmente à córnea, é bastante importante (Donaldson & Hartley, 2013).

As fontes de erros na paquimetria ultrassónica incluem a desidratação ou hidratação da córnea, o posicionamento do indivíduo, as marcas na córnea e a realização de medições repetidas (Park *et al.* 2011).

No estudo realizado por Alario & Pirie (2014) comparou-se a ECC canina através do uso da tomografia de coerência ótica de domínio espectral (SD-OCT) e o paquímetro ultrassónico. Apesar dos valores obtidos terem uma excelente correlação, as diferenças entre ambos foram notáveis, tendo a magnitude desta diferença ter sido dependente da velocidade do som do paquímetro de ultrassom. Nos humanos, a velocidade do som quando passa no tecido da córnea é de 1550 a 1639 m/s e, por isso, a maioria dos paquímetros ultrassónicos têm um valor médio na ordem dos 1640 m/s.
Como descrito anteriormente por Tang & Liu (2011), a velocidade do som na córnea do cão foi calculada em 1590 m/s à temperatura fisiológica do corpo. Este valor é substancialmente mais baixo do que o obtido pelos paquímetros ultrassónicos disponíveis comercialmente, causando uma sobrestimação da ECC em cães.

As aplicações clínicas da paquímetria são inúmeras. Em Medicina Humana, a paquimetria é usada antes da realização de procedimentos de LASIK (do inglês: *Laser-assisted in situ keratomileusis*) para garantir uma espessura da córnea adequada no pós-operatório e evitar complicações como ectasia corneana (Bamashmus *et al*., 2010).

A paquimetria é também utilizada para investigar os efeitos do *cross-linking* da córnea com riboflovina e radiação ultravioleta A como tratamento do queratocone em modelos de animais (Kampik et al., 2010).

A ECC é um fator importante na deteção precoce de glaucoma em Medicina Humana, na interpretação dos resultados da tonometria e como previsão de défices visuais decorrentes do glaucoma (Brandt *et al*., 2001; Gordon *et al*., 2002; Herndon *et al*., 2004; Kourkoutas *et al*., 2009).

A ECC influencia a precisão dos tonómetros de aplanação e de indentação, uma vez que a elasticidade da córnea vai afetar os resultados obtidos. Assim, córneas mais espessas apresentam PIO elevadas, enquanto que córneas mais finas vão gerar leituras menores de PIO (Park et al., 2011).

Em Medicina Humana, já foi demonstrado que a ECC é um fator de risco para as lesões glaucomatosas iniciais (perda de campo visual) em indivíduos com hipertensão ocular. Foi sugerido que este facto se deve não só à ECC corrigir as leituras do tonómetro, mas também porque a ECC parece estar associada à composição do tecido corneoescleral (e lamina crivosa) e uma resposta do disco ótico ao stresse induzido pela PIO (Gordon *et al*., 2002).

No estudo de Good *et al.* (2004), foi referido que, para além da formação de cataratas ser uma das principais manifestações da diabetes em cães, esta doença está também associada a alterações patológicas na córnea dos cães, nomeadamente a hipossensibilidade da córnea. Acredita-se que a hipossensibilidade da córnea seja uma componente da neuropatia difusa que afeta o sistema nervoso periférico sensoriomotor desses indivíduos. Os nervos da córnea compreendem a via aferente do trajeto neural envolvido no pestanejar e lacrimejar, essenciais na proteção da córnea de traumatismo e dissecação.

O estudo de Lynch & Brinkis (2006) refere que a facoemulsificação aumenta a ECC em cães, no entanto este aumento é transitório. Constatou também que a média da ECC em cães diabéticos é maior do que a de cães não diabéticos.

1.3. Aplicações clínicas da relação entre a PIO e a ECC

Diversos estudos, dos quais o mais importante é o *Ocular Hypertension Treatment Study* (OHTS), determinam em Medicina Humana a necessidade de ajustar a leitura dos tonómetros de aplanação através de um fator de correção, de modo a considerar o efeito da ECC e obter a verdadeira PIO (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores de correção da pressão intraocular medidas por tonometria de Goldmann para a espessura central da córnea em Medicina Humana (Ehlers *et al*., 1975).

ECC (μm)	**Correção da PIO** (mmHg)
445	+7
455	+6
465	+6
475	+5
485	+4
495	+4
505	+3
515	+2
525	+1
535	+1
545	0
555	-1
565	-1
575	-2
585	-3
595	-4
605	-4
615	-5
625	-6
635	-6
645	-7

Quando se desenvolveram os primeiros tonómetros de aplanação, Goldmann e Schmidt consideravam que a ECC não influenciava a tonometria de aplanação. Mais tarde, Whitacre *et al.* (1993) demonstraram que a ECC em humanos apresentava elevada dispersão e erros superiores a 4 mmHg em córneas com espessuras abaixo do valor médio.

Argus (1995) e Herndon *et al.* (1997) determinaram que a ECC de olhos de indivíduos com hipertensão ocular era significativamente maior do que os olhos de indivíduos com glaucoma ou olhos normais. Este estudo sugeriu que alguns indivíduos são classificados como tendo hipertensão ocular erroneamente devido ao aumento da espessura da sua córnea. Assim, os indivíduos com córneas mais espessas podem corrigir a sua PIO para um patamar normal diminuindo o risco de desenvolver glaucoma.

Patwardhan *et al.* (2008) demostraram o impacto do conhecimento da espessura da córnea no seguimento de doentes com glaucoma, nomeadamente na alteração do tratamento em 36% dos indivíduos. Também Patel *et al.* (2013) demonstraram que a medição da ECC é um exame precioso que leva a uma melhor decisão clínica e que ajuda a prevenir diagnósticos errados de indivíduos com PIO normais de indivíduos com hipertensão ocular ou glaucoma de ângulo aberto.

Stodtmeister *et al.* (1998) procuraram determinar com que frequência as leituras de tonómetros têm de ser corrigidas com base na ECC. Apesar de não ter chegado a um resultado concreto, o estudo serviu para reforçar a ideia da influência da espessura da córnea na medição da pressão intraocular.

Gordon (2002), evidenciou que córneas finas, com menos de 555 μm, têm três vezes maior risco de desenvolver glaucoma comparativamente com córneas mais espessas, independentemente da sua PIO. Herndon *et al.* (2004) foram mais longe, afirmando que indivíduos com glaucoma primário de ângulo aberto com córneas mais finas tinham lesões glaucomatosas mais graves. Assim, a medição da ECC em indivíduos com glaucoma pode ajudar a identificar aqueles com maior risco de desenvolver sequelas graves. Os mesmos investigadores já tinham sugerido que a ECC mais elevada é protetora contra essas lesões, uma vez que a ECC em pacientes hipertensivos tende a ser mais espessa do que em indivíduos com glaucoma primário de ângulo aberto.

Como consequência deste estudo, a paquimetria corneana em Medicina Humana é agora um *standard* para o diagnóstico e tratamento da hipertensão ocular, suspeita de glaucoma e para o espetro completo de doença glaucomatosa. Em Medicina Veterinária a ECC ainda não foi identificada como factor isolado de risco de lesão glaucomatosa.

1.4. Objectivos

O objetivo principal deste estudo foi avaliar a relação entre a ECC e a PIO em cães. Pretendeu-se também determinar se estes parâmetros oftalmológicos são influenciados pelo sexo, idade, conformação craniana (CC), índice de condição corporal (ICC), porte do animal e hora de realização das medições.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. População estudada

A população estudada incluiu os cães saudáveis que se apresentaram à consulta no Hospital Veterinário das Laranjeiras (HVL), em Lisboa, durante o período de tempo do estágio curricular compreendido entre 1 de outubro de 2015 e 31 de março de 2016.

2.1.2. Equipamento utilizado

Para a medição da PIO utilizou-se um tonómetro de *rebound*, o TonoVet® (Icare Oy, Finlândia), produzido para utilização em animais. Este equipamento mede a PIO com precisão, sem provocar dor e ansiedade no animal.

O procedimento é realizado sem anestesia local e, na maioria das medições, não chega para provoca reflexo corneano. Para além do seu fácil uso, não necessita de qualquer calibração.

Para a medição da ECC, utilizou-se um paquímetro utrassónico, o paquímetro PalmScanP2000 FastPach® (Micro Medical Devices, EUA) fabricado para utilização em Medicina Humana, mas que já foi testado em cães em Medicina Veterinária (Donaldson & Hartley, 2013). É um paquimetro em formato *pen* com sonda de alta freqência (50 MHz) que permite medições em todos os tipos de córnea.

