

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

Geórgia Nadalini Rodrigues

**ESTUDO CLÍNICO DA FACOEMULSIFICAÇÃO EM CÃES,
COM E SEM IMPLANTE DE
LENTE INTRA-OCULAR EM *PIGGYBACK***

Botucatu
2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Rodrigues, Geórgia Nadalini.

Facoemulsificação, para extração de catarata em cães, com e sem implante de lente intra-ocular em *piggyback*: efeitos na pressão intra-ocular, morfologia das células endoteliais, espessura e curvatura da córnea / Geórgia Nadalini Rodrigues. – 2004.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2004.

Orientador: José Joaquim Titton Ranzani

Assunto CAPES: 50501003

1. Oftalmologia veterinária 2. Lentes intra-oculares

CDD 636.708977

Palavras-chave: Cão; Catarata; Facoemulsificação; Lente intra-ocular

DEDICO

Ao meu marido Celso, pelo amor, auxílio e compreensão;
aos meus pais Eduardo e Maria Helena, pelo apoio, amor e dedicação;
ao meu irmão Fernando, pelo carinho e apoio.

OFEREÇO

À minha amada Vó Mara, que sempre foi fonte de inspiração, admiração e
profundo amor.

Saudades

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao **Prof. Dr. José Joaquim Tilton Ranzani**, que além de orientar e possibilitar a execução deste projeto, sempre foi um grande amigo e sábio conselheiro. Pessoa essa, tão especial e querida, que torna difícil expressar em palavras nossos sentimentos; seria como um maestro, cujo papel é fundamental à harmonia e sucesso de uma orquestra.

Ao **Prof. Dr. Antonio Carlos Lottelli Rodrigues**, quem auxiliou na execução do procedimento cirúrgico deste projeto, além de fornecer sugestões valiosas para seu engrandecimento e desenvolvimento.

À **Profa. Dra. Cláudia Valéria Seullner Brandão**, a qual participou ativamente na execução deste projeto, além de ser uma grande amiga em todos os momentos.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, processo nº 00/07449-3, pela concessão da Bolsa de Doutorado.

À **Profa. Dra. Silvana Archioli Schellini**, pelo apoio que sempre nos estimulou e incentivou, pelas sugestões e conselhos valiosos e, também, por sua amizade.

À minha “irmã”, **Daniela Nogueira Cremonini**, amiga de todas as horas, que me acompanhou desde o início e, sem dúvida, foi fundamental para a concretização deste projeto. Uma amizade tão preciosa, que tenho certeza que será eterna.

Aos colegas da oftalmologia, a quem julgo grandes amigos: **Luciana Sousa de Albuquerque Lima, Tiago Palmeira Peixoto, João Leandro Vera Chiurciu e Luis Felipe Lima Pompeu Marinho**, pela colaboração e dedicação, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

À amiga **Rosana Maria de Oliveira Clark**, cuja realização das anestésias foi essencial ao desenvolvimento deste projeto, além de proporcionar agradáveis momentos de trabalho.

AGRADECIMENTOS

Às queridas **Sandra Regina Torelli, Ana Carolina Mortari, Juliany Gomes Quitzan e Rita de Cássia Collicchio Zuanaze**, pela amizade e apoio.

À **Sonia Maria Moreci Ranzani**, por todo apoio e gratificante amizade durante todo esse período.

Aos amigos **Fabiano Braz e Andrea Camhaji**, pelo carinho e apoio.

À **Profa. Dra. Lídia Raquel de Carvalho**, pela execução das análises estatísticas.

Ao **Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, pelo apoio na execução deste projeto.

Ao **Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, na pessoa do **Prof. Dr. Raimundo Souza Lopes**, pela cessão das instalações para execução deste projeto.

Aos **residentes da Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, pela colaboração e amizade.

Aos **residentes da Anestesiologia Veterinária, do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, pela colaboração e amizade.

Às **funcionárias da Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, especialmente à **Ana Maria Sauer Tardivo**, pelo apoio na execução deste projeto.

Aos **residentes da Clínica Médica de Pequenos Animais do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, pela execução das avaliações cardíacas compreendidas neste projeto.

À **Profa. Dra. Denise Saretta Schwartz**, pela colaboração nas avaliações cardíacas e, também, pela amizade.

Aos **residentes e funcionários do Laboratório Clínico do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, pela execução dos exames laboratoriais compreendidos neste projeto.

Aos **residentes e funcionários da Radiologia do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu**, pela execução dos exames radiológicos compreendidos neste projeto.

Aos funcionários **Antonio Claudio Morales Junior, Roberta Bosco Dellevedove, Izabel Cristina Castro e Luiz Antonio de Souza Pinto**, pelo apoio e amizade.

À **Solange Daltin Emílio**, ex-funcionária do Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Campus de Botucatu, pela amizade e momentos compartilhados.

Aos funcionários do setor de arquivo, **Adelino Antonio Figueira, Neuza Vieira Pireto e Dina Moraes Pelares**, pela cooperação e paciência.

À todos os funcionários da veterinária que, de maneira direta ou indireta, tornaram possível a execução deste projeto.

À todos os funcionários da Biblioteca, pela colaboração e amizade.

À querida **Cleusa Ribeiro de Oliveira**, pelo carinho, amizade e apoio que sempre ajudaram a enfrentar as dificuldades.



“Obrigada por ter me devolvido a vontade de viver.
Viver na escuridão não tem sentido, mas agora
posso desfrutar de cada momento.”

Patrícia de Guadalupe B. Aucélio / Lili

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento do olho canino após a cirurgia para extração de catarata, com e sem implante de lente intra-ocular (LIO) em *piggyback*, frente a pressão intra-ocular, espessura e curvatura corneanas, densidade e área das células do endotélio da córnea. Empregaram-se, 25 animais da espécie canina de sexo, raça e idades variadas, portadores de catarata, subdivididos em 4 grupos designados por G1 (cães portadores de catarata imatura, com implante de LIO), G2 (cães portadores de catarata madura, com implante de LIO), G3 (cães portadores de catarata imatura, sem implante de LIO) e G4 (cães portadores de catarata madura, sem implante de LIO). A técnica cirúrgica adotada para remoção da catarata foi a facoemulsificação bimanual. As avaliações da pressão intra-ocular, curvatura e espessura da córnea, foram aferidas antes do procedimento cirúrgico (0) e nos tempos 3, 7, 14, 21, 28 e 60 dias após o ato cirúrgico, enquanto que, as avaliações da densidade e área das células do endotélio corneano foram realizadas antes do procedimento cirúrgico (0) e nos tempos 7, 28 e 60 dias após o procedimento cirúrgico. A estatística utilizada foi a Análise de Perfil, seguida do método de Tukey para comparações múltiplas, com nível de significância de 5%. Os resultados referentes aos parâmetros avaliados não demonstraram diferença significativa entre os quatro grupos analisados, no entanto, houve diferença na comparação entre os olhos operados e os contra-laterais. A avaliação qualitativa realizada durante o pós-operatório demonstrou uma maior reação inflamatória e um maior índice de complicações entre os animais dos grupos 1 e 2. Concluí-se que, frente aos parâmetros avaliados, não houve diferença entre os grupos, no entanto, demonstrou-se diferença

entre o olho operado e não-operado. Entretanto, o pós-operatório dos animais dos grupos 1 e 2 revelou-se mais complicado, expressando uma reação inflamatória mais exacerbada e um maior índice de complicações.

Palavras-chave: cão; catarata; facoemulsificação; lente intra-ocular.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effects in intraocular pressure, central corneal thickness, corneal curvature, cellular density and area of corneal endothelium after surgery for cataract extraction with and without intraocular lens (IOL) implantation using piggyback technique in eyes of dogs. A total of 25 dogs were divided into 4 groups: Group 1 (dogs with immature cataract and with IOL implantation), Group 2 (dogs with mature cataract and with IOL implantation), Group 3 (dogs with immature cataract and without IOL implantation) and Group 4 (dogs with mature cataract and without IOL implantation). The surgical technique performed was bimanual phacoemulsification. Intraocular pressure, central corneal thickness and corneal curvature were measured before surgery (0) and at 3, 7, 14, 21, 28, 60 days of postoperative. Cellular density and area of corneal endothelium were measured before surgery and at 7, 28, 60 days of postoperative. Statistical analysis was performed using variance analysis (profile) and Tukey test for multiple comparison with significance at $p < 0.05$. The 4 groups did not differ significantly with respect to parameters evaluated. There was, however, a significant difference between the two eyes (operated and non-operated). However, the dogs of groups 1 and 2 had more complicate postoperative with more severe ocular inflammation and number of complications.

Key word: dog; cataract; phacoemulsification; intraocular lens.

SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
1	Introdução e revisão da literatura 15
2	Objetivos 36
3	Material e métodos 38
3.1	Animais de experimentação 38
3.2	Procedimento anestésico 40
3.3	Procedimento cirúrgico 40
3.4	Parâmetros analisados 42
3.4.1	Densidade e área das células do endotélio corneano 42
3.4.2	Curvatura corneana (astigmatismo) 43
3.4.3	Espessura corneana 43
3.4.4	Pressão intra-ocular 43
3.4.5	Comprimento axial do bulbo ocular e cálculo da lente intra-ocular 44
3.5	Análise estatística 44
4	Resultados 59
4.1	Comprimento axial do bulbo ocular e cálculo da lente intra-ocular 59
4.2	Pressão intra-ocular 60
4.3	Espessura corneana 70
4.4	Astigmatismo corneano 79
4.5	Densidade celular do endotélio corneano 88

4.6	Área celular do endotélio corneano	97
4.6.1	Coefficiente de variação celular	103
4.7	Avaliações qualitativas durante o pós-operatório	109
4.8	Complicações observadas durante o pós-operatório	117
5	Discussão	120
6	Conclusões	126
7	Referências bibliográficas	129

1 INTRODUÇÃO E REVISÃO DA LITERATURA

O globo ocular é composto de três camadas (ou túnicas) básicas. A camada mais externa, denominada túnica fibrosa ou externa, é composta pela córnea e esclera. A segunda camada, denominada túnica média ou vascular, é composta pela úvea que, por sua vez, compõe-se de três estruturas a íris, o corpo ciliar e a coróide. A terceira e a mais interna das camadas é denominada túnica nervosa e constitui-se pela retina e nervo óptico (HELPER, 1989; GELATT, 1991). As três túnicas contêm os meios transparentes internos do globo ocular, denominados de humor aquoso, cristalino e vítreo. Tais meios atuam, coletivamente, na função de transmissão e refração da luz para a retina e, também, na manutenção da pressão intra-ocular, a qual é responsável pelo formato e firmeza do globo ocular (GELATT, 1991).

As principais estruturas refrativas do globo ocular são a córnea e o cristalino. O poder da refração dessas estruturas é determinado pelo seu raio de curvatura e índices de refração entre os meios (SLATTER, 1990). A córnea é a estrutura que possui o maior poder óptico do globo ocular. Tal poder está diretamente relacionado à diferença nos índices de refração entre o ar e o tecido (GELATT, 1991).

O cristalino (ou lente) é uma estrutura elipsóide, biconvexa, transparente e avascular, ancorada equatorialmente ao corpo ciliar através das fibras zonulares, que o mantém suspenso posteriormente à íris e anteriormente ao vítreo. Devido a sua condição avascular, a nutrição do cristalino provém do humor aquoso e do vítreo. O raio de curvatura das superfícies anterior e posterior diferem entre si, sendo a superfície anterior de menor curvatura relativamente à posterior. Os centros dessas superfícies são denominados de pólos anterior e posterior (SLATTER, 1990; FORRESTER et al., 1996).

As funções do cristalino consistem na transmissão da luz (devido à sua transparência), a refração da luz (devido à sua curvatura) e a focalização da imagem na retina

(devido à sua capacidade de acomodação). A acomodação visual é a alteração do grau de convexidade do cristalino e, portanto, da sua curvatura, possibilitando que objetos que se situem a diferentes distâncias tenham sua imagem focalizada na retina. A acomodação visual só é possível devido à elasticidade característica do cristalino e decorre da contração do músculo ciliar, a qual determina uma flacidez nos ligamentos zonulares e, por conseguinte, um aumento da convexidade do cristalino (SLATTER, 1990; GELATT, 1991; PEIFFER JR. & PETERSEN-JONES, 1997).

O cristalino é composto por uma cápsula, um epitélio anterior, células (fibras) do cristalino e substância amorfa, podendo ser dividido em regiões denominadas córtex (região mais externa, próxima a cápsula) e núcleo (região central) (SLATTER, 1990). O cristalino dos animais domésticos é, proporcionalmente, maior comparativamente ao do homem. No cão, o cristalino possui, aproximadamente, um volume de 0,5ml, 7mm de comprimento antero-posterior e um diâmetro equatorial de 10mm (GELATT, 1991).

A catarata é uma condição freqüente em cães e pode ser considerada uma das principais causas de cegueira nesta espécie. Catarata pode ser definida como a opacidade do cristalino ou de sua cápsula, decorrente de alterações da arquitetura lamelar de suas fibras ou cápsula (BARNETT, 1985; JOHNSON & MILLER, 1990; GELATT, 1991; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997). Diversas etiologias têm sido implicadas à catarata, porém, na maioria dos casos, esta permanece desconhecida (BARNETT, 1985).

As cataratas podem ser classificadas levando-se em consideração diferentes parâmetros, tais como: a idade do animal no momento do aparecimento (GELATT, 1991; WHITLEY et al., 1993a); a posição anatômica da opacidade; o estágio de desenvolvimento da catarata; e a sua etiologia (BARNETT, 1985; FISCHER, 1989; DZIEZYC, 1990; JOHNSON & MILLER, 1990; GELATT, 1991; WHITLEY et al., 1993a; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997). A classificação, baseando-se na idade do animal no momento

da sua manifestação, determina as cataratas congênicas, as do desenvolvimento (juvenil e adulta) e as senis (FISCHER, 1989; GELATT, 1991; WHITLEY et al., 1993a). Quando a classificação é decorrente da posição anatômica da opacidade, as cataratas são denominadas nucleares, corticais ou capsulares. Utilizando-se, como parâmetro, o estágio de desenvolvimento, as cataratas podem apresentar-se nas formas incipiente, imatura, madura e hipermadura. Quando a classificação é de acordo com a etiologia, as cataratas podem denominar-se hereditárias, nutricionais, tóxicas, metabólicas e traumáticas (BARNETT, 1985; FISCHER, 1989; DZIEZYC, 1990; JOHNSON & MILLER, 1990; WHITLEY et al., 1993a; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997).

Segundo Barnett (1985) também é possível classificar as cataratas em primárias e secundárias, sendo, as primárias, aquelas cujo olho acometido não possui referências anteriores de doença ocular e o cristalino é a única estrutura ocular acometida; as cataratas secundárias são aquelas cuja opacidade do cristalino é decorrente de alguma afecção em outra estrutura ocular, como por exemplo, íris, coróide ou retina. Existem vários tipos de cataratas hereditárias primárias em cães e grande parte delas são raça-específica. Tipicamente, as cataratas hereditárias primárias manifestam-se nas primeiras semanas ou meses de vida e são progressivas, porém nem todas culminam para acometimento total do cristalino e perda da visão. Quase sempre são bilaterais, mas nem sempre são simétricas. As cataratas hereditárias secundárias estão sempre associadas a outra afecção hereditária, entre elas, a persistência da membrana pupilar, atrofia progressiva de retina, luxação de cristalino e glaucoma primário (BARNETT, 1985; BARNETT, 1988). Cataratas hereditárias já foram descritas em Poodle Standard (BARNETT & STARTUP, 1985), Pastor Alemão (BARNETT, 1986), Schnauzer miniatura (SHASTRY & REDDY, 1994), Golden e Labrador Retriever (CURTIS & BARNETT, 1989), Chow-Chow (COLLINS et al., 1992), Norwegian buhund (BARNETT, 1988; BJERKÅS & HAALAND, 1995) e Rottweiler (BJERKÅS & BERGSJØ, 1991).

No passado, diversas terapias médicas foram propostas para o tratamento da catarata, como, por exemplo, a utilização da superóxido dismutase e do ascorbato citrato de zinco, porém, estudos posteriores revelaram que tais drogas não possuíam efeitos curativos. Atualmente, é consenso mundial que a única abordagem para tratamento da catarata é cirúrgica, quer seja no homem ou animais (FISCHER, 1989; DZIEZYC, 1990). A primeira remoção cirúrgica de catarata em cão foi descrita na Europa no ano de 1880, mas a técnica só tornou-se uma prática médica veterinária popular por volta do ano 1950 (WHITLEY et al., 1993a). As técnicas cirúrgicas utilizadas para remoção da catarata têm sido modificadas com o passar dos anos, sempre no intuito de aumentar as taxas de sucesso do procedimento, com diminuição das complicações. As principais complicações advindas da cirurgia para extração da catarata incluem as uveítes anteriores, hifema, edema de córnea, opacidade de cápsula, descolamento de retina e glaucoma (DZIEZYC, 1990; DAVIDSON et al., 1991; WHITLEY et al., 1993b; WILLIAMS et al., 1996).

A técnica intracapsular foi a primeira a ser utilizada e consistia na remoção do cristalino intacto (núcleo, córtex e cápsulas) através de uma grande incisão da córnea próxima ou sobre o limbo. Tal técnica, porém, apresentava um grande número de complicações pós-operatórias, as quais comprometiam suas taxas de sucesso e determinaram o seu abandono em prol de uma nova técnica, a extração extracapsular (DZIEZYC, 1990; WHITLEY et al., 1993b; WILLIAMS et al., 1996). Variações da técnica intracapsular, utilizando sonda para congelamento do cristalino, as denominadas crioextrações, também foram utilizadas (WHITLEY et al., 1993b).

A extração extracapsular foi a técnica de escolha para remoção da catarata por aproximadamente 25 anos, sendo considerada a mais comum (DZIEZYC, 1990; BIGELBACH, 1993; WHITLEY et al., 1993b). Neste procedimento, o material do cristalino é extraído através da abertura e remoção da cápsula anterior, sendo mantida a cápsula posterior.

Tal procedimento determinou a diminuição das complicações, porém persistiu o inconveniente da necessidade de uma grande incisão corneana ou límbica, a qual induz ao colapso da câmara anterior e excessiva uveíte no pós-operatório (ROOKS et al., 1985; DZIEZYC, 1990; BIGELBACH, 1993; WHITLEY et al., 1993a; WHITLEY et al., 1993b;). Variações da técnica extracapsular têm sido descritas na literatura, todas com intuito de minimizar as complicações pós-operatórias. Existem relatos de crioextração (SHAFIUZAMA et al., 1998) e uma técnica extracapsular intercapsular, na qual a cápsula anterior só é removida no final da aspiração dos restos de materiais corticais, minimizando traumas no endotélio corneano e à úvea anterior (BIGELBACH, 1993).

Atualmente, a técnica de escolha para remoção da catarata é a facoemulsificação, a qual consiste na fragmentação do cristalino, utilizando-se ultra-som, com posterior aspiração do material emulsificado, através de uma pequena incisão de cerca de 3mm (DAVIDSON et al., 1991; NASISSE et al., 1991; BISTNER, 1992; WILLIAMS et al., 1996; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997). Segundo Whitley et al. (1993a), as taxas de sucesso utilizando esta técnica podem alcançar 95%, apresentando-se superior às demais. As vantagens da facoemulsificação advêm da possibilidade da pequena incisão que raramente induz ao colapso da câmara anterior, diminuindo significativamente a iridociclite no pós-operatório. Além disso, a incisão pequena resulta em uma mínima opacificação cicatricial, menor grau de astigmatismo induzido, recuperação mais rápida e uma menor probabilidade de deiscência da sutura (WHITLEY et al., 1993b). A opacidade da córnea é outra complicação possível na cirurgia para remoção da catarata; ela é decorrente de perda de células do endotélio corneano durante o procedimento cirúrgico. A facoemulsificação possui a vantagem de determinar uma perda menor de células endoteliais durante o seu procedimento em relação às outras técnicas e, portanto, oferece menor risco (deste tipo de complicação) (WILLIAMS et al., 1996).

A mais importante inovação na cirurgia para extração da catarata do século 20 é a facoemulsificação, introduzida por Kelman em 1967. A facoemulsificação permite a remoção da catarata através de uma pequena incisão, cerca de 3,0 mm, o que representa uma de suas vantagens, pois elimina, de maneira considerável, as complicações de cicatrização relacionadas as grandes incisões, necessárias aos outros métodos cirúrgicos e, portanto, determina um período de recuperação mais curto associado a menores restrições à atividades físicas (JAFFE et al., 1997). Além dos benefícios à cicatrização, incisões pequenas permitem ao cirurgião um melhor controle das estruturas intra-oculares durante o procedimento cirúrgico e uma menor injúria dos tecidos, determinando menor dor e inflamação no período pós-operatório. Incisões pequenas também possuem a grande vantagem de minimizarem o astigmatismo induzido pela cirurgia. A partir de 1985, a preferência da técnica de facoemulsificação em relação a extracapsular vem crescendo sem parar. Tal mudança na preferência dos cirurgiões deve-se ao fato do aprimoramento da técnica, associado ao desenvolvimento de melhores equipamentos. Estudos recentes demonstraram que 75% dos cirurgiões em Oftalmologia Humana utilizam a facoemulsificação, em 95% do tempo (Quadro 1).

