ANA RODRIGUES EYHERABIDE

Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Yorkshire Terrier

São Paulo

2016

ANA RODRIGUES EYHERABIDE

Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Yorkshire Terrier

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Clinica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:

Cirurgia

Área de concentração:

Clínica Cirúrgica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Paulo Sergio de Moraes Barros

São Paulo

2016

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.3317
FMVZ

Eyherabide, Ana Rodrigues
Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Yorkshire Terrier / Ana Rodrigues Eyherabide. -- 2016.
80 p. il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2016.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sergio de Moraes Barros.

1. Eletrorretinograma. 2. Yorkshire Terrier. 3. Catarata. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Yorkshire Terrier", protocolado sob o CEUA nº 3392041115, sob a responsabilidade de **Prof. Dr. Paulo Sergio De Moraes Barro** *e equipe; Ana Rodrigues Eyherabide* - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMZV) em reunião de 17/11/2015.

We certify that the proposal "Full-field electrorretinogram standardization in Yorkshire Terrier dogs", utilizing 115 Dogs (115 males), protocol number CEUA 3392041115, under the responsibility of **Prof. Dr. Paulo Sergio De Moraes Barro** *and team; Ana Rodrigues Eyherabide* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of São Paulo University (CEUA/FMZV) in the meeting of 11/17/2015.

Vigência da Proposta: de 09/2015 a 11/2015 Área: Departamento De Cirurgia Veterinária

Procedência: Animais de proprietários que realizaram exame de eletrorretinograma

Espécie:	Cão	Gênero: Machos	idade: 1-15 anos	N: 115
Linhagem:	Yorkshire		Peso: 2-6 kg	

São Paulo, 18 de novembro de 2015

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: EYHERABIDE, Ana Rodrigues

Título: Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Yorkshire Terrier

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Clinica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ____/_____/_____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, Prof. Dr. Paulo Sergio de Moraes Barros, pelo grande apoio desde o início desse projeto, além de imensurável paciência e atenção dispensadas.

À minha família, meus pais, avós, tios e irmão por acreditarem em mim e permitirem e apoiarem minha dedicação a esse projeto.

À Dra. Angélica de Mendonça Vaz Safatle, por sempre me guiar na minha formação profissional e pessoal. Sou imensamente grata e dedico sempre a ela toda e qualquer conquista na área.

À toda a equipe da oftalmologia FMVZ/USP: Profa. Dra. Aline Bolzan, Emily Khayat, Débora Galdino, Juliana Jorge, Pamela Dongo, Ricardo Pecora, Eduardo Perlmann, Michelle Barbosa, Ana Góes, Flávio Roncatti, Débora Gomes e Ana Paula Hvenegaard. Pelo companheirismo, amizade, aprendizado, apoio e constantes risadas.

À toda equipe Vetmasters, ao Dr Ricardo Lisak e a Dra Denise Otsuki, que me receberam sempre de braços abertos e me deram oportunidades únicas.

À minha amiga Geni Cristina Patrício, pela amizade, apoio incondicional em qualquer momento, às infindáveis gargalhadas e ocasionais abraços.

À minha amiga Sandra Braga, pela amizade, demonstrações de carinho, numerosas conversas com temas felinos e imenso apoio desde a primeira vez que nos conhecemos.

À Fernanda Devito, pela brilhante ideia do champanhe e amizade verdadeira.

Aos meus amigos de longa data, Amanda, Walkiria, Thiarê, Rafael, Natálie, Carol, Amanda, Carolzinha e Lilian. Amizades antigas preciosas e únicas. Mesmo na distância nunca deixamos de nos sentir queridos.

Aos muitos amigos de faculdade de veterinária da FMVZ/USP, com numerosos apelidos, toda minha saudade e carinho.

Aos colegas de residência do HOVET/FMVZ/USP, que foram parte importante no caminho profissional e pessoal. Residência onde encontrei o interesse pela oftalmologia veterinária.

Aos veterinários, pós-graduandos, professores e colaboradores do HOVET/FMVZ/USP, onde sempre pude recorrer em momentos de necessidade pessoal e profissional. Espero sempre poder retribuir toda a ajuda que recebi nesses anos presentes no HOVET, pois ninguém conquista nada sozinha.

Ao setor de eletrofisiologia visual clínica da UNIFESP, professora Adriana Berezovsky, professora Solange Rios Salomão, professora Paula Yuri Sacai, professora Sung Song Watanabe e Daniel, onde tive a maravilhosa oportunidade de aprender sobre eletrofisiologia. Conhecimento que me trouxe oportunidades profissionais únicas.

À secretária da VCI/FMVZ/USP, Livia Gimenes, ter ajuda em momentos difíceis e críticos. Minha sincera gratidão.

“O que é que você expressa com seus **olhos**? A mim me parece que mais do que todas as palavras que já li em minha vida”

Walt Whitman

RESUMO

EYHERABIDE, A. R. **Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Yorkshire Terrier.** [Full-field electrorretinogram standardization in Yorkshire Terrier dogs]. 2016. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

O eletrorretinograma de campo total consiste no registro da resposta elétrica difusa gerada pelas células da retina, e é considerado, nos cães, um exame essencial, principalmente nos casos de encaminhamento de cirurgia de catarata e em doenças que afetam a função retiniana. Todavia, diversos fatores podem influenciar nos valores de amplitude e tempo de culminação das respostas obtidas no exame, como idade do animal, raça, presença de catarata e seu estágio de desenvolvimento e uso da anestesia ou sedação. O objetivo desse estudo foi avaliar a interferência da idade e do estágio de desenvolvimento da catarata, além de padronizar valores da resposta dos eletrorretinogramas, nos cães da raça Yorkshire Terrier, com uso de sedação. Foram selecionadas 84 fichas e 157 olhos de exames realizados no período de 2006 a 2013. Utilizou-se aparelho de eletrorretinograma de campo total BMP-200 e eletrodo ativo corneal ERG-jet. Amplitude de pico a pico e tempo de culminação de resposta de bastonetes, máxima e cones foram obtidas. Os animais foram separados de acordo com as faixas etárias:1 a 5 anos de idade, 6 a 10 anos de idade e 11 a 15 anos de idade. Adicionalmente, os olhos selecionados foram divididos pelo estágio de desenvolvimento da catarata apresentada: incipiente, imatura, madura e hipermadura. Testes ANOVA de duas vias foram realizados para determinar possível diferença entre os grupos de tipos de catarata e entre as faixas etárias. Os valores padrão de cada grupo foi descrito. Houve diferença na amplitude da resposta de bastonetes, máxima e cones entre todas as faixas etárias, além de diferença no tempo de culminação da resposta máxima entre as faixas etárias. O aumento da idade do animal mostrou-se como o fator mais influente nos valores de amplitude de bastonetes, máxima e cones. O tempo de culminação, no entanto, mostrou-se mais estável. Os diferentes estágios de

desenvolvimento de catarata apresentaram pouca interferência na resposta final do eletrorretinograma. Conclui-se que a idade é o principal fator de interferência do eletrorretinograma de campo total nos cães, nos valores de amplitude pico a pico, nas respostas de bastonetes, máxima e cones. A presença de catarata e seu estágio de desenvolvimento não foram significativos.

Palavras-chave: Eletrorretinograma. Yorkshire Terrier. Catarata.

ABSTRACT

EYHERABIDE, A. R. **Full-field electrorretinogram standardization in Yorkshire Terrier dogs.** [Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Yorkshire Terrier]. 2016. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Full field electroretinogram is the record of a diffuse electrical response generated by the cells in the retina and is considered, in dogs, fundamental in cataract cases prior to surgery and retinal function affecting diseases. There are several aspects, however, that may influence amplitude and implicit time values of the exam, such as age, breed, cataract existence and stage of cataract development and anesthesia or sedation protocol. The aim of this study was to assess age and stage of cataract development interference and, additionally, standardize electroretinogram values in Yorkshire Terrier dogs using sedation. 84 records and 157 eyes were selected from 2006 to 2013 period. The BMP-200 full field electroretinogram system was used along with corneal active ERG-Jet contact lens electrode. Amplitude and implicit time values of rods, mixed rod-cone and cones were obtained. All animals were separated according the following age group: 1 to 5 years old, 6 to 10 years old and 11 to 15 years old. Additionally, the selected eyes were separated by cataract development stage, such as: incipient, immature, mature and hypermature cataract. Two-way ANOVA tests were performed to determine possible difference between cataract stage groups and age groups. Standardize values of each group was reported. There was difference in amplitude values response of rod, mixed rod-cones and cones amplitude in all age groups, in addition to difference in implicit time values of mixed rod-cones in all age groups. Animal age progression was found as the most influent factor in rod, mixed rod-cones and cones amplitude values. Implicit time values, however, exhibit a more stable response values. Cataract stage development was not substantial in influence amplitude values of rod, mixed rod-cones and cone final electroretinogram responses. This study has shown that age is the main factor of full field electroretinogram interference in amplitude

values response of rod, mixed rod-cones and cones in dogs. The presence of cataract and the development stage were not relevant.

Keywords: Electroretinogram. Yorkshire Terrier. Cataract.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bandagem oclusiva para adaptação ao escuro em cão da raça Yorshire Terrier 41

Figura 2 - Animal em decúbito lateral e posicionamento dos eletrodos corneano (cor vermelha), referência (cor amarela) e terra (cor verde) para realização do exame em cão da raça Yorkshire Terrier 42

Figura 3 – Cúpula de estimulação para exame de eletrorretinograma. Durante o exame, ela é posicionada na frente do olho a ser avaliado 42

Figura 4 - Respostas de bastonetes, máxima e cones obtidas no eletrorretinograma de campo total com aparelho BMP-200..... 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada faixa etária e estágio de catarata e resposta de teste ANOVA entre faixas etárias da amplitude e do tempo de culminação da resposta de bastonetes 47

Tabela 2 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada faixa etária e estágio de catarata e resposta de teste ANOVA entre faixas etárias da amplitude e do tempo de culminação da resposta máxima 48

Tabela 3 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada faixa etária e estágio de catarata e resposta de teste ANOVA entre faixas etárias da amplitude e do tempo de culminação da resposta de cones 49

Tabela 4 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada estágio de catarata e faixas etárias e resposta de teste ANOVA entre os estágios de catarata da amplitude e do tempo de culminação da resposta de bastonetes.....51

Tabela 5 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada estágio de catarata e faixas etárias e resposta de teste ANOVA entre os estágios de catarata da amplitude e do tempo de culminação da resposta máxima.....52

Tabela 6 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada estágio de catarata e faixas etárias e resposta de teste ANOVA entre os estágios de catarata da amplitude e do tempo de culminação da resposta de cones..... 53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de bastonetes, em cada faixa etária.....48

Gráfico 2 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta máxima, em cada faixa etária 49

Gráfico 3 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de cones, em cada faixa etária 50

Gráfico 4 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de bastonetes, em cada estágio da catarata, no período de 2006 a 2013.....52

Gráfico 5 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta máxima, em cada estágio da catarata.....53

Gráfico 6 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de cones, em cada estágio da catarata.....54

LISTA DE ANEXO

Tabela 7 - Valores de coeficiente de correlação (r-value) e valor de significância (p-value) entre idade e respostas de amplitude e tempo de culminação bastonetes, resposta máxima e cones, no período de 2006 a 2013 55

Tabela 8 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados sem catarata, no período de 2006 a 2013 71

Tabela 9 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata incipiente, no período de 2006 a 2013 72

Tabela 10 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata imatura, no período de 2006 a 2013 72

Tabela 11 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata madura, no período de 2006 a 2013 73

Tabela 12 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata hipermadura, no período de 2006 a 2013 75

Tabela 13 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados na faixa etária de 1 a 5 anos, no período de 2006 a 2013 76

Tabela 14 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados na faixa etária de 6 a 10 anos, no período de 2006 a 2013 77

Tabela 15 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados na faixa etária de 11 a 15 anos, no período de 2006 a 2013 79

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 25
2 REVISÃO DE LITERATURA 27
2.1 HISTÓRICO DA ELETRORRETINOGRAFIA 27
2.2 RETINA 28
2.2.1 Anatomia 28
2.2.2 Fototransdução 31
2.3 ELETRORRETINOGRAMA 32
2.4 LENTE 35
2.5 CATARATA 35
3 OBJETIVOS 37
4 MATERIAIS E MÉTODOS 39
4.1 SELEÇÃO DOS PACIENTES 39
4.2 APARELHO DE ELETRORRETINOGRAMA DE CAMPO TOTAL 40
4.3 ELETRORRETINOGRAFIA 40
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA 45
5 RESULTADOS 47
6 DISCUSSÃO 57
7 CONCLUSÃO 63
REFERÊNCIAS 65
ANEXO 71

1 INTRODUÇÃO

O eletrorretinograma consiste no registro da resposta elétrica da retina frente à um estimulo luminoso e reflete a função e integridade dos fotorreceptores (EKESTEN, 2013). Na medicina veterinária, apresenta papel cada vez mais importante no diagnóstico de alterações funcionais da retina e na avaliação pré cirúrgica da catarata no cão. Ademais, as raças com alta prevalência de doenças genéticas degenerativas da retina são as mesmas raças que comumente sofrem com a catarata. A associação desses dois importantes problemas torna o estudo da eletrorretinografia indispensável, no cão, atualmente (OFRI, 2002).

A realização do exame, no entanto, apresenta alguns desafios, sendo o principal a necessidade de padronização dos valores de amplitude e tempo de culminação das respostas obtidas em cada laboratório e aparelho. Tal padronização, atualmente, engloba a raça do animal, a faixa etária, o uso de sedação ou anestesia e a presença de catarata ou qualquer outra opacidade de meios (EKESTEN et al., 2013).

Uma importante questão atual é identificar quais elementos de fato interferem nos valores do eletrorretinograma. Estudos anteriores indicam a faixa etária como elemento essencial na normatização do exame (SAFATLE et al., 2010a; GÓES et al., 2015), assim como ocorre na eletrorretinografia humana (MCCULLOCH et al., 2015). A raça também mostra-se importante, conforme apurado por Sussadee et al. (2015). O uso de fármacos para possibilitar a execução do exame com menor interferência elétrica, decorrente de movimentações musculares, também interfere nos valores obtidos (FREEMAN et al., 2013). Normalmente, cada laboratório utiliza protocolo anestésico único e padrão para a realização dos exames (EKESTEN et al., 2013).

Existem algumas divergências, no entanto, em relação à presença e ao estágio de desenvolvimento da catarata. Park et al. (2009) não encontrou diferenças nos valores dos eletrorretinogramas entres os diferentes estágios de desenvolvimento. Resultado que difere do apresentado por Maehara et al. (2007).

Assim, devido à presença de poucos trabalhos dedicados à padronização dos valores do eletrorretinograma no cão e à necessidade de aprofundar o entendimento dos fatores que podem afetar os resultados dos exames, esse estudo buscou analisar a interferência de diferentes faixas etárias e a presença de catarata em diversos estágios de desenvolvimento, em cães da mesma raça e com igual protocolo anestésico, nos valores de amplitude e tempo de culminação de respostas de bastonetes, máxima e cones de eletrorretinogramas realizados em um período de 7 anos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 HISTÓRICO DA ELETRORRETINOGRAFIA

O desenvolvimento do eletrorretinograma (ERG) iniciou-se, no século 19, com o uso de animais; particularmente, o uso de olhos de sapos. Holmgren (1865) foi o primeiro pesquisador a mensurar a soma dos potenciais elétricos da retina frente à um estímulo luminoso (NARFSTROM, 2002; OFRI, 2002). Desde então, o desenvolvimento da eletrofisiologia foi expressivo, e seu uso hoje é relatado em numerosas espécies animais e possui grande valor clínico (OFRI, 2002).