Este equipamento é bastante leve e de fácil uso e fornece medições precisas em apenas 1 minuto, para as quais necessita de anestesia local prévia.

2.1.3. Critérios de seleção da amostra

A seleção da amostra baseou-se na inclusão de cães com idades superiores a 8 meses de idade (Montiani-Ferreira *et al*., 2003) e que se apresentassem com uma boa condição geral e saudáveis. Apenas foram incluídos no estudo, os cães sem doenças que pudesse influenciar a PIO e a ECC. Foram excluídos os cães com história de patologia oftalmológica, tratamento médico ou cirúrgico de doenças do globo ocular e também tratamento médico sistémico ou doenças sistémicas que pudessem alterar as medições da PIO e da ECC.

Os cães que cumpriram os critérios de seleção anteriores, e após consentimento informado dos proprietários (Anexo 2), foram alvo de um exame oftalmológico básico, sem dilatação pupilar e sem observação do fundo do olho. Nesta etapa, foram excluídos os cães que apresentassem qualquer alteração oftalmológica detectada no exame oftalmológico básico. Como valor normal do teste de Schirmer foi considerado um valor de produção de filme lacrimal superior a 15 mm durante 1 minuto.

2.2. Métodos

2.2.1. Recolha dos dados clínicos

Para este estudo, foi elaborada uma folha clínica de Oftalmologia Veterinária (Anexo 3) para registo da informação clínica. No cabeçalho deste documento, registou-se o número do caso, a data e hora da realização do exame e o nome do dono.

De seguida, foi registada a resenha do animal que incluía o nome, a idade (divididos em 3 intervalos etários: inferior a 1 ano, 1 a 8 anos, 8 a 12 anos e mais de 12 anos), o sexo e estado reprodutivo, a raça, o porte (pequeno - menor que 9 kg, médio - entre 9 e os 22 kg e grande - maior que 22 kg), o tipo de conformação craniana (braquicefálico, mesocefálico e dolicocefálico) (Diesem, 1986) e o índice de condição corporal com recurso a uma escala de 3 categorias (condição corporal normal (3), magro (<3) ou obeso (>3). Os cães eram classificados como (i) magros quando era observada a recessão abdominal e tinham a cintura evidente, o topo das vértebras lombares era visível, os ossos pélvicos proeminentes e as costelas facilmente palpáveis e visíveis; (ii) como tendo uma condição corporal normal aqueles que tinham a recessão abdominal visível apenas quando observados lateralmente, a cintura também visível quando observados de cima e as costelas eram apenas palpáveis e como (iii) obesos aqueles em que não era observada a recessão abdominal, em que a cintura não estava definida e as costelas não eram palpáveis (Jeusette *et al.*, 2010).

Após realizada a resenha do animal, era identificado o motivo pelo qual recorreu ao Médico Veterinário.

Os resultados obtidos no exame oftalmológico, a seguir descrito, foram também registados de forma sistemática, em particular os dados da avaliação da córnea e da câmara anterior, da PIO e da ECC.

2.2.2. Exame oftalmológico

Foi feita uma primeira abordagem ao animal, em que era observado o globo ocular de uma forma generalista, os tecidos perioculares, assim como os anexos oculares (pálpebras e membrana nictitante). De seguida, foi analisado se havia presença de blefarospasmo e/ou corrimento ocular. Através do uso de uma fonte de luz, foi feita uma avaliação básica da visão através do teste de ameaça, reflexo pupilar direto e indireto e de dazzle.

Foi realizado o teste de Schirmer usando as tiras Schirmer Tear Test® (Bausch & Lomb, EUA), aos dois olhos. A tira era retirada assim que chegasse aos 15 mm, ou então quando atingisse os 60 segundos, valores que indicavam que estavamos perante uma produção normal de filme lacrimal, para excluir processos patológicos que pudessem estar a influenciar o grau de hidratação da córnea.

Por fim, foi avaliada a transparência, presença de cicatrizes, neovascularização ou outras alterações da córnea como úlceras, queratites, queratopatias e a eventual presença de células na câmara anterior.

Pressão intraocular (PIO)

Após a realização das etapas acima descritas e não tendo sido registadas nenhumas alterações, concluiu-se que o animal se apresentava saudável e apto para ser incorporado no estudo, iniciando-se as medições da PIO em ambos os olhos. Para tal, foi utilizado um tonómetro de *rebound*, TonoVet®. O aparelho era segurado firmemente, e mantido na mesma posição, perpendicular ao chão e a sonda era colocada a cerca de 1 cm da córnea. Realizaram-se 5 medições sucessivas ou até o aparelho atingir uma média de 5 medições fiáveis. A média das medições obtidas era registada na folha de registo de casos.

Espessura central da córnea (ECC)

Para determinar a ECC utilizou-se um paquímetro ultrassónico PalmScan P2000 FastPach®. Foi aplicada topicamente uma gota de anestésico local (cloridrato de oxibuprocaína a 0,4%, Anestocil®, Edol, Portugal), em ambos os olhos, e aguardava-se 1 minuto. Após esse período de tempo, iniciavam-se as medições da ECC. O paquímetro era mantido firmemente na mesma posição, perpendicular à superfície da córnea, e com um leve toque na superfície da mesma era obtido o valor da ECC para cada um dos globos oculares. Na eventualidade de o animal se mexer ou se a medição não fosse validada, era realizado novamente o mesmo procedimento de forma a aferir os resultados obtidos. O valor da ECC foi registado na folha de registo de casos.

2.3. Análise estatística

Os programas informáticos utilizados para a elaboração da base de dados e para a análise estatística foram, respectivamente, a folha de cálculo Microsoft Office Excel (Microsoft, EUA) e o programa de análise estatística Statistical Package for the social Sciences, versão 22.0 (IBM, EUA).

Para as variáveis quantitativas, PIO e ECC, foi realizada uma análise estatística descritiva, quer para toda a amostra em conjunto, quer baseada nos três tipos de conformação craniana. Neste processo foi verificada a normalidade dos dados.

A média destas duas variáveis (PIO e ECC) para os dois sexos foi comparada utilizando um teste-t para amostras emparelhadas. Foram também realizados testes ANOVA para comparações de médias de grupos definidos por idade, conformação craniana, hora, peso e porte.

Finalmente, foram verificadas as correlações de Pearson entre PIO e ECC, quer para toda a amostra em conjunto, quer baseada nos três tipos de conformação craniana.

3. RESULTADOS

A amostra estudada incluiu 58 cães atendidos no HVL durante a realização do estágio curricular e que preencheram todos os critérios de seleção definidos.

Obteve-se um total de 25 raças diferentes entre os cães estudados com maior incidência de cães sem raça definida e de raça Golden Retriever, seguindo-se das raças Bulldog Francês, Labrador Retriever e Caniche.

As médias do olho esquerdo (OS) e do olho direito (OD) para as duas medidas, PIO e ECC, foram comparadas através de um teste-t para amostras emparelhadas e não foram encontradas diferenças significativas nem para PIO (p=0,266) nem para ECC (p=0,820). Assim sendo, essas medidas foram estudadas considerando o número total de olhos, ou seja, a soma dos dois pares, OS e OD, totalizando 116 olhos. A Tabela 2 refere a frequência absoluta do número de olhos de acordo com os parâmetros e grupos em estudo.

Tabela 2 – Frequência absoluta dos casos clínicos observados (olhos) de acordo com o sexo, idade, conformação do crânio (CC), índice de condição corporal (ICC), hora de medição e porte.

Variável	*Definição*	*Nº de casos (olhos)*	*Nº de casos (%)*
Sexo	*Masculino*	*52*	*45*
	Feminino	*64*	*55*
Idade (anos)	*Menos de 1*	*16*	*14*
	Entre 1 – 8	*70*	*60*
	Entre 8 – 12	*24*	*21*
	Mais de 12	*6*	*5*
Conformação craniana	*Braquicéfalo*	*16*	*14*
	Mesocéfalo	*78*	*67*
	Dolicéfalo	*22*	*19*
Condição corporal	*Menor que 3 (magro)*	*4*	*3*
	3 (normal)	*74*	*64*
	Maior que 3 (gordo)	*38*	*33*
Hora de medição (horas)	*Entre as 9h e as 12h*	*30*	*26*
	Entre as 12h e as 15h	*30*	*26*
	Entre as 15h e as 18h	*30*	*26*
	Entre as 18h e as 21h	*26*	*22*
Porte	*Pequeno (<9kg)*	*34*	*29*
	Médio (9kg –22kg)	*36*	*31*
	Grande (>22kg)	*46*	*40*

3.1. Estatística descritiva

A Tabela 3 apresenta o resultado da estatística descritiva das variáveis quantitativas recolhidas neste estudo. As Tabelas 4 e 5 apresentam as estatísticas descritivas das variáveis quantitativas em estudo de acordo com os três tipos de conformação do crânio (CC).