Quadro 1: Utilização de técnicas cirúrgicas para extração de catarata em Oftalmologia Humana

Ano	Extração extracapsular (%)	Facoemulsificação (%)
1985	88	12
1991	33	67
1994	14	86

(JAFFE et al., 1997)

A facoemulsificação tornou-se o método preferido para extração da catarata em decorrência aos benefícios oferecidos tanto ao cirurgião como ao paciente (JAFFE et al., 1997). O aprendizado de novas técnicas cirúrgicas, com a manutenção da qualidade do procedimento ao paciente, acarreta em um período de treinamento do cirurgião. Os métodos de treinamento devem mimetizar, o máximo possível, situações reais que serão enfrentadas pelo cirurgião, porém, sem acarretar em riscos aos pacientes. Diversos estudos têm demonstrado diferentes métodos para o aprendizado da cirurgia da facoemulsificação, utilizando olhos de cadáveres, de animais ou artificiais (BORIRAK-CHANYAVAT et al., 1995). Os principais passos da técnica da facoemulsificação abordados na fase de treinamento compreendem a incisão, capsulorrexe, hidrodissociação e hidrodelineamento, facoemulsificação do cristalino e a inserção da lente intra-ocular (BORIRAK-CHANYAVAT et al., 1995).

Incisão

Diversos tipos de pequenas incisões podem ser utilizadas na cirurgia da facoemulsificação. Em Oftalmologia Humana, tanto as incisões esclerais tunelizadas como as localizadas em córnea clara tem sido utilizadas (JAFFE et al., 1997), porém, em Oftalmologia Veterinária, praticamente a totalidade das cirurgias é procedida através de incisões em córnea clara (GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997). A explicação para tal fato reside na grande dificuldade técnica para confecção das incisões esclerais, em cães, decorrente do tamanho maior do globo ocular, bem como do diâmetro corneano. As complicações mais frequentes de incisões esclerais tunelizadas são, o prolapso de íris, hemorragia excessiva do local da incisão e dificuldade de aspiração do córtex cristalino na posição correspondente às 12 horas (GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997).

O tipo de incisão em córnea clara tunelizada (auto-selante) de 3,2mm tem sido consagrada tanto em Oftalmologia Humana como na Veterinária. A localização é ideal para cães, associada ao fato de ser auto-selante, o que confere maior segurança na manutenção da câmara anterior e menor necessidade de sutura, o que determina um menor astigmatismo induzido. O comprimento da incisão necessita ser preciso, uma vez que incisões muito grandes perdem sua capacidade auto-selante e incisões demasiadamente pequenas podem acarretar em um excesso de aquecimento local com queimadura corneana. O tamanho da incisão está diretamente relacionada ao tamanho da ponteira do aparelho de facoemulsificação e, também, ao diâmetro da lente intra-ocular a ser utilizada (Figuras 1 e 2).

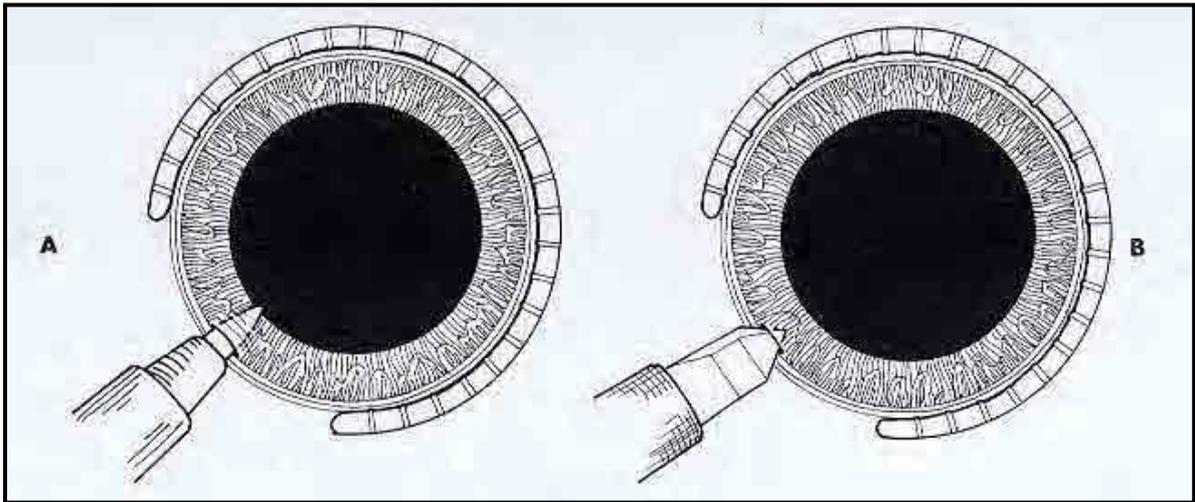


Figura 1: A, Incisão em córnea clara, procedida anteriormente a borda da arcada vascular. B, O ponto de penetração na córnea situa-se a uma distância de 2 mm (JAFPE et al., 1997)

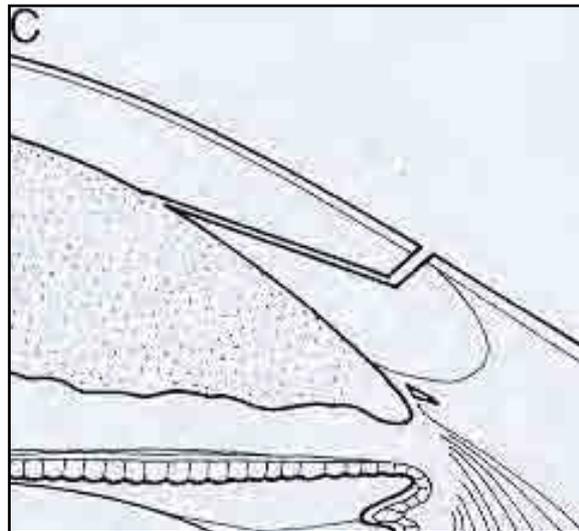


Figura 2: Incisão em córnea clara tunelizada, auto-selante (JAFPE et al., 1997).

A técnica bimanual necessita de uma segunda incisão, denominada incisão de serviço, cuja localização é de aproximadamente 80° da incisão principal. A incisão secundária possibilita a introdução do manipulador da lente, utilizado para rotacionar o núcleo e auxiliar na fratura do mesmo (Figura 3).

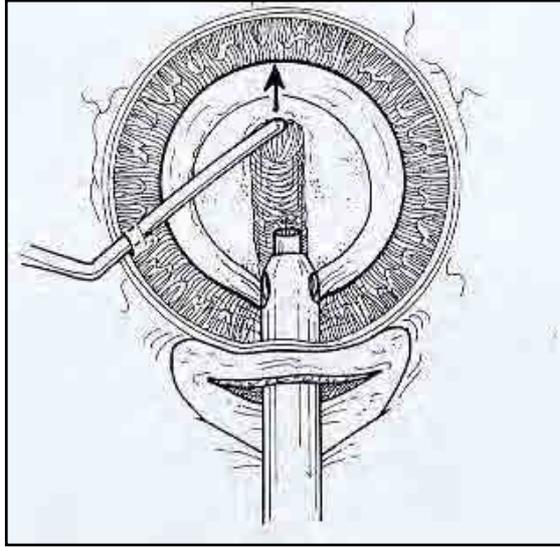


Figura 3: Técnica de facoemulsificação bimanual. Incisão principal (caneta do facoemulsificador) e secundária (manipulador de lente) (JAFÉ et al., 1997).

Capsulorrexe

A capsulorrexe é o termo utilizado para o tipo padrão de capsulectomia empregada na cirurgia de facoemulsificação. O termo é derivado da língua Grega, na qual a palavra *rhexis* significa furar, rasgar, romper e expressa exatamente o procedimento executado na cápsula anterior. A capsulorrexe, também denominada de capsulorrexe circular contínua ou curvilinear contínua, é a técnica na qual se rasga a cápsula anterior, respeitando suas propriedades mecânicas, formando um círculo completo. A borda circular contínua torna-se mais resistente, fornecendo uma maior segurança ao cirurgião nos procedimentos posteriores, de fragmentação e aspiração do núcleo, bem como na implantação da lente intra-ocular e manutenção de seu posicionamento. A capsulorrexe oferece um risco menor de extensão da rasgadura em direção da cápsula posterior, durante a manipulação intra-ocular. Para o procedimento da capsulorrexe utiliza-se substâncias viscoelásticas, para manutenção da câmara anterior. O emprego de corantes tal como o Azul de Tripan (0,1 ml/ intra-ocular) visa melhorar a visualização da cápsula anterior em cataratas muito desenvolvidas, denominadas “catarratas brancas” (MELLES et al., 1999). A pinça de Utrata, instrumento específico para confecção da capsulorrexe, facilita a confecção da capsulorrexe. Inicia-se a capsulorrexe com um pequeno rasgo no centro da cápsula anterior, o qual é puxado em direção a posição correspondente às 12:00 horas e posteriormente em direção ao lado esquerdo (anti-horária). Tal procedimento cria um flap central que rasga em padrão circular, puxado pela pinça Utrata, que em movimento circular faz o rasgo tangencial a circunferência do círculo (Figuras 4 e 5).

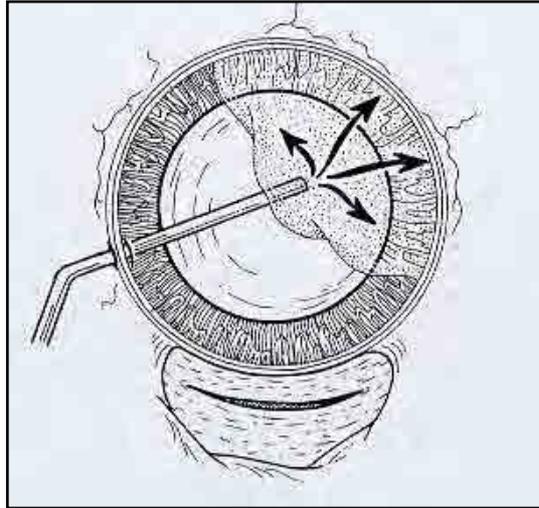


Figura 4: Injeção da substância viscoelástica na câmara anterior, através da incisão secundária (JAFPE et al., 1997).

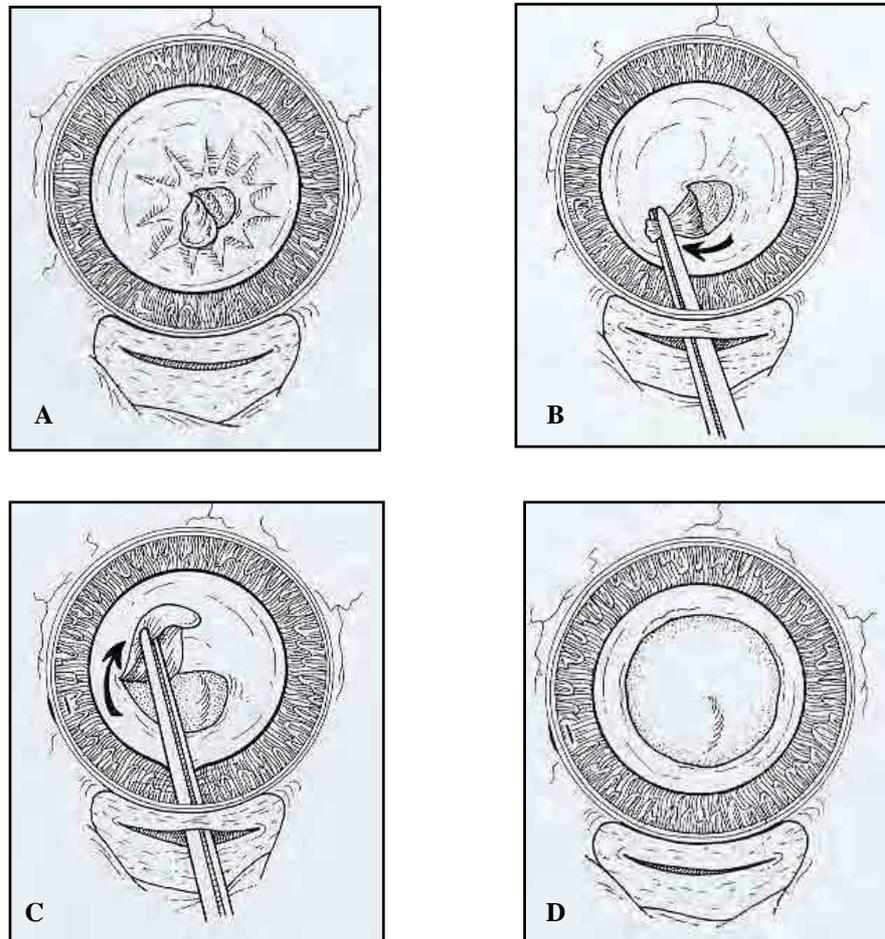


Figura 5: Passos (A, B, C e D) no procedimento da capsulorrexe, utilizando pinça de Utrata (JAFPE et al., 1997).

Hidrodissecção

A hidrodissecção é outra etapa importante para a realização da facoemulsificação e, tem como objetivo, a separação entre o córtex e o núcleo e, ocasionalmente, entre o córtex e a cápsula. Sua importância reside na liberação de aderências que fixam o núcleo ao córtex, ou o córtex à cápsula, o que facilitará a aspiração dos restos corticais. Adicionalmente, a camada hídrica irá desempenhar um papel protetor à cápsula posterior durante as manobras da facoemulsificação. A referida manobra é feita utilizando-se uma cânula de irrigação, introduzida logo abaixo da borda da capsulorrexe, procedendo-se um movimento de elevação das bordas da cápsula anterior, seguida da infusão, com certa pressão, de solução salina balanceada (BSS). O líquido irá propagar-se pela face posterior e drenar pelo lado oposto, formando uma onda líquida, observável somente nas cataratas em fases de desenvolvimento mais precoces, nas quais a opacidade do núcleo não se apresenta tão pronunciada. Após a hidrodissecção, torna-se possível rodar o núcleo utilizando a própria cânula (Figuras 6 e 7).

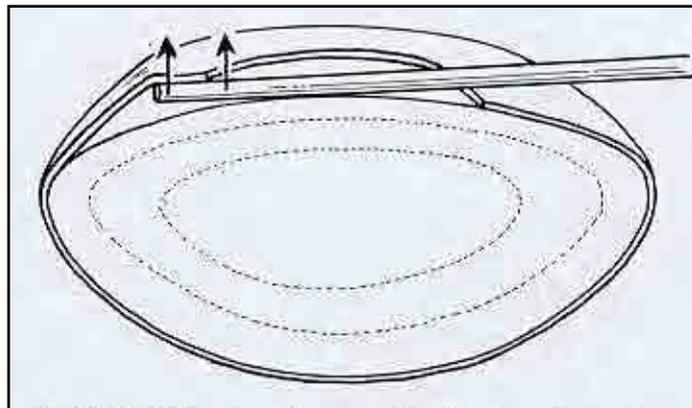


Figura 6: Início da manobra de hidrodissecção, com elevação das bordas da cápsula anterior (JAFPE et al., 1997).

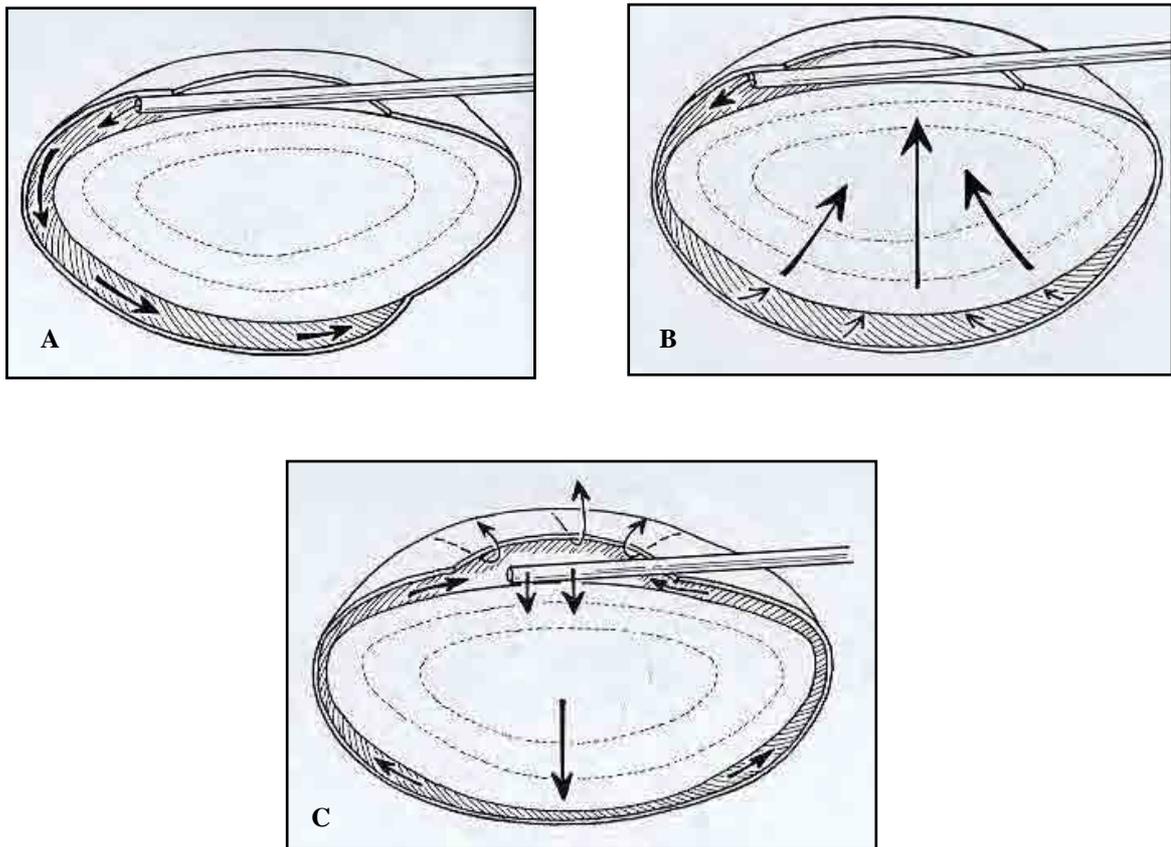


Figura 7: Passos da manobra de hidrodissecção. **A**, irrigação contínua cria uma onda que passa circunferencialmente logo abaixo da cápsula; **B**, córtex afastado da cápsula posterior; **C**, a pressão no centro do cristalino força a saída do líquido, de sua face posterior, em torno do equador (JAFJE et al., 1997).

A hidrodelineação, procedimento rotineiramente utilizado em Oftalmologia Humana, corresponde a separação do núcleo com catarata do epinúcleo mole. Esta técnica deve ser procedida após a hidrodissecção, utilizando-se a mesma cânula de irrigação, a qual é introduzida no estroma cristalino com posterior injeção de BSS. O líquido determinará a separação das camadas da catarata, principalmente entre o núcleo e o epinúcleo. No cão, as regiões do cristalino não se apresentam tão distintas como no homem, em razão disso, a Oftalmologia Veterinária não utiliza tal manobra como prática rotineira na cirurgia de facoemulsificação (GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997).

Facoemulsificação

Existem diversas técnicas para o procedimento da facoemulsificação. O desenvolvimento caminha no sentido de aprimorar a técnica tornando-a cada vez mais eficiente e segura. Um dos principais pontos geradores de tais evoluções técnicas reside no anseio de emulsificar o núcleo utilizando a menor quantidade possível de ultra-som e, conseqüentemente, aumentando a necessidade do vácuo. A emulsificação do núcleo deve ser efetuada dentro do saco capsular, tornado o procedimento mais seguro.

Dentre os diversos procedimentos descritos, a Técnica Dividir e Conquistar tem sido a recomendada para os cirurgiões iniciantes na facoemulsificação. Apesar de não ser considerada a mais moderna e eficiente entre as técnicas, é consenso geral que se trata da técnica mais adequada e segura para o processo de aprendizagem.

Técnica Dividir e Conquistar

Trata-se de uma técnica bimanual, a qual se baseia na fratura do núcleo e emulsificação de cada segmento isoladamente. A hidrodissociação, anteriormente descrita, é fundamental nesta técnica. A Dividir e Conquistar pode sofrer pequenas variações de acordo com a consistência do núcleo. Sendo que tais variações residem, principalmente, no tipo de escultura para posterior fratura do núcleo. Casos de núcleos mais endurecidos utiliza-se criar uma grande escavação central, permanecendo as bordas duras e posterior fratura do núcleo em diversos fragmentos irregulares (Figura 8). Quando refere-se a um núcleo mais mole, a escultura apresenta um formato de cruz com a fragmentação do núcleo em quatro quadrantes (Figuras 9 e 10). Após a fragmentação, o procedimento torna-se igual, com a emulsificação de cada fragmento isoladamente.