O uso dos animais no desenvolvimento da eletrofisiologia, deu-se, na maioria dos casos, para o desenvolvimento do exame em pacientes humanos. Os animais, por muitos anos, mesmo apresentando um papel vital nesse processo, não eram beneficiados de tais pesquisas (OFRI, 2002).

O desenvolvimento da eletrofisiologia, voltada para os animais, iniciou-se, provavelmente, nos anos 50, na Inglaterra, com o estudo da Atrofia Progressiva da Retina (APR) no cão da raça Setter Irlandês (HODGMAN et al., 1949). A doença, que se inicia nos fotorreceptores da retina, poderia ser estudada com uso da eletrofisiologia. Estudos comparando cães normais e afetados pela doença foram publicados (PARRY; TANSLEY; THOMSON, 1953, 1955), e compõe as primeiras publicações de eletrorretinografia de fato orientadas para o campo da medicina veterinária.

Nos anos 60, iniciaram-se estudos utilizando o eletrorretinograma em animais portadores de catarata, principalmente em cães (RUBIN, 1967). Tal aplicação é, atualmente, a principal utilização do eletrorretinograma na clínica veterinária de pequenos animais, já que comumente os animais são levados à consulta pelos proprietários em estágios de desenvolvimento da opacidade da lente já avançados, ao contrário do que ocorre na medicina humana. Assim, o exame de fundo de olho torna-se, senão impossível, bastante limitado (OFRI, 2002)

Muitas raças caninas afetadas pela catarata também apresentam alta predisposição de desenvolverem doenças degenerativas retinianas, como a atrofia progressiva da retina. (OFRI, 2002; EKESTEN, 2013).

Atualmente, o eletrorretinograma é um exame bem estabelecido na medicina veterinária, principalmente nos animais domésticos. Seu uso é atribuído ao diagnóstico de doenças retinianas degenerativas e hereditárias, na avaliação da função da retina na presença de opacidades de meios, como a catarata, e avaliar a resposta retiniana na presença de perda de visão aguda. Adicionalmente, é uma valiosa ferramenta nos estudos de toxicidade da retina à fármacos e avaliação de efeitos colaterais (SAFATLE et al., 2010c; EKESTEN, 2013).

2.2 RETINA

A retina tem a função de receber os estímulos luminosos externos e transmitir essa informação como estimulo elétrico ao cérebro, no córtex visual, onde será interpretado para formação a visão (SAMUELSON, 2013). De forma simplificada, a retina é uma unidade sensorial de três células nervosas, que transmitem o sinal visual, os fotorreceptores, células bipolares e células ganglionares da retina (OFRI, 2013a).

2.2.1 Anatomia

A retina é um tecido nervoso derivado do prosencéfalo e, portanto, apresenta morfologia e fisiologia semelhante ao tecido cerebral. O nervo e o trato óptico relacionam a porção sensorial da retina com o cérebro. Os fotorreceptores, diferenciados em cones e bastonetes, são células especializadas da retina sensorial que contém fotopigmentos que reagem à exposição luminosa produzindo energia química, então convertida à energia

elétrica, que é transmitida ao córtex visual cerebral, onde então a imagem é de fato interpretada para formar a visão (SAMUELSON, 2013).

Há dez camadas identificadas em exame histológico na retina, listadas a partir da camada mais externa (próxima a esclera) à camada mais interna (próxima a coroide): epitélio pigmentado da retina, camada de fotorreceptores, membrana limitante externa, camada nuclear externa, camada plexiforme externa, camada nuclear interna, camada plexiforme interna, camadas de células ganglionares, camada de fibras nervosas e membrana limitante interna (OFRI, 2013b).

O epitélio pigmentado da retina se destaca no transporte de nutrientes provenientes da coroide, fagocitose de componentes liberados pelos fotorreceptores e manutenção do fluido presente no espaço subretiniano. As células do epitélio pigmentado, normalmente, apresentam pigmentos em região ventral, sobrepondo-se ao tapete da coroide. As nove camadas restantes compõem a porção neurossensorial da retina, onde ocorre a geração de estímulo elétrico detectado pelo eletrorretinograma (KOMAROMY; SMITH; BROOKS, 1998; SAMUELSON, 2013). O epitélio pigmentado e a porção neurossensorial originam-se de camadas embrionárias distintas (OFRI, 2013a).

A retina do cão é dominada por fotorreceptores do tipo bastonetes, cuja sensibilidade espectral máxima é de 495 nm. Os bastonetes são células especializadas em ambientes de baixa iluminação (visão escotópica), sendo inclusive inativados na presença de luz brilhante e constante. Por outro lado, apresentam baixo poder de nitidez de detalhes da imagem, sendo adequados para ambientes de baixa luminosidade. (EKESTEN et al., 2013; SAMUELSON, 2013).

Há dois tipos de cones na retina do cão, um mais sensível a ondas luminosas médias a longas, de 555 nm, correspondendo à cor verde-amarelo e outro tipo de cone, em menor quantidade, que é sensível a ondas luminosas mais curtas, de 429 nm, correspondendo à cor azul (PETERSEN-JONES et al., 2006; MOWAT et al., 2008; EKESTEN et al., 2013; MILLER, 2013). Os cones são apropriados em ambientes de maior luminosidade (visão fotópica) e proveem alta acuidade visual, mas são menos sensíveis à luz (SAMUELSON, 2007). Eles existem por toda a extensão da retina, com maior densidade, porém não exclusividade, em uma faixa visual horizontal, a *area centralis*, 1,5 mm

temporal e 0,6 mm superior à cabeça do nervo óptico. A relação bastonete-cone na retina do cão varia de 23:1 na área central e 41:1 na região periférica (MOWAT et al., 2008).

A membrana limitante externa é formada por junções oclusivas, que unem as membranas celulares de bastonetes e cones, e células de *Müller*. Estas se estendem por toda a retina, desde a membrana limitante externa até a membrana limitante interna, atuando também como um esqueleto estrutural (OFRI, 2013a; SAMUELSON, 2013).

A camada nuclear externa constitui-se dos núcleos dos fotorreceptores, enquanto que a camada plexiforme externa é formada por fendas sinápticas, das extensões axonais dos fotorreceptores que realizam sinapse com os dendritos das células bipolares e horizontais, além de ocorrer comunicação entre os próprios fotorreceptores (OFRI, 2013a).

A camada nuclear interna é composta do núcleo celular de cinco tipos de células: células bipolares, células de Müller, células horizontais, células amácrimas e neurônios plexiformes internos. As células horizontais e amácrimas, junto com o neurônio plexiforme interno, comunicam-se lateralmente, modulando a atividade neuronal e o sinal visual e agindo como unidades integradoras (SAMUELSON, 2013). Já as células bipolares, o segundo tipo celular mais comum na retina, são responsáveis por sinapses com os fotorreceptores e transmitem o sinal até as camadas mais internas da retina (OFRI, 2013a; SAMUELSON, 2013).

Uma segunda camada de fenda sináptica forma a camada plexiforme interna, e consiste de axônios de células bipolares, horizontais e amácrimas e dendritos de células ganglionares. O corpo celular das células ganglionares compõe a camada de células ganglionares e os axônios dessas células formam a camada de fibras nervosas, que se encontram em feixes paralelos à superfície retiniana, onde convergem no disco óptico. A sinapse seguinte ocorre somente no corpo geniculado lateral. Por fim, a membrana limitante interna define a membrana basal das terminações das células de Müller (OFRI, 2013a).

2.2.2 Fototransdução

A captura e posterior conversão dos raios luminosos em um sinal químico é a primeira etapa do processo visual que ocorre nos fotorreceptores, chamado de fototransdução (SMITH, 2006; OFRI, 2013b). Nesse processo, os fotopigmentos, como a rodopsina, presente em grande quantidade nos bastonetes, capturam a energia dos fótons presentes nos raios luminosos e são responsáveis por iniciar a reação em cadeia nos fotorreceptores (SMITH, 2010).

Os fotorreceptores permanecem ativos em condições de baixa luminosidade, onde permanecem despolarizados e disponibilizando glutamato (neurotransmissor excitatório). Esse estado se mantém com influxo constante de íons de sódio e cálcio e escoamento de íons de potássio. Na fototransdução, com a ativação da rodopsina, ocorre o fechamento dos canais de íons, na presença do raio luminoso, em menos de 1 milissegundo, e consequente interrupção do fluxo de sódio e cálcio e subsequente hiperpolarização e inativação do fotorreceptor. Nesse estado, há diminuição a liberação de glutamato na fenda sináptica, e formação do sinal elétrico que é processado por outros neurônios até chegar ao córtex visual central (SMITH, 2006; OFRI, 2013b).

Os cones possuem a cascata de fototransdução semelhante aos bastonetes, com muitas proteínas iguais ou análogas (HISATOMI; TOKUNAGA, 2002). Há diversas diferenças funcionais, no entanto, já que os cones têm de 25 a 100 vezes menos sensibilidade à luz que os bastonetes e são capazes de responderem duas a quatro vezes mais rápidos ao estimulo luminoso (KOMAROMY; SMITH; BROOKS, 1998; SMITH, 2006).

Os fotopigmentos são transformados na presença da luz e regenerados na ausência dela. Períodos prolongados de luminosidade eventualmente levam ao esgotamento dos fotopigmentos, enquanto que a escuridão promove sua recomposição. Um processo continuo e dinâmico de recomposição e consumo ocorre em condições de iluminação intermediária (LAMB; COLLIN; PUGH, 2007; OFRI, 2013b).

A soma das alterações elétricas que ocorrem nas membranas celulares dos fotorreceptores de toda a retina, durante a fototransdução, é registrada, em

um determinado período de tempo, no eletrorretinograma. Ambos bastonetes e cones contribuem para a formação da resposta elétrica e, devido à suas diferentes funções, devem então ser registrados separadamente (KOMAROMY; SMITH; BROOKS, 1998).

A cascata de fototransdução inclui numerosas etapas moleculares, e sua complexidade é evidenciada nas diversas patogêneses de displasias e degenerações de fotorreceptores. Defeitos em qualquer estágio desse sistema podem levar à interrupção do processo de fototransdução e consequente encerramento do processo visual (OFRI, 2013b).

2.3 ELETRORRETINOGRAMA

O eletrorretinograma é o exame eletrodiagnóstico mais utilizado na medicina veterinária (EKESTEN et al., 2013). O exame consiste no registro da resposta elétrica difusa gerada pelas células da retina (FISHMAN, 2001) e, portanto, não é um instrumento para avaliar a visão ou acuidade visual, já que a função retiniana pode apresentar-se normal mesmo na ausência da visão, como, por exemplo, em casos de cegueira cortical (KOMAROMY; SMITH; BROOKS, 1998).

O eletrorretinograma apresenta seu valor diagnóstico em diferentes tipos de alterações retinianas, tais como anormalidades congênitas, alterações tóxicas, inflamatórias ou infecciosas da retinia, e uma série de doenças vasculares e degenerativas (NARFSTROM, 2002).

Utilizado de forma mais ampla e difundida na medicina humana, os procedimentos adequados para a realização eletrorretinograma foram padronizados, pela primeira vez, em 1989, pela *International Society for Visual Electrophysiology* (ISCEV) (MARMOR, 1989). Recentemente, em 2015, os procedimentos foram atualizados (MCCULLOCH et al., 2015), e são de grande auxilio na publicação e, principalmente, comparação de respostas eletrofisiológicas específicas entre diferentes laboratórios, em qualquer localidade (NARFSTROM, 2002).

À semelhança do que ocorre na eletrofisiologia humana, a necessidade de padronização dos procedimentos necessários para a realização de um exame de eletrorretinograma na medicina veterinária, levou o *European College of Veterinary Ophthalmology*, em um encontro em Viena, nos anos 2000, a redigir um documento com orientações para a execução do exame em cães (NARFSTRÖM et al., 2002). Recentemente, o protocolo a ser utilizado em cães foi atualizado e apresenta os seguintes passos (EKESTEN et al., 2013):

O paciente deve ser preparado em ambiente com iluminação controlada, evitando-se, pelo menos 60 minutos antes do exame, a exposição à ambientes com excesso de luminosidade. A adaptação ao escuro deve incluir uma sala completamente escurecida, afim de garantir a necessária adaptação das células retinianas. O uso de iluminação deve se limitar ao uso de lâmpadas vermelhas de baixa intensidade. Preconiza-se o uso da anestesia geral para posicionamento adequado do animal e para evitar espasmos musculares que possam provocar interferências elétricas na resposta final. O protocolo anestésico deve ser relatado, já que pode interferir na resposta final, e o mesmo agente deve ser utilizado em todos os animais que forem submetidos ao exame no mesmo laboratório. A oxigenação e manutenção da temperatura corporal devem ser observadas. As pupilas devem estar dilatadas e o tamanho pupilar deve ser observado. Caso seja necessário melhor posicionamento do bulbo ocular, suturas subconjuntivais na região do limbo podem ser utilizadas. A estimulação luminosa deve atingir toda a retina igualmente. O uso de estimulador de campo total, tipo *Ganzfeld* ou *mini-Ganzfeld*, é recomendável para obter a distribuição uniforme do estímulo luminoso (EKESTEN et al., 2013).

O protocolo completo compreende 5 etapas: resposta de bastonetes, após adaptação ao escuro, com intensidade do estímulo de 0,01 ou 0,02 cd s m^{-2}; máxima resposta, com intensidade do estímulo de 3,0 cd s m^{-2}; flash de alta intensidade escotópico, com intensidade de estímulo de 10,0 cd s m^{-2}. A adaptação ao claro deve ser realizada durante 10 minutos e, então, registra-se a resposta de cones, com intensidade do flash de 3,0 cd s m^{-2} e luz de fundo de 30 cd m^{-2} e flicker a 30 Hz, com intensidade do flash de 3,0 cd s m^{-2} e luz de fundo de 30 cd m^{-2}. Adicionalmente, também podem ser registrados os potenciais oscilatórios, em condições escotópicas, após a resposta máxima, com estímulo de 3,0 cd s m^{-2}. Alguns aparelhos disponíveis apresentam limitações

técnicas que impossibilitam a realização de todas as fases descritas (EKESTEN et al., 2013).

Uma etapa opcional com enfoque na avaliação de bastonetes pode ser realizada, da seguinte maneira: após o período preconizado de adaptação ao escuro, uma série de estímulos de intensidade crescente são utilizados, com pelo menos 3 unidades logarítmicas de intervalo entre eles, iniciando com o estímulo de menor intensidade, que deve ser pelo menos 1 unidade logarítmica menor que o estímulo usado na resposta de bastonetes, ou seja, menor que 0,001 ou 0,002 cd s m^{-2}. Normalmente, a onda b não é detectável no estímulo menor. Os estímulos, então, vão aumentando de intensidade, em pelo menos 7 etapas, chegando a, no mínimo, 3,0 cd s m^{-2} (intensidade recomendada na resposta máxima). Os estímulos devem ser mantidos em número pequeno, principalmente os de maior intensidade, já que afetam o estado de adaptação ao escuro da retina. A calibração dos filtros deve ser ampla, com filtro passa baixo de até 0,3 Hz e filtros passa alto de no mínimo 300 Hz (EKESTEN et al., 2013).