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis em estudo (PIO e ECC).

		PIO (mmHg)	**ECC (µm)**
Média		14,2	598,9
IC 95%	Mínimo	13,4	588,5
	Máximo	15,0	609,4
Mediana		15,0	599,5
Desvio Padrão		4,2361	56,904
Mínimo		6,0	481
Máximo		26,0	740

Tabela 4 – Estatística descritiva da PIO (mmHg) de acordo com a conformação do crânio.

		Braquicéfalo	**Mesocéfalo**	**Dolicocéfalo**
Média		17,938	13,500	14,045
IC 95%	Mínimo	15,724	12,618	12,197
	Máximo	20,151	14,382	15,894
Mediana		17,500	13,500	14,500
Desvio Padrão		4,1548	3,9105	4,1688
Mínimo		11,0	6,0	6,0
Máximo		26,0	20,0	21,0

Tabela 5 – Estatística descritiva da ECC (µm) de acordo com a conformação do crânio.

		Braquicéfalo	**Mesocéfalo**	**Dolicocéfalo**
Média		586,69	611,17	564,50
IC 95%	Mínimo	556,53	598,89	541,66
	Máximo	616,85	623,45	587,34
Mediana		565,00	617,00	548,50
Desvio Padrão		56,604	54,465	51,521
Mínimo		515	481	508
Máximo		676	740	671

3.2. Estatística inferencial

Após a análise descritiva dos parâmetros em estudo, PIO e ECC, procedeu-se à comparação das variáveis quantitativas de acordo com as variáveis sexo, idade, conformação do crânio, hora da medição, índice de condição corporal e porte.

De forma a detetar diferenças significativas entre as médias de PIO e ECC, foram realizados testes-t para amostras emparelhadas (comparação de médias do sexo) e testes ANOVA (para todas as outras variáveis).

3.2.1. Sexo

Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias quer de PIO quer de ECC com base no sexo.

3.2.2. Idade

Os cães foram divididos consoante os intervalos etários menor que 1 ano, entre 1 e 8 anos, entre 8 a 12 anos e maior que 12 anos.

Em relação à PIO, foram encontradas diferenças significativas entre três dos quatro intervalos etários estudados ($F(3, 112)=5,122$, $p=0,002$).

Os testes post-hoc de Tukey HSD revelaram diferenças significativas entre o intervalo de 1 a 8 anos (15,1 mmHg) e o intervalo entre os 8 e 12 anos (12,5 mmHg), sendo a diferença entre a média de ambos de 2,67 (inferior para o intervalo etário entre os 8 e 12 anos), e entre o intervalo de 1 a 8 anos (15,1 mmHg) e o intervalo de idades superiores a 12 anos (9,8 mmHg), sendo a diferença entre a média de ambos de 5,295 (inferior para a idade superior a 12 anos). As restantes diferenças entre intervalos etários não são significativas.

O Gráfico 12 representa a média de PIO por idade e demonstra a diferença estatística entre o intervalo até 8 anos e o intervalo entre 8 e 12 anos e também entre o intervalo etário de 1 a 8 anos e a classe de maiores de 12 anos.

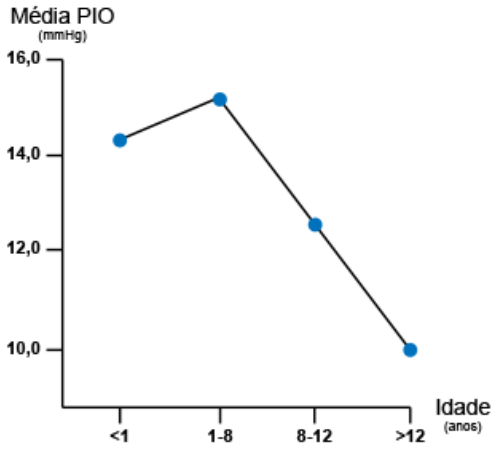


Gráfico 12 – Média da PIO dos animais estudados em relação à idade.

Para a média de ECC com base nos diferentes intervalos etários, as diferenças encontradas foram significativas a 90% ($F(3, 112)=2,362$, $p=0,075$). O menor grau de significância não permite uma afirmação tão categórica relativamente à diferença entre as médias, ao contrário do observado no parâmetro anterior.

Ainda assim, através da observação do Gráfico 13, podemos sugerir que existem diferenças entre as idades menores que 1 ano (566,2 μm) e as idades compreendidas entre 1 e 8 anos (607,2 μm), sendo a média ECC para os animais com idades inferiores a 1 ano significativamente diferente da média de ECC para as idades compreendidas entre 1 e 8 anos, de acordo com os testes post-hoc de Tukey. As restantes médias dos diferentes grupos de idades não são significativamente diferentes entre si.

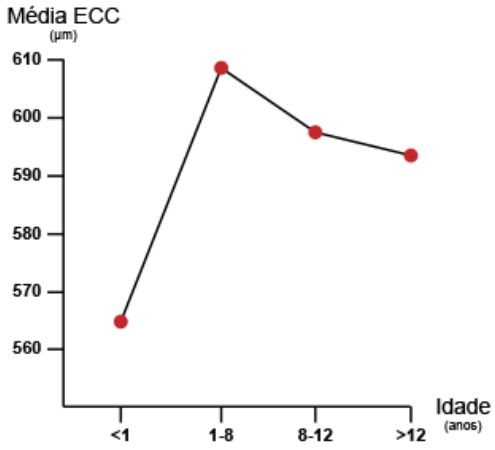


Gráfico 13 – Média da ECC dos animais estudados em relação à idade.

3.2.3. Conformação do crânio

Os cães foram divididos quanto ao seu tipo de conformação craniana nos grupos braquicéfalo, mesocéfalo e dolicocéfalo.

Foram encontradas diferenças significativas entre os três grupos de CC ($F(2,113)=8,224$, $p=0,000$) para a PIO.

Os testes post-hoc de Tukey HSD indicaram que há diferenças significativas entre os animais braquicefálicos (17,9 mmHg) e mesocefálicos (13,5 mmHg), sendo a diferença entre a média de ambos de 4,438 (inferior para o grupo mesocéfalo).

Os mesmos testes indicaram também a existência de diferenças significativas entre os animais braquicefálicos (17,9 mmHg) e dolicocefálicos (14,0 mmHg), sendo a diferença entre a média de ambos de 3,892 (inferior para o grupo dolicocéfalo). As restantes diferenças entre grupos de CC não são significativas.

O Gráfico 14 representa a média de PIO e demonstra a diferença estatística entre a CC braquicefálica e mesocefálica e entre CC braquicefálica e dolicocefálica.

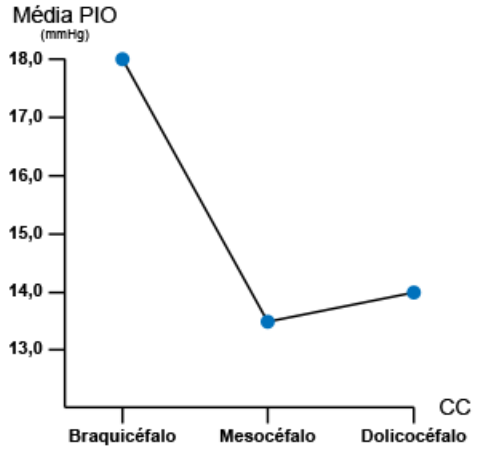


Gráfico 14 – Média da PIO dos animais estudados em relação à CC.

Neste estudo, foram encontradas diferenças significativas entre a CC mesocéfalo e dolicocéfalo ($F(2,113)=6,829$, $p=0,002$) para a ECC.

Os teste post-hoc de Tukey HSD revelaram que há diferenças significativas entre os animais mesocefálicos (611,2 µm) e dolicocefálicos (564,5 µm), sendo a diferença entre a média de ambos de 46,667 (inferior para a CC dolicocéfalo). As restantes diferenças entre grupos de CC não foram significativas.