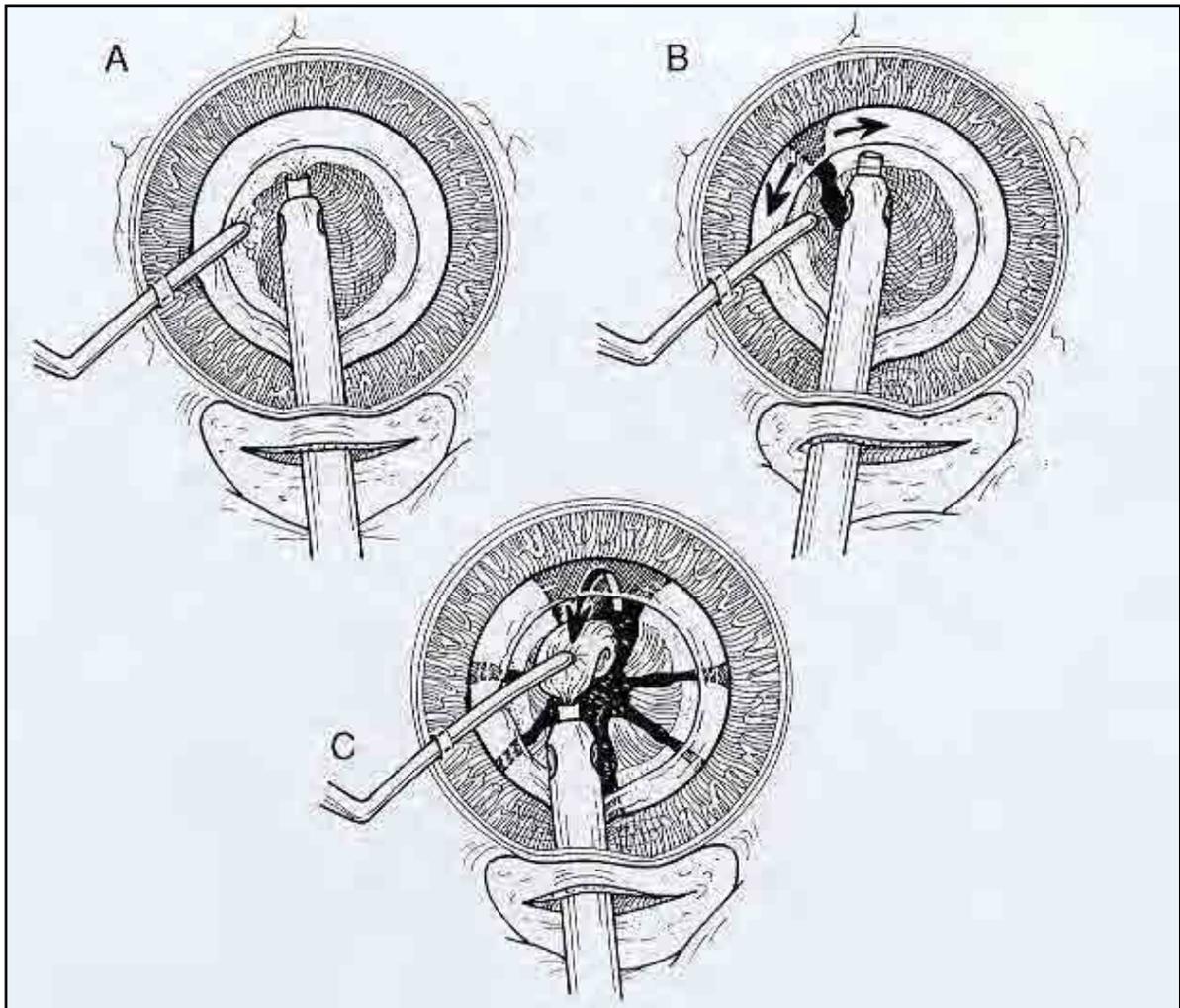


Figura 8: Técnica Dividir e Conquistar da cirurgia de facoemulsificação. Variação indicada para núcleos mais duros. **A**, escultura de uma cratera central; **B**, início da fragmentação do núcleo; **C**, emulsificação dos fragmentos (JAFFE et al., 1997).

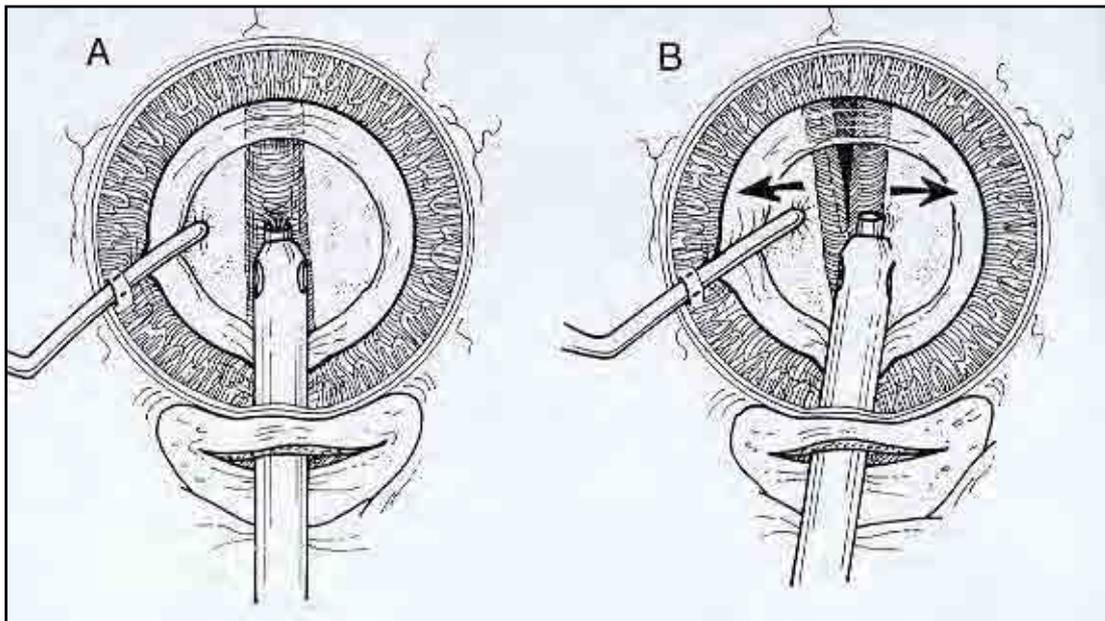


Figura 9: Técnica Dividir e Conquistar da cirurgia de facoemulsificação. Variação utilizada em casos de núcleos mais moles. **A**, escultura de um sulco central; **B**, fragmentação do núcleo em duas metades (JAFPE et al., 1997).

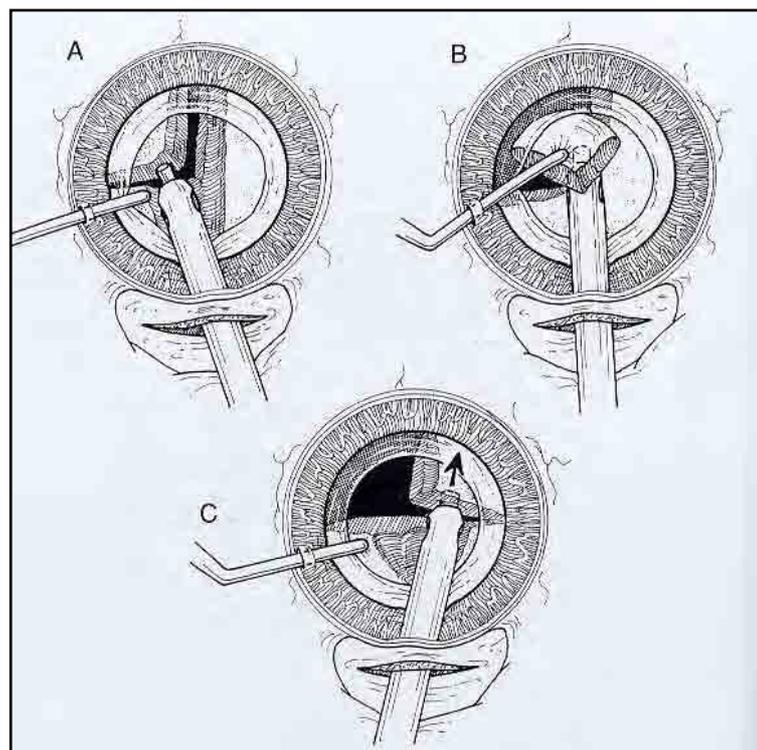


Figura 10: Técnica Dividir e Conquistar da cirurgia de facoemulsificação. Variação utilizada em casos de núcleos mais moles. **A**, escultura do segundo sulco, formando uma cruz e fragmentação do núcleo em quadrantes; **B**, emulsificação do primeiro quadrante; **C**, início da emulsificação do segundo quadrante (JAFPE et al., 1997).

O endotélio é a estrutura mais interna da córnea e, por conseguinte, a que permeia as outras camadas com a câmara anterior. Constitui-se em uma camada única de células achatadas, geralmente hexagonais, ou poligonais, em forma de mosaico (SPENCER, 1986). São responsáveis pelo movimento de substâncias osmoticamente ativas e pela síntese de alguns componentes da membrana de Descemet (HOGAN et al., 1971). O endotélio possui características muito particulares. Atribui-se, entre as relevantes, o modo de reparação e a morfologia, segundo a idade. Quando ocorre uma lesão, seja por qualquer fator (uso de lentes de contato, radiação, trauma acidental, cirurgia intra-ocular, inflamação ou distrofia), diminui-se a densidade das células endoteliais, determinando, em alguns casos, alterações no arranjo das células (mosaico) e, conseqüentemente, comprometimento funcional (LANDSHMAN et al., 1988; HOPPENREIJS et al., 1996).

A reparação do endotélio corneano, que é do tipo regenerativa, é limitada e se dá por hipertrofia e migração de células remanescentes (MURPHY et al., 1984; HOPPENREIJS et al., 1996). Há pouca contribuição de mitoses celulares em cães, gatos, primatas e também no homem (BEFANIS et al., 1981; GWIN et al., 1982; LAING et al., 1984; LANDSHMAN et al., 1987; HOPPENREIJS et al., 1996). Durante as fases iniciais da reparação regenerativa, ocorrem marcantes alterações dos parâmetros morfométricos das células, por aumento no seu tamanho (polimegetismo) e forma (pleomorfismo). Uma vez recoberta a área lesada, decorrem transformações e rearranjos celulares. Em seres humanos, demonstrou-se que o processo pode se estender no decurso de anos em lesões cirúrgicas iatrogênicas (LANDSHMAN et al., 1988; HOPPENREIJS et al., 1996). A diminuição na densidade das células vem acompanhada de um incremento no grau de pleomorfismo, sendo marcante o aumento em seu tamanho e a perda do formato hexagonal (LAING et al., 1976; BLATT et al., 1979; BAROODY et al., 1987; CARLSON et al., 1988). A relação entre as alterações da morfologia e a função da córnea é, ainda, pouco elucidada. Em um endotélio com maior grau

de pleomorfismo e polimegetismo, as intercorrências advindas de traumas cirúrgicos passam a ser mais significativas (RAO et al., 1982).

Em medicina humana, inúmeros foram os estudos que avaliaram lesões endoteliais secundárias a procedimentos cirúrgicos intra-oculares e a cinética das células envolvidas. As facectomias foram notadamente estudadas, tanto em relação a diferentes técnicas de capsulotomia (PADMANABHAN et al., 1994), como na facoemulsificação (KIM et al., 1997) e na implantação de lentes intra-oculares (STUR et al., 1984). O comportamento das células endoteliais corneanas foi avaliado frente a substâncias viscoelásticas empregadas na cirurgia da catarata (RAFUSE et al., 1992; OHGURO et al., 1991), soluções para irrigação (NASSISE et al., 1986) e antibióticos (LINDQUIST & ROBINSON, 1996; McDERMOTT et al., 1997).

Diversas técnicas cirúrgicas para extração da catarata têm sido empregadas há muitas décadas em Medicina Veterinária (WHITLEY et al., 1993; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997). Com o advento da facoemulsificação houve uma acentuada elevação nos índices de sucesso deste tipo de cirurgia e, com ela, a necessidade se buscar melhores resultados referentes a acuidade visual, o que implicou, principalmente, na utilização de lentes intra-oculares (LIOs) (WHITLEY et al., 1993; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997; DAVIDSON, 2001).

A primeira implantação de LIO em cão ocorreu há aproximadamente 45 anos, quando Dr. Hugh Simpson, da Universidade do Estado de Iowa, utilizou uma LIO denominada Ridley, a qual já havia sido implantada primeiramente no homem (DAVIDSON, 2001). Cerca de trinta anos após, em 1984, Dr. Lew Campebell, relatou a implantação, em cães, de LIOs de três peças de polimetilmetacrilato (PMMA), com poder óptico de 13 dioptrias (D) (DAVIDSON, 2001) . Desde então, inúmeras LIOs tem sido implantadas em

cirurgias para extração de catarata no cão, restaurando a condição de ametropia e melhorando a sua qualidade de vida (DAVIDSON, 2001).

Durante os últimos 15 anos foram utilizadas as lentes rígidas de três peças de PMMA, no entanto, atualmente, seguindo as tendências das cirurgias para extração da catarata em humano, surgiu uma nova era de LIOs (DAVIDSON, 2001). Impulsionada pela necessidade de incisões menores, de 2,5 a 3,5mm, que induzem menor astigmatismo, surgiram as lentes dobráveis, primeiramente as de silicone e, seguidamente, as de diferentes polímeros de acrílico (DAVIDSON, 2001).

A grande dificuldade no desenvolvimento de lentes dobráveis em cães reside na necessidade do alto poder dióptrico da LIO para a espécie, em torno de 40 D, o que torna difícil sua compatibilidade com as pequenas incisões, empregadas atualmente na extração da catarata (DAVIDSON, 2001).

A implantação de duas ou mais LIOs de câmara posterior, denominada polipseudofacia ou *piggyback*, foi introduzida por Gayton e Sanders em 1993, no homem. O objetivo das lentes em *piggyback* era promover correção pseudofácica adequada em pacientes que necessitavam de lentes de alto poder dióptrico, bem como, a possibilidade de correção secundária em casos de resultado óptico insatisfatório (GILLS & FENZL, 1999; GAYTON et al., 2000; DONOSO & RODRÍGUES, 2001). O procedimento de *piggyback* também tem sido considerado vantajoso, do ponto de vista óptico, comparativamente à implantação de uma única LIO com alto poder dióptrico, uma vez que é conhecido, no homem, o fenômeno de aberrações ópticas causadas por implantação de LIO única com alto poder dióptrico (DONOSO & RODRÍGUES, 2001).

A opacificação dos meios oculares determinada pela proliferação de células epiteliais remanescentes no saco capsular tem sido referida como a mais freqüente complicação posterior à cirurgia para extração da catarata (GAYTON et al., 2000). A

opacificação da cápsula posterior (OCP) clássica é fato amplamente conhecido tanto no homem como nos cães (GAYTON et al., 2000; DAVIDSON, 2001). Entretanto, a proliferação de células epiteliais do cristalino no pós-operatório também tem sido envolvida na patogênese de outras entidades menos conhecidas, tais como, a opacificação da cápsula anterior e, a mais recentemente descrita por Gayton et al. (2000), a complicação relacionada à implantação de LIOs em *piggyback*, denominada opacificação interlenticular (GAYTON et al., 2000). A opacificação interlenticular é referida como uma complicação tardia e também pode ser denominada de Pérolas de Elschmig, crescimento celular interlenticular ou formação de membrana interlenticular (SHUGAR & KEELER, 2000; GAYTON et al., 2001). Tal complicação tem sido descrita, primariamente, em procedimentos de *piggyback* utilizando LIOs acrílicas (SHUGAR & KEELER, 2000; GAYTON et al., 2001).

2 OBJETIVOS

- 1) Avaliar a exequibilidade do procedimento de *piggyback*, com implantação de duas lentes intra-oculares (LIOs) de silicone dobrável humanas, para correção da afacia, após cirurgia para extração de catarata em cães. A escolha das LIOs humanas foi motivada pela ampla disponibilidade no mercado mundial e compatibilidade com as pequenas incisões utilizadas pela técnica de facoemulsificação.

- 2) Mensurar o comprimento axial do bulbo ocular (mm), por meio da ecobiometria ultra-sônica, no intuito de calcular o poder dióptrico (D) total da lente intra-ocular necessário para correção da afacia em cães, após extração da catarata. Calcular os poderes dióptricos (D) das duas lentes intra-oculares para o procedimento do *piggyback*.

- 3) Avaliar o comportamento do olho canino, durante o pós-operatório, frente à referida técnica, relativamente a:
 - a. Pressão intra-ocular (mmHg)
 - b. Espessura corneana (μm)
 - c. Curvaturas corneanas (dioptrias), em seus eixos vertical e horizontal e, conseqüentemente, astigmatismo (dioptrias cilíndricas negativas)
 - d. Densidade celular do endotélio corneano (células/ mm^2)

- e. Área celular do endotélio corneano (μm^2)
- f. Coeficiente de variação da área celular do endotélio da córnea (%)

4) Avaliar o comportamento do olho canino, durante o pós-operatório, frente à referida técnica, relativamente outras características qualitativas, principalmente inflamatórias, bem como ocorrência de complicações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais de experimentação

Empregaram-se 25 cães, machos e fêmeas, de várias raças e idades, portadores de catarata e não diabéticos, subdivididos em 4 grupos designados por G1, G2, G3 e G4.

- Grupo 1: 9 cães portadores de catarata imatura, com implantação de lente intra-ocular para correção da afacia, após cirurgia para extração da catarata;
- Grupo 2: 6 cães portadores de catarata madura, com implantação de lente intra-ocular para correção da afacia, após cirurgia para extração da catarata;
- Grupo 3: 5 cães portadores de catarata imatura, sem implantação de lente intra-ocular para correção da afacia, após cirurgia para extração da catarata;
- Grupo 4: 5 cães portadores de catarata madura, sem implantação de lente intra-ocular para correção da afacia, após cirurgia para extração da catarata.

Integraram os grupos de estudo animais atendidos junto ao Serviço de Oftalmologia do Hospital Veterinário, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Botucatu (Quadro 2). Primeiramente, realizou-se exame clínico geral, incluindo avaliação da glicemia sérica, estipulando tempo de jejum alimentar de 12 horas, para que fossem descartados cães portadores de diabetes. Subseqüentemente, os animais foram submetidos a exame oftálmico completo, em ambiente de baixa luminosidade, dos anexos oculares e estruturas do segmento anterior do globo ocular, através da biomicroscopia em lâmpada de fenda¹, e do segmento posterior, utilizando as oftalmoscopias monocular direta² e binocular indireta³. O referido exame compreendeu, também, avaliações complementares fornecidas pelo teste de Schirmer, tonometria de

¹ SL-450, Nidek Co., Japan.

² 71000-C, Welch Allyn, Ontario, Canada.

³ OHC-3.3, Opto Eletrônica S.A., São Carlos-SP, Brasil.

aplanação⁴ e teste da fluoresceína. Os animais que apresentaram enfermidades sistêmicas ou oculares que contra-indicassem a cirurgia para extração da catarata foram descartados (Figuras 11 a 13).

Quadro 2: Resenha, identificação do olho operado dos componentes grupos 1, 2, 3 e 4

Grupo	Denominação	Raça	Idade	Sexo	Olho operado
1	G1/1	Poodle	3 anos	F	OD
	G1/2	Poodle	3 anos	F	OE
	G1/3	Cocker	4 anos	F	OD
	G1/4	Pastor Alemão	8 meses	M	OD
	G1/5	SRD	2 anos	F	OD
	G1/6	SRD	2 anos	F	OD
	G1/7	Poodle	3 anos	F	OD
	G1/8	Poodle	4 anos	F	OD
	G1/9	Poodle	5 anos	F	OE
2	G2/1	Poodle	4 anos	F	OE
	G2/2	Poodle	5 anos	F	OD
	G2/3	Boxer	9 anos	F	OE
	G2/4	Poodle	3 anos	F	OD
	G2/5	SRD	5 anos	M	OE
	G2/6	Lhasa Apso	3 anos	M	OD
3	G3/1	Cocker Spaniel Inglês	2 anos	F	OE
	G3/2	Cocker Spaniel Inglês	7 anos	F	OD
	G3/3	Poodle	3 anos	F	OE
	G3/4	Shih-Tzu	9 meses	M	OD
	G3/5	SRD	4 anos	M	OE
4	G4/1	Poodle	12 anos	F	OE
	G4/2	Poodle	10 anos	F	OE
	G4/3	Poodle	6 anos	M	OD
	G4/4	Cocker Spaniel Inglês	5 anos	M	OD
	G4/5	Poodle	6 anos	F	OE

⁴ Tonopen XL, Mentor Inc, Norwell, Mass., USA

3.2 Procedimento Anestésico

O protocolo anestésico foi constituído de medicação pré-anestésica utilizando-se clorpromazina⁵ (0,5mg/kg IV), seguido de indução com propofol⁶ (5mg/kg IV) e manutenção em anestesia geral inalatória, com respiração controlada, utilizando isoflurano⁷ e vecurônio⁸ (0,2mg/kg IV).

3.3 Procedimento Cirúrgico

Pré-operatório

Procedeu-se um protocolo pré-operatório de tratamento, o qual teve início três dias antes da data marcada para o ato operatório, utilizando-se prednisona⁹ (1mg/kg/SID PO) e colírio de dexametasona associada ao cloranfenicol¹⁰ (1 gota/ QID). Associado a estes, e com início um dia antes da cirurgia, empregou-se a enrofloxacina¹¹ (5mg/kg/SID PO). A atropina 1% colírio¹² (1 gota/SID) foi iniciada na noite anterior a cirurgia. Uma dose de flunixin meglumine¹³ (0,5mg/kg IV) foi aplicada 15 minutos antes do procedimento cirúrgico.