O eletrodo ativo corneal é recomendado em comparação aos eletrodos subcutâneos, com uso de solução de metilcelulose, no espaço entre a córnea e a lente do eletrodo, para melhor contato elétrico. Já o eletrodo terra e referência são normalmente do tipo subcutâneo, posicionados no topo do crânio e na região temporal, respectivamente (KOMÁROMY; SMITH; BROOKS, 1998; EKESTEN et al., 2013).

A divulgação dos resultados deve incluir uma comparação com um animal normal, de mesma faixa etária, mesma raça e anestesiado sob o mesmo protocolo anestésico. É importante que cada laboratório tenha uma padronização própria de faixas etárias, protocolo anestésico e diferentes raças com o mesmo equipamento. A resposta do eletrorretinograma pode variar em diferentes raças, devido à grande variedade de conformação do crânio nas diversas raças caninas, alterando a resistência e, consequentemente, a voltagem da resposta elétrica obtida (PETERSEN-JONES et al., 2006; EKESTEN et al., 2013).

Os dados a serem publicados devem incluir: amplitude da onda a, quando possível, na máxima resposta. Amplitude da onda b nas respostas de bastonetes, cones e máxima, amplitude do flicker, tempo de culminação da onda

a e da onda b e tempo de culminação do flicker (KOMÁROMY; SMITH; BROOKS, 1998; EKESTEN et al., 2013).

2.4 LENTE

A lente é uma estrutura biconvexa, transparente e avascular e é composta de cápsula anterior e posterior, epitélio anterior e fibras da lente. Há duas regiões, o córtex, próximo às capsulas, e o núcleo, que corresponde a área central. Novas camadas de fibras da lente são constantemente produzidas durante toda a vida, levando à compactação das fibras da região nuclear com a progressão da idade. Ela é posicionada na câmara posterior, atrás da íris, e sustentada por zônulas ou fibras de colágenos que a mantém ligada ao corpo ciliar e suspensa no meio da pupila (OFRI, 2013c).

2.5 CATARATA

A maioria dos exames de eletrorretinograma, na prática veterinária, são indicados devido à presença da catarata. Diferente da medicina humana, o paciente veterinário frequentemente se apresenta em um estágio avançado da doença, quando o proprietário percebe uma mudança de coloração nos olhos. Assim, a avaliação fundoscópica é muitas vezes impossibilitada (OFRI, 2002).

Atualmente, recomenda-se que todos os animais a serem submetidos à cirurgia de remoção de catarata devem ser submetidos ao eletrorretigrama prévio, já que existe a relação entre presença de catarata e doenças retinianas degenerativas. Apesar da relação causa-efeito das duas doenças ainda não foi completamente elucidada, o risco de insucesso pós cirúrgico da remoção da catarata sem exame de eletrorretinograma prévio é relativamente alto, já que muitas raças comuns no dia a dia da prática veterinária tem predisposição para apresentar as duas doenças (OFRI, 2002).

A catarata engloba um grupo de manifestações oculares que se manifesta com a perda de transparência da lente ou sua cápsula. A opacidade pode variar em extensão, formato, localização, causas, e velocidade de progressão. A herança genética é a causa mais comum da catarata na maioria das raças de cães. Outras causas incluem alterações metabólicas, como o *Diabetes Melitus*, traumas, deficiência nutricional, toxicidades e alterações de desenvolvimento do bulbo ocular (OFRI, 2013c).

O estágio de desenvolvimento é o critério mais utilizado para classificar as cataratas, onde a extensão da opacidade e o déficit visual são categorizados em: incipiente, imatura, madura e hipermadura (DAVIDSON; NELMS, 2013; OFRI, 2013c).

A catarata incipiente refere-se ao estágio inicial de opacificação da lente, onde menos de 10 a 15% da extensão da lente mostra-se com perda de transparência. Normalmente envolve a região central, cortical ou subcapsular. O estágio imaturo envolve perda de transparência acima da extensão da classificação incipiente até a opacidade total, quando a catarata é considerada madura. Neste estágio há ausência total do reflexo de fundo. Muitas cataratas progridem para o estágio seguinte, a hipermadura, onde enzimas presentes nas fibras degeneradas da cápsula promovem proteólise de algumas regiões, principalmente na área cortical. A progressão do quadro leva à diminuição do tamanho da lente, superfície irregular da cápsula e visibilização do reflexo de fundo de olho. (DAVIDSON; NELMS, 2013).

3 OBJETIVOS

- Determinar valores padrão de eletrorretinograma de campo total para cães da raça Yorkshire Terrier.

- Analisar e comparar as respostas elétricas retinianas em diferentes faixas etárias.

- Analisar e comparar as respostas elétricas retinianas em diferentes estágios de catarata.

- Determinar relação entre idade e estágio de catarata nos valores do eletrorretinograma.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS PACIENTES

Foram analisadas 84 fichas e 157 olhos de exames de animais submetidos à eletrorretinograma de campo total, realizados na clínica veterinária Vetmasters, no período de 2006 a 2013. Todos os animais eram da raça Yorkshire Terrier, identificados pelas informações oriundas dos proprietários e características comuns à raça. A idade dos pacientes que foram selecionados ao estudo variou de 1 a 15 anos de idade.

Os animais foram submetidos ao exame de eletrorretinograma, em sua grande maioria, para avaliação pré cirúrgica de catarata em diferentes estágios de desenvolvimento. Outras queixas encontradas referiam-se à baixa de visão de origem não retiniana, como, por exemplo, cegueira de origem central.

Todos os eletrorretinogramas foram executados e analisados pelo mesmo operador. Foi descrito, nas fichas selecionadas, o principal motivo da realização do exame, presença de catarata, estágio de desenvolvimento, além de qualquer presença de doenças sistêmicas relevantes para o resultado do exame e para a aplicação da sedação.

Os exames avaliados foram separados segundo os critérios de inclusão: resposta de amplitude de bastonetes com valor mínimo de 8 µV, amplitude de resposta máxima com valor mínimo de 15 µV e amplitude de resposta de cones com valor mínimo 5 µV.

Qualquer valor abaixo do critério de inclusão estabelecido, em qualquer resposta realizada, resultava na exclusão do olho analisado e, consequentemente, todas as respostas relacionadas àquele olho.

Os critérios de exclusão estabelecidos foram: histórico de doenças sistêmicas como *diabetes mellitus* e hiperadrenocorticismo, exame de eletrorretinograma extinto em qualquer etapa analisada e resenha de nictalopia na ficha de exame.

Os animais foram separados conforme as seguintes faixas etárias:1 a 5 anos de idade, 6 a 10 anos de idade e 11 a 15 anos de idade. Adicionalmente,

os olhos selecionados foram divididos de acordo com o estágio de desenvolvimento da catarata apresentada: incipiente, imatura, madura e hipermadura.

O estudo foi aprovado na comissão de bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo – protocolo nº 3392041115

4.2 APARELHO DE ELETRORRETINOGRAMA DE CAMPO TOTAL

Para a realização dos exames, foi utilizado o aparelho de eletrorretinograma de campo total BMP-200 (*RetinoGraphics Inc, Norwalk, CT, USA)*, com filtro passa baixo de 0,3 Hz e passa alto de 400Hz. A amplitude de pico a pico de cada resposta é medida em microvolts (µV), e o tempo de culminação em milissegundos (ms). Um programa de computador (software *RetinoGraphics Inc* v6.023) determinou o número de apresentações e a duração de cada estímulo luminoso.

4.3 ELETRORRETINOGRAFIA

Inicialmente, os animais foram preparados ao exame com uso de colírio midriático de tropicamida 1% e adaptados ao escuro com uso de faixa oclusiva (Figura 1) e sala escurecida durante 30 minutos anteriores ao exame. Os animais foram sedados, 15 minutos antes do início do exame, com uso de 0,3 mg/kg de cloridrato de xilazina e 0,2 mg/kg de tartarato de butorfanol, por via intramuscular.

Figura 1 - Bandagem oclusiva para adaptação ao escuro em cão da raça Yorshire Terrier

Fonte: (EYHERABIDE, 2015).

Anterior ao exame, foi instilado colírio de proximetacaína 5 mg/ml para anestesia local. Os cães foram posicionados em decúbito lateral e cada olho foi estimulado separadamente. Utilizou-se eletrodo corneano monopolar do tipo ERG-jet (*Fabrinal S.A.*), eletrodo monopolar referência tipo agulha, inserido em tecido subcutâneo temporal ao olho analisado e eletrodo terra, tipo agulha, inserido em tecido subcutâneo da região frontal do crânio do cão (Figura 2).

Figura 2 - Animal em decúbito lateral e posicionamento dos eletrodos corneano (cor vermelha), referência (cor amarela) e terra (cor verde) para realização do exame em cão da raça Yorkshire Terrier

Fonte: (EYHERABIDE, 2015).

Uma cúpula de estimulação (Figura 3) foi, então, posicionada próxima ao olho a ser examinado. As pálpebras do olho estudado foram manualmente abertas, afim de aumentar a entrada do estímulo luminoso.

Figura 3 – Cúpula de estimulação para exame de eletrorretinograma. Durante o exame, ela é posicionada na frente do olho a ser avaliado

Fonte: (EYHERABIDE, 2015)

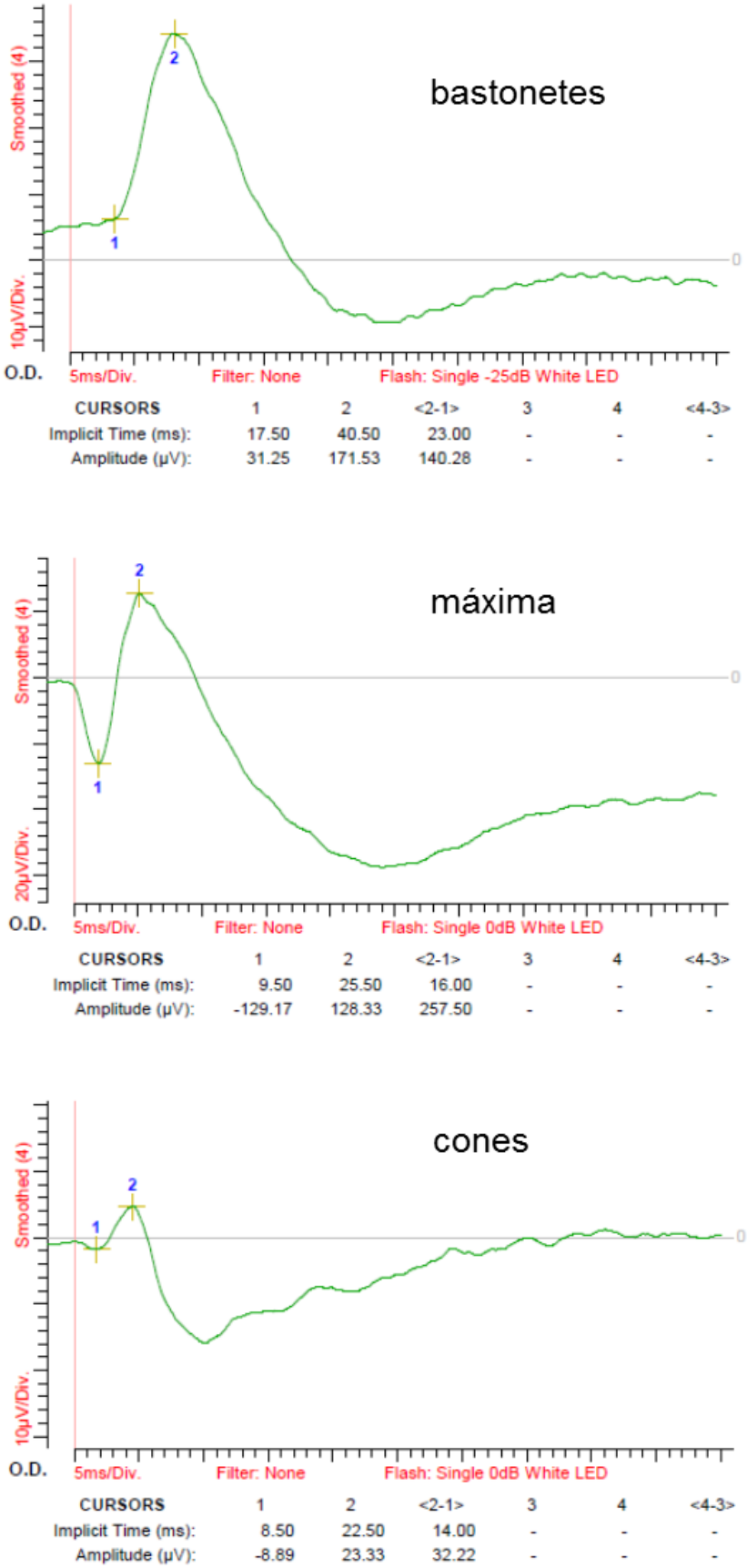
O protocolo utilizado compreendeu três respostas, compreendidas no protocolo padrão para cães da ISCEV (Figura 4) (EKESTEN et al., 2013).

- Resposta escotópica de bastonetes: registrada após adaptação ao escuro durante 30 minutos. Compreende de estímulos luminosos de intensidade máxima atenuada de 2,5 unidades logarítmicas e intervalo entre estímulos de 2 segundos. A intensidade dos estímulos luminosos é ajustada de modo a estimular apenas os bastonetes, excluindo a interferência dos cones. Foram realizados cerca de 8 estímulos.

- Resposta escotópica máxima: estímulos luminosos de alta intensidade, sem o filtro de 2,5 unidades logarítmicas, e intervalo entre os estímulos de 10 segundos. Nessa fase, há a presença de respostas de cones e bastonetes. Foram realizados cerca de 2 a 4 estímulos.

- Resposta fotópica de cones: realizada após adaptação à ambiente iluminado (sala com luz ambiente acesa) durante 10 minutos. O intervalo entre os estímulos foi de 1 segundo e representa resposta majoritária dos cones. Foram realizados cerca de 8 estímulos.

Figura 4 - Respostas de bastonetes, máxima e cones obtidas no eletrorretinograma de campo total com aparelho BMP-200



Fonte: (EYHERABIDE, 2015)

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As analises estatísticas foram realizadas pelo programa *GraphPad Prism,* versão 6 para *Windows*.

Foram calculados os valores de mínima, máxima, mediana, média, desvio padrão, percentil 25 e percentil 75 para todas as etapas realizadas (bastonetes, máxima e cones). O teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* de variância de um fator e o teste *post hoc* de múltiplas comparações de *Dunn* foram realizados para determinar se há possível diferença entre os grupos de tipos de catarata (sem catarata, incipiente, imatura, madura e hipermadura) e entre as faixas etárias (1 a 5 anos, 6 a 10 anos e 11 a 15 anos).

O teste de correlação de *Spearman* foi utilizado para quantificar a associação entre as variáveis idade (anos) e os valores obtidos no eletrorretinograma em todas as etapas.

O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% ($p<0,05$).