O Gráfico 15 representa a média de ECC por CC e demonstra graficamente a diferença estatística entre os animais mesocefálicos e dolicocefálicos.

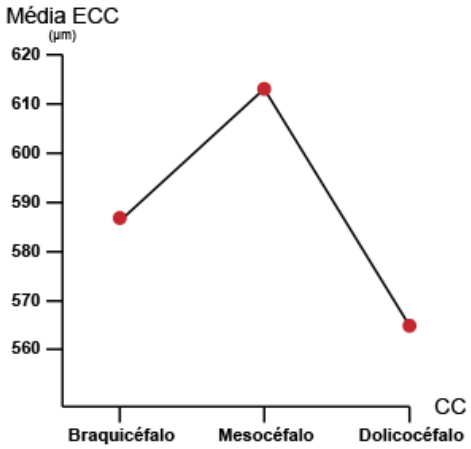


Gráfico 15 – Média da ECC dos animais estudados em relação à CC.

3.2.4. Hora da medição

Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias quer da PIO quer da ECC com base na hora da medição destes parâmetros oftalmológicos.

3.2.5. Índice de condição corporal

Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias quer da PIO quer da ECC com base no ICC.

3.2.6. Porte

Os cães foram divididos quanto ao porte, em cães de porte grande, médio e pequeno.

Foram encontradas diferenças significativas entre dois dos grupos de porte ($F(2,113)=5,420$, $p=0,006$) para a PIO.

Os teste post-hoc de Tukey HSD detetaram diferenças significativas entre o grupo de porte médio (16,0 mmHg) e porte grande (13,0 mmHg), sendo a diferença entre a média de ambos de 2,972 (inferior para a o porte grande). As restantes diferenças entre grupos de portes não foram significativas.

O Gráfico 16 representa a média de PIO por porte e demonstra a diferença estatística entre os cães de porte médio e os de porte grande.

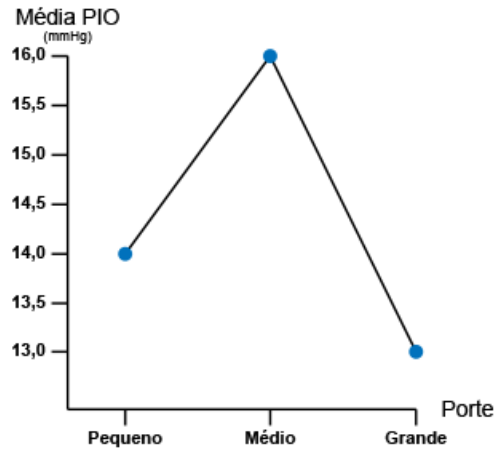


Gráfico 16 – Média da PIO dos animais estudados em relação aos vários portes.

Foram encontradas diferenças significativas entre os três grupos de porte (F(2,113)=9,614, p=0,000) para a ECC.

Os testes post-hoc de Tukey HSD mostraram diferenças significativas entre o grupo de porte pequeno (577,9 µm) e porte grande (625,4 µm), sendo a diferença entre a média de ambos de 47,487 (inferior para a o porte pequeno), e entre o grupo de porte médio (585,1 µm) e porte grande (625,4 µm), sendo a diferença entre a média de ambos de 40,314 (inferior para o porte médio). As restantes diferenças entre grupos de portes não foram significativas.

O Gráfico 17 representa a média de PIO por porte e ilustra a diferença estatística entre os cães de porte pequeno e grande e também entre os cães de porte médio e grande.

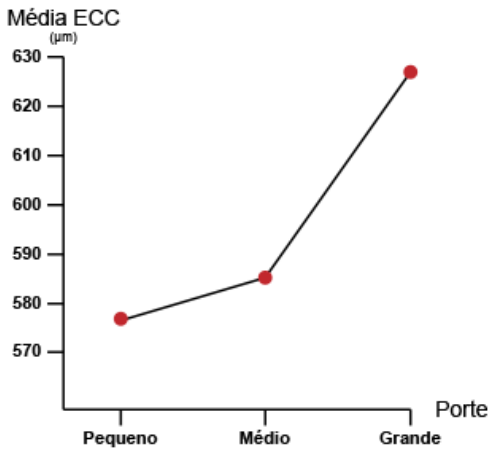


Gráfico 17 – Média da ECC dos animais estudados em relação aos vários portes.

3.3. Análise de correlação

Foram verificadas as correlações de Pearson entre a PIO e a ECC tendo em conta toda a população. O coeficiente de correlação de Pearson obtido foi de – 0,015.

Foi também avaliada a relação entre as variáveis PIO e ECC baseada nos três tipos de conformação craniana utilizando o coeficiente de Pearson.

O valor obtido de coeficiente de correlação para os cães com conformação craniana braquicéfala foi de – 0,136, para os cães com conformação mesocéfala foi de 0,009 e por fim para os cães com conformação craniana dolicocefálica foi de 0,268.

Assim, tendo em conta os valores apresentados não foram encontradas correlações significativas.

4. DISCUSSÃO

Os valores médios de PIO e de ECC obtidos nos cães estudados demonstraram ser semelhantes aos valores referidos na bibliografia consultada (Gwin *et al*., 1982; Gilget *et al*., 1991), não sendo valores considerados patológicos.

Relativamente ao sexo, não foram encontradas diferenças significativas entre as médias, quer da PIO quer da ECC.

Noutras espécies, já foi descrita a diferença entre sexos na PIO. No estudo de Ofri *et al.* (1998), verificou-se um aumento da PIO em leões machos. Em Medicina Humana, diversos estudos permitem afirmar que a PIO é mais elevada em indivíduos do sexo feminino do que masculino, apesar da razão ainda ser desconhecida (Pointer, 2000).

Em cães, ainda não foi verificada nenhuma correlação da PIO com o sexo, no entanto alguns progressos foram feitos nessa área, nomeadamente por Tsai *et al.* (2012) que avaliaram diferenças entre sexos na morfologia do ângulo iridocorneano. Estes encontraram diferenças significativamente menores na média da distância do ângulo de abertura no sexo feminino, o que poderá justificar a maior predisposição das fêmeas para o glaucoma.

Relativamente à ECC, não houve alteração com o sexo no presente estudo, mas esta relação já se encontra descrita pelas equipas de Gilger (1991) e, mais recentemente, de Strom (2016) que demonstraram que a ECC é significativamente maior nos machos.

No que concerne à hora da medição da PIO e da ECC, o facto de não terem sido encontradas diferenças significativas contraria o referido na literatura consultada que relata haver uma correlação da PIO com a hora da medição em Medicina Veterinária. Segundo Gellat (1981) e Gianneto *et al.* (2009), a PIO é maior da parte da manhã comparativamente com a tarde.

No presente estudo, a PIO mais baixa foi medida da parte da tarde, entre as 15h e as 18h, e a PIO mais alta foi medida das 12h às 15h, apesar destas diferenças não terem tido um significado estatístico. A ECC atingiu os seus valores mais baixos das 12h às 15h e os mais altos das 18h às 21h, não apresentando também diferenças estatisticamente significativas.

O facto de não ter sido encontrada relação entre a PIO e a hora da medição pode ter-se devido à realização de apenas uma única medição em cada indivíduo e, portanto, a variabilidade entre indivíduos poderá ter sido superior.

Relativamente aos valores obtidos da ECC consoante a hora, também não foi encontrada nenhuma correlação. No entanto, Martin-Suarez *et al.* (2014) demonstraram uma diminuição estatisticamente significativa da ECC e da PIO às 18:30h e as 17:00h, respetivamente. A mesma justificação relativa á PIO poderá ser utilizada para os valores obtidos de ECC.

No capítulo da ICC, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos estudados tanto na PIO como na ECC. A PIO no grupo de animais com ICC<3 apresentou valores médios ligeiramente menores (12 mmHg) que no grupo de animais com ICC=3 (14,6 mmHg). Quanto à ECC, verificou-se um aumento gradual à medida que o ICC aumenta (575 μm > 592 μm > 613 μm). No estudo de Strom *et al.* (2016), pareceu haver uma relação do ICC com a ECC uma vez que foi registado um aumento da ECC de 1,83 μm/kg e de 14,23 μm/mês de vida nos cães examinados, no entanto este facto é mais provável que resulte da maturação e crescimento do animal do que do aumento do ICC, uma vez que a idade, ao contrário do ICC, já tem vindo a ser descrita em Medicina Veterinária e é um fator de variação da ECC.