Trans-operatório

A técnica cirúrgica adotada para remoção da catarata foi a de facoemulsificação bimanual, com duas incisões, uma principal e outra auxiliar, ambas localizadas em córnea clara a aproximadamente 1mm do limbo. A incisão principal foi confeccionada de forma tunelizada, em posição 11 horas, utilizando-se bisturi angulado 3,2mm. A incisão auxiliar, situada em posição 2 horas, foi procedida com bisturi 15°. Ato contínuo as incisões, injetou-se

⁵ Amplictil, Rhodia Farma Ltda., São Paulo-SP.

⁶ Propofol, Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda., São Paulo-SP.

⁷ Isoflurane, Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos Ltda., São Paulo-SP.

⁸ Norcuron, Akzo Organon Teknika Ltda., São Paulo-SP.

⁹ Meticorten, Schering-Plough S/A, Rio de Janeiro-RJ.

¹⁰ Dexafenicol colírio, Allergan, São Paulo-SP.

¹¹ Baytril, Bayer HealthCare Saúde Animal, Belford Roxo-RJ.

¹² Atropina 1% colírio, Allergan, São Paulo-SP.

¹³ Banamime, Schering-Plough S/A, Rio de Janeiro-RJ.

0,1ml de Azul Tripan¹⁴ na câmara anterior e, posteriormente, injetou-se a substância viscoelástica de alto peso molecular (Metilcelulose AV¹⁵). Em seguida, procedeu-se a abertura da cápsula anterior do cristalino, por meio de capsulorrexe circular contínua, a hidrodissecção, rotação e a facoemulsificação do núcleo, utilizando ponteira de 19 gauge e bisel 30°. Posteriormente, procedeu-se a aspiração dos restos corticais do cristalino, através da caneta de irrigação/aspiração do aparelho de facoemulsificação¹⁶, utilizando-se solução salina balanceada¹⁷ para irrigação. Após o preenchimento da câmara anterior com substância viscoelástica de baixo peso molecular (Metilcelulose 2%¹⁸), procedeu-se abertura central da cápsula posterior do cristalino, por meio de capsulorrexe posterior, seguida do implante de duas lentes intra-oculares de silicone dobrável¹⁹, em *piggyback*, através da incisão principal, com utilização de injetor²⁰. As zonas ópticas foram posicionadas no interior do saco capsular, capturadas na capsulorrexe anterior, mantendo as alças no sulco ciliar. Posteriormente, completou-se o procedimento com a aspiração das substâncias viscoelásticas, injeção de uma bolha de ar na câmara anterior e sutura da incisão principal da córnea com dois pontos simples separados e sepultados, utilizando-se fio mononilon 10-0²¹. O ato cirúrgico foi procedido unilateralmente (Figuras 14 a 20).

¹⁴ Azul Tripan, Ophthalmos, São Paulo, SP, Brasil.

¹⁵ Metilcelulose AV, Ophthalmos, São Paulo, SP, Brasil.

¹⁶ AMO DIPLOMAX™, AMO Advanced Medical Optics, São Paulo, SP, Brasil.

¹⁷ AMO Endosol, AMO Advanced Medical Optics, São Paulo, SP, Brasil.

¹⁸ Metilcelulose 2%, Ophthalmos, São Paulo, SP, Brasil.

¹⁹ AMO PhacoFlex II, SI 40 NB, AMO Advanced Medical Optics, São Paulo, SP, Brasil.

²⁰ The Unfolder Silver Series, Allergan, Irvine, CA, USA.

²¹ Ethicon, Johnson & Johnson Ltda., São José dos Campos, SP, Brasil.

Pós-operatório

Os animais operados receberam protocolo de medicação constituído por prednisona oral (1mg/kg/BID/7dias, posteriormente, 1mg/Kg/SID/7dias, 0,5mg/kg/SID/7dias e finalmente, 0,25mg/Kg/SID/7dias), enrofloxacina oral (5mg/kg/SID/10dias) e medicações tópicas, utilizando-se atropina 1% colírio (1 gota/SID/7dias) e colírio de dexametasona associada ao cloranfenicol (1gota/2/2horas/3dias, posteriormente, 1gota/3/3horas/4dias, 1gota/4/4horas/7dias, 1gota/QID/14dias).

3.4 Parâmetros analisados

Todas as avaliações foram aferidas antes do procedimento cirúrgico, estabelecendo-se tais medidas como tempo zero (0) e, portanto, utilizadas como controle do próprio animal. Subseqüentemente, todas as aferições, com exceção da microscopia especular, foram procedidas, após ato cirúrgico, nos tempos 3, 7, 14, 21, 28 e 60 dias. A microscopia especular foi realizada, sob sedação utilizando levomepromazina²² (0,5mg/kg IM) e butorfanol²³ (0,2mg/kg IM), nos tempos 7, 28 e 60 dias. Paralelamente as avaliações do olho operado, foram aferidos todos os parâmetros no olho contralateral, nos mesmos tempos de avaliação, no intuito de se estabelecerem as devidas comparações.

3.4.1 Densidade e área celulares do endotélio corneano

Para avaliação da camada endotelial corneana, utilizando microscópio especular²⁴, procedeu-se fotomicrografias especulares da área central da córnea de ambos os olhos. A avaliação das fotomicrografias especulares contemplou a densidade (células/mm²), a área (μm^2) das células endoteliais corneanas, bem como o coeficiente de variação (%) (Figuras 21 e 22).

²² Neozine, Aventis Pharma Ltda., São Paulo-SP, Brasil.

²³ Turbogestic, Fort Dodge Laboratories, Inc., Iowa, USA.

3.4.2 Curvatura corneana (astigmatismo)

A avaliação das curvaturas da córnea, nos eixos horizontal e vertical, expressada em dioptrias (D), foi procedida por meio de auto-ceratômetro²⁵, realizando-se uma comparação entre 03 aferições consecutivas, em ambos os olhos, para verificação de astigmatismo (dioptrias cilíndricas negativas), considerando-se os tempos previamente descritos para as avaliações (Figura 23).

3.4.3 Espessura corneana

A avaliação da espessura corneana central (μm) foi efetuada com utilização de paquímetro ultra-sônico²⁶ e foi representada pela média de 05 aferições consecutivas, da área central da córnea de ambos os olhos, nos tempos previamente descritos para avaliações (Figura 24).

3.4.4 Pressão intra-ocular

A avaliação da pressão intra-ocular (mmHg) foi efetuada com utilização de tonômetro de aplanção²⁷ e representada pela média de 03 aferições consecutivas, com desvio padrão de 5%, da área central da córnea de ambos os olhos, nos tempos previamente descritos para as avaliações (Figura 25).

²⁴ SP2000P, Topcon Europe BV, Netherlands.

²⁵ KM-500, Nidek Co., Japan.

²⁶ UP-1000, Nidek Co., Japan.

²⁷ Tonopen XL, Mentor Inc, Norwell, Mass., USA.

3.4.5 Comprimento axial do bulbo ocular e cálculo da lente intra-ocular

A mensuração do comprimento axial do bulbo ocular (mm), através de ultrasonografia modo-A, por meio de ecobiômetro ultra-sônico²⁸, foi uma das variáveis utilizadas no cálculo do poder dióptrico (D) da lente intra-ocular (LIO), necessária para correção da afacia. As mensurações, necessárias para o cálculo da LIO, foram procedidas somente antes da cirurgia (tempo 0) (Figura 26). O cálculo da LIO foi realizado pelo próprio aparelho, através da fórmula SRK-T, utilizando a constante para lente de silicone de 118,0. O cálculo do *piggyback* foi procedido através da fórmula:

1ª LIO=60% do poder total da LIO, calculado pelo aparelho

2ª LIO=40% do poder total da LIO, calculado pelo aparelho, mais 3 dioptrias (D)

3.5 Análise Estatística

Para comparação dos grupos segundo a situação dos olhos (operado e não-operado) e, também, na comparação dos grupos nos diversos momentos do pré e pós-operatório, foi utilizada a Análise de Perfil, seguida do método de Tukey para comparações múltiplas, quando necessário. Para a comparação dos grupos em relação à presença ou não de complicações durante os momentos no pós-operatório foi utilizado o Teste Exato de Fisher. O nível de significância utilizado foi de 5% (MORRISON, 1990).

²⁸ Echoscan US – 800, Nidek Co., Japan

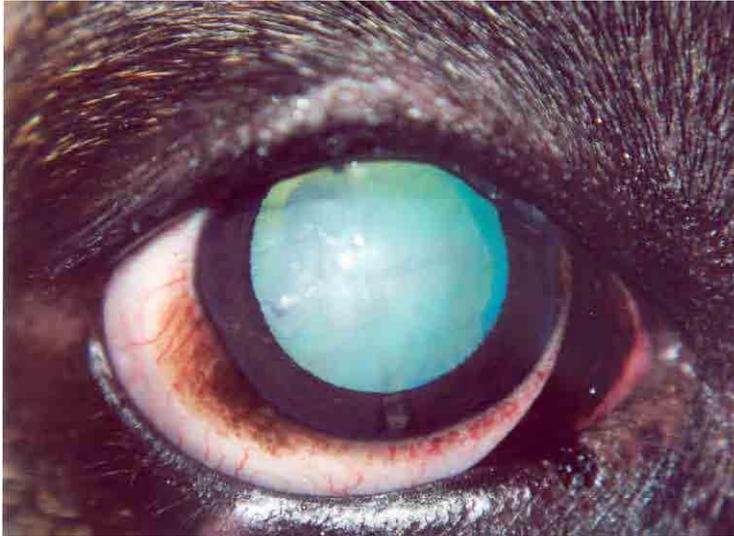


Figura 11: Catarata imatura em olho direito.

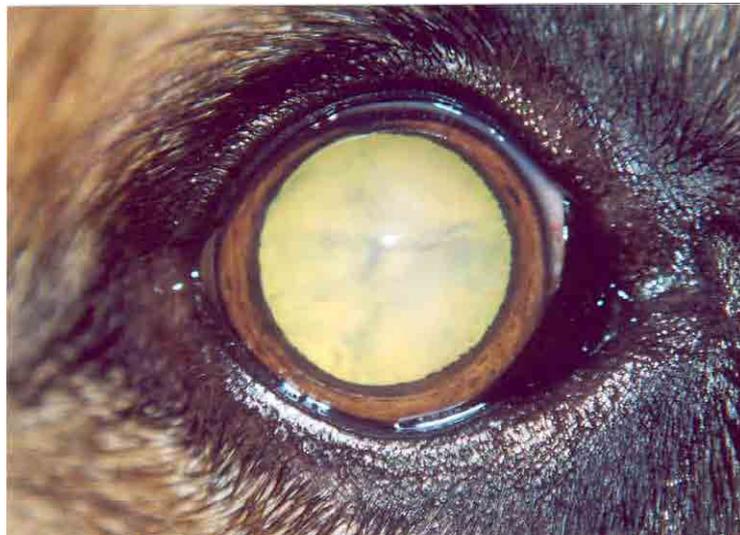
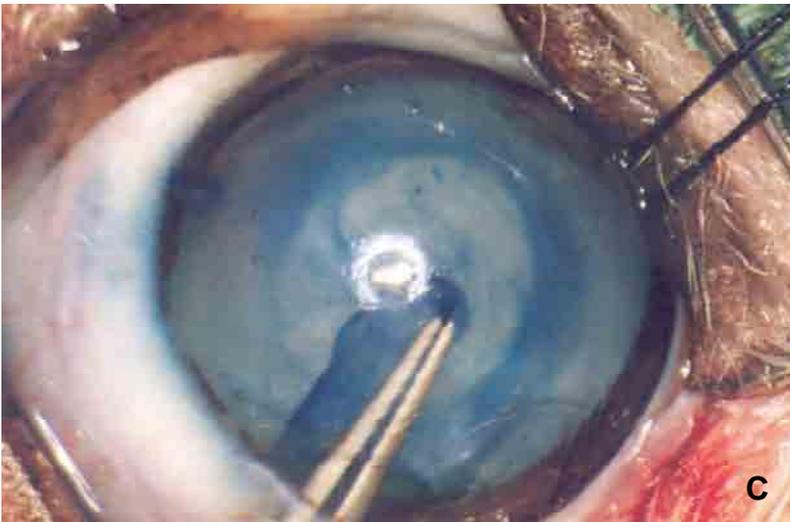
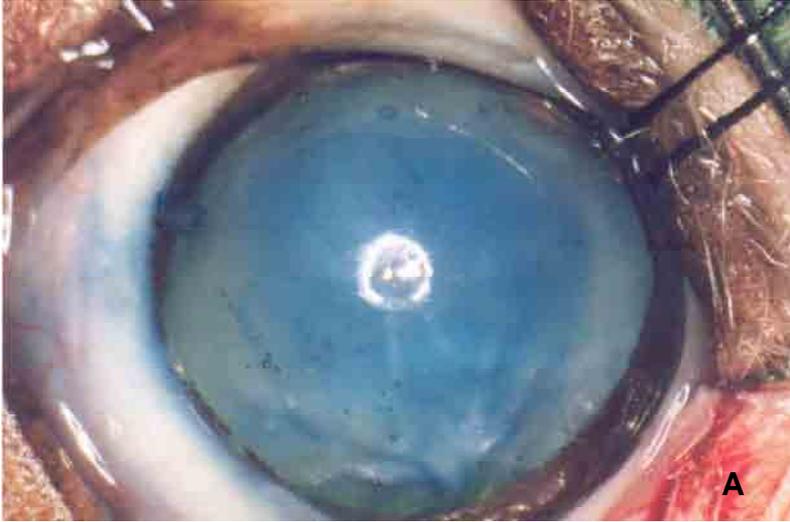


Figura 12: Catarata imatura em olho direito.



Figura 13: Catarata madura em olho esquerdo.



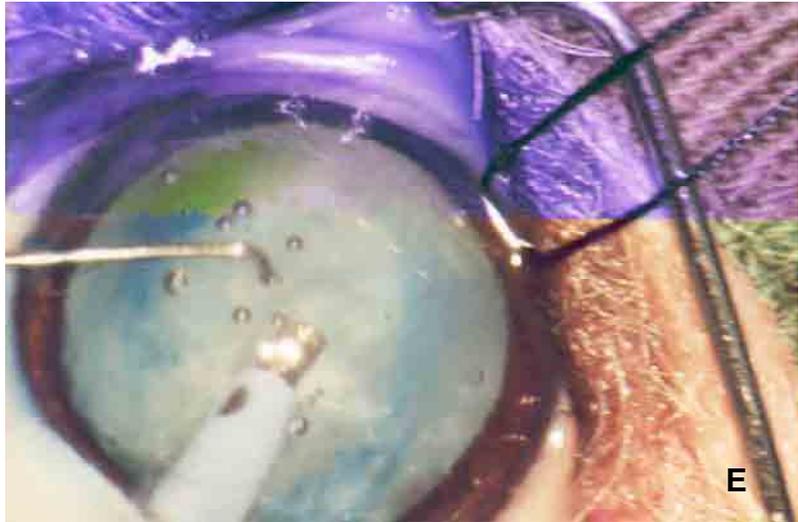




Figura 14. Técnica cirúrgica de facoemulsificação bimanual, sem implante de lente intra-ocular. A: aspecto do olho após injeção de Azul Tripan na câmara anterior; B: incisão principal (3,2mm); C: confecção da capsulorrexe; D: capsulorrexe completa; E: facoemulsificação (Técnica Dividir e Conquistar); F: facoemulsificação (confecção dos sulcos para fratura do núcleo); G: facoemulsificação (“conquista”ou emulsificação e aspiração dos fragmentos nucleares); H: aspecto final do procedimento cirúrgico.

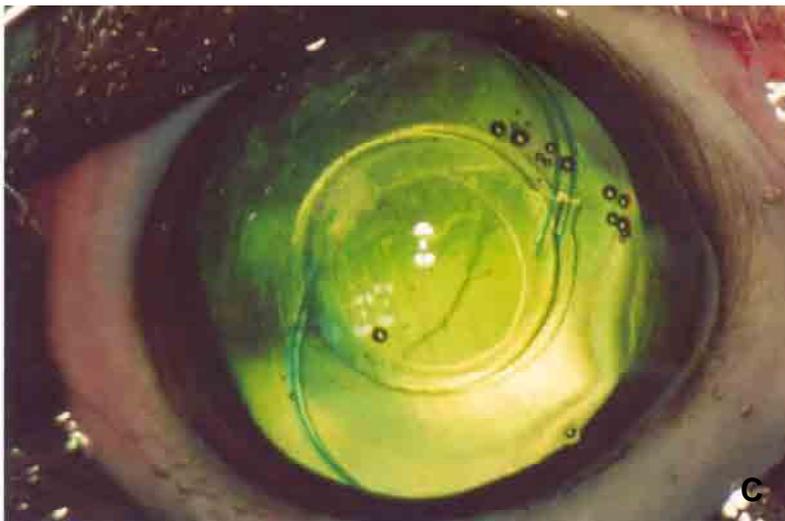
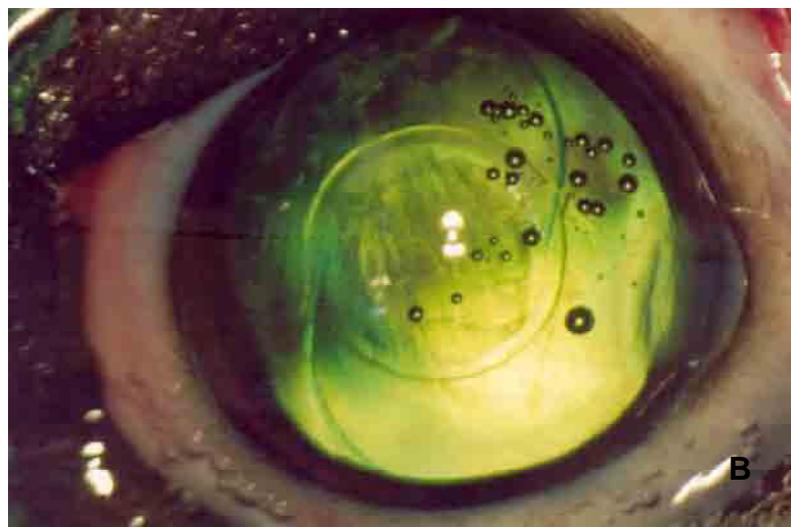
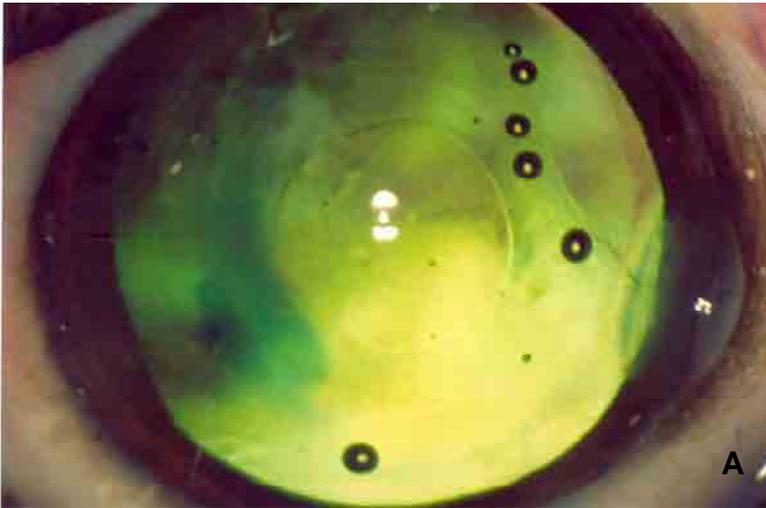


Figura 15: Procedimento cirúrgico de facoemulsificação bimanual, com implante de duas lentes intra-oculares em *piggyback*. A: aspecto final após facoemulsificação do núcleo e córtex; B: implante da primeira lente intra-ocular; C: implante da segunda lente intra-ocular, com o aspecto final do procedimento de *piggyback*.

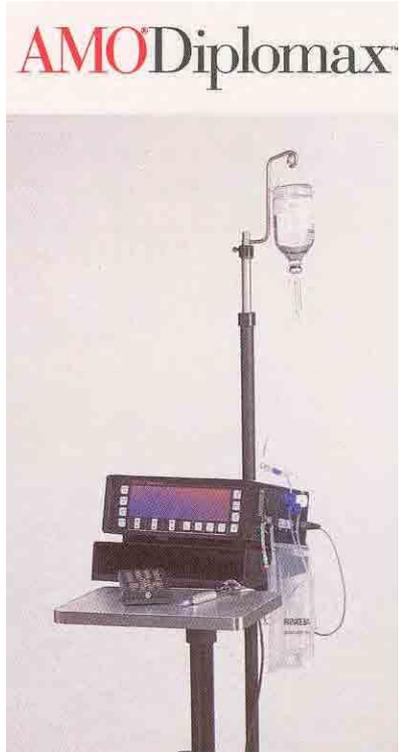


Figura 16: Aparelho de facoemulsificação AMO Diplomax®, utilizado nas cirurgias para remoção de catarata em todos os grupos experimentais.