5 RESULTADOS

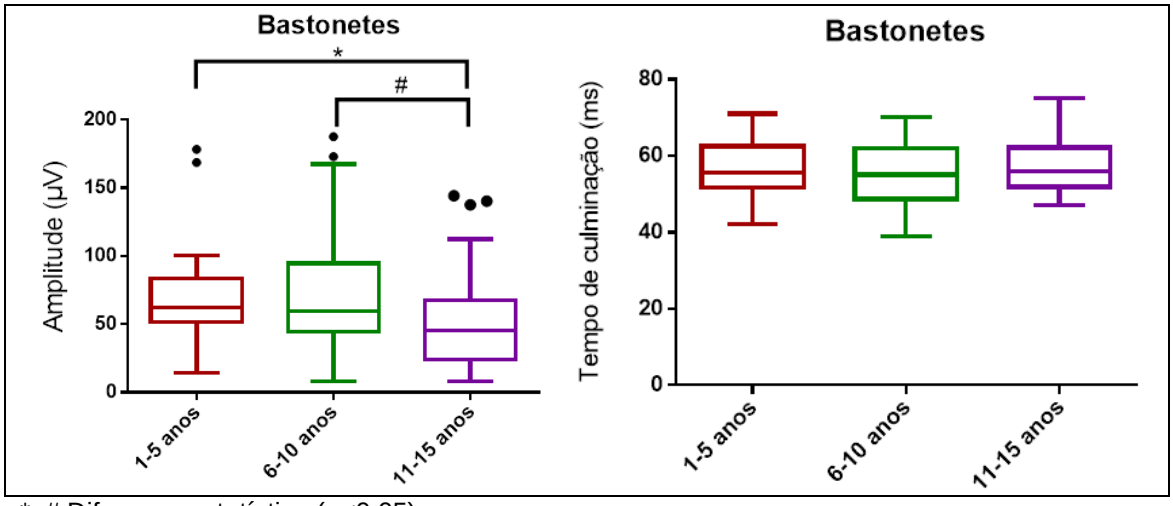
Foram selecionados 157 olhos em 84 eletrorretinogramas. De tal amostra, foram definidas três faixas etárias (1 a 5 anos, 6 a 10 anos e 11 a 15 anos) dos olhos analisados, sendo 33 olhos de animais de 1 a 5 anos de idade (21,02%), 82 olhos de animais com 6 a 10 anos de idade (52,23%) e 42 olhos pertenciam a animais com 11 a 15 anos de idade (26,75%).

Os valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média e desvio padrão em cada faixa etária, além da resposta do teste ANOVA entre cada faixa etária e os diferentes estágios de catarata dos olhos selecionados e resposta do teste ANOVA entre todas as faixas etárias, nas três respostas analisadas (resposta de bastonetes, resposta máxima e resposta de cones), estão ilustrados nas tabelas 1 a 3 e gráficos 1 a 3.

Tabela 1 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada faixa etária e estágio de catarata e resposta de teste ANOVA entre faixas etárias da amplitude e do tempo de culminação da resposta de bastonetes

Bastonetes Amplitude (µV)	**1-5 anos**	**6-10 anos**	**11-15 anos**
Mínima	14,44	7,920	7,920
Percentil 25	51,46	44,41	24,03
Mediana	62,22	59,24	45,28
Percentil 75	83,54	94,51	67,61
Máxima	178,2	187,5	144,2
Média	69,14	69,94	52,38
Desvio padrão	33,87	39,63	34,96
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,210	0,173	0,310
ANOVA entre faixas etárias (p-value)		0,016	
Bastonetes Tempo (ms)	**1-5 anos**	**6-10 anos**	**11-15 anos**
Mínima	42,00	39,00	47,00
Percentil 25	51,75	48,69	51,88
Mediana	55,50	55,00	56,00
Percentil 75	62,50	61,88	62,13
Máxima	71,00	70,00	75,00
Média	56,28	55,09	57,64
Desvio padrão	7,168	8,356	7,240
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,782	0,445	0,765
ANOVA entre faixas etárias (p-value)		0,435	

Gráfico 1 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de bastonetes, em cada faixa etária

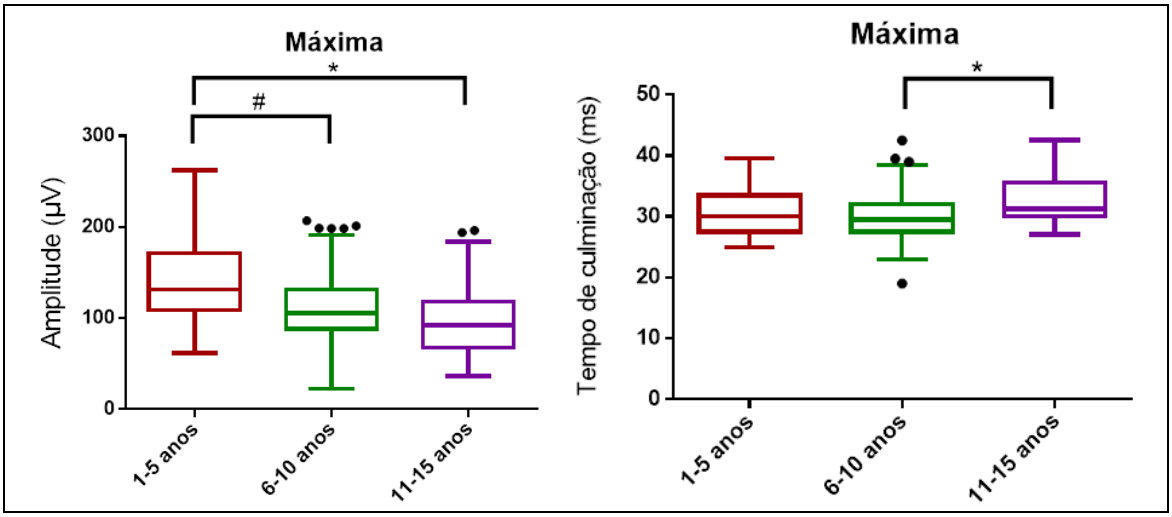


*, # Diferença estatística (p<0,05)

Tabela 2 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada faixa etária e estágio de catarata e resposta de teste ANOVA entre faixas etárias da amplitude e do tempo de culminação da resposta máxima

Máxima Amplitude (µV)	**1-5 anos**	**6-10 anos**	**11-15 anos**
Mínima	61,53	22,50	36,11
Percentil 25	108,6	87,78	67,50
Mediana	131,4	105,0	92,02
Percentil 75	170,9	131,5	117,7
Máxima	262,2	206,8	196,1
Média	142,3	112,0	97,92
Desvio padrão	50,97	43,99	38,84
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,198	0,198	0,869
ANOVA entre faixas etárias (p-value)		0,0001	
Máxima Tempo (ms)	**1-5 anos**	**6-10 anos**	**11-15 anos**
Mínima	25,00	19,00	27,00
Percentil 25	27,50	27,50	30,00
Mediana	30,00	29,50	31,25
Percentil 75	33,50	32,00	35,56
Máxima	39,50	42,50	42,50
Média	30,63	30,09	32,49
Desvio padrão	3,992	4,080	3,769
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,723	0,293	0,9651
ANOVA entre faixas etárias (p-value)		0,003	

Gráfico 2 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta máxima, em cada faixa etária

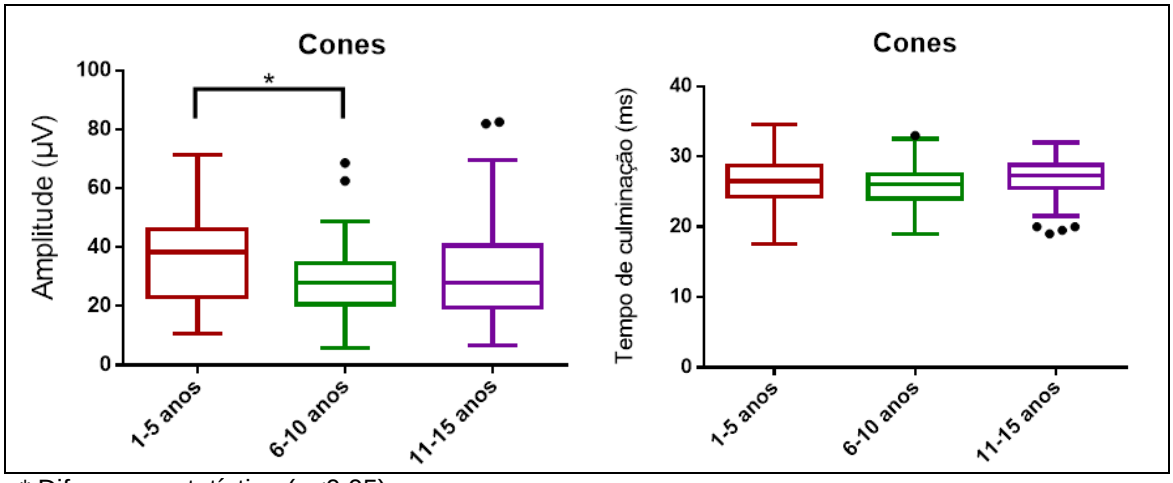


*, # Diferença estatística (p<0,05)

Tabela 3 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada faixa etária e estágio de catarata e resposta de teste ANOVA entre faixas etárias da amplitude e do tempo de culminação da resposta de cones

Cones Amplitude (µV)	**1-5 anos**	**6-10 anos**	**11-15 anos**
Mínima	10,69	5,690	6,530
Percentil 25	23,13	20,62	19,58
Mediana	38,33	27,85	27,85
Percentil 75	45,98	34,52	40,52
Máxima	71,39	68,61	82,50
Média	35,61	28,26	32,98
Desvio padrão	13,78	11,20	18,19
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,513	0,011	0,245
ANOVA entre faixas etárias (p-value)		0,034	
Cones Tempo (ms)	**1-5 anos**	**6-10 anos**	**11-15 anos**
Mínima	17,50	19,00	19,00
Percentil 25	24,25	24,00	25,50
Mediana	26,50	26,00	27,25
Percentil 75	28,75	27,50	28,81
Máxima	34,50	33,00	32,00
Média	26,16	25,83	26,76
Desvio padrão	3,936	2,743	3,298
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,454	0,185	0,098
ANOVA entre faixas etárias (p-value)		0,093	

Gráfico 3 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de cones, em cada faixa etária



* Diferença estatística (p<0,05)

A comparação entre faixas etárias, pelo teste ANOVA, revelou diferença estatística na amplitude da resposta de bastonetes, resposta máxima e resposta de cones entre todas as faixas etárias, além de diferença no tempo de culminação da resposta máxima entre as faixas etárias. Na amplitude de cones, foi encontrada diferença entre o grupo de faixa etária de 6 a 10 anos e os diferentes estágios de catarata.

Na análise dos olhos de animais na faixa etária de 1 a 5 anos e 6 a 10 anos e na faixa etária de 1 a 5 anos e 11 a 15 anos, houve diferença significativa nos valores de amplitude, na fase de bastonetes. Adicionalmente, houve diferença nos valores de amplitude na resposta máxima entre as faixas etárias de 1 a 5 anos e 6 a 10 anos e 1 a 5 anos e 11 a 15 anos, além de diferença do tempo de culminação na resposta máxima entre as faixas etárias de 6 a 10 anos e 11 a 15 anos. Na resposta de cones, diferença significativa foi encontrada nos valores de amplitude entre as faixas etárias de 1 a 5 anos e 6 a 10 anos.

Todos os olhos selecionados também foram separados de acordo com a presença de catarata e seu estágio de desenvolvimento. De tal amostra, 29 olhos não apresentaram catarata (18,47%), enquanto 120 olhos apresentaram catarata (76,92%), sendo 15 com catarata incipiente (12,5%), 26 imaturas (21,66%), 48 maduras (40%) e 31 hipermaduras (25,83%). Entre todos os olhos analisados, 8 olhos (0,53%) apresentaram catarata, porém não foi descrito seu estágio, e, portanto, não foram incluídos na amostra analisada relacionada ao estágio de catarata.

Os valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média e desvio padrão em cada estágio de catarata, além da resposta do teste ANOVA entre cada estágio de catarata e as diferentes faixas etárias dos olhos selecionados e resposta do teste ANOVA entre todos os estágios de catarata, nas três respostas analisadas (resposta de bastonetes, resposta máxima e resposta de cones), estão ilustrados nas tabelas 4 a 6 e gráficos 4 a 6.

Tabela 4 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada estágio de catarata e faixas etárias e resposta de teste ANOVA entre os estágios de catarata da amplitude e do tempo de culminação da resposta de bastonetes

Bastonetes Amplitude (µV)	**Sem catarata**	**Incipiente**	**Imatura**	**Madura**	**Hipermadura**
Mínima	7,920	32,22	7,920	8,190	11,94
Percentil 25	39,80	41,53	47,85	30,70	28,06
Mediana	54,44	66,81	64,38	56,18	55,14
Percentil 75	68,49	96,11	92,44	77,29	102,1
Máxima	103,1	178,2	187,5	144,2	168,6
Média	53,91	75,98	77,44	59,22	67,61
Desvio padrão	22,14	42,12	45,93	33,83	43,74
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,097	0,774	0,739	0,123	0,174
ANOVA entre estágios de catarata (p-value)			0,306		
Bastonetes Tempo (ms)	**Sem catarata**	**Incipiente**	**Imatura**	**Madura**	**Hipermadura**
Mínima	42,00	40,50	44,00	39,00	42,00
Percentil 25	51,75	45,50	49,69	50,00	53,50
Mediana	55,50	51,50	54,00	56,00	56,75
Percentil 75	62,00	61,00	60,13	61,25	64,00
Máxima	68,00	69,50	75,00	75,00	71,00
Média	56,22	52,85	55,49	55,47	58,31
Desvio padrão	7,054	9,299	8,023	8,121	7,150
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,756	0,853	0,648	0,596	0,745
ANOVA entre estágios de catarata (p-value)			0,272		

Gráfico 4 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de bastonetes, em cada estágio da catarata, no período de 2006 a 2013

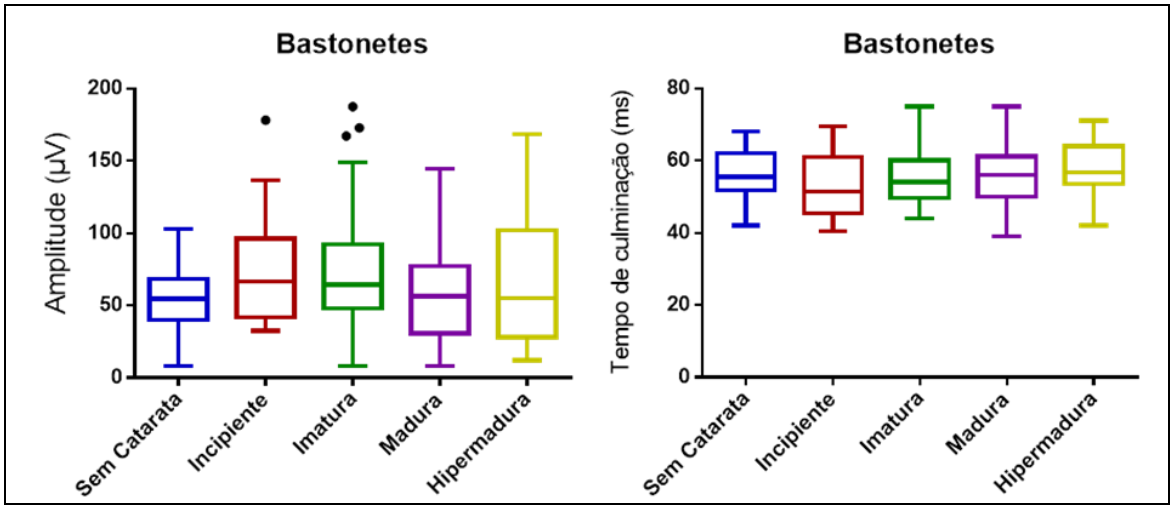


Tabela 5 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada estágio de catarata e faixas etárias e resposta de teste ANOVA entre os estágios de catarata da amplitude e do tempo de culminação da resposta máxima