Neste estudo, foi possível observar uma variação da ECC com a idade. Contudo, as diferenças encontradas entre os diferentes intervalos etários não foram estatisticamente diferentes. Ainda assim, podemos realçar que a média da ECC em cães com menos de 1 ano de idade (566 μm) é diferente da média de ECC de cães com idades compreendidas entre 1 a 8 anos (607 μm). Nas idades seguintes, parece haver uma tendência para a ECC se manter constante.

O aumento verificado entre o intervalo etário menor de 1 ano e o intervalo entre 1 e 8 anos poderá estar relacionado com o processo de maturação da córnea. Em 2003, Montianni-Ferreira avaliou o desenvolvimento da ECC em cães e verificou que esta varia ao longo do crescimento dos animais. Segundo o autor, até às 30 semanas de idade (aproximadamente 8 meses), idade a partir da qual os animais começaram a ser incluídos no presente estudo, a ECC sofre um aumento exponencial, verificando-se de seguida um aumento gradual da ECC. Este comportamento foi constatado no presente estudo.

Anteriormente, Gwin *et al.* (1982) observaram também um aumento concomitante do tamanho das células do endotélio corneano com a idade, relacionado com o espessamento da córnea.

Neste estudo, as diferenças encontradas na PIO em relação com a idade foram significativas, demonstrando uma tendência para a diminuição desta variável à medida que a idade dos animais aumenta. Neste trabalho, constatou-se que a PIO é maior no intervalo etário entre 1 e 8 anos (15,1 mmHg) e decresce gradualmente nos animais com idades compreendidas entre os 8 e 12 anos (12,4 mmHg) e também deste intervalo etário para os animais com mais de 12 anos de idade (9,8 mmHg). Assim, pode concluir-se existir uma tendência para a PIO diminuir progressivamente com a idade do cão.

Com base na pesquisa bibliográfica realizada, verificou-se que os resultados estavam em conformidade com o descrito. Apesar de Heywood (1971) ter sugerido que a PIO pudesse aumentar com a idade, diversos autores contrariaram esta teoria, afirmando que a PIO tem tendência para diminuir com a idade (Ekesten *et al*., 1992; Gellat & Mackay, 1998); Mughannam *et al*., 2004).

A CC dos diferentes animais é uma característica que não tem sido muito estudada no que diz respeito ao seu efeito na PIO e na ECC do cão. Este estudo revelou diferenças significativas em função desta variável, tendo contribuído para o conhecimento deste parâmetro anatómico.

Verificou-se que a PIO era significativamente maior em cães de raças braquicéfalas (18 mmHg) comparativamente com as restantes CC mesocéfalas (13,5 mmHg) e dolicocéfalas (14 mmHg) e que a ECC era significativamente diferente entre as CC mesocéfalas (611 μm) e dolicocéfalas (562 μm), sendo superior nas primeiras. Os valores da ECC para os braquicefálicos não apresentaram diferenças significativas para os restantes grupos, situando-se na média dos seus valores medidos.

Uma justificação para a PIO estar aumentada em cães braquicefálicos poderá dever-se ao facto de estes terem uma maior susceptibilidade a um aumento da PIO decorrente da técnica de contenção dada a sua maior exposição do olho relativamente às pálpebras. Quando as pálpebras são manipuladas lateralmente nestes cães, o globo pode ser puxado caudalmente e, uma vez que têm uma órbita pouco profunda, maior pressão pode ser induzida no olho causando um aumento da PIO (Klein *et al*., 2011).

O efeito da CC sobre a ECC ainda não tinha sido sido descrito em cães. O conhecimento das diferenças entre os animais mesocefálicos e dolicocefálicos pode vir a ter influência nas decisões médicas e cirúrgicas, nomeadamente a valorização das medições da PIO.

De acordo com a literatura disponível, o porte também ainda não tinha sido estudado como fator influenciador da PIO e da ECC, visto que a maioria dos estudos foram realizados em Beagles ou não têm variabilidade suficiente de raças e, por conseguinte, portes. Contudo, neste estudo, foram significativas as diferenças encontradas entre portes para as medição da PIO e ECC.

No caso da PIO, a média dos cães de porte médio foi significativamente superior em comparação com os cães de porte grande. Por seu lado, para a ECC a diferença significativa encontra-se entre os cães de porte grande e os cães de porte médio e pequeno, sendo significativamente superior nos cães de porte grande.

A relação entre a PIO e a ECC, conhecida em humanos não se verificou no presente estudo. Pelo contrário, o presente estudo evidenciou que os indivíduos em que foram detedas PIO inferiores foram aqueles com ECC mais elevada, quer em relação à CC quer ao porte. A verificar-se a mesma influência da ECC sobre os a PIO demonstrada em humanos, estes resultados representam PIO reais ainda mais baixas que as medidas.

A elevada PIO nos braquicéfalos pode dever-se ao efeito da contenção e assim ter uma validade discutível, no entanto a distribuição da PIO nos animais quanto ao porte, não é relacionável com a contenção. Os animais com porte maior são aqueles com ECC mais elevada. Os cães com este porte parecem ter a PIO bastante baixa e a ECC bastante elevada, ou seja, a verdadeira PIO será ainda mais baixa do que os valores medidos.

Este estudo poderá vir a alterar a forma como a PIO é interpretada. Tendo em consideração os resultados deste estudo, a PIO poder-se-á avaliar de forma mais pragmática e não apenas baseada nos valores de referência conhecidos, permitindo até distinguir um PIO normal de casos de hipertensão ocular ou glaucoma.

Apesar deste estudo encontrar uma tendência para portes diferentes terem ECC e PIO diferentes e concordantes entre si, a realização do exame de paquimetria é importante, dado que existem sempre variações entre animais com as mesmas caracteristicas. De forma a otimizar a medição da PIO e não subestimar ou sobrestimar a mesma levando a resultados erróneos, é desejável que se faça a sua inclusão no exame oftalmológico de rotina.

Apesar de não ter sido encontrada uma correlação entre a PIO e a ECC, este facto já foi relatado diversas vezes e é necessário tê-lo em conta. No estudo de Park *et al.* (2011), foi referido o efeito da ECC na PIO com o tonómetro *rebound* (TonoVet®) e demonstrou-se que, por cada 100 μm de aumento da ECC havia um aumento de 2 mmHg na PIO.

A inexistência de uma correlação entre a PIO e a ECC observada neste estudo poderá ser devida à dispersão dos resultados pelas diferentes raças estudadas que têm características muito diferentes entre si. Apesar de, em Medicina Veterinária, a paquimetria ainda não ser muito usada, nos humanos, a correção da PIO pela ECC constitui muitas vezes, em PIOs *borderline*, a chave para uma determinada pressão ser considerada normal ou patológica. Na oftalmologia humana há, inclusive, tabelas de correção da PIO consoante a ECC medida (Ehlers *et al*., 1975).

Para além da importância da paquimetria na correção da PIO ser amplamente demonstrada em Medicina Humana e também confirmada em alguns estudos em Medicina Veterinária, a ECC constitui também por si só, um fator de risco ou proteção para o glaucoma devido às alterações estruturais do tecido corneoescleral e lamina crivosa associadas às alterações da ECC. As paquimetrias baixas são consideradas, atualmente, em Medicina Humana um fator de risco para glaucoma independente da PIO e as paquimetrias altas um factor protector também independentemente da PIO (Gordon *et al*., 2002).

A prevalência de glaucoma primário nos cães é reduzida, comparativamente com o glaucoma secundário (Strom *et al*., 2011). Por conseguinte, podemos especular, a partir dos resultados deste estudo, que nos animais de grande porte este risco é extremamente reduzido uma vez que a ECC é bastante elevada (fator protector) e as PIO são de um modo geral muito baixas. Nos grupos de animais de porte pequeno e médio, o risco é também baixo uma vez que as PIO encontradas nunca atingiram valores considerados patológicos e a ECC, embora mais baixa que nos de grande porte, não é muito reduzida.

São necessários estudos futuros com grupos mais homogéneos de forma a validar estas conclusões, no entanto esta investigação permitiu evidenciar alterações entre a PIO e a ECC em cães de portes diferentes, ainda que sem encontrar uma correlação entre os valores da PIO e da ECC como era o principal objectivo.