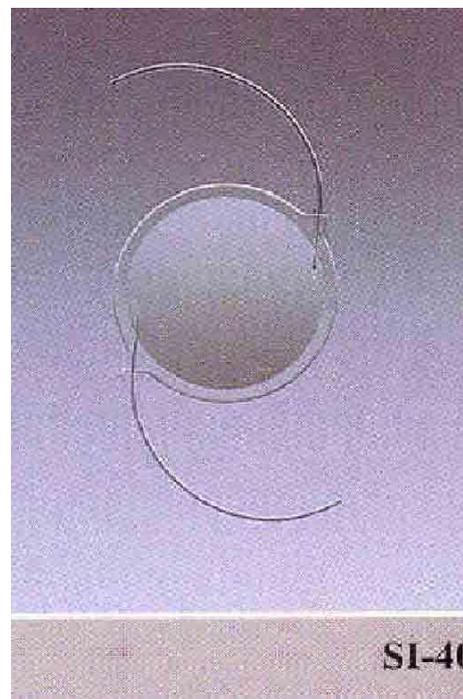
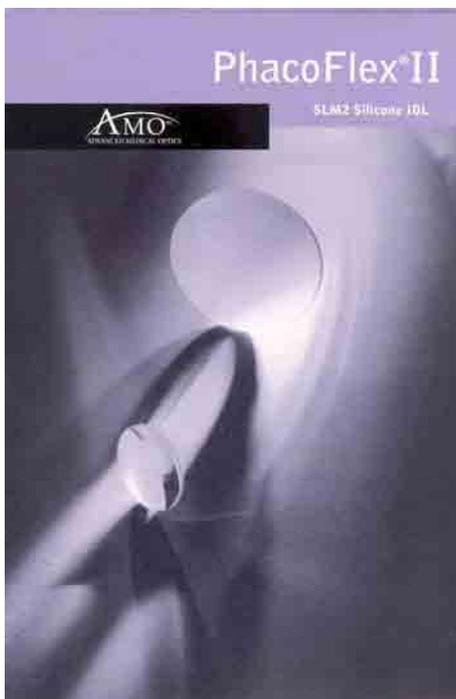
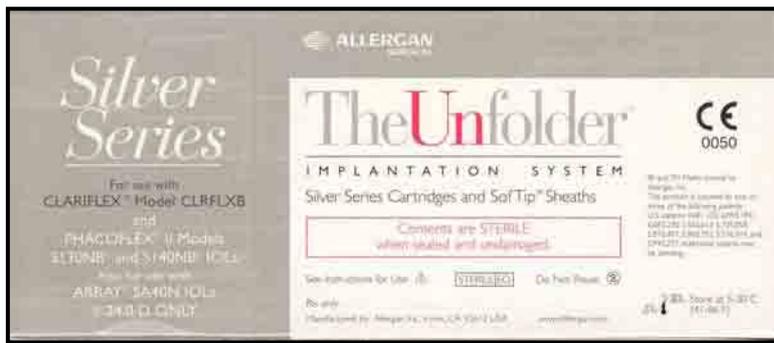


Figura 17: Lente intra-ocular humana de silicone dobrável, PhacoFlex II SI40NB® implantada, em *piggyback*, para correção da afacia, após a cirurgia para remoção de catarata nos cães dos grupos 1 e 2.

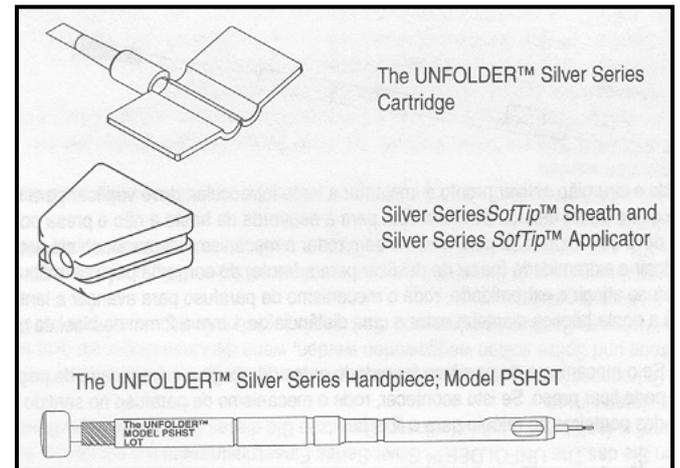
SI40NB	PHACOFLEX® II	
DIOPTER:	20.0 D	
SUGGESTED "A" CONSTANT:	118.0	
OVERALL DIAMETER (Ø _T):	13 mm	
OPTIC DIAMETER (Ø _B):	6 mm	
USE BY ☞ (YYYY-MM):	2007-11	
SERIAL NUMBER (SN):	1986020211	
Three piece posterior chamber biconvex IOL: silicone optic with UV absorber and blue PMMA mod C haptics.		

A**B**

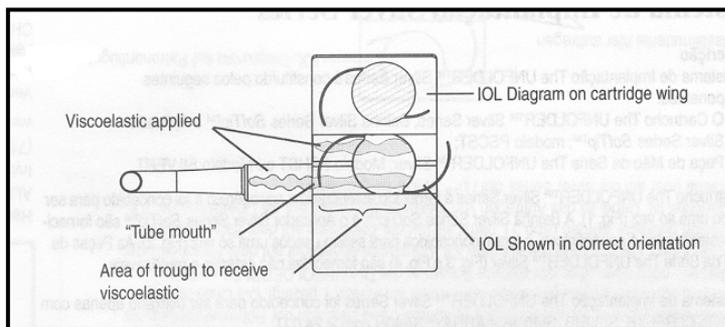
Figuras 18 A e B: Especificações lente intra-ocular PhacoFlex II SI40NB® implantada, em *piggyback*, para correção da afacia, após a cirurgia para remoção de catarata nos cães dos grupos 1 e 2.



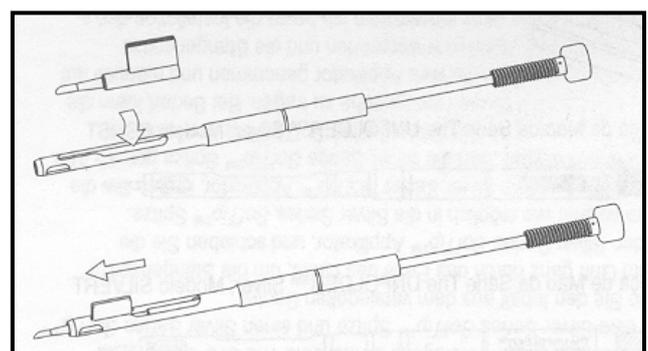
A



B



C



D

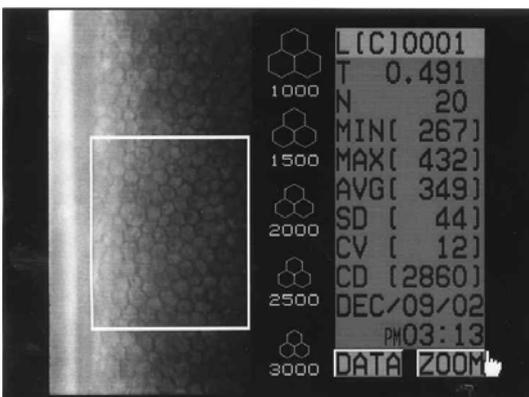
Figuras 19 A, B, C e D: Injetor e cartucho utilizados para implantação das lentes intra-oculares dobráveis nos animais dos grupos 1 e 2.



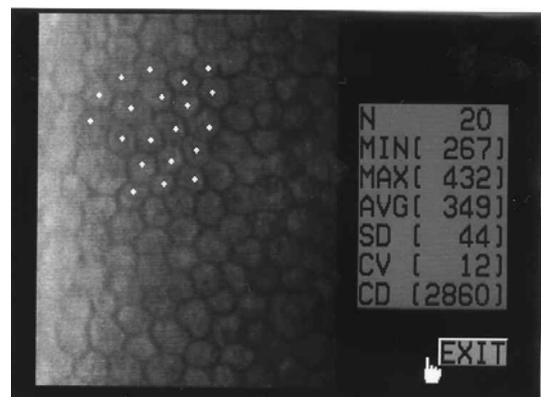
Figura 20 A, B e C: Centro cirúrgico oftalmológico e microscópio cirúrgico utilizados durante os procedimentos.



Figura 21 A e B: Microscópio especular de não-contato utilizado nas avaliações pré e pós-operatórias.



A



B

Figura 22 A e B: Fotomicrografias especulares para avaliação das células do endotélio corneano. Mensurações: T: espessura corneana (μm); N: número de células selecionadas para amostragem; MIN: menor área celular (μm^2) aferida; MAX: maior área celular (μm^2) aferida; AVG: média das áreas celulares (μm^2) selecionadas; SD: desvio padrão; CV: coeficiente de variação (%); CD: densidade celular (células/ mm^2). **A:** seleção do campo; **B:** seleção da amostragem de células.



Figura 23 A, B e C: Avaliação da curvatura corneana (D), em seus eixos vertical e horizontal, por meio de auto-ceratômetro. **A:** procedimento do exame; **B e C:** auto-ceratômetro utilizado no presente estudo.



Figura 24 A, B e C: Avaliação da espessura corneana (μm), por meio de paquimetria ultra-sônica. **A:** posicionamento do probe na superfície corneana; **B:** aproximação da imagem de A; **C:** paquímetro ultra-sônico utilizado no presente estudo.



Figura 25 A, B e C: Avaliação da pressão intra-ocular (mmHg), por meio de tonometria de aplanção. **A:** posicionamento do tonômetro no centro na superfície corneana; **B:** aproximação da imagem de A; **C:** tonômetro de aplanção utilizado no presente estudo.

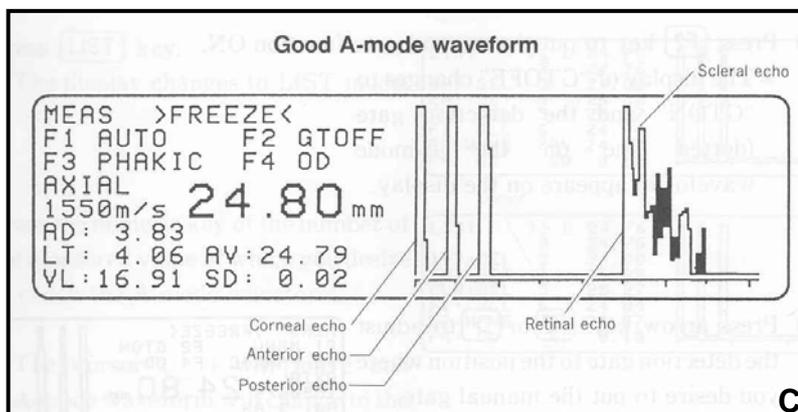


Figura 26 A, B e C: Mensuração do comprimento axial do bulbo ocular (mm), por meio de ecobiometria ultra-sônica. **A:** posicionamento do probe na superfície corneana; **B:** ecobiômetro ultra-sônico utilizado no presente estudo; **C:** apresentação dos resultados a partir do ultra-som modo-A, mensurados pelo ecobiômetro ultra-sônico.

4 RESULTADOS

4.1 Comprimento axial do bulbo ocular e cálculo das lentes intra-oculares

A ecobiometria ultra-sônica, por meio de ultra-som modo-A, possibilitou a mensuração do comprimento axial do bulbo ocular (mm), uma das variáveis utilizadas no cálculo do poder dióptrico (D) da lente intra-ocular (LIO) necessária para correção da afacia determinada pela cirurgia para extração da catarata (Quadro 3).

Quadro 3: Comprimento axial do bulbo ocular (mm), cálculo do poder dióptrico total da LIO (D) e das duas LIOs (D) em *piggyback* dos animais dos grupos 1 e 2

Animal	AV (mm)	Poder dióptrico total da LIO (D)	Poder dióptrico das duas LIOs em <i>piggyback</i> (D)	
G1/1	20,44	+ 34	+20,5	+16,5
G1/2	19,28	+ 37	+22,5	+17,5
G1/3	20,92	+ 35	+21	+17
G1/4	19,63	+ 39	+23,5	+18,5
G1/5	20,8	+ 33	+20	+16
G1/6	20,67	+ 34,5	+20,5	+17
G1/7	19,21	+40,5	+24,5	+19
G1/8	18,4	+39	+23,5	+18,5
G1/9	17,65	+43	+26	+20
G2/1	17,88	+41,5	+25	+19,5
G2/2	19,81	+36	+21,5	+17,5
G2/3	22,04	+33	+20	+16
G2/4	18,69	+39	+23,5	+18,5
G2/5	19,56	+38	+23	+18
G2/6	21,01	+33,5	+20	+16,5

AV: comprimento axial do bulbo ocular

4.2 Pressão Intra-ocular

A pressão intra-ocular (PIO), demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos, bem como, entre os momentos avaliados no pré e pós-operatórios (PO) (Tabelas 1 e 2). Os animais do grupo 2 apresentaram PIO mais elevada em relação aos animais do grupo 4, no entanto, não foi demonstrada diferença estatisticamente significativa entre os animais dos grupos 1, 2 e 3, bem como, entre os cães dos grupos 1, 3 e 4 (Figura 27).

Relativamente aos momentos de avaliação, demonstrou-se diferença significativa apenas entre os momentos M1 (pré-operatório) e M5 (aos 60 dias de PO), sendo revelada uma PIO mais elevada antes da cirurgia, em comparação aos 60 dias de PO, em todos os grupos. Entretanto, não foi caracterizada diferença na PIO nos momentos intermediários de observação, ou seja, entre os momentos M1 a M4 (de antes à cirurgia até os 28 dias de PO), bem como entre os momentos M2 a M5 (dos 7 aos 60 dias de PO) (Figura 28).

As comparações procedidas entre o olho operado e o contralateral, do mesmo animal, revelaram semelhança entre a PIO de ambos os olhos antes da cirurgia, em todos os grupos (Tabelas 3 e 4; Figura 29). Aos 3 dias de PO, demonstrou-se a PIO do olho operado mais elevada em relação ao olho contralateral, tal achado foi mais significativo entre os animais do grupo 2, comparativamente aos do grupo 4 (Tabelas 5 e 6; Figura 30). Aos 7 dias de PO não havia diferença entre os olhos operados ou não em todos os grupos (Tabelas 7 e 8; Figura 31). Porém, aos 14 e 21 dias de PO, notou-se diferença da PIO entre os olhos, bem como entre os grupos, sendo, os animais do grupo 2 os que demonstraram PIOs mais elevadas (Tabelas 9 a 12; Figuras 32 e 33). Aos 28 e 60 dias de PO todos os grupos demonstraram similaridade entre as PIOs dos olhos operados e contralaterais (Tabelas 13 a 16; Figuras 34 e 35).

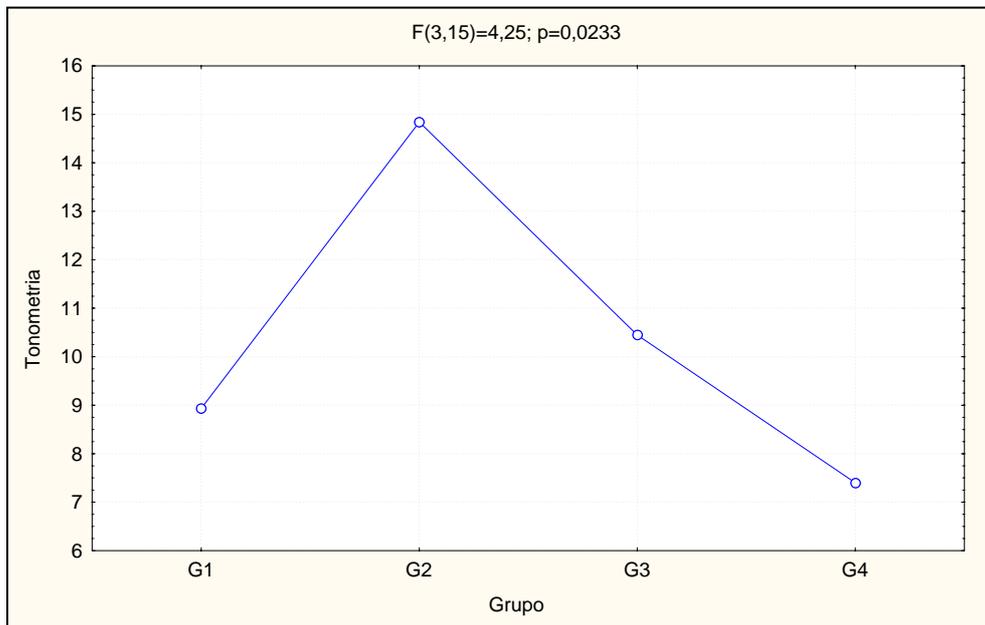
Tabela 1: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg)

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	254,5832	4,25	0,02
Momento	4	73,44865	3,04	0,02
GrupoxMomento	12	22,68614	0,94	0,51

Tabela 2: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo grupo e momento

Grupo	Momento				
	M1	M2	M3	M4	M5
G1	13,00±4,19	8,33±2,94	9,50±3,62	7,00±3,03	6,83±2,64
G2	12,80±4,44	20,20±13,46	15,40±3,21	15,00±11,64	10,80±8,23
G3	12,25±2,87	11,75±4,99	11,75±5,79	10,25±4,11	6,25±1,71
G4	10,75±2,99	6,50±1,91	8,25±3,95	6,25±3,30	5,25±1,26

$p < 0,05$

**Figura 27:** Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo o grupo

$G2 > G4$

$G1 = G3 = G2$

$G1 = G3 = G4$

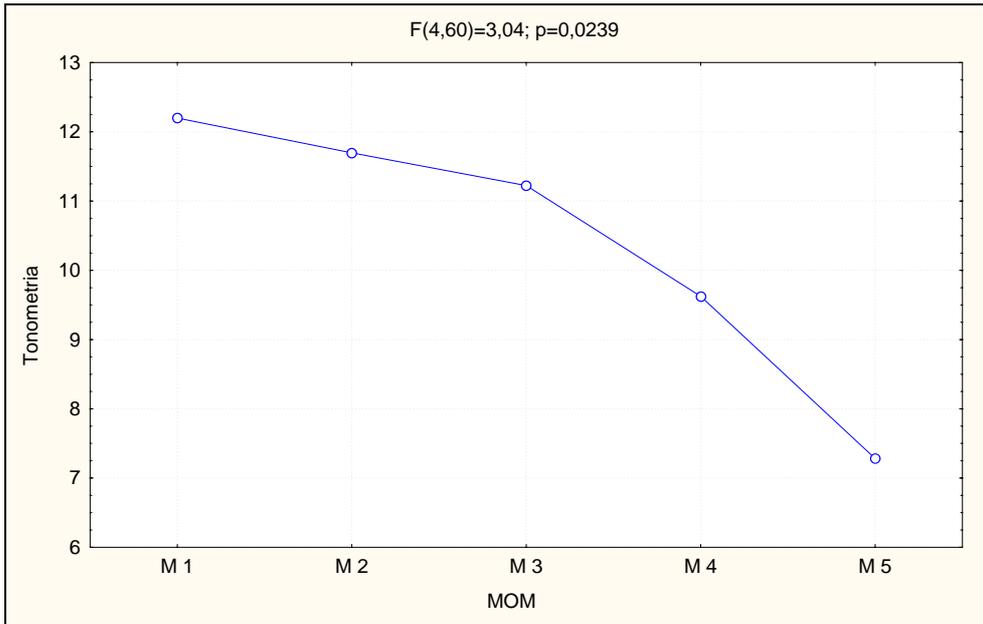


Figura 28: Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo o momento
M1>M5
M2=M3=M4=M5
M1=M2=M3=M4

Tabela 3: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg) no pré-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	25,94907	0,94	0,44
Situação	1	4,584924	0,38	0,54
GrupoxSituação	3	11,875	0,99	0,42

Tabela 4: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo a situação (olho operado e contralateral) no pré-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	11,89±4,17	13,89±6,45
G2	13,00±4,00	11,67±3,78
G3	12,75±2,99	10,50±5,07
G4	10,00±3,08	9,00±2,55

$p > 0,05$

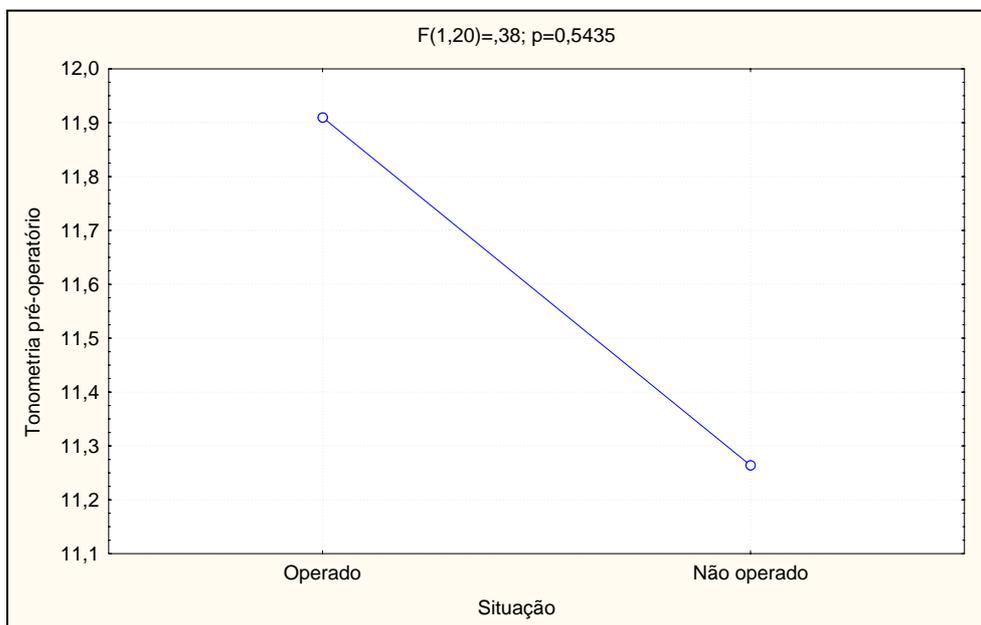
**Figura 29:** Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo a situação (olho operado e não-operado) no pré-operatório
OP=ÑOP