Máxima Amplitude (µV)	**Sem catarata**	**Incipiente**	**Imatura**	**Madura**	**Hipermadura**
Mínima	36,11	41,53	25,89	22,50	41,67
Percentil 25	90,91	95,00	88,06	69,90	79,31
Mediana	106,9	115,8	123,6	98,20	101,0
Percentil 75	138,9	153,3	140,8	117,9	157,8
Máxima	262,2	227,8	186,7	206,8	198,5
Média	124,8	123,0	116,6	102,1	114,0
Desvio padrão	53,26	46,40	41,66	44,11	48,28
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,019	0,1459	0,071	0,862	0,278
ANOVA entre estágios de catarata (p-value)			0,223		
Máxima Tempo (ms)	**Sem catarata**	**Incipiente**	**Imatura**	**Madura**	**Hipermadura**
Mínima	25,00	25,50	24,00	23,00	19,00
25% percentil	29,13	27,50	27,00	27,50	28,00
Mediana	31,00	30,00	29,63	30,25	30,00
75% percentil	33,50	35,75	33,25	32,88	32,50
Máxima	42,50	42,50	39,00	39,25	39,50
Média	31,60	31,35	30,11	30,59	30,53
Desvio padrão	3,893	5,018	3,990	3,728	4,452
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,920	0,666	0,955	0,071	0,082
ANOVA entre estágios de catarata (p-value)			0,638		

Gráfico 5 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta máxima, em cada estágio da catarata

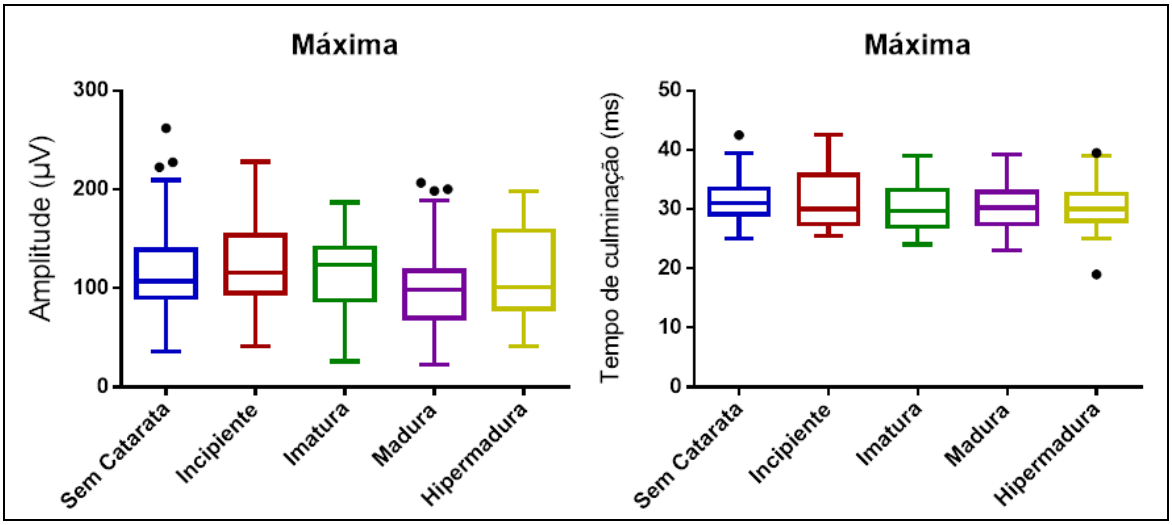
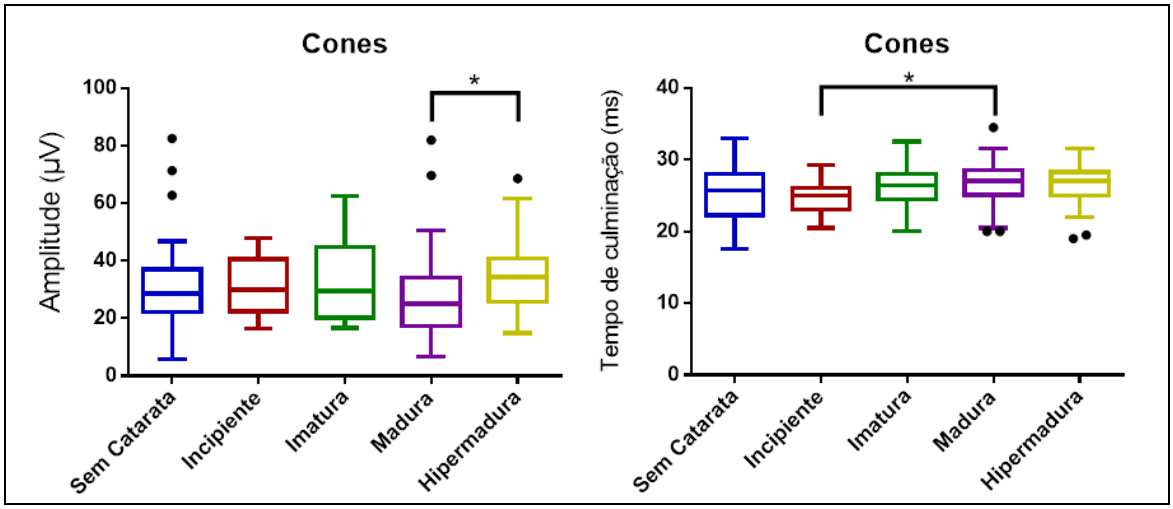


Tabela 6 - Valores de mínima, percentil 25, mediana, percentil 75, máxima, média, desvio padrão, resposta de teste ANOVA entre cada estágio de catarata e faixas etárias e resposta de teste ANOVA entre os estágios de catarata da amplitude e do tempo de culminação da resposta de cones

Cones Amplitude (µV)	**Sem catarata**	**Incipiente**	**Imatura**	**Madura**	**Hipermadura**
Mínima	5,830	16,25	16,67	6,530	14,86
Percentil 25	22,29	22,36	20,21	17,40	25,83
Mediana	28,61	29,86	29,52	25,14	34,31
Percentil 75	37,02	40,56	44,76	34,03	40,69
Máxima	82,50	47,78	62,50	81,94	68,61
Média	32,08	31,06	32,93	27,56	34,93
Desvio padrão	17,10	9,931	13,50	14,57	12,22
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,019	0,447	0,033	0,970	0,422
ANOVA entre estágios de catarata (p-value)			0,058		
Cones Tempo (ms)	**Sem catarata**	**Incipiente**	**Imatura**	**Madura**	**Hipermadura**
Mínima	17,50	20,50	20,00	20,00	19,00
Percentil 25	22,25	23,00	24,50	25,13	25,00
Mediana	25,75	25,00	26,38	27,00	27,00
Percentil 75	28,00	26,00	28,00	28,50	28,25
Máxima	33,00	29,25	32,50	34,50	31,50
Média	25,59	24,52	26,17	26,83	26,42
Desvio padrão	4,075	2,209	2,701	3,048	2,929
ANOVA entre estágios de catarata e faixas etárias (p-value)	0,466	0,339	0,032	0,057	0,5901
ANOVA entre estágios de catarata (p-value)			0,027		

Gráfico 6 - Representação em boxplot da amplitude e tempo de culminação da resposta de cones, em cada estágio da catarata



*Diferença estatística (p<0,05)

O teste ANOVA revelou diferença significativa na amplitude da máxima resposta entre o grupo sem catarata e as diferentes faixas etárias, na amplitude de cones entre o grupo sem catarata e catarata imatura e diferentes faixas etárias e no tempo de culminação da resposta de cones, entre o grupo catarata imatura e as diferentes faixas etárias. Também no tempo de culminação da resposta de cones, revelou-se diferença estatística entre os estágios de catarata.

Adicionalmente, houve diferença significativa nos valores de amplitude, na fase de cones, entre os animais com catarata madura e hipermadura. No tempo de culminação da resposta de cones, diferença significativa foi encontrada entre os estágios de catarata incipiente e madura, ilustrado no gráfico 6.

Finalmente, um teste de correlação de *Spearman* foi realizado afim de avaliar a relação entre a variação de idade dos animais estudados e os valores de amplitude e tempo de culminação de todas as respostas realizadas (Tabela 7). A amplitude de bastonetes e a amplitude e tempo de culminação da máxima resposta mostraram-se significativamente correlacionadas à variação da idade. Além disso, o coeficiente de correlação de todas as respostas de amplitude foi negativo, mostrando a tendência de diminuição de valores do eletrorretinograma conforme ocorre o aumento da idade. O coeficiente positivo no tempo de culminação da máxima resposta mostra a tendência à aumento dos valores de tempo conforme aumenta idade do animal.

Tabela 7 - Valores de coeficiente de correlação (r-value) e valor de significância (p-value) entre idade e respostas de amplitude e tempo de culminação bastonetes, resposta máxima e cones, no período de 2006 a 2013

Correlação entre idade e respostas do eletrorretinograma	*r-value*	*p-value*
Amplitude de bastonetes	-0,2047	0,0101
Tempo de culminação de bastonetes	0,06919	0,3892
Amplitude de resposta máxima	-0,3611	< 0,0001
Tempo de culminação de resposta máxima	0,1834	0,0215
Amplitude de cones	-0,09597	0,2318
Tempo de culminação de cones	0,1083	0,1771

6 DISCUSSÃO

O eletrorretinograma, na medicina veterinária, já é considerado um exame de rotina e bem estabelecido, principalmente nos casos de encaminhamento de cirurgia de catarata. Comumente, os cães portadores de catarata são levados ao médico veterinário oftalmologista com importante quadro de perda visual, impossibilitando um adequado exame fundoscópico (OFRI, 2002). Assim, o eletrorretinograma tornou-se essencial na avaliação do paciente pré cirúrgico de catarata e, consequentemente, na rotina clínica oftalmológica, já que a catarata é uma afecção comum nesta espécie (DAVIDSON; NELMS, 1999).

Nesse estudo, a progressão da idade do animal despontou como o fator mais influente nos valores de amplitude de bastonetes, máxima e cones dos eletrorretinogramas estudados. Considerando-se todos os valores obtidos, houve diferença significativa nos valores de amplitude da faixa etária mais jovem, em todas as etapas estudadas (bastonetes, máxima e cones) em relação à animais mais velhos. O teste ANOVA entre todas as faixas etárias estudadas também indicou diferença significativa em todas as respostas. Assim, pode-se inferir que o aumento da idade contribui de forma significativa com a diminuição dos valores de amplitude do eletrorretinograma de cães da raça Yorkshire Terrier. Tal conclusão é compatível com estudos anteriores em outras raças, como Poodle e Lhasa Apso, utilizando-se do mesmo aparelho (SAFATLE et al., 2010a; GÓES et al., 2015). Esse resultado era esperado e é compatível com estudos de eletrorretinogramas na medicina humana, onde as amplitudes de todas as respostas também apresentam diminuição de valores com a progressão da idade (MCCULLOCH et al., 2015).

O tempo de culminação, no entanto, mostrou-se em geral mais estável. A resposta máxima, singularmente, apresentou diferença entre animais mais velhos, com aumento do tempo de culminação. Deve-se notar, ademais, uma perceptível tendência ao aumento dos valores de tempo de culminação, descrito nos valores de correlação, em todas as respostas. Mesmo que não estatisticamente relevante nas outras respostas, todas apresentaram variação positiva, ou seja, tendência ao aumento de valores. Em Poodles, estudo anterior apresentou aumento do tempo de culminação na resposta de bastonetes de

animais mais velhos em relação a animais mais jovens (SAFATLE et al., 2010a) e, na raça Lhasa Apso, não houve alteração do tempo de culminação em nenhuma resposta estudada (GÓES et al., 2015).

Pode-se aferir, então, que a mudança do eletrorretinograma com a evolução da idade parece ser mais relevante em relação à amplitude do que em relação ao tempo de culminação das etapas analisadas. O aumento do tempo de culminação na resposta máxima encontrado nesse estudo pode ser pontual, limitado à essa amostra, assim como, possivelmente, o resultado encontrado em Poodles (SAFATLE et al., 2010a).

Na raça Yorkshire Terrier, a catarata apresenta-se com alta prevalência, sendo menor somente em relação à raça Poodle (PARK et al., 2009). Mesmo nos estágios iniciais, a catarata atenua a quantidade de raios luminosos que atingem a retina durante a estimulação luminosa do eletrorretinograma. Ainda assim, a presença de catarata e seu estágio de desenvolvimento não se mostraram de grande relevância na variação dos valores das etapas analisadas. Algumas diferenças ocorreram entre os grupos, no entanto, pode-se aferir pelos resultados uma grande heterogeneidade de valores dos grupos de catarata, além do pequeno número de olhos do grupo catarata incipiente. Tal fator pode ter interferido nos resultados.

Ainda; a variação de valores observados entre os diferentes grupos de catarata não mostrou qualquer tendência, seja aumento ou diminuição. Animais do grupo sem catarata mostraram valores absolutos de amplitude média inferiores à animais do grupo com catarata imatura em todas as repostas (bastonetes, máxima e cones) e, mesmo considerando que as diferenças não foram significativas, tal observação mostra-se relevante, já que se espera diminuição da resposta do eletrorretinograma na presença da catarata. Pode-se considerar, então, que a catarata, mesmo diminuindo a passagem de raios luminosos, pouco interferiu na resposta final do eletrorretinograma. Resultado semelhante foi encontrado em outro estudo, com 204 olhos com diagnóstico de catarata, onde não foi descrito diferença da amplitude da resposta máxima entre os diferentes estágios de desenvolvimento da catarata (PARK et al., 2009).

Essa afirmação, todavia, difere da apresentada por Maehara et al. (2007), com 57 cães, que encontrou diminuição dos valores de amplitude, em todas as respostas, de animais que apresentavam catarata madura, em relação a olhos

sem catarata, com idades semelhantes. O mesmo resultado, contudo, não foi encontrado em animais com catarata incipiente, imatura e hipermadura quando comparados com animais sem catarata. Além disso, a raça dos animais não foi descrita, o que pode ter influenciado a análise.

Na comparação entre o estágio de catarata e a faixa etária dos animais estudados, houve relação significativa em alguns grupos analisados, ou seja, a idade pode ter influenciado as respostas encontradas em alguns estágios de catarata. Tal fato ocorre nos grupos sem catarata e catarata imatura, onde normalmente encontra-se animais mais jovens, já que a catarata, na raça Yorkshire Terrier, manifesta-se em idades mais avançadas (cerca de 9,5 anos) em comparação com outras raças, como o Schnauzer miniatura (PARK et al., 2009). Tal fato não parece influenciar na relação entre os grupos de estágios de catarata, porque nenhum desses dois grupos apresentou diferença estatística entre eles em nenhuma resposta estudada.