Devido à escassez de estudos relacionados com a paquimetria em cães, este trabalho poderá contribuir para a determinação do valor médio da ECC na espécie canina. O valor da ECC poderá ser usado, na prática médico-veterinária, para corrigir o valor da PIO e permitir uma melhor abordagem diagnóstica ao glaucoma em cães.

5. CONCLUSÃO

Este estudo não evidenciou uma relação entre a PIO e a ECC, provavelmente devido à dispersão de resultados consequente das diferenças entre as raças e indivíduos estudados.

As médias de ECC e PIO obtidas encontravam-se entre os valores considerados normais de acordo com a bibliografia consultada.

Neste estudo, verificaram-se, pela primeira vez, importantes diferenças na PIO e na ECC relativamente à CC e ao porte e que podem vir a ser relevantes na prática clínica. Foram também confirmadas as alterações da PIO com a idade já referidas noutros estudos.

No caso do efeito da CC sobre os parâmteros oftalmológicos estudados, parece haver uma tendência para animais braquicefálicos terem a PIO mais elevada e para animais mesocéfalos terem a ECC mais elevada.

Os animais de porte maior demonstraram ter a ECC mais elevada e a PIO mais baixa, facto que, a considerar a influência da ECC na PIO, poderá significar que os valores de PIO poderão ainda ser significativamente mais baixos.

O facto já demonstrado em Medicina Humana que a ECC é um fator de risco ou proteção do globo ocular consoante seja menor ou maior, respetivamente, leva-nos a especular que estes animais de grande porte, a verificar-se a mesma relação verificada em humanos, com grandes ECC e baixas PIO, tenham baixa probabilidade de virem a desenvolver glaucoma primário.

Apesar de ser necessária a realização de mais estudos para o estabelecimento de uma correlação entre a PIO e ECC, à semelhança do que existe em Medicina Humana, este estudo contribui para o conhecimento da ECC medida através da paquimetria e do efeito da CC e do porte sobre dois importantes parâmetros oftalmológicos avaliados no cão.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alario, A. & Pirie, C. (2014). Central corneal thickness measurements in normal dogs: a comparison between ultrasound pachymetry and optical coherence tomography. *Veterinary Ophthalmology*, 17(3), 207-211.

Almeida, D., Rezende, M., Nunes, N. & Laust J. (2004). Evaluation of intraocular pressure in association with cardiovascular parameters in normocapnic dogs anesthetized with sevoflurane and desflurane. *Veterinary Ophthalmology*, 7(4) 265-269.

Andrade, S., Palozzi, R., Giuffrida, R., Campos, R., Santos, G., Fukui, R. (2012). Comparison of intraocular pressure measurements between the Tono-Pen XL and Perkins applanation tonometers in dogs and cats. *Veterinary Ophthalmology*, 1, 14-20.

Argus, W. (1995). Ocular Hypertension and Central Corneal Thickness. *Ophthalmology*, 102, 1810-1812.

Bamashmus, M., Saleh, M. & Awadalla, M. (2010). Reasons for not performing keratorefractive surgery in patients seeking refractive surgery in a hospital-based cohort in "Yemen". *Middle East African Journal of Ophthalmology*, 17(4), 349-353.

Brandt, J., Beiser, J., Kass, M., Gordon, M., & the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) Group (2001). Central Corneal Thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). *Ophthalmology*, 108(10), 1779-1788.

Broadwater, J., Schorling, J., Herring, I., Elvinger, F. (2008). Effect of body position on intraocular pressure in dogs without glaucoma. *American Journal of Veterinary Research*, 69(4), 527-530.

Crispin S. (2002). The cornea. In: S. Petersen-Jones & S. Crispin (Eds.), *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology* (2ªEd., pp. 132-155). Waterwells (UK): British Small Animal Veterinary Association.

Crispin, S. (2005). General and Canine Ophthalmology: Cornea. In: S. Crispin (Ed.), *Notes on Veterinary Ophthalmology* (1ªEd., pp. 109-110). Oxford: Blackwell Science Ltd.

Diesem, C. (1986). Órgãos dos sentidos do carnívoro e tegumento comum: Órgão da Visão – Parte I: Cão. In: R. Getty (Eds.), *Sisson/Grossman anatomia dos animais domésticos* (5ªEd., pp. 1635-1647). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Donaldson, D., Hartley, C. (2013). Ophthalmic examination and diagnostics: Ocular Imaging. In: K. N. Gellat, B. C. Gilger & T. J. Kern (Eds.), *Veterinary Ophthalmology* (5ªEd., pp. 631-635). Iowa: Wiley-Blackwell.

Ehlers, N., Bramsen, T. & Sperling, S. (1975). Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmologica*, 53(1), 34-43.

Ekesten, B. & Narfrtrom, K. (1992). Age related changes in intraocular pressure and iridocorneal angle of Samoyeds. *Progess in Veterinary and Comparative Ophtalmology*, 2, 37-40.

Featherstone H. & Heinrich C. (2013). Ophthalmic examination and diagnostics: The eye examination and diagnostic procedures. In: K. N. Gellat, B. C. Gilger & T. J. Kern (Eds.), *Veterinary Ophthalmology* (5ªEd., pp. 533-614). Iowa: Wiley-Blackwell.

Flynn, T., Ohbayashi, M., Dawson, M., Siddique, M., Ono, S. & Larkin, D. (2010). Use of ultrasonic pachymetry for measurement of changes in corneal thickness in mouse corneal transplant rejection. *British Journal of Ophthalmology*, 94, 368-371.

Gelatt, K., Gum, G., Barrie, K., Williams, W. (1981). Diurnal variations in intraocular pressure in normotensive and glaucomatous beagles. *Glaucoma*, 3, 21-24.

Gellat, K., Peiffer R., Gum, G., Gwin, R., Erickson, J. (1977) Evaluation of applanation tonometers for the dog eye. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 16(10), 963-968.

Gellat, K., Gum, G., Barrier, K. (1981) Tonometry in glaucomatous globes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 20(5), 683-688.

Gellat, K. & MacKay, O. (1998) Distribution of intraocular pressure in dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 1, 109-114.

Ghaffari, M., Rezaei, M., Mirani, A. & Khorami N. (2010). The effects of ketamine – midazolam anesthesia on intraocular pressure in clinically normal dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 13(2) 91-93.

Gum G., & Mackay E. (2013). Physiology of the eye. In: K. N. Gellat, B. C. Gilger & T. J. Kern (Eds.), *Veterinary Ophthalmology* (5ªEd., pp. 171-208). Iowa (EUA): Wiley-Blackwell.

Good, K., Maggs, D., Hollingsworth, S., Scagliotti, R., Nelson, R. (2003). Corneal sensitivity in dogs with diabetes mellitus. *American Journal of Veterinary Research*, 64(1), 7-11.

Gorig, C., Coenen R., Stades, F., Djajadiningrat-Laanen S., Boeve M. (2006), Comparison of the use of new handled tonometers and established applanation tonometers in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, 67(1), 134-144.

Gordon, M., Kass, M. (1999). The Ocular Hypertension Treatment Study: Design and Baseline Description of the Participants. *Archieves of Ophthalmology*, 117, 573-583.

Gordon, M., Beiser, J., Brandt, J., Keuer, D., Higginbotham, E., Johnson, C., Keltner, J., Miller, P., Parrish II, R., Wilson, M., Kass, M, OHTS Group. (2002). The Ocular Hypertension Treatment Study: Baseline factos that predict the onset of primary open-angçe glaucoma. *Archieves of Ophthalmology*, 120, 714-720.

Grahn, B. (2002). Exame clinico do sistema visual. In: O.M. Radostits, I.G.J. Mayhew & D.M. Houston (Eds.), *Exame clínico e diagnóstico em veterinária* (1ºEd., pp. 423-448). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Giannetto, C., Piccione, G. & Giudice, E. (2009). Daytime profile of the intraocular pressure and tear production in normal dog. *Veterinary Ophthalmology*, 12(5), 302-305.

Gilger, B., Whitley, D., Mclaughlin, S., Wright, J., Drane, J. (1991). Canine corneal thickness measured by ultrasonic pachymetry. *American Journal of Veterinary Research*. 52, 1570-1572.

Gwin, R., Lerner, I., Warren, K. & Gum, G. (1982). Decrease in canine corneal endotelial cell density and increase in corneal thickness as functions of age. *The Association for Research in Vision and Ophthamology*, 22(2), 267-271.

Heywood R. (1971). Intraocular pressures in the beagle dog. *Journal of Small Animal Practice*, 12, 119-121.