Tabela 5: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg) aos 3 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	124,091	5,89	0,005
Situação	1	0,054826	0,003	0,96
GrupoxSituação	3	14,26055	0,78	0,52

Tabela 6: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 3 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	11,00±4,27	12,89±5,82
G2	16,40±4,22	13,80±4,82
G3	10,25±5,68	9,25±3,59
G4	5,80±1,30	7,80±2,49

$p < 0,05$

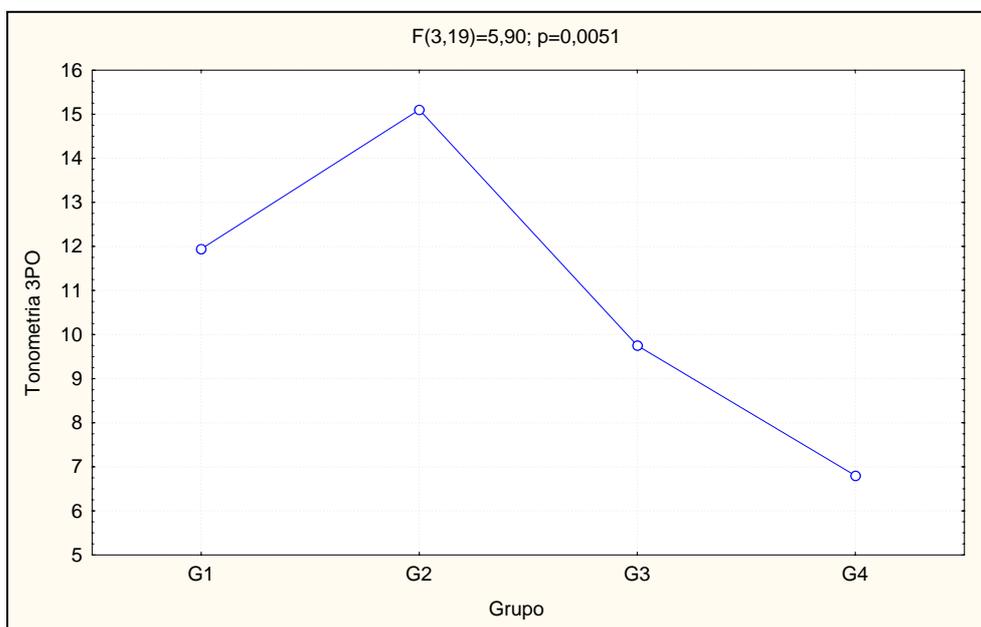


Figura 30: Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo o grupo aos 3 dias de pós-operatório
 $G2 > G4$
 $G1 = G3 = G4$
 $G1 = G2 = G3$

Tabela 7: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg) aos 7 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	96,30159	1,64	0,22
Situação	1	18,34921	0,65	0,43
GrupoxSituação	3	58,11111	2,07	0,14

Tabela 8: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 7 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	9,50±3,93	12,50±4,34
G2	18,00±13,19	11,33±5,71
G3	12,00±6,08	9,00±7,00
G4	6,50±1,91	7,50±2,38

$p > 0,05$

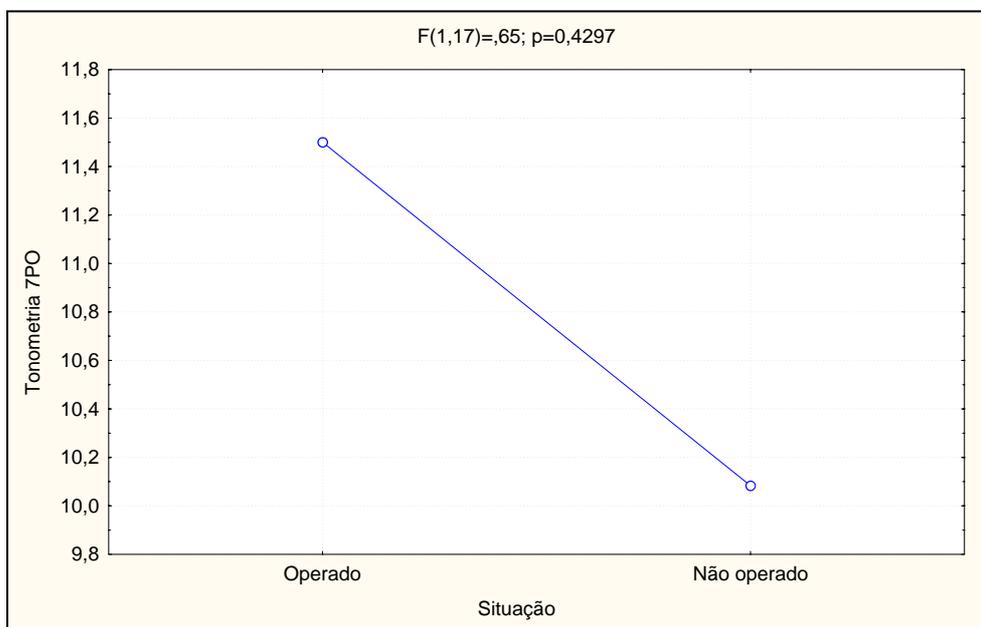


Figura 31: Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 7 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

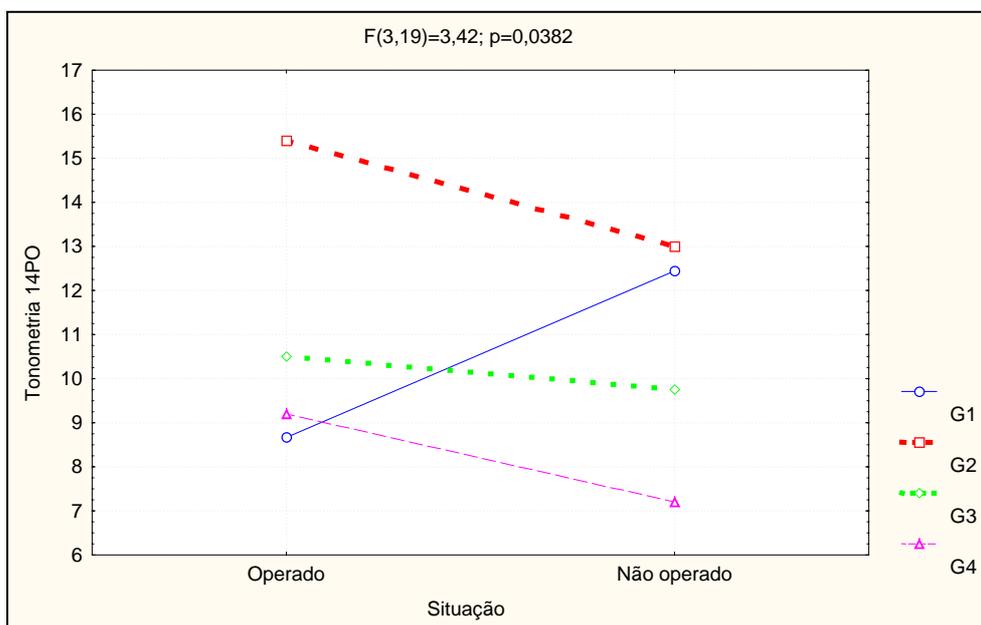
Tabela 9: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg) aos 14 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	62,61671	1,96	0,15
Situação	1	1,237003	0,14	0,71
GrupoxSituação	3	29,32878	3,42	0,04

Tabela 10: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 14 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	8,67±3,24	12,44±4,75
G2	15,40±3,21	13,00±5,83
G3	10,50±6,24	9,75±6,60
G4	9,20±4,02	7,20±1,92

$p < 0,05$

**Figura 32:** Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo grupo x situação (olho operado e não-operado) aos 14 dias de pós-operatório

G1OP < G2OP

G1ÑOP > G3ÑOP

G1ÑOP > G4ÑOP

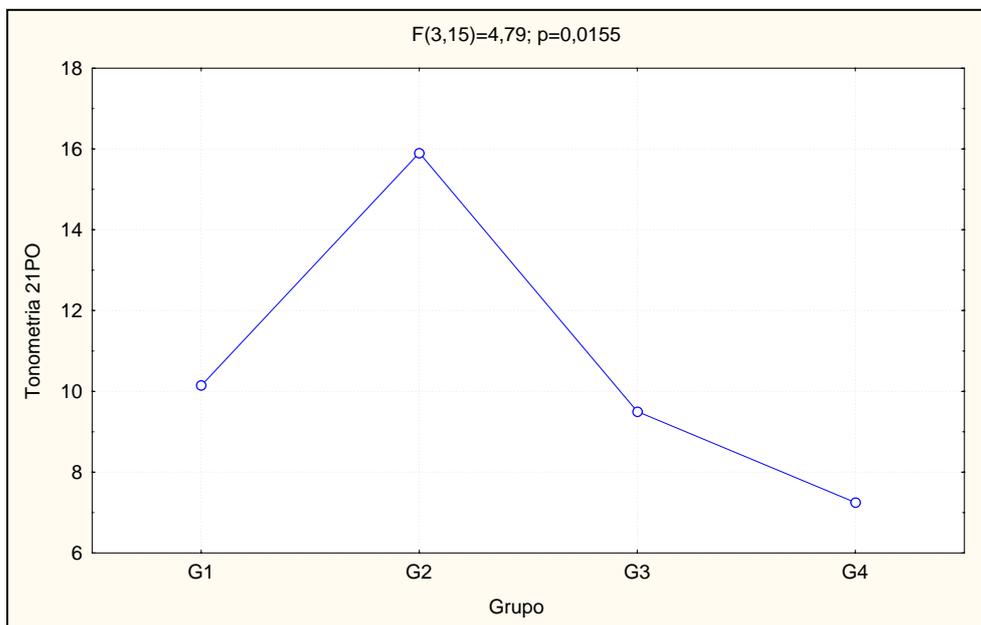
Tabela 11: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg) aos 21 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	125,4268	4,79	0,01
Situação	1	0,008924	0,0007	0,98
GrupoxSituação	3	31,36165	2,56	0,09

Tabela 12: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 21 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	7,86±2,85	12,43±3,21
G2	17,00±6,78	14,80±5,07
G3	11,00±5,29	8,00±5,20
G4	7,00±3,46	7,50±3,32

$p < 0,05$

**Figura 33:** Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo o grupo aos 21 dias de pós-operatório

$G2 > G4$

$G1 = G3 = G4$

$G1 = G2 = G3$

Tabela 13: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg) aos 28 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	77,6088	2,37	0,10
Situação	1	0,270759	0,01	0,91
GrupoxSituação	3	18,96435	0,90	0,46

Tabela 14: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 28 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	6,67±2,78	9,78±3,63
G2	14,00±10,69	11,67±5,01
G3	8,00±4,55	8,25±4,92
G4	7,20±3,56	6,80±2,39

$p > 0,05$

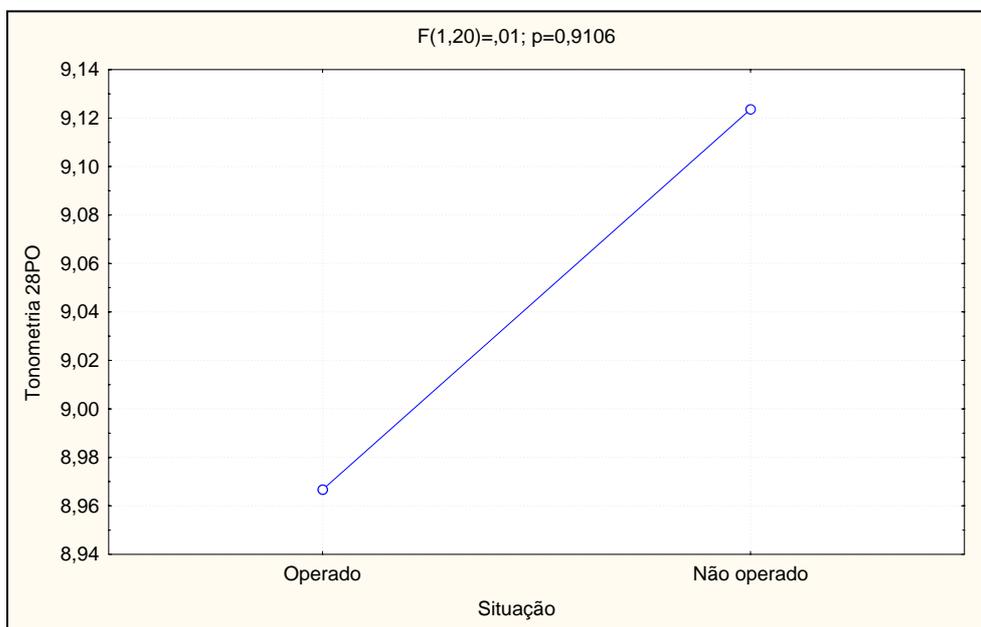
**Figura 34:** Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 28 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

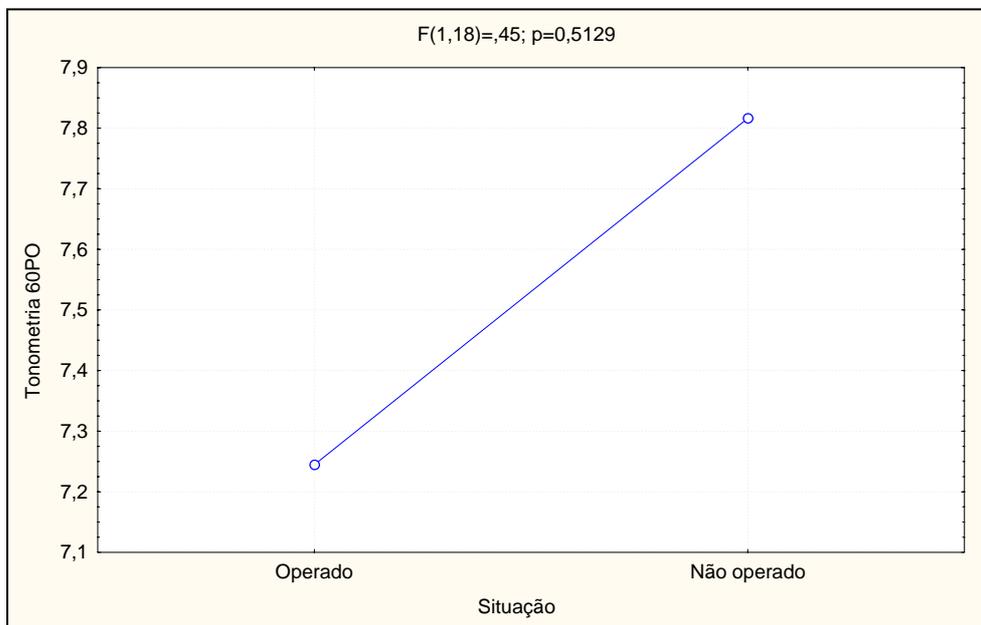
Tabela 15: Análise de Variância referente à pressão intra-ocular (mmHg) aos 60 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	32,9829	1,53	0,24
Situação	1	3,439319	0,44	0,51
GrupoxSituação	3	13,07251	1,69	0,20

Tabela 16: Média e desvio-padrão referentes à pressão intra-ocular (mmHg) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 60 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	6,43±2,64	9,71±3,86
G2	10,50±7,39	9,00±3,16
G3	5,25±1,50	5,75±1,26
G4	6,80±3,63	6,80±1,30

$p > 0,05$

**Figura 35:** Pressão intra-ocular (mmHg) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 60 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

4.3 Espessura Corneana

Relativamente à espessura central da córnea, não foi demonstrada diferença significativa entre os grupos, no entanto, o mesmo não se sucedeu entre os momentos, sendo evidente uma elevação da espessura corneana logo após a cirurgia (aos 7 dias de PO) em todos os grupos (Tabelas 17 e 18; Figura 36).

A comparação entre olhos operados e contralaterais no pré-operatório revelou córneas menos espessas nos animais do grupo 1, em relação aos do grupo 4 (Tabelas 19 e 20; Figura 37). Dos 3 aos 7 dias de PO as espessuras corneanas demonstraram-se mais elevadas nos olhos operados, relativamente aos contralaterais em todos os grupos (Tabelas 21 a 24; Figuras 38 e 39). A partir dos 14 até os 28 dias de PO não houve diferença significativa entre olhos operados e não-operados em todos os grupos (Tabelas 25 a 30; Figuras 40 a 42). Porém, aos 60 dias de PO, as córneas dos olhos operados estavam significativamente mais delgadas, em relação aos olhos contralaterais em todos os grupos (Tabelas 31 e 32; Figura 43).

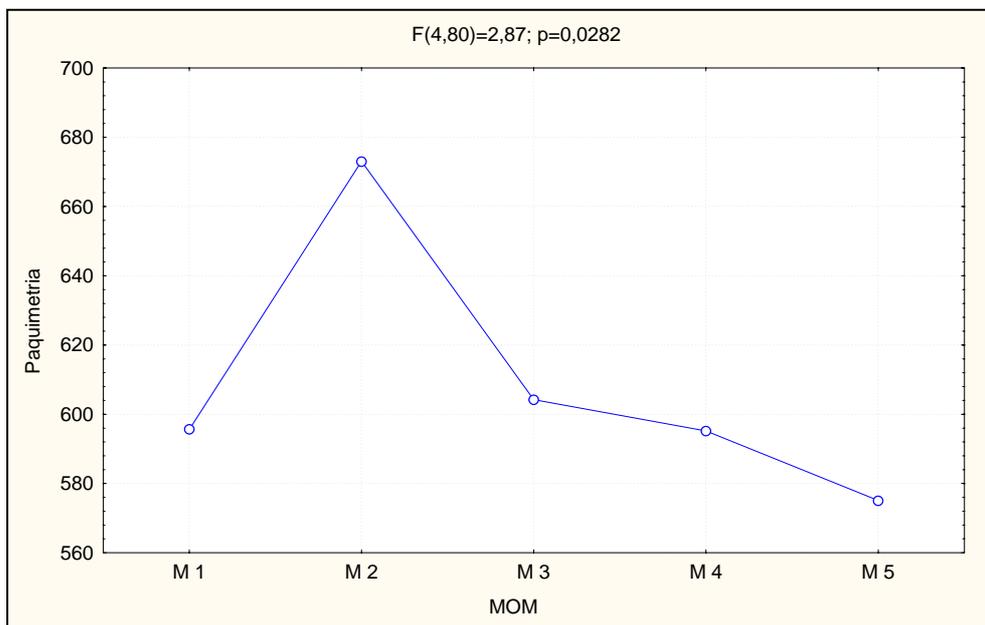
Tabela 17: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm)

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	47438,36	2,00	0,15
Momento	4	32655,83	2,87	0,03
GrupoxMomento	12	7908,818	0,69	0,75

Tabela 18: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo grupo e momento

Grupo	Momento				
	M1	M2	M3	M4	M5
G1	561,50 \pm 47,10	665,62 \pm 200,29	560,00 \pm 48,66	615,25 \pm 232,48	529,37 \pm 70,69
G2	620,00 \pm 43,47	772,83 \pm 206,16	675,50 \pm 135,15	620,83 \pm 185,45	574,17 \pm 70,59
G3	569,80 \pm 56,22	576,40 \pm 40,86	562,60 \pm 47,19	540,80 \pm 60,13	568,20 \pm 58,51
G4	631,20 \pm 68,05	677,40 \pm 93,65	618,80 \pm 68,53	603,80 \pm 41,99	628,60 \pm 55,47

$p < 0,05$

**Figura 36:** Espessura corneana (μm) média segundo o momento

$M2 > M5$

$M1 = M2 = M3 = M4$

$M2 = M3 = M4 = M5$

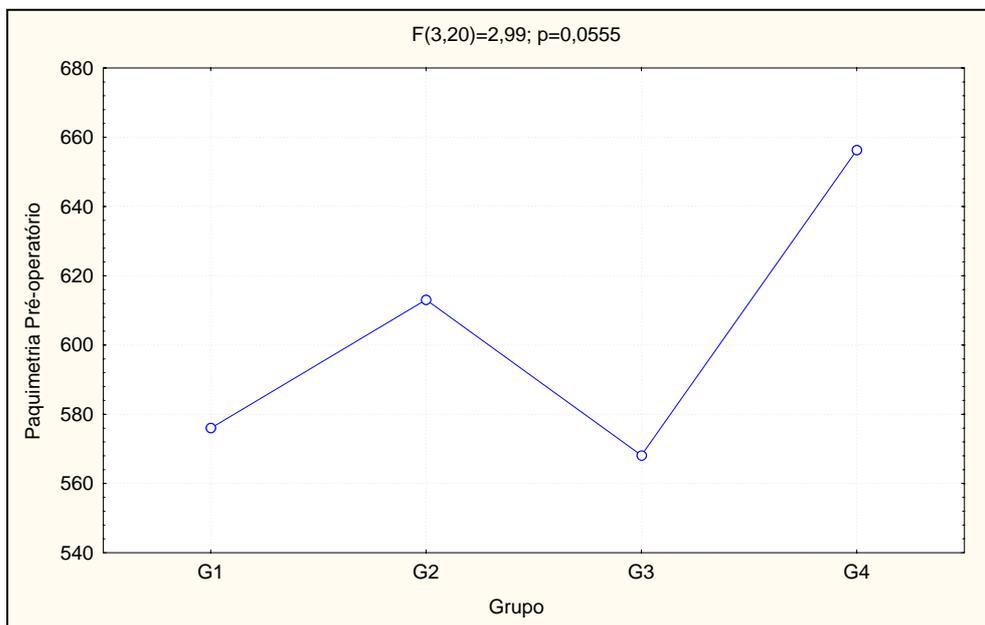
Tabela 19: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm) no pré-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	17408,14	2,99	0,05
Situação	1	1330,412	1,49	0,24
GrupoxSituação	3	1985,948	2,22	0,12