Assim, infere-se que a idade é o fator mais importante que altera a amplitude dos valores do eletrorretinograma em cães e a presença ou o estágio de catarata pouco afeta o resultado. A criação de valores de normatização dos exames, necessária para cada laboratório que realiza os eletrorretinogramas (EKESTEN et al., 2013), deve enfatizar as diferentes faixas etárias em cães, e não a presença de catarata.

A raça também deve ser observada na realização do eletrorretinograma em cães. Pereira et al. (2013) encontrou valores de amplitude um pouco superiores e valores de tempo de culminação um pouco menores em relação ao presente estudo, em Yorkshires Terriers, com eletrodo Erg-jet. A faixa etária utilizada, no entanto, era mais estreita, em média 2,8 anos, com 10 animais testados. Adicionalmente, Safatle et al. (2010a), realizando estudo em Poodles, utilizando mesmo aparelho de eletrorretinograma, revelou valores de amplitude e tempo de culminação semelhantes aos valores encontrados nesse estudo. Já na raça Lhasa Apso, as amplitudes de todas as respostas (bastonetes, máxima e cones) foram maiores que no estudo em tela (GÓES et al., 2015). Outro estudo, que compara quatro raças de cães, também corrobora a variação de amplitude entre diferentes raças (SUSSADEE et al., 2015). Assim, torna-se importante a padronização de respostas entre diferentes raças na análise do exame.

Embora o número de olhos analisados foi relevante (157 olhos), os grupos de estágios de desenvolvimento precoce de catarata apresentaram números reduzidos, como o grupo de catarata incipiente (15 olhos). Isso ocorre porque frequentemente, o proprietário do animal portador de catarata incipiente não percebe as alterações de opacidade intraocular iniciais, somando-se o fato de não ocorrer baixa de visão significativa nesse estágio. Assim, o diagnóstico de catarata, na medicina veterinária, é frequentemente mais tardio, em estágios mais avançados, em relação à oftalmologia humana (OFRI, 2002).

O protocolo de sedação utilizado mostrou-se eficiente para a realização do exame, permitindo o posicionamento adequado do animal, que permaneceu imóvel durante todo procedimento sem a presença de interferência elétrica proveniente de movimentação muscular ou presença de ruídos significativos. O bulbo ocular permaneceu centralizado, sem necessidade de uso de artifícios adicionais. O uso de um agonista de receptor alfa-2 adrenérgico (xilazina) proporciona sedação, analgesia e relaxamento muscular e sua associação com um opioide (butorfanol) potencializa os efeitos sedativos e analgésicos (RANKIN, 2015).

Apesar da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia Visual Clinica recomendar, para eletrorretinograma em cães, o uso da anestesia geral para prevenir artefatos devido à movimentos musculares involuntários (EKESTEN et al., 2013), essa possui maior custo financeiro, com necessidade de aparelhos específicos para manutenção e monitorização da anestesia inalatória, além do maior tempo para preparo e recuperação do animal (FREEMAN et al., 2013), dificultando a implementação rotineira do exame de eletrorretinograma.

A sedação por nós utilizada foi eficaz para a realização dos exames, fato corroborado por outros estudos (KOMÁROMY; SMITH; BROOKS, 1998; LEE et al., 2009; LIN et al., 2009; SAFATLE et al., 2010a, b, c; FREEMAN et al., 2013; GÓES et al., 2015). A recuperação foi, em geral, rápida e os animais foram liberados aos proprietários com capacidade motora completa.

O aparelho de eletrorretinograma (BMP-200) empregado nos exames mostrou-se adequado e de fácil manuseio, além de obter ondas de boa qualidade.

O tipo de lente (ERG-jet), também se mostrou proficiente na obstenção de bons traçados e fácil manipulação e aceitação pelo animal. O uso de eletrodos

corneais, no cão, é considerado seguro e confiável e produz ondas elétricas de amplitudes maiores que eletrodos ativos subcutâneos (BAYER et al., 1999; EKESTEN, 2013), além de serem atualmente recomendados pela ISCEV (EKESTEN et al., 2013). A abertura manual das pálpebras foi suficiente para garantir uma adequada entrada de luz com a cúpula de estimulação posicionada próxima ao olho analisado.

O eletrorretinograma de campo total, essencial na pratica oftalmológica veterinária atual, proporciona um exame objetivo da função retiniana e dos fotorreceptores, porém faz-se necessário observar diversos aspectos que influenciam na resposta final obtida e, consequentemente, na qualidade final do exame, como a necessidade de padronização de cada laboratório e aparelho, a influência da sedação ou anestesia no animal, as particularidades de diferentes eletrodos e as diferentes respostas encontradas em cada raça e faixa etária dos cães.

7 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A idade do animal é importante influência na variação de valores de amplitude das respostas de bastonetes, máxima e cones no eletrorretinograma de campo total na raça Yorkshire Terrier.

- A presença de catarata e seu estágio de desenvolvimento pouco influenciam na variação de valores de amplitude e tempo de culminação das respostas de bastonetes, máxima e cones no eletrorretinograma de campo total na raça Yorkshire Terrier.

- O tempo de culminação das respostas de bastonetes, máxima e cones apresenta menor variação em diferentes faixas etárias em relação aos valores de amplitude.

- Não houve relação significativa entre a diferença de idade e estágios de desenvolvimento de catarata.

REFERÊNCIAS

BAYER, A. U.; MITTAG, T.; COOK, P.; BRODIE, S. E.; PODOS, S. M.; MAAG, K. P. Comparisons of the amplitude size and the reproducibility of three different electrodes to record the corneal flash electroretinogram in rodents. **Documenta Ophthalmologica**, v. 98, n. 3, p. 233–246, 1999.

DAVIDSON, M. G.; NELMS, S. R. Disease of the lens and cataract formation. In: GELATT, K. N. (Ed.). **Veterinary ophthalmology**. 3. ed. Philadelphia: Blackwell Publishing, 1999. p. 797–825.

DAVIDSON, M. G.; NELMS, S. R. Diseases of the lens and cataract formation. In: GELATT, K. N.; GILGER, B. C.; KERN, T. J. (Ed.). **Veterinary ophthalmology**. 5. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. p. 1199–1233.

EKESTEN, B. Ophthalmic examination and diagnostics. In: GELATT, K. N.; GILGER, B. C.; KERN, T. J. (Ed.). **Veterinary ophthalmology**. 5. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2013. p. 684–702.

EKESTEN, B.; KOMÁROMY, A. M.; OFRI, R.; PETERSEN-JONES, S. M.; NARFSTRÖM, K. Guidelines for clinical electroretinography in the dog: 2012 update. **Documenta Ophthalmologica**, v. 127, n. 2, p. 79–87, out. 2013.

FISHMAN, G. A. The electroretinogram. In: FISHMAN, G. A.; BIRCH, D. G.; HOLDER, D. G.; BRIGELL, M. G. (Ed.). **Electrophysiologic testing in disorders of the retina, optic nerve, and visual pathway**. 2. ed. San Francisco: The Foundation of the American Academy of Ophthalmology, 2001. p. 1–157.

FREEMAN, K. S.; GOOD, K. L.; KASS, P. H.; PARK, S. A.; NESTOROWICZ, N.; OFRI, R. Effects of chemical restraint on electroretinograms recorded sequentially in awake, sedated, and anesthetized dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 74, n. 7, p. 1036–1042, 2013.

GÓES, A. C. A.; VILLAR, T.; OTSUKI, D. A.; LISAK, R.; PECORA, R. A.; SAFATLE, A. M. V. Normal values of b-wave responses of full-field electroretinogram in Lhasa Apso dogs with cataracts according to age. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 274–280, 2015.

HISATOMI, O.; TOKUNAGA, F. Molecular evolution of proteins involved in vertebrate phototransduction. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 133, n. 4, p. 509–522, dez. 2002.

HODGMAN, S. F. J.; PARRY, H. B.; RASBRIDGE, W. J.; STEEL, J. D. Progressive retinal atrophy in dogs.1. The disease in Irish setters (red). **Veterinary Record**, v. 61, p. 185–189, 1949.

HOLMGREN, F. Metod att objectivera effekten af ljusintryck pa retina. **Upsala Lakareforenings Forhandlingar**, v. 1, p. 184–198, 1865.

KOMAROMY, A. M.; SMITH, P. J.; BROOKS, D. E. Electroretinography in dogs and cats. Part I. Retinal morphology. **Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian**, v. 20, n. 1998, p. 339, 1998.

KOMÁROMY, A. M.; SMITH, P. J.; BROOKS, D. E. Electroretinography in dogs and cats. Part II. Technique, interpretation and indications. **The Compendium on Continuing Education**, v. 20, p. 355–366, 1998.

LAMB, T. D.; COLLIN, S. P.; PUGH, E. N. Evolution of the vertebrate eye: opsins, photoreceptors, retina and eye cup. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 8, n. 12, p. 960–976, 2007.

LEE, J. S.; KIM, K. H.; JANG, H. Y.; LEE, B.; KIM, J. Y.; JEONG, S. W. The normal electroretinogram in adult healthy Shih Tzu dogs using the HMsERG. **Journal of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 233–238, 2009.

LIN, S.-L.; SHIU, W.-C.; LIU, P.-C.; CHENG, F.-P.; LIN, Y.-C.; WANG, W.-S. The Effects of Different Anesthetic Agents on Short Electroretinography Protocol in Dogs. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 71, n. 6, p. 763–768, 2009.

MAEHARA, S.; ITOH, N.; WAKAIKI, S.; YAMASAKI, A.; TSUZUKI, K.; IZUMISAWA, Y. The effects of cataract stage, lens-induced uveitis and cataract removal on ERG in dogs with cataract. **Veterinary Ophthalmology**, v. 10, n. 5, p. 308–12, 2007.

MARMOR, M. F. Standard for Clinical Electroretinography. **Archives of Ophthalmology**, v. 107, n. 6, p. 816, 1 jun. 1989.

MCCULLOCH, D. L.; MARMOR, M. F.; BRIGELL, M. G.; HAMILTON, R.; HOLDER, G. E.; TZEKOV, R.; BACH, M. ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography (2015 update). **Documenta Ophthalmologica. Advances in Ophthalmology**, v. 130, n. 1, p. 1–12, 2015.

MILLER, P. E. Basic structure and function of the eye. In: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. (Ed.). **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. St Louis: Elsevier Saunders, 2013. p. 1–12.

MOWAT, F. M.; PETERSEN-JONES, S. M.; WILLIAMSON, H.; WILLIAMS, D. L.; LUTHERT, P. J.; ALI, R. R.; BAINBRIDGE, J. W. Topographical characterization of cone photoreceptors and the area centralis of the canine retina. **Molecular Vision**, v. 14, n. December, p. 2518–2527, 2008.

NARFSTROM, K. Electroretinography in veterinary medicine - easy or accurate? **Veterinary Ophthalmology**, v. 5, n. 4, p. 249–251, dez. 2002.

NARFSTRÖM, K.; EKESTEN, B.; ROSOLEN, S. G.; SPIESS, B. M.; PERCICOT, C. L.; OFRI, R. Guidelines for Clinical Electroretinography in the Dog. **Documenta Ophthalmologica**, v. 105, n. 2, p. 83–92, 2002.

OFRI, R. Clinical electrophysiology in veterinary ophthalmology--the past, present and future. **Documenta Ophthalmologica**, v. 104, n. 1, p. 5–16, 2002.

OFRI, R. Retina. In: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. (Ed.). **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. St Louis: Elsevier Saunders, 2013a. p. 299–333.

OFRI, R. Optics and physiology of vision. In: GELATT, K. N.; GILGER, B. C.; KERN, T. J. (Ed.). **Veterinary ophthalmology**. 5. ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2013b. p. 208–270.

OFRI, R. Lens. In: MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. (Ed.). **Slatter's fundamentals of veterinary ophthalmology**. 5. ed. St Louis: Elsevier Saunders, 2013c. p. 272–290.

PARK, S. A.; YI, N. Y.; JEONG, M. B.; KIM, W. T.; KIM, S. E.; CHAE, J. M.; SEO, K. M. Clinical manifestations of cataracts in small breed dogs. **Veterinary ophthalmology**, v. 12, n. 4, p. 205–10, 2009.

PARRY, H. B.; TANSLEY, K.; THOMSON, L. C. The electroretinogram of the dog. **The Journal of Physiology**, v. 120, n. 1-2, p. 28–40.1, 1953.

PARRY, H. B.; TANSLEY, K.; THOMSON, L. C. Electroretinogram during development of hereditary retinal degeneration in the dog. **The British Journal of Ophthalmology**, v. 39, n. 6, p. 349–352, 1955.

PEREIRA, A. L.; MONTIANI-FERREIRA, F.; SANTOS, V. R.; SALOMAO, S. R.; SOUZA, C.; BEREZOVSKY, A. Electroretinography in dogs using a fiber electrode prototype. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 46, n. 3, p. 257–262, 19 mar. 2013.

PETERSEN-JONES, S.; TUNTIVANICH, N.; MONTIANI-FERREIRA, F.; KHAN, N. Electroretinograms of dog and chicken. In: HECKENLIVELY, J. R.; ARDEN, G. B. (Ed.). **Principles and practice of clinical electrophysiology of vision**. 2. ed. Cambrige: The Mit Press, 2006. p. 911–921.

RANKIN, D. C. Sedatives and tranquilizers. In: GRIMM, K. A.; LAMONT, L. A.; TRANQUILLI, W. J.; GREENE, S. A.; ROBERTSON, S. A. (Ed.). **Veterinary Anesthesia and Analgesia**. Fifth ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2015. p. 196–206.

RUBIN, L. F. Clinical electroretinography in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 151, n. 11, p. 1468–1469, 1967.

SAFATLE, A. de M. V.; LISAK, R.; OTSUKI, D. A.; GOMES, D. Determinação dos valores normais do eletrorretinograma de campo total em cães da raça Poodle portadores de catarata de acordo com a faixa etária. **Ciência Rural**, v. 40, n. 3, p. 587–593, mar. 2010a.

SAFATLE, A. M. V.; HVENEGAARD, A. P.; OTSUKI, D.; MARTINS, T. L.; KAHVEGIAN, M.; BEREZOVSKY, A.; SALOMÃO, S. R.; BARROS PAULO S.M. Comparison of full-field electroretinogram in diabetic and non diabetic dogs with cataracts. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 12, p. 1071–1076, 2010b.

SAFATLE, A. M. V; HVENEGAARD, A. P.; OTSUKI, D.; L., T.; MARTINSKAHVEGIAN, M.; MARTINS, L.; SHIMAMURA, G. M.; FANTONI, D. T. Padronização do eletrorretinograma de campo total em cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 30, n. 12, p. 1071–1076, 2010c.

SAMUELSON, D. A. Ophthalmic anatomy. In: **Veterinary ophthalmology**. 4. ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2007. p. 37–148.

SAMUELSON, D. A. Ophthalmic anatomy. In: GELATT, K. N.; GILGER, B. C.; KERN, T. J. (Ed.). **Veterinary ophthalmology**. 5. ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2013. p. 39–170.