Herdon, L., Choudhri, S., Cox, T., Damji, K., Shield, B., Allingham, R. (1997). Central Corneal Thickness in Normal, Glaucomatous, and Ocular Hypertensive Eyes. *Archieves of Ophthalmology*, 115, 1137-1141.

Herndon, L., Weizer, J. & Stinnett, S. (2004). Central Corneal Thickness as Risk Factor for Advanced Glaucoma Damage. *Archieves of Ophthalmology*, 122, 17-21.

Hofmeister, E., Mosunic, C., Torres, B., Ralph, A., Moore, P., Read, M. (2006) Effects of Ketamine, diazepam, and their combination on intraocular pressures in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research,* 67(7) 1136-1139.

Hofmeister, Q., Williams, C., Braun, Cr. & Moore, P. (2008) Propofol versus thiopental: effects on peri-induction intraocular pressures in normal dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 35, 275-281.

Hofmeister, E., Weinstein, W., Burger, D., Brainard, B., Accola, P. & Moore, P. (2009) Effects of graded doses of propofol for anestesia induction on cardiovascular parameters and intraocular pressures in normal dogs. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*, 36, 442-448.

Iliev, M., Goldblum, D., Katsoulis, K., Amstutz, C. & Frueh, B. (2006). Comparison of rebound tonometry with Goldmann applanation tonometry and correlation with central corneal thickness. *British Journal of Ophthalmology*, 90, 833-835.

Jeusette, I., Greco, D., Aquino, F., Detilleux, J., Peterson, M., Romano, V., Torre, C. (2010). Effect of breed on body composition and comparison between various methods to stimate body composition in dogs. *Research in Veterinary Science*, 88, 227-232.

Junqueira, L., Carneiro, J. (2008). Sistemas fotorreceptor e audiorreceptor: Sistema fotorreceptor. In: L. C. Junqueira & J. Carneiro (Eds.), *Histologia básica* (11ªEd., pp. 452-466). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Kampik, D., Ralla, B., Keller, S., Hirschberg, M., Friedl, P. & Geerling, G. (2010). Influence of corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet-A irradiation on excimer laser surgery. *Association for Research in Vision and Ophthalmology*, 51(8), 3929-3934.

Klein, H., Krohne, S., Moore, G., Mohamed A. & Stiles, J. (2011). Effect of eyelid manipulation and manual jugular compression on intraocular pressure measurement in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(10) 1292-1295.

Knollinger, A., Croix, N., Barrett, P., Miller, P. (2005) Evaluation of rebound tonometer for measuring intraocular pressure in dogs and horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 227(2), 244-248.

Kourkoutas, D., Georgopoulos, G., Maragos, A., Tsekouras, G., Karanasiou, I., Papaconstantinou, D., *et al*. (2009). New nonlinear multivariable model shows the relationship between central corneal thickness and HRTTI topographic parameters in glaucoma patients. *Clinical Ophthalmology*; 3, 313-323.

Leasure, J., Gellat, K. & Mackay, E. (2001). The relationship of cataract maturity to intraocular pressure in dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 4 (4), 273-276.

Leiva, M., Naranjo, C., Pena, M. (2006) Comparison of the rebound tonometer (ICare) to the applanation tonometer (TonopenXL) in normotensive dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 9(1), 17-21.

Lynch, G., Brinkis, J. (2006). The effect of elective phacofragmentação on central corneal thickness in the dog. *Veterinary Ophthalmology*, 9:5, 303-310.

Maggs D. (2008). Cornea and Sclera. In: D. J. Maggs, P. E. Miller & R. Ofri (Eds.), *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* (4ªEd., pp. 175-202). Missouri: Saunders, Elsevier.

Martin-Suárez E., Molleda C., Tardón R., Galán A., Gallardo J., Molleda J. (2014). Diurnal variations of central corneal thickness and intraocular pressure in dogs from 8:00 am to 08:00 pm. *The Canadian Veterinary Journal*, 55(4), 361-364.

Miller P. (2008). Structure and function of the eye. In: D. J. Maggs, P. E. Miller & R. Ofri (Eds.), *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* (4ªEd., pp. 1-19). Missouri: Saunders, Elsevier.

Miller P. (2008). The glaucomas. In: D. J. Maggs, P. E. Miller & R. Ofri (Eds.), *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* (4ªEd., pp. 230-257). Missouri: Saunders, Elsevier.

Montiani-Ferreira, F., Petersen-Jones, S., Cassotis, N., Ramsey, D., Gearhart, P. & Cardoso, F. (2003). Early postnatal development of central corneal thickness in dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 6(1), 19-22.

Mughannam, A., Cook, C. & Fritz, C. (2004). Change in intraocular pressure durante maturation in Labrador Retriever dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 7(2), 87-89.

Ofri, R., Horowitz, I., Jacobson, S. & Kass, P. (1998). The effects of anestesia and gender on intraocular pressure in lions (*pantera leo*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 29(3), 307-310.

Ofri, R., Shore, L., Kass, O., Horowitz, I. (1999). The effect of elevated progesterone levels on intraocular pressure in lions (*panthera leo*). *Research in Veterinary Sciences*, 67, 120-122.

Packer, R., Hendricks, A. & Burn, C. (2015). Impact of facial conformation on canine health: corneal ulceration. *Public Library of Sciences*, 10 (5): e0123827.

Park, Y., Jeong M., Kim T., Ahn, J., Ahn J., Park S., Kim S. *et al*. (2011). Effect of central corneal thickness on intraocular pressure with the rebound tonometer and the applanation tonometer in normal dogs. *Veterinary Ophthalmology*, 14(3), 169-173.

Patwardhan, A., Khan, M., Mollan, S. & Haigh, P. (2008). The importance of central corneal thickness measurments and decision making in general ophthalmology clinics: a masked observational study. *BioMed Central Ophthalmology*, 8, 1-5.

Patel, D., Brahmbhatt, J., Kothari, R., Kumar, P., Solanki, D., Sharma, D. (2013). Imposrtance of pachymetry in diagnosis of open angle glaucoma. *National Journal of Medical Research*, 3,3, 216-218.

Peiffer R., Gellat K., Jessen C., Gum G., Gwin R., Davis J. (1977). Calibration of the schiotz tonometer for the normal canine eye. *American Journal of Veterinary Research*, 38(11) 1881-1889.

Pointer, J. (2000). Evidence that a gender difference in intraocular pressure is presente from chilldhood. *Ophthalmologic and Physiological Optics*, 20(2) 131-136.

Radostits, O. (2002). Introdução e Orientação. In: O.M. Radostits, I.G.J. Mayhew & D.M. Houston (Eds.), *Exame clínico e diagnóstico em veterinária* (1ªEd., pp.3-9). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Renwick, P. (2002). Glaucoma. In: S. Petersen-Jones & S. Crispin (Eds.), *BSAVA Manual of Small Animal Ophthalmology* (2ªEd., pp. 185-204) Waterwells: British Small Animal Veterinary Association.

Stodmeister, R. (1998). Applanation tonometry and correction according to corneal thickness. *Acta Ophthalmologica Scandinavica,* 76, 319-324.

Strom, A., Hassig, M., Iburg, T. & Spiess, B. (2011). Epidemiology of canine glaucoma presented to University of Zurich from 1995 to 2009. Part 1: Congenital and primary glaucoma (4 and 123 cases). *Veterinary Ophthalmology*, 14(2), 121-126.

Samuelson, D. (2013). Ophthalmic Anatomy. In: K. N. Gellat, B. C. Gilger & T. J. Kern (Eds.), *Veterinary Ophthalmology* (5ªEd., pp. 39-171). Iowa: Wiley-Blackwell.

Stades F., Wyman M., Boevé M., Neumann W. & Spiess B. (2007). Cornea and sclera. In: F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann & B. Spiess (Eds.), *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* (2ªEd., pp. 129-155). Hannover: Schlutersche.

Stades F., Wyman M., Boevé M., Neumann W. & Spiess B. (2007). Intraocular pressure and glaucoma. In: F. C. Stades, M. Wyman, M. H. Boevé, W. Neumann & B. Spiess (Eds.), *Ophthalmology for the Veterinary Practitioner* (2ªEd., pp. 157-171). Hannover: Schlutersche.

Tang, J., Liu, J. (2011). Variance of speed of sound and correlation with acoustic impedance in canine corneas. *Ultrasound in Medicine and Biology,* 37(10), 1714-1721.