Tabela 20: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo a situação (olho operado e contralateral) no pré-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	572,55 \pm 55,14	579,44 \pm 54,61
G2	620,00 \pm 43,47	606,17 \pm 37,93
G3	567,75 \pm 64,70	568,50 \pm 73,60
G4	631,20 \pm 68,05	681,40 \pm 74,60

$p < 0,05$

**Figura 37:** Espessura corneana (μm) média segundo os grupos no pré-operatório

$G1 < G4$

$G1 = G2 = G3$

$G3 = G4$

Tabela 21: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm) aos 3 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	37273,74	1,42	0,27
Situação	1	233622,8	10,66	0,004
GrupoxSituação	3	49431,16	2,25	0,11

Tabela 22: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 3 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	870,89 \pm 308,52	554,67 \pm 49,41
G2	706,17 \pm 86,75	577,50 \pm 42,45
G3	596,25 \pm 81,58	562,00 \pm 64,20
G4	740,80 \pm 149,46	636,80 \pm 57,99

$p < 0,05$

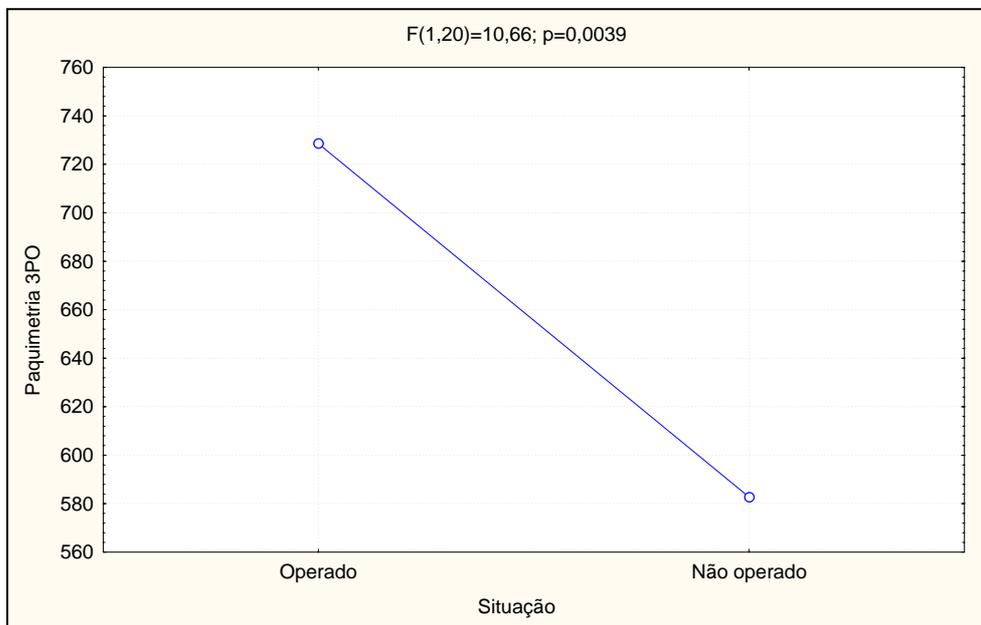
**Figura 38:** Espessura corneana (μm) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 3 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

Tabela 23: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm) aos 7 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	21250,08	1,02	0,40
Situação	1	120020,2	5,46	0,03
GrupoxSituação	3	22128,05	1,01	0,41

Tabela 24: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 7 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	723,00 \pm 254,42	553,00 \pm 67,45
G2	772,83 \pm 206,16	578,67 \pm 44,96
G3	577,75 \pm 47,05	554,75 \pm 55,05
G4	677,40 \pm 93,65	646,60 \pm 82,15

$p < 0,05$

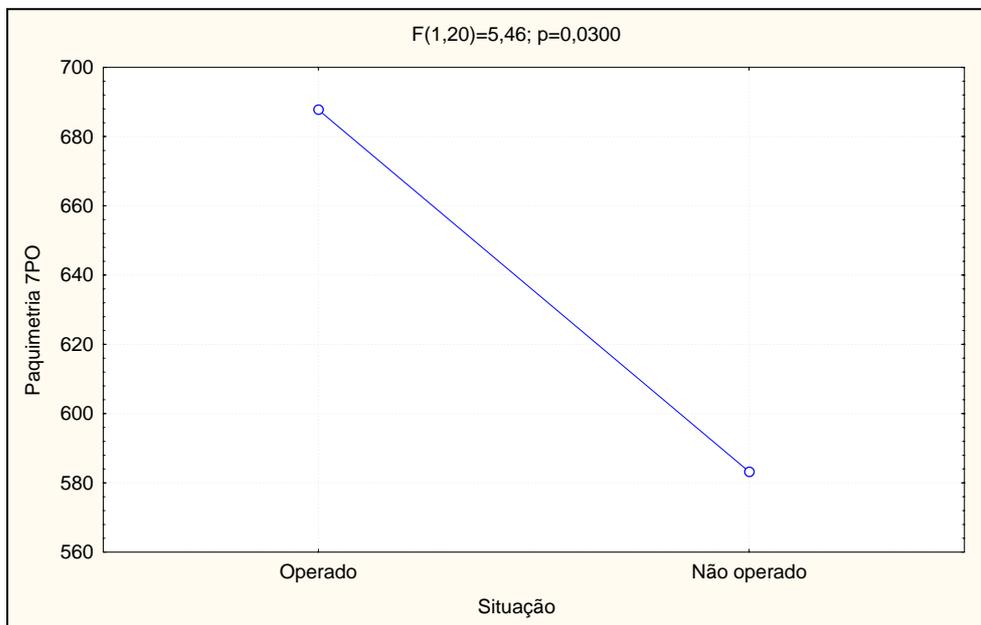


Figura 39: Espessura corneana (μm) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 7 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

Tabela 25: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm) aos 14 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	16104,64	1,04	0,40
Situação	1	19730,58	2,15	0,16
GrupoxSituação	3	10262,64	1,12	0,36

Tabela 26: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 14 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	624,00 \pm 197,32	533,00 \pm 64,19
G2	675,50 \pm 135,15	584,83 \pm 48,37
G3	563,00 \pm 54,48	544,00 \pm 50,74
G4	618,80 \pm 68,53	650,00 \pm 52,21

$p > 0,05$

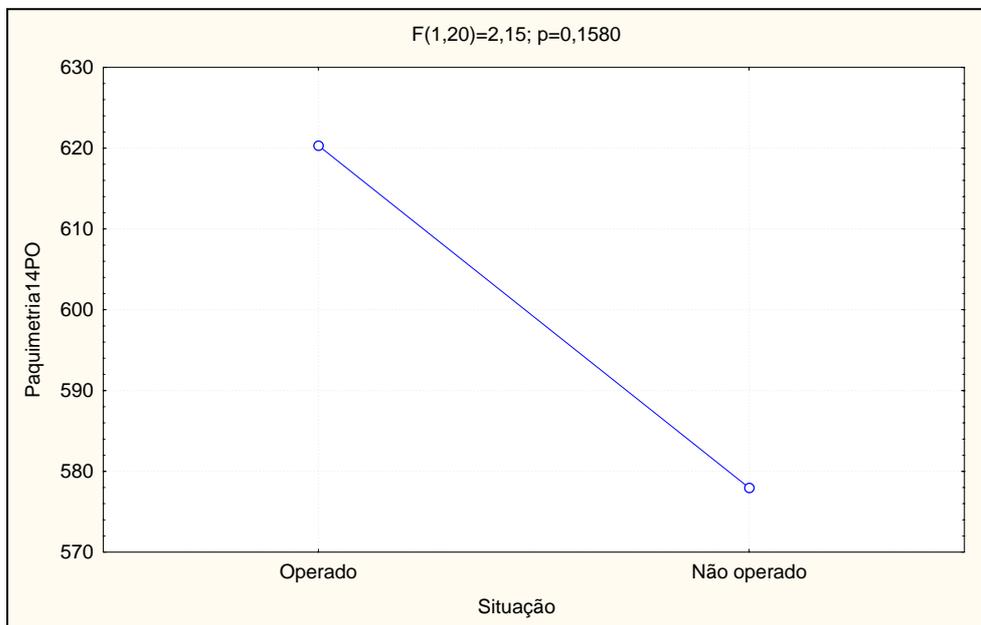
**Figura 40:** Espessura corneana (μm) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 14 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

Tabela 27: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm) aos 21 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	13444,24	0,85	0,48
Situação	1	5179,794	0,47	0,49
GrupoxSituação	3	13908,78	1,31	0,30

Tabela 28: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 21 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	638,22 \pm 225,71	541,22 \pm 50,33
G2	649,33 \pm 61,64	586,67 \pm 56,47
G3	523,00 \pm 52,05	540,00 \pm 65,60
G4	600,40 \pm 49,91	651,40 \pm 60,54

$p > 0,05$

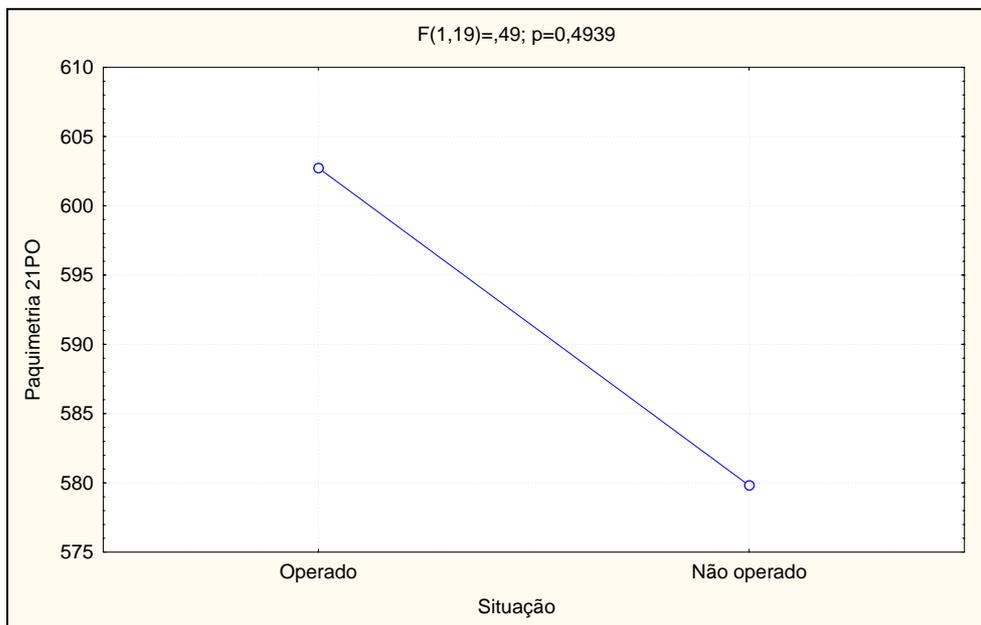
**Figura 41:** Espessura corneana (μm) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 21 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

Tabela 29: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm) aos 28 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	14043,74	0,91	0,45
Situação	1	99,11459	0,005	0,94
GrupoxSituação	3	13272,29	0,71	0,55

Tabela 30: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 28 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	619,55 \pm 217,85	558,67 \pm 67,00
G2	620,83 \pm 185,45	583,33 \pm 36,28
G3	541,75 \pm 69,39	564,75 \pm 50,07
G4	603,80 \pm 42,00	691,20 \pm 117,72

$p > 0,05$

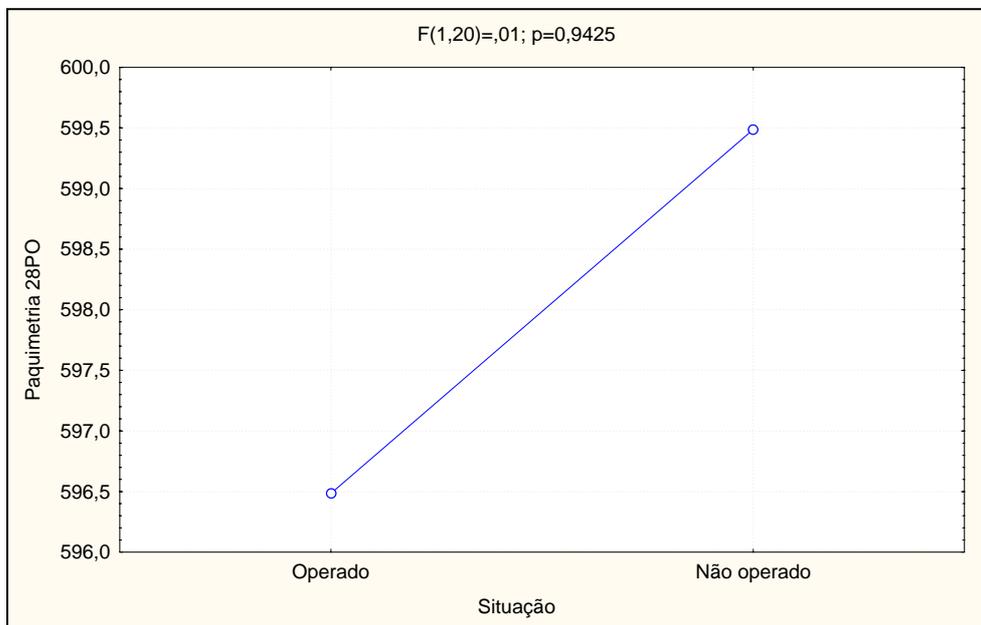
**Figura 42:** Espessura corneana (μm) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 28 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

Tabela 31: Análise de Variância referente à espessura corneana (μm) aos 60 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	37395,02	2,75	0,07
Situação	1	21661,05	6,11	0,02
GrupoxSituação	3	4561,685	1,29	0,31

Tabela 32: Média e desvio-padrão referentes à espessura corneana (μm) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 60 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	529,37 \pm 70,69	568,12 \pm 62,86
G2	574,17 \pm 70,58	592,17 \pm 44,80
G3	579,00 \pm 61,54	594,50 \pm 57,53
G4	628,60 \pm 55,47	735,60 \pm 220,49

$p < 0,05$

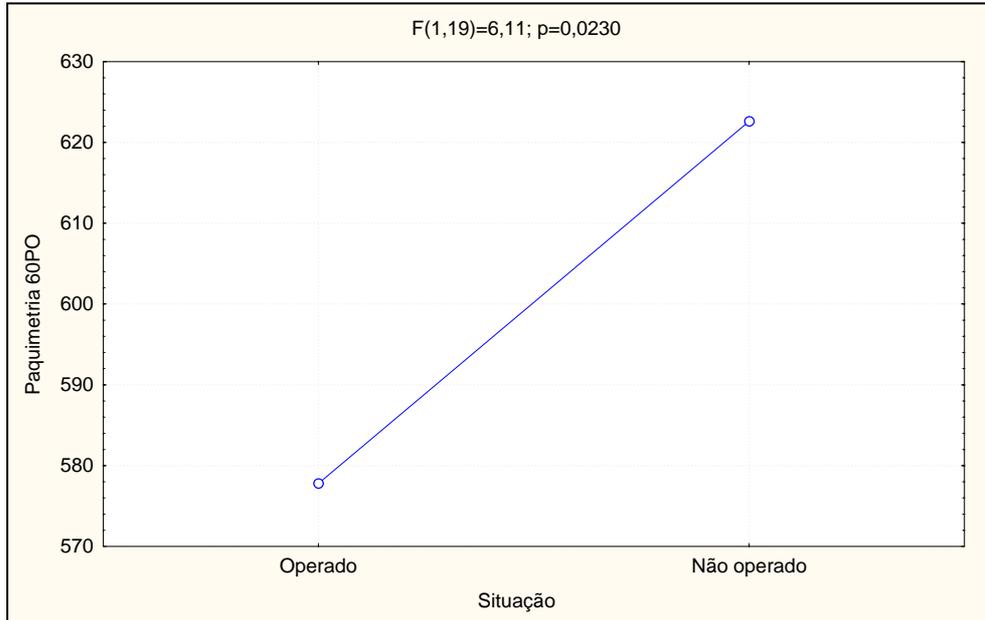


Figura 43: Espessura corneana (μm) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 60 dias de pós-operatório
 $OP < \tilde{N}OP$

4.4 Astigmatismo Corneano

O astigmatismo corneano, demonstrado pelas diferenças entre as curvaturas corneanas (D), em seus eixos vertical e horizontal, não revelou diferença entre os grupos, no entanto, evidenciou diferença entre os momentos de observação. Todos os grupos demonstraram uma elevação no astigmatismo corneano logo após a cirurgia (aos 7 dias de PO). Porém, nos momentos subsequentes, ocorreu uma redução do astigmatismo corneano, atingindo níveis similares aos encontrados previamente ao procedimento cirúrgico (Tabelas 33 e 34; Figura 44).

Anteriormente à cirurgia para extração da catarata, não foi demonstrada diferença significativa no astigmatismo entre os olhos operados e contralaterais, em todos os grupos (Tabelas 35 e 36; Figura 45). Porém, dos 3 aos 14 dias de PO demonstrou-se elevação do astigmatismo nos olhos operados, em relação aos não-operados, em todos os grupos (Tabelas 37 a 42; Figuras 46 a 48). A partir dos 21 até os 60 dias de PO, já não foi evidenciada diferença no astigmatismo entre olhos operados e contralaterais (Tabelas 43 a 48; Figuras 49 a 51).