SMITH, S. O. Structure and activation of the visual pigment rhodopsin. **Annual Review of Biophysics**, v. 39, p. 309–328, 2010.

SMITH, W. C. Phototransduction and photoreceptor physiology. In: HECKENLIVELY, J. R.; ARDEN, G. B. (Ed.). **Principles and practice of clinical electrophysiology of vision**. 2. ed. Cambrige: The Mit Press, 2006. p. 88–78.

SUSSADEE, M.; PHAVAPHUTANON, J.; KORNKAEWRAT, K.; THAYANANUPHAT, A. Normal clinical electroretinography parameters for poodle, Labrador retriever, Thai ridgeback, and Thai Bangkaew. **Journal of Veterinary Science**, v. 16, n. 1, p. 67, 19 maio 2015.

WHITMAN, W. **Folhas de relva**. 3. ed. São Paulo: Iluminuras, 2008.

ANEXO A - VALORES DO ELETRORRETINOGRAMA DOS ANIMAIS SELECIONADOS

Tabela 8 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados sem catarata, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Cindy	7	30/11/06	29,03	60,50	105,42	31,25	15,97	32,50
2	Nina	8	30/11/06	22,64	58,75	109,58	39,50	26,39	25,75
3	Nina	8	30/11/06	51,67	56,75	137,50	28,75	22,50	33,00
4	Nina	9	09/11/07	47,22	66,50	89,03	28,50	26,53	24,00
5	Nina	9	09/11/07	60,14	57,50	92,64	30,50	30,97	30,00
6	Nina	2	23/09/08	54,44	54,00	96,81	32,50	24,72	27,50
7	Nina	2	23/09/08	45,50	60,00	209,31	35,00	17,64	32,50
8	Tequila baby	8	25/09/08	58,33	51,50	104,58	29,50	14,58	22,50
9	Tequila baby	8	25/09/08	57,22	52,00	106,94	32,00	5,83	21,50
10	Ceejae	8	04/05/09	29,17	65,00	89,03	31,50	28,61	24,00
11	Ceejae	8	04/05/09	39,17	54,50	70,28	30,50	11,25	21,50
12	Bidu	1	28/07/09	65,28	55,50	222,64	36,00	46,81	28,50
13	Baby	1	28/07/09	66,25	62,50	227,50	33,50	22,08	22,00
14	Vicky	7	25/06/10	74,03	58,00	82,22	31,50	38,89	26,00
15	Vicky	7	25/06/10	37,78	65,00	94,72	29,50	22,64	26,00
16	Larry	3	30/11/10	83,33	68,00	206,67	33,50	71,39	29,50
17	Larry	3	30/11/10	83,75	63,50	262,22	28,00	45,14	18,00
18	Judy	9	10/02/11	103,06	55,00	111,11	38,50	28,06	21,50
19	Pop	13	04/03/11	40,42	61,50	133,06	29,50	62,78	25,50
20	Kika	11	21/12/11	7,92	49,00	76,81	42,50	34,44	32,00
21	Nina	9	12/01/12	53,19	53,50	135,83	32,00	27,78	24,50
22	Miucha	2	02/03/12	56,67	54,00	153,33	28,50	40,97	25,00
23	Miucha	2	02/03/12	14,44	53,00	92,50	34,50	33,19	26,00
24	Babuch	2	02/05/13	52,64	44,50	89,31	28,00	15,28	17,50
25	Meg	11	19/06/13	40,42	66,50	36,11	29,50	32,36	27,50
26	Thor	6	01/10/13	70,72	48,50	92,50	29,50	35,14	26,50
27	Milady	13	12/11/13	55,00	50,00	130,83	31,00	82,50	26,00
28	Sofia	5	17/12/13	75,28	42,00	140,28	25,00	33,89	21,50
29	Sofia	5	17/12/13	88,61	43,50	119,72	26,50	31,94	24,00

Tabela 9 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata incipiente, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Sandy	3	06/05/06	36,94	63,00	100,14	38,00	42,08	29,25
2	Vidinha	6	02/06/09	43,47	64,50	123,47	42,50	21,53	25,00
3	Charles Junior	8	15/09/09	96,11	69,50	85,83	29,50	22,36	20,50
4	Kika	6	04/03/10	41,53	60,00	110,83	37,50	17,50	25,50
5	Ted	12	05/05/11	78,75	48,50	100,42	30,00	35,14	26,00
6	Pingo	9	01/03/12	32,22	46,00	88,06	28,50	29,86	25,00
7	Big	8	27/03/12	119,86	54,50	153,33	26,50	32,78	25,50
8	Buldoguinho	5	02/08/12	178,19	56,75	227,78	35,75	40,56	24,50
9	Pedro	8	06/11/12	53,06	40,50	95,00	27,50	22,92	26,50
10	Lino	2	01/02/13	55,69	51,50	129,86	25,50	16,25	21,00
11	Scooby	8	05/02/13	66,81	40,50	116,67	27,50	34,17	23,00
12	Jack	3	05/04/13	39,58	45,50	157,78	32,00	47,78	23,50
13	Gutty	10	09/04/13	136,53	42,00	198,47	26,50	45,56	23,00
14	Rick	13	03/07/13	67,92	61,00	41,53	32,50	29,44	26,00
15	Bonno	9	13/08/13	93,06	49,00	115,83	30,50	27,92	23,50

Tabela 10 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata imatura, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Fred	5	21/08/07	91,81	56,00	131,39	28,00	20,56	27,00
2	Mike	6	04/10/07	56,39	70,00	128,06	34,00	26,94	27,50
3	Vidinha	6	02/06/09	44,72	65,00	119,86	34,50	18,06	28,00
4	Max	7	17/10/09	51,25	60,00	124,44	35,00	36,25	29,25
5	Max	7	17/10/09	47,92	60,50	91,11	32,50	27,92	26,25
6	Kim	5	02/02/10	94,31	52,00	184,03	28,00	44,72	25,50
7	Kim	5	02/02/10	87,64	52,50	140,56	27,00	49,86	24,50
8	Fredy	4	22/06/10	55,00	67,00	154,03	37,50	51,94	29,00
9	Ted	12	05/05/11	47,64	50,50	66,53	30,00	25,97	20,00
10	Meg	12	05/11/11	75,14	55,00	99,44	27,50	44,17	27,00
11	Nina	9	12/01/12	12,22	53,00	25,89	27,50	17,78	29,00
12	Pingo	9	01/03/12	46,94	52,50	99,31	28,50	47,22	28,00

(continuação)

13	Nego	2	06/03/12	60,00	51,50	141,67	30,50	41,94	32,50
14	Tifanny	12	17/05/12	55,00	56,00	121,94	33,00	17,22	26,50
15	Yuri	10	15/08/12	89,72	48,75	101,67	29,25	33,61	27,50
16	Cherry	9	06/09/12	7,92	66,50	66,81	39,00	19,17	27,50
17	Sol	6	23/11/12	148,89	47,50	159,03	26,00	21,39	21,50
18	Sol	6	23/11/12	172,92	47,50	186,67	27,00	31,11	24,50
19	Lino	2	01/02/13	100,42	55,50	134,03	25,50	21,94	28,00
20	Gutty	10	09/04/13	167,22	44,00	44,00	27,00	42,64	25,00
21	Sheik	9	16/04/13	66,53	50,00	128,33	24,00	17,64	25,50
22	Nick	3	08/05/13	62,22	58,50	127,36	31,00	44,86	24,50
23	Nick	3	08/05/13	71,39	57,00	122,78	30,50	49,17	25,50
24	Rick	13	03/07/13	40,69	75,00	67,64	35,50	24,86	21,50
25	Bonno	9	13/08/13	187,50	44,00	185,28	24,50	62,50	26,00
26	Jade	13	27/09/13	71,94	47,00	78,89	30,00	16,67	23,50

Tabela 11 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata madura, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Kim	15	08/06/06	15,97	75,00	70,00	36,75	18,47	30,50
2	Kim	15	08/06/06	10,69	73,75	92,78	35,75	15,42	28,74
3	Fred	5	21/08/07	44,03	61,50	115,56	26,50	29,03	30,00
4	Twily	5	29/09/07	23,33	64,50	64,44	33,50	16,67	34,50
5	Twily	5	29/09/07	50,28	60,50	64,17	30,00	10,69	27,00
6	Charles Junior	8	15/09/09	94,44	67,50	103,61	30,50	25,56	23,50
7	Hugo	10	04/03/10	25,56	57,00	42,36	30,50	10,14	27,00
8	Kika	6	04/03/10	94,72	58,50	115,69	35,50	20,42	24,00
9	Hugo	10	04/03/10	22,22	57,50	44,58	31,50	15,28	28,50
10	Judy	9	10/02/11	49,44	63,00	94,72	34,50	16,94	20,00
11	Pop	13	04/03/11	67,50	60,50	111,67	30,50	40,28	27,50
12	Laisa	10	21/07/11	71,11	55,00	84,72	27,00	19,72	24,50
13	Laisa	10	21/07/11	28,89	63,00	75,56	31,50	22,92	27,50
14	Lali	9	04/11/11	49,58	63,50	69,86	29,50	20,69	28,50
15	Lali	9	04/11/11	55,42	57,50	93,33	28,50	19,86	27,00
16	Meg	12	05/11/11	42,78	58,75	81,94	39,25	35,97	30,00
17	Victoria	12	29/11/11	57,08	50,00	75,56	29,50	26,11	28,50

(continuação)

18	Bartolomeu	13	03/02/12	144,17	54,50	183,89	30,50	81,94	27,50
19	Bartolomeu	13	03/02/12	51,81	62,00	175,56	32,50	69,72	27,50
20	Lyra	9	06/03/12	53,19	61,50	97,50	35,00	25,42	28,50
21	Lyra	9	06/03/12	66,81	58,00	96,67	38,50	48,75	30,00
22	Nego	2	06/03/12	56,94	54,00	200,28	28,50	50,56	28,00
23	Big	8	27/03/12	97,08	52,00	117,22	27,50	32,50	28,50
24	Tifanny	12	17/05/12	33,75	54,50	105,83	34,50	17,36	27,00
25	Boris	9	21/06/12	47,22	59,50	92,08	29,00	29,03	21,50
26	Yuri	10	15/08/12	74,58	52,00	103,89	32,50	21,53	28,00
27	Cherry	9	06/09/12	18,89	65,00	43,06	29,00	29,58	28,50
28	Yanni	10	02/10/12	66,11	64,00	98,89	33,00	32,64	25,50
29	Yanni	10	02/10/12	85,69	59,50	113,61	32,50	15,97	25,00
30	Snow	11	06/11/12	64,72	49,00	103,33	27,50	11,39	20,00
31	Pedro	8	06/11/12	71,53	48,50	110,56	28,00	24,86	26,50
32	Snow	11	06/11/12	66,81	51,00	91,81	27,00	17,50	29,00
33	Nina	12	30/01/13	31,11	54,00	117,92	32,50	26,67	24,50
34	Nina	12	30/01/13	41,81	57,50	134,31	33,00	45,97	27,00
35	Lili	14	20/02/13	12,50	56,00	43,06	28,50	19,86	31,50
36	Lili	14	20/02/13	9,03	52,50	57,92	38,50	6,53	31,50
37	Kiara	6	01/03/13	78,19	39,00	206,81	26,50	35,97	25,50
38	Pitty	6	05/03/13	112,92	39,50	136,67	25,50	28,06	26,00
39	Pitty	6	05/03/13	114,58	41,00	188,61	26,00	38,47	26,50
40	Xumi	7	28/03/13	8,19	50,00	22,50	28,00	17,22	22,00
41	Xumi	7	28/03/13	30,56	41,00	39,17	32,00	10,28	27,00
42	Sheik	9	16/04/13	118,06	44,00	124,44	27,50	39,72	27,50
43	Babuch	2	02/05/13	71,39	48,50	61,53	26,50	30,69	20,50
44	Pepe	9	07/05/13	87,78	46,50	198,61	26,00	23,47	26,00
45	Pepe	9	07/05/13	92,22	46,50	131,11	23,00	33,61	25,00
46	Meg	11	19/06/13	24,03	56,00	65,56	31,50	39,17	30,00
47	Lizz	7	24/09/13	67,64	48,00	121,25	27,50	34,17	27,00
48	Jade	13	27/09/13	140,28	50,50	117,64	29,50	20,00	22,00

Tabela 12 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados com catarata hipermadura, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Mike	6	04/10/07	11,94	69,00	180,42	38,00	35,42	30,00
2	Meg	11	18/02/08	20,00	55,50	89,86	30,50	14,86	27,00
3	Meg	11	18/02/08	17,08	55,50	92,22	30,00	28,19	27,50
4	Esmeralda	10	10/02/09	45,00	64,50	79,72	28,50	41,94	31,50
5	Esmeralda	10	10/02/09	16,94	64,00	100,97	34,50	22,50	25,50
6	Lucky	14	06/05/10	83,61	70,50	67,08	30,50	21,11	28,50
7	Penelope	6	20/05/10	130,14	53,50	73,85	28,50	35,42	27,00
8	Penelope	6	20/05/10	116,53	66,50	79,31	29,50	25,83	22,50
9	Fredy	4	22/06/10	32,92	71,00	113,75	39,50	49,31	30,50
10	Victoria	12	29/11/11	22,64	65,50	83,47	32,50	35,56	29,00
11	Kika	11	21/12/11	16,25	63,50	96,11	34,00	24,58	30,00
12	Billy	12	29/02/12	102,08	56,75	193,89	36,25	55,69	24,25
13	Billy	12	29/02/12	112,36	58,00	196,11	30,00	61,53	28,25
14	Boris	9	21/06/12	54,03	60,00	116,81	30,50	68,61	26,50
15	Buldoguinho	5	02/08/12	168,61	62,50	157,78	32,00	38,33	27,50
16	July	14	30/11/12	43,47	54,50	65,42	28,00	28,89	27,00
17	July	14	30/11/12	28,06	53,50	57,36	39,00	21,11	19,00
18	Scooby	8	05/02/13	93,75	50,00	110,97	26,50	43,89	24,00
19	Kiara	6	01/03/13	119,58	42,00	191,40	25,00	39,17	25,00
20	Dot	9	05/03/13	118,47	51,00	189,72	31,00	40,69	25,50
21	Dot	9	05/03/13	146,94	57,50	178,06	30,00	45,97	26,00
22	Haley	4	16/03/13	77,50	55,00	103,39	28,00	31,39	27,50
23	Haley	4	16/03/13	55,14	62,50	115,28	29,00	24,17	26,50
24	Jack	3	05/04/13	82,08	50,00	128,33	27,00	39,58	24,50
25	Loren	12	16/05/13	62,92	52,00	91,81	30,00	37,78	27,00
26	Loren	12	16/05/13	24,03	62,50	75,14	38,00	27,50	19,50
27	Thor	6	01/10/13	97,08	56,00	198,47	30,50	34,31	27,50
28	Pitty	7	17/10/13	29,72	69,00	45,97	25,00	22,92	30,00
29	Pitty	7	17/10/13	42,22	49,50	41,67	19,00	30,69	26,00
30	Mel	9	19/11/13	45,00	52,50	86,94	27,00	27,08	22,00
31	Mel	9	19/11/13	79,72	54,00	132,50	28,75	28,75	26,50