Tsai, S., Bentley, E., Miller, P., Gomes, F., Vangyi, C., Wiese, A., *et al*. (2012) Gender diferences in iridocorneal angle morphology: a potential explanation for the female predisposition to primary angle closure glaucoma in dogs. *Veterinary Ophthalmology,* 1, 60-63.

Wallin-Hakanson, N., Wallin-Hakanson, B. (2001). The effects of topical tropicamide and systemic medetomidine, followed by atipamezole reversal, on pupil size and intraocular pressure in normal dogs. *Veterinary Ophthalmology,* 4, 3-6.

Whitacre, M., Stein, R & Hassanein, K. (1993). The effect of corneal thickness on applanation tonometry. *American Journal of Ophthalmology*, 115, 592-596.

ANEXOS

Anexo 1 - Apreciação da Comissão de Ética e Bem-estar Animal da Faculdade de Medicina Vetetinária da Universidade Lusófona.

UNIVERSIDADE LUSÓFONA
de Humanidades e Tecnologias
Humani nihil alienum

Anexo 4 - Apreciação da CEBEA-ULHT

Lisboa, 30 de Setembro de 2015

Exmo. Professor Doutor João Filipe Martins Freire Requicha

A Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, vem por este meio informar, que o projecto intitulado "Avaliação da relação entre a pressão intraocular e a espessura central da córnea em cães", com o processo nº 71-2015, foi considerado aprovado.

Esta aprovação é válida por um ano e pode ser usada para efeitos de publicação. Caso o projecto tenha uma duração superior a um ano, deverá ser requisitada renovação à CEBEA-ULHT.

Ana Margarida Oliveira
Coordenadora CEBEA-ULHT

Manuel Mário de Araújo Pequito
Secretário CEBEA-ULHT

Anexo 2 – Declaração de consentimento informado.

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

***Designação do estudo**: "Relação entre a pressão intra-ocular (PIO) e a espessura central da córnea (ECC) em cães"*

As medidas da pressão intra-ocular e da espessura central da córnea serão obtidas no decurso de um exame oftalmológico básico de rotina dos cães atendidos no Hospital Veterinário das Laranjeiras (Lisboa). Os resultados obtidos serão utilizados para correlacionar os dois parâmetros entre si e avaliar a suas diferenças em relação à raça, idade e sexo.

Neste estudo pretende-se que, futuramente, se introduza na prática clínica a correção da PIO em função da ECC de forma a melhorar o diagnóstico e tratamento de cães com glaucoma.

Eu, abaixo assinado, (nome completo) _____
_____, compreendi a explicação que me foi fornecida acerca do estudo em curso. Foi-me dada a oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias, e de todas recebi resposta satisfatória.

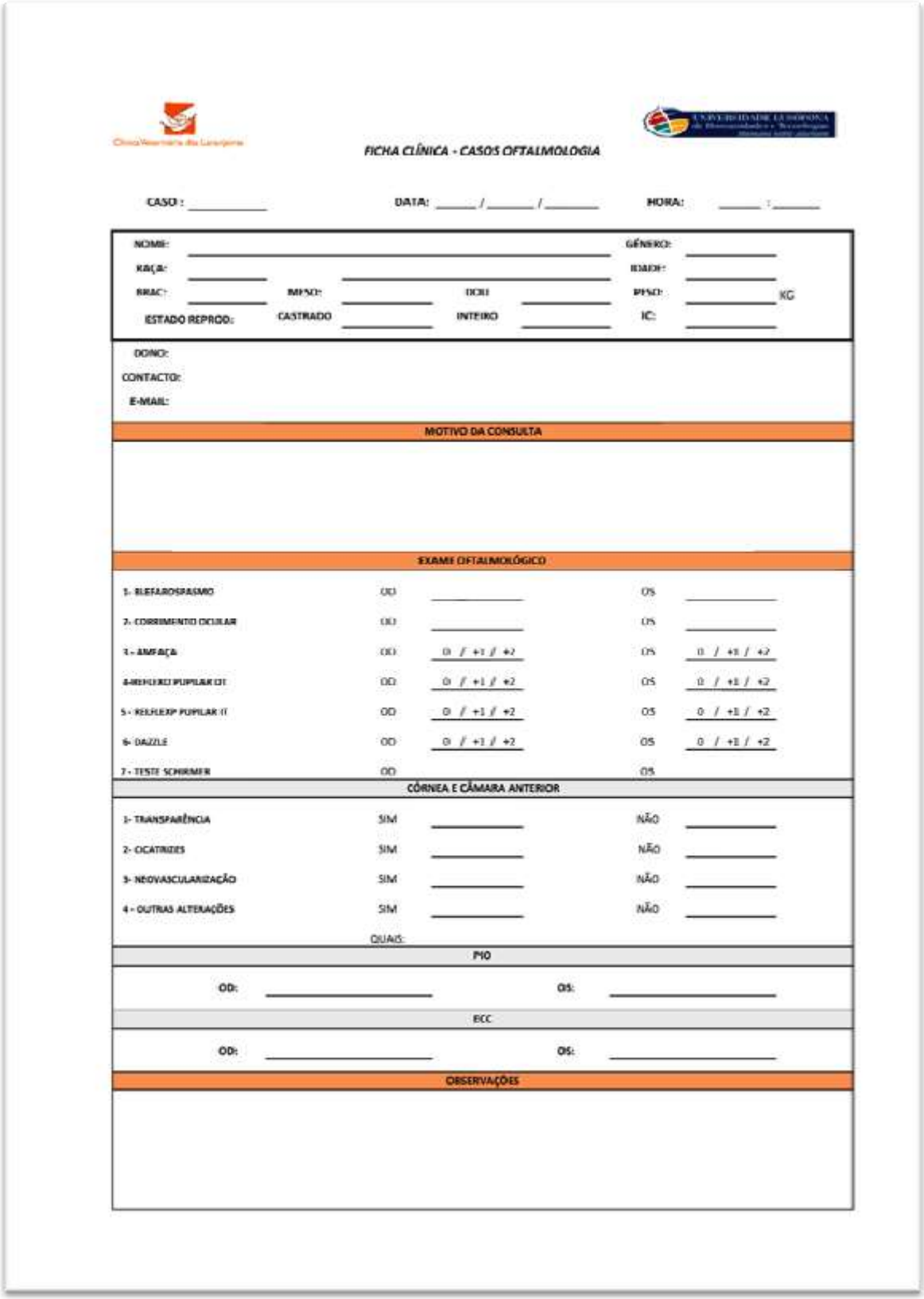
Por conseguinte, consinto que seja realizado o exame oftalmológico incluindo medição da PIO e ECC para que esses valores sejam incluídos neste trabalho de investigação clínica.

Data: _____/_____/_____

O proprietário: _____

O médico veterinário: _____

Anexo 3 – Ficha clínica de Oftalmologia Veterinária.



FICHA CLÍNICA - CASOS OFTALMOLOGIA

CASO: _____ DATA: _____ / _____ / _____ HORA: _____ : _____

NOME: _____ GÉNERO: _____

RAÇA: _____ IDADE: _____

RAÇA: _____ IMPSO: _____ DOB: _____ PESO: _____ KG

ESTADO REPROD.: CASTRADO _____ INTEIRO _____ IC: _____

DONO:

CONTACTO:

E-MAIL:

MOTIVO DA CONSULTA

EXAME OFTALMOLÓGICO

1- BLEFAROSPASMO	OD	_____	OS	_____
2- CORRIMENTO OCULAR	OD	_____	OS	_____
3 - ANFIAÇA	OD	0 / +1 / +2	OS	0 / +1 / +2
4-REFLEXO PUPILAR DI	OD	0 / +1 / +2	OS	0 / +1 / +2
5 - REFLEXO PUPILAR II	OD	0 / +1 / +2	OS	0 / +1 / +2
6- DAZZLE	OD	0 / +1 / +2	OS	0 / +1 / +2
7 - TESTE SCHIRMER	OD		OS	

CÓRNEA E CÂMARA ANTERIOR

1- TRANSPARÊNCIA	SIM	_____	NÃO	_____
2- CICATRIZES	SIM	_____	NÃO	_____
3- NEOVASCULARIZAÇÃO	SIM	_____	NÃO	_____
4 - OUTRAS ALTERAÇÕES	SIM	_____	NÃO	_____

QUAIS:

PIO

OD: _____ OS: _____

ECC

OD: _____ OS: _____

OBSERVAÇÕES