Tabela 13 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados na faixa etária de 1 a 5 anos, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Sandy	3	06/05/06	36,94	63,00	100,14	38,00	42,08	29,25
2	Fred	5	21/08/07	91,81	56,00	131,39	28,00	20,56	27,00
3	Fred	5	21/08/07	44,03	61,50	115,56	26,50	29,03	30,00
4	Twily	5	29/09/07	23,33	64,50	64,44	33,50	16,67	34,50
5	Twily	5	29/09/07	50,28	60,50	64,17	30,00	10,69	27,00
6	Nina	2	23/09/08	54,44	54,00	96,81	32,50	24,72	27,50
7	Nina	2	23/09/08	45,50	60,00	209,31	35,00	17,64	32,50
8	Baby	1	28/07/09	65,28	55,50	222,64	36,00	46,81	28,50
9	Baby	1	28/07/09	66,25	62,50	227,50	33,50	22,08	22,00
10	Kim	5	02/02/10	94,31	52,00	184,03	28,00	44,72	25,50
11	Kim	5	02/02/10	87,64	52,50	140,56	27,00	49,86	24,50
12	Fredy	4	22/06/10	55,00	67,00	154,03	37,50	51,94	29,00
13	Fredy	4	22/06/10	32,92	71,00	113,75	39,50	49,31	30,50
14	Larry	3	30/11/10	83,33	68,00	206,67	33,50	71,39	29,50
15	Larry	3	30/11/10	83,75	63,50	262,22	28,00	45,14	18,00
16	Miucha	2	02/03/12	56,67	54,00	153,33	28,50	40,97	25,00
17	Miucha	2	02/03/12	14,44	53,00	92,50	34,50	33,19	26,00
18	Nego	2	06/03/12	60,00	51,50	141,67	30,50	41,94	32,50
19	Nego	2	06/03/12	56,94	54,00	200,28	28,50	50,56	28,00
20	Buldoguinho	5	02/08/12	168,61	62,50	157,78	32,00	38,33	27,50
21	Buldoguinho	5	02/08/12	178,19	56,75	227,78	35,75	40,56	24,50
22	Lino	2	01/02/13	100,42	55,50	134,03	25,50	21,94	28,00
23	Lino	2	01/02/13	55,69	51,50	129,86	25,50	16,25	21,00
24	Haley	4	16/03/13	77,50	55,00	103,39	28,00	31,39	27,50
25	Haley	4	16/03/13	55,14	62,50	115,28	29,00	24,17	26,50
26	Jack	3	05/04/13	82,08	50,00	128,33	27,00	39,58	24,50
27	Jack	3	05/04/13	39,58	45,50	157,78	32,00	47,78	23,50
28	Babuch	2	02/05/13	52,64	44,50	89,31	28,00	15,28	17,50
29	Babuch	2	02/05/13	71,39	48,50	61,53	26,50	30,69	20,50
30	Nick	3	08/05/13	62,22	58,50	127,36	31,00	44,86	24,50
31	Nick	3	08/05/13	71,39	57,00	122,78	30,50	49,17	25,50
32	Sofia	5	17/12/13	75,28	42,00	140,28	25,00	33,89	21,50
33	Sofia	5	17/12/13	88,61	43,50	119,72	26,50	31,94	24,00

Tabela 14 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados na faixa etária de 6 a 10 anos, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Cindy	7	30/11/06	29,03	60,50	105,42	31,25	15,97	32,50
2	Nina	8	30/11/06	22,64	58,75	109,58	39,50	26,39	25,75
3	Nina	8	30/11/06	51,67	56,75	137,50	28,75	22,50	33,00
4	Mike	6	04/10/07	56,39	70,00	128,06	34,00	26,94	27,50
5	Mike	6	04/10/07	11,94	69,00	180,42	38,00	35,42	30,00
6	Nina	9	09/11/07	47,22	66,50	89,03	28,50	26,53	24,00
7	Nina	9	09/11/07	60,14	57,50	92,64	30,50	30,97	30,00
8	Belle	7	03/09/08	65,14	50,00	99,58	29,50	19,72	23,50
9	Belle	7	03/09/08	53,61	44,50	62,64	26,00	5,69	19,00
10	Tequila baby	8	25/09/08	58,33	51,50	104,58	29,50	14,58	22,50
11	Tequila baby	8	25/09/08	57,22	52,00	106,94	32,00	5,83	21,50
12	Esmeralda	10	10/02/09	45,00	64,50	79,72	28,50	41,94	31,50
13	Esmeralda	10	10/02/09	16,94	64,00	100,97	34,50	22,50	25,50
14	Ceejae	8	04/05/09	29,17	65,00	89,03	31,50	28,61	24,00
15	Ceejae	8	04/05/09	39,17	54,50	70,28	30,50	11,25	21,50
16	Vidinha	6	02/06/09	43,47	64,50	123,47	42,50	21,53	25,00
17	Vidinha	6	02/06/09	44,72	65,00	119,86	34,50	18,06	28,00
18	Bidu	7	08/07/09	116,81	61,50	180,56	30,00	28,75	27,50
19	Bidu	7	08/07/09	54,03	66,00	140,28	35,00	35,14	25,00
20	Charles Junior	8	15/09/09	96,11	69,50	85,83	29,50	22,36	20,50
21	Charles Junior	8	15/09/09	94,44	67,50	103,61	30,50	25,56	23,50
22	Max	7	17/10/09	51,25	60,00	124,44	35,00	36,25	29,25
23	Max	7	17/10/09	47,92	60,50	91,11	32,50	27,92	26,25
24	Hugo	10	04/03/10	25,56	57,00	42,36	30,50	10,14	27,00
25	Kika	6	04/03/10	94,72	58,50	115,69	35,50	20,42	24,00
26	Hugo	10	04/03/10	22,22	57,50	44,58	31,50	15,28	28,50
27	Kika	6	04/03/10	41,53	60,00	110,83	37,50	17,50	25,50
28	Penelope	6	20/05/10	130,14	53,50	73,85	28,50	35,42	27,00
29	Penelope	6	20/05/10	116,53	66,50	79,31	29,50	25,83	22,50
30	Vicky	7	25/06/10	74,03	58,00	82,22	31,50	38,89	26,00
31	Vicky	7	25/06/10	37,78	65,00	94,72	29,50	22,64	26,00
32	Judy	9	10/02/11	103,06	55,00	111,11	38,50	28,06	21,50
33	Judy	9	10/02/11	49,44	63,00	94,72	34,50	16,94	20,00

(continuação)

34	Laisa	10	21/07/11	71,11	55,00	84,72	27,00	19,72	24,50
35	Laisa	10	21/07/11	28,89	63,00	75,56	31,50	22,92	27,50
36	Lali	9	04/11/11	49,58	63,50	69,86	29,50	20,69	28,50
37	Lali	9	04/11/11	55,42	57,50	93,33	28,50	19,86	27,00
38	Nina	9	12/01/12	12,22	53,00	25,89	27,50	17,78	29,00
39	Nina	9	12/01/12	53,19	53,50	135,83	32,00	27,78	24,50
40	Pingo	9	01/03/12	46,94	52,50	99,31	28,50	47,22	28,00
41	Pingo	9	01/03/12	32,22	46,00	88,06	28,50	29,86	25,00
42	Lyra	9	06/03/12	53,19	61,50	97,50	35,00	25,42	28,50
43	Lyra	9	06/03/12	66,81	58,00	96,67	38,50	48,75	30,00
44	Big	8	27/03/12	119,86	54,50	153,33	26,50	32,78	25,50
45	Big	8	27/03/12	97,08	52,00	117,22	27,50	32,50	28,50
46	Boris	9	21/06/12	54,03	60,00	116,81	30,50	68,61	26,50
47	Boris	9	21/06/12	47,22	59,50	92,08	29,00	29,03	21,50
48	Yuri	10	15/08/12	74,58	52,00	103,89	32,50	21,53	28,00
49	Yuri	10	15/08/12	89,72	48,75	101,67	29,25	33,61	27,50
50	Cherry	9	06/09/12	18,89	65,00	43,06	29,00	29,58	28,50
51	Cherry	9	06/09/12	7,92	66,50	66,81	39,00	19,17	27,50
52	Yanni	10	02/10/12	66,11	64,00	98,89	33,00	32,64	25,50
53	Yanni	10	02/10/12	85,69	59,50	113,61	32,50	15,97	25,00
54	Pedro	8	06/11/12	53,06	40,50	95,00	27,50	22,92	26,50
55	Pedro	8	06/11/12	71,53	48,50	110,56	28,00	24,86	26,50
56	Sol	6	23/11/12	148,89	47,50	159,03	26,00	21,39	21,50
57	Sol	6	23/11/12	172,92	47,50	186,67	27,00	31,11	24,50
58	Scooby	8	05/02/13	66,81	40,50	116,67	27,50	34,17	23,00
59	Scooby	8	05/02/13	93,75	50,00	110,97	26,50	43,89	24,00
60	Kiara	6	01/03/13	78,19	39,00	206,81	26,50	35,97	25,50
61	Kiara	6	01/03/13	119,58	42,00	191,40	25,00	39,17	25,00
62	Dot	9	05/03/13	118,47	51,00	189,72	31,00	40,69	25,50
63	Pitty	6	05/03/13	112,92	39,50	136,67	25,50	28,06	26,00
64	Dot	9	05/03/13	146,94	57,50	178,06	30,00	45,97	26,00
65	Pitty	6	05/03/13	114,58	41,00	188,61	26,00	38,47	26,50
66	Xumi	7	28/03/13	8,19	50,00	22,50	28,00	17,22	22,00
67	Xumi	7	28/03/13	30,56	41,00	39,17	32,00	10,28	27,00
68	Gutty	10	09/04/13	136,53	42,00	198,47	26,50	45,56	23,00
69	Gutty	10	09/04/13	167,22	44,00	201,11	27,00	42,64	25,00
70	Sheik	9	16/04/13	118,06	44,00	124,44	27,50	39,72	27,50

(continuação)

71	Sheik	9	16/04/13	66,53	50,00	128,33	24,00	17,64	25,50
72	Pepe	9	07/05/13	87,78	46,50	198,61	26,00	23,47	26,00
73	Pepe	9	07/05/13	92,22	46,50	131,11	23,00	33,61	25,00
74	Bonno	9	13/08/13	93,06	49,00	115,83	30,50	27,92	23,50
75	Bonno	9	13/08/13	187,50	44,00	185,28	24,50	62,50	26,00
76	Lizz	7	24/09/13	67,64	48,00	121,25	27,50	34,17	27,00
77	Thor	6	01/10/13	70,72	48,50	92,50	29,50	35,14	26,50
78	Thor	6	01/10/13	97,08	56,00	198,47	30,50	34,31	27,50
79	Pitty	7	17/10/13	29,72	69,00	45,97	25,00	22,92	30,00
80	Pitty	7	17/10/13	42,22	49,50	41,67	19,00	30,69	26,00
81	Mel	9	19/11/13	45,00	52,50	86,94	27,00	27,08	22,00
82	Mel	9	19/11/13	79,72	54,00	132,50	28,75	28,75	26,50

Tabela 15 - Nome, idade, data da realização do exame e valores obtidos no eletrorretinograma de campo total dos animais classificados na faixa etária de 11 a 15 anos, no período de 2006 a 2013

	Nome	Idade	Data exame	Bastonete		Máxima Resposta		Cones	
		(anos)		amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)	amp. (µV)	temp (ms)
1	Kim	15	08/06/06	15,97	75,00	70,00	36,75	18,47	30,50
2	Kim	15	08/06/06	10,69	73,75	92,78	35,75	15,42	28,74
3	Meg	11	18/02/08	20,00	55,50	89,86	30,50	14,86	27,00
4	Meg	11	18/02/08	17,08	55,50	92,22	30,00	28,19	27,50
5	Lucky	14	06/05/10	83,61	70,50	67,08	30,50	21,11	28,50
6	Pop	13	04/03/11	40,42	61,50	133,06	29,50	62,78	25,50
7	Pop	13	04/03/11	67,50	60,50	111,67	30,50	40,28	27,50
8	Ted	12	05/05/11	78,75	48,50	100,42	30,00	35,14	26,00
9	Ted	12	05/05/11	47,64	50,50	66,53	30,00	25,97	20,00
10	Meg	12	05/11/11	42,78	58,75	81,94	39,25	35,97	30,00
11	Meg	12	05/11/11	75,14	55,00	99,44	27,50	44,17	27,00
12	Victoria	12	29/11/11	22,64	65,50	83,47	32,50	35,56	29,00
13	Victoria	12	29/11/11	57,08	50,00	75,56	29,50	26,11	28,50
14	Kika	11	21/12/11	7,92	49,00	76,81	42,50	34,44	32,00
15	Kika	11	21/12/11	16,25	63,50	96,11	34,00	24,58	30,00
16	Bartolomeu	13	03/02/12	144,17	54,50	183,89	30,50	81,94	27,50
17	Bartolomeu	13	03/02/12	51,81	62,00	175,56	32,50	69,72	27,50
18	Billy	12	29/02/12	102,08	56,75	193,89	36,25	55,69	24,25
19	Billy	12	29/02/12	112,36	58,00	196,11	30,00	61,53	28,25

(continuação)

20	Vicky	11	20/03/12	137,50	58,50	129,72	32,50	41,25	25,50
21	Vicky	11	20/03/12	47,08	62,50	117,50	39,00	50,14	28,00
22	Tifanny	12	17/05/12	55,00	56,00	121,94	33,00	17,22	26,50
23	Tifanny	12	17/05/12	33,75	54,50	105,83	34,50	17,36	27,00
24	Snow	11	06/11/12	64,72	49,00	103,33	27,50	11,39	20,00
25	Snow	11	06/11/12	66,81	51,00	91,81	27,00	17,50	29,00
26	July	14	30/11/12	43,47	54,50	65,42	28,00	28,89	27,00
27	July	14	30/11/12	28,06	53,50	57,36	39,00	21,11	19,00
28	Nina	12	30/01/13	31,11	54,00	117,92	32,50	26,67	24,50
29	Nina	12	30/01/13	41,81	57,50	134,31	33,00	45,97	27,00
30	Lili	14	20/02/13	12,50	56,00	43,06	28,50	19,86	31,50
31	Lili	14	20/02/13	9,03	52,50	57,92	38,50	6,53	31,50
32	Jhussy	11	24/04/13	33,61	65,00	63,19	36,00	18,75	31,00
33	Jhussy	11	24/04/13	54,44	51,50	111,81	30,00	20,14	28,00
34	Loren	12	16/05/13	62,92	52,00	91,81	30,00	37,78	27,00
35	Loren	12	16/05/13	24,03	62,50	75,14	38,00	27,50	19,50
36	Meg	11	19/06/13	40,42	66,50	36,11	29,50	32,36	27,50
37	Meg	11	19/06/13	24,03	56,00	65,56	31,50	39,17	30,00
38	Rick	13	03/07/13	67,92	61,00	41,53	32,50	29,44	26,00
39	Rick	13	03/07/13	40,69	75,00	67,64	35,50	24,86	21,50
40	Jade	13	27/09/13	140,28	50,50	117,64	29,50	20,00	22,00
41	Jade	13	27/09/13	71,94	47,00	78,89	30,00	16,67	23,50
42	Milady	13	12/11/13	55,00	50,00	130,83	31,00	82,50	26,00