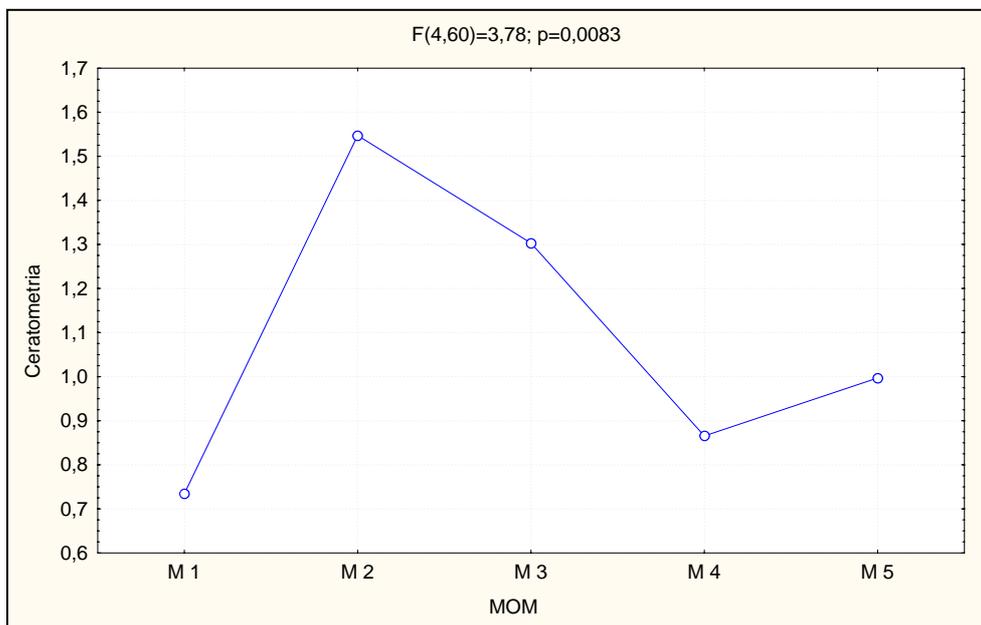
Tabela 33: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas)

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	2,351173	2,19	0,13
Momento	4	2,068897	3,78	0,008
GrupoxMomento	12	0,687851	1,26	0,27

Tabela 34: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo grupo e momento

Grupo	Momento				
	M1	M2	M3	M4	M5
G1	0,8±0,45	1,55±1,19	1,5±1,07	1,15±0,72	1,25±0,98
G2	0,44±0,37	2,44±1,56	2,06±1,97	0,81±0,55	1,44±0,94
G3	0,75±0,18	0,95±0,65	0,75±0,35	0,35±0,33	0,75±0,39
G4	0,95±0,54	1,25±0,47	0,9±0,67	1,15±0,45	0,55±0,45

$p > 0,05$

**Figura 44:** Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo o momento

$M2 > M1 = M4$

$M1 = M3 = M5$

Tabela 35: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) no pré-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	0,225116	0,87	0,47
Situação	1	0,043898	0,34	0,57
GrupoxSituação	3	0,33588	2,59	0,08

Tabela 36: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo a situação (olho operado e contralateral) no pré-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	0,92±0,50	0,69±0,37
G2	0,50±0,32	1,00±0,50
G3	0,69±0,12	0,56±0,55
G4	0,95±0,54	1,05±0,45

$p > 0,05$

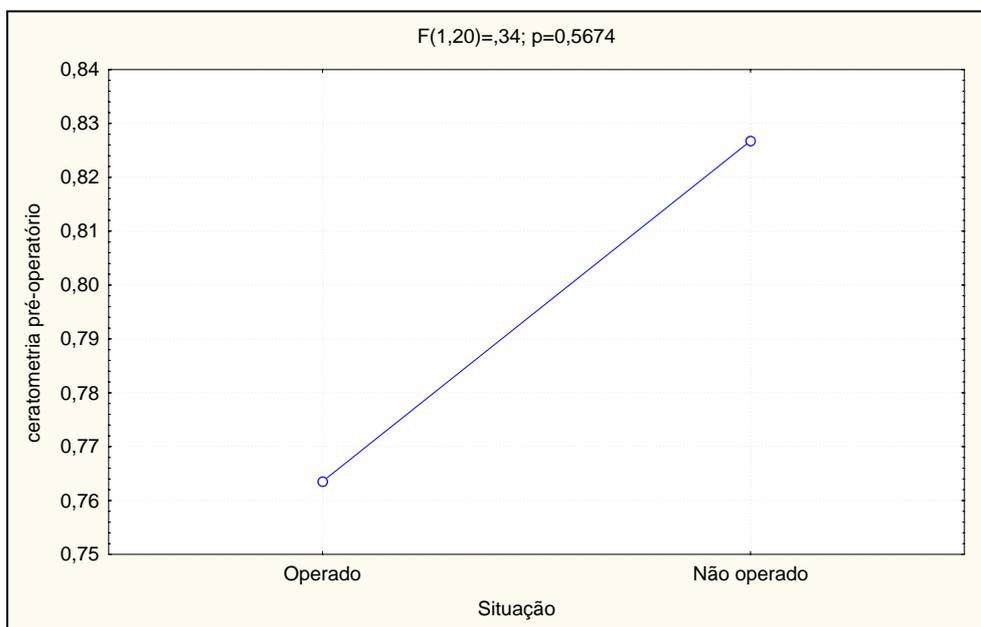
**Figura 45:** Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) no pré-operatório
OP=ÑOP

Tabela 37: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) aos 3 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	4,684375	1,61	0,22
Situação	1	25,53678	7,20	0,02
GrupoxSituação	3	1,820486	0,51	0,68

Tabela 38: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 3 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	2,92±2,19	0,71±0,37
G2	3,25±2,62	0,80±0,32
G3	0,81±0,43	0,31±0,31
G4	2,85±3,34	1,55±1,14

$p < 0,05$

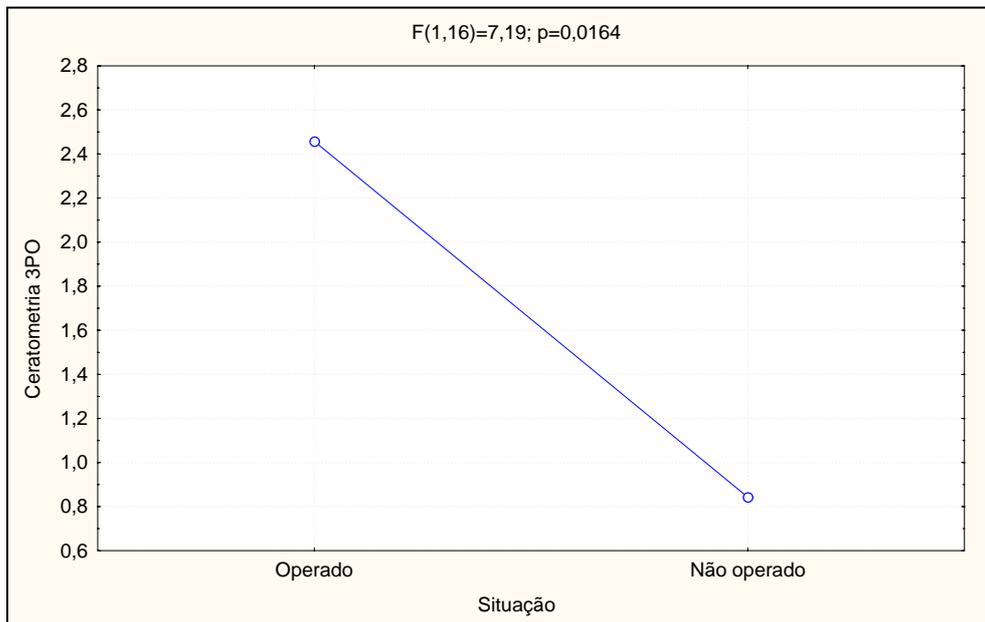


Figura 46: Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 3 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

Tabela 39: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) aos 7 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	0,898693	1,01	0,41
Situação	1	4,810186	9,68	0,007
GrupoxSituação	3	0,881332	1,77	0,19

Tabela 40: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 7 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	1,42±1,11	0,67±0,62
G2	2,44±1,56	0,81±0,69
G3	1,00±0,73	0,69±0,12
G4	1,25±0,47	1,05±0,57

$p < 0,05$

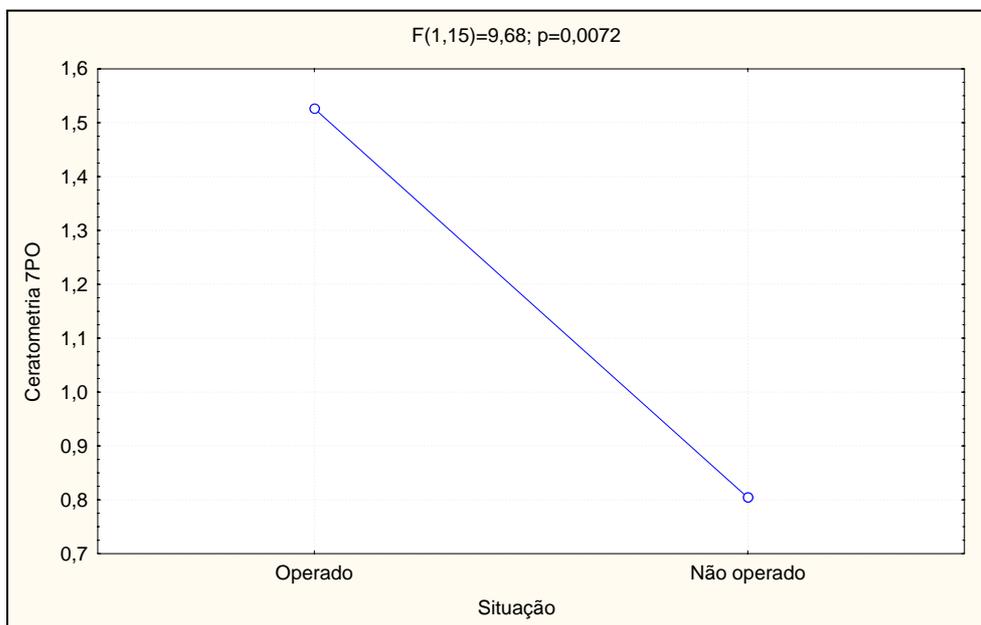


Figura 47: Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 7 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

Tabela 41: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) aos 14 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	3,62314	1,44	0,27
Situação	1	8,752272	4,39	0,05
GrupoxSituação	3	4,068973	2,04	0,15

Tabela 42: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 14 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	3,18±3,04	0,75±0,46
G2	2,06±1,97	0,62±0,43
G3	0,69±0,37	0,56±0,12
G4	0,90±0,67	1,05±0,48

$p < 0,05$

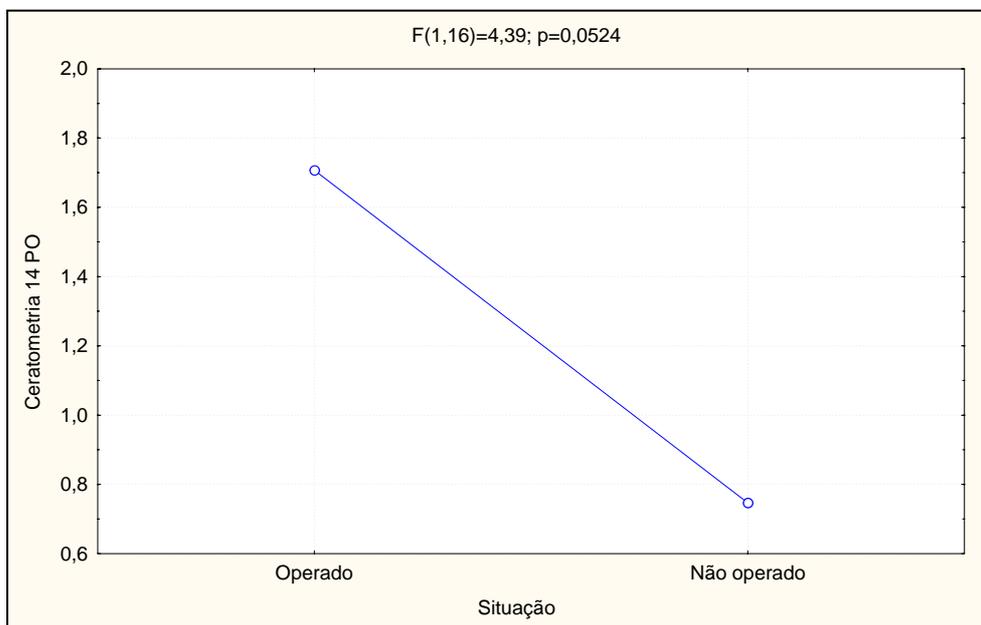
**Figura 48:** Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 14 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

Tabela 43: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) aos 21 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	1,712698	0,55	0,66
Situação	1	1,630758	0,65	0,43
GrupoxSituação	3	2,252282	0,90	0,46

Tabela 44: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 21 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	2,36±3,64	0,75±0,38
G2	1,55±1,04	1,10±0,49
G3	0,50±0,25	0,42±0,29
G4	1,10±0,42	1,55±0,96

$p > 0,05$

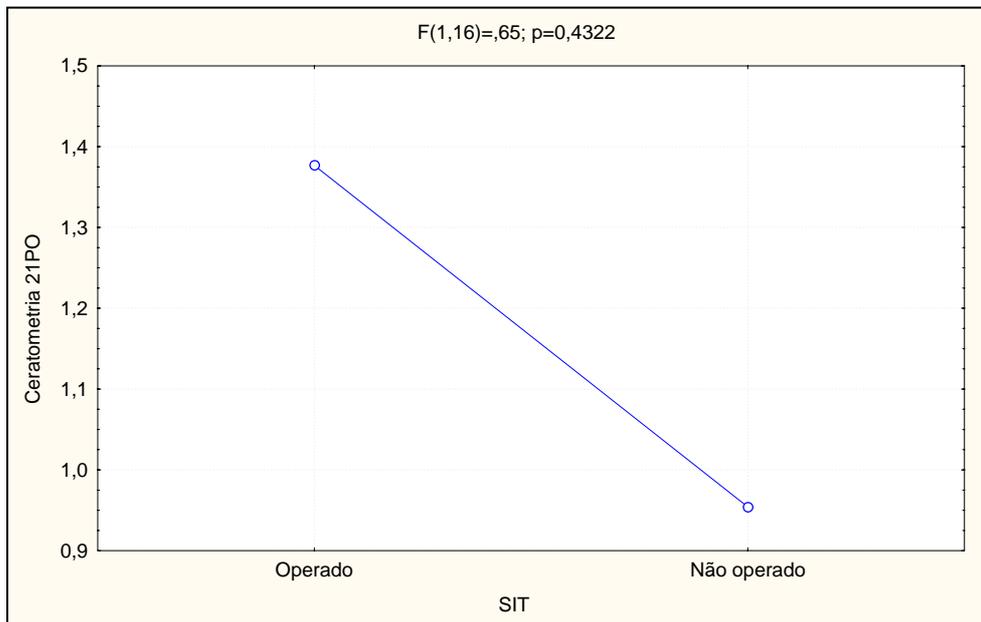


Figura 49: Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 21 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

Tabela 45: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) aos 28 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	1,72128	1,66	0,21
Situação	1	0,002732	0,004	0,95
GrupoxSituação	3	1,781101	2,96	0,06

Tabela 46: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 28 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	1,78±1,25	0,68±0,28
G2	0,81±0,55	1,25±0,73
G3	0,31±0,37	0,50±0,20
G4	1,15±0,45	1,70±1,76

$p > 0,05$

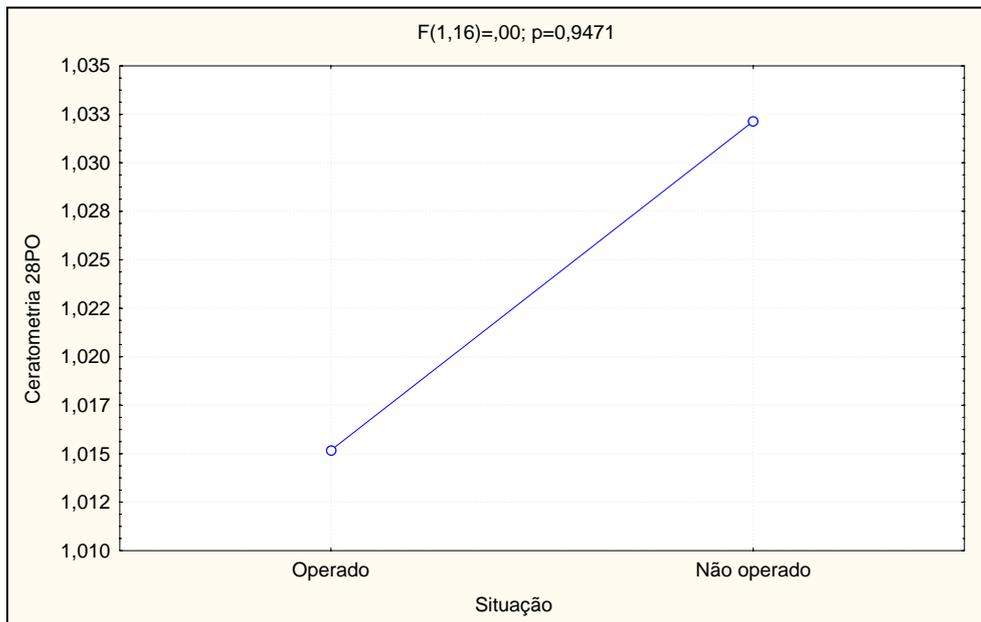


Figura 50: Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 28 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

Tabela 47: Análise de Variância referente ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) aos 60 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	1,21183	0,99	0,42
Situação	1	0,231099	0,17	0,68
GrupoxSituação	3	3,889013	2,95	0,06

Tabela 48: Média e desvio-padrão referentes ao astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 60 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	2,07±2,12	0,68±0,43
G2	1,20±0,97	0,65±0,45
G3	0,62±0,32	0,56±0,12
G4	0,55±0,45	1,95±1,52

$p > 0,05$

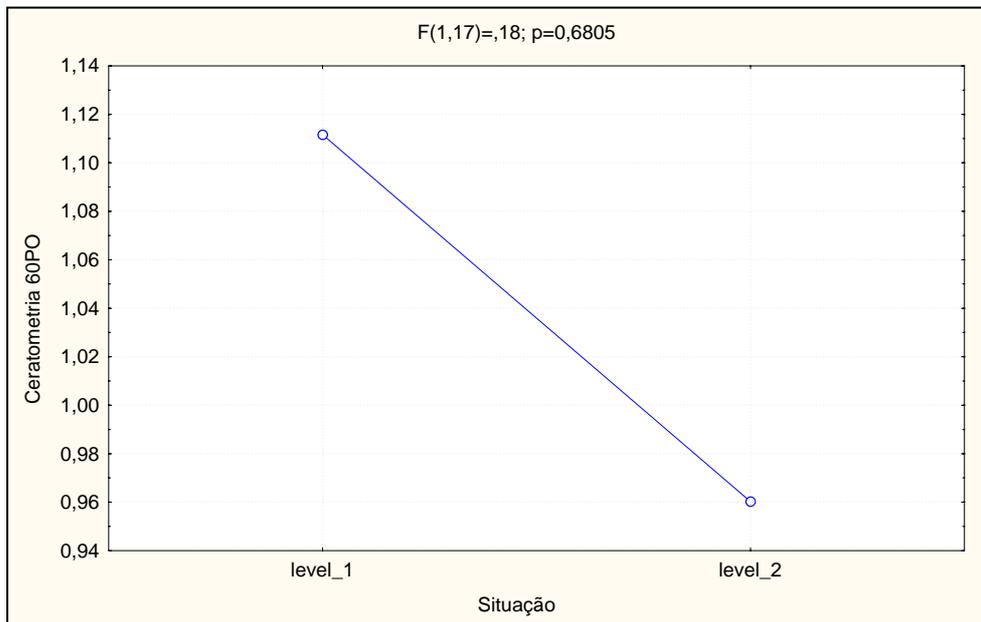


Figura 51: Astigmatismo corneano (dioptrias cilíndricas negativas) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 60 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

4.5 Densidade celular do endotélio corneano

Relativamente à densidade celular endotelial central da córnea (células/mm²), não se observou diferença significativa no comportamento dos grupos, porém foi evidente a perda celular central em todos eles, uma vez que, em todos, a contagem celular endotelial foi superior previamente à cirurgia, com perda significativa quando comparada ao momento da última avaliação (M4), aos 60 dias de PO (Tabelas 49 e 50; Figura 52). No entanto, a amplitude destas perdas celulares não determinou descompensação endotelial em nenhum animal, demonstrando contagens celulares sempre acima dos níveis considerados críticos à adequada função endotelial.

Na comparação entre os olhos operados e contralaterais, não foi demonstrada diferença significativa previamente à cirurgia (Tabelas 51 e 52; Figura 53). O mesmo achado foi revelado aos 7 dias de PO (Tabelas 53 e 54; Figura 54), no entanto, a partir dos 28 dias de PO até o final das observações (aos 60 dias de PO) evidenciou-se uma redução na densidade celular dos olhos operados, relativamente aos não-operados, em todos os grupos (Tabelas 55 a 58; Figuras 55 e 56).

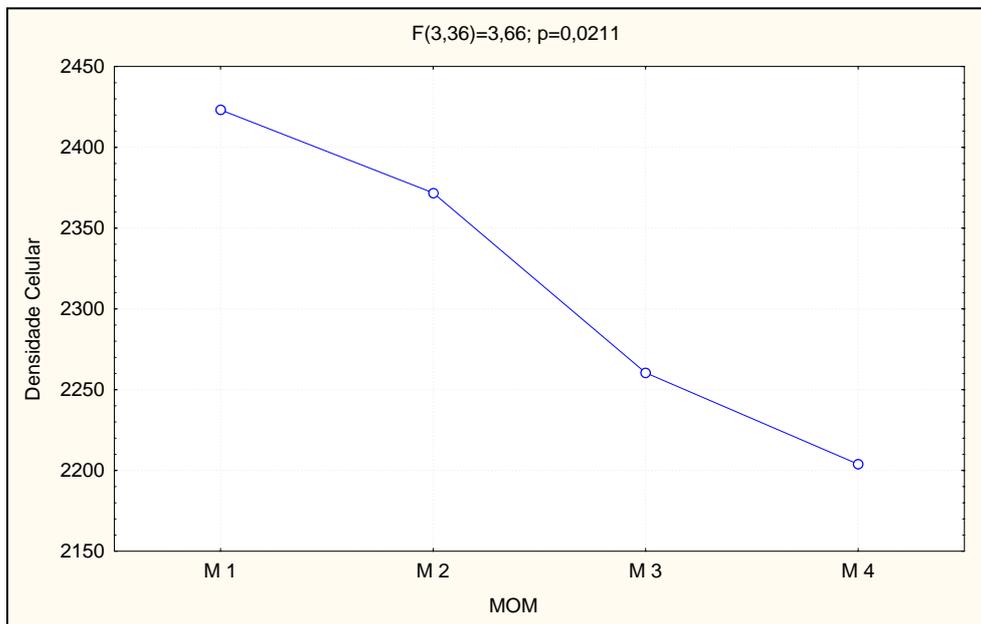
Tabela 49: Análise de Variância referente à densidade celular (cels/mm²)

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	234562,7	0,77	0,53
Momento	3	156136,5	3,66	0,02
GrupoxMomento	9	39943,05	0,94	0,50

Tabela 50: Média e desvio-padrão referentes à densidade celular (cels/mm²) segundo grupo e momento

Grupo	Momento			
	M1	M2	M3	M4
G1	2314±242,69	2203±193,19	2069±380,20	2068±270,94
G2	2366±236,94	2517±323,16	2300±651,60	1984±595,11
G3	2554±253,08	2393±252,43	2382±226,38	2412±218,92
G4	2459±258,88	2374±273,80	2291±441,00	2351±383,02

p > 0,05

**Figura 52:** Densidade celular (cels/mm²) média segundo o momento

M1>M4

M2=M3=M4

M1=M2=M3

Tabela 51: Análise de Variância referente à densidade celular (cels/mm²) no pré-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	29632,11	0,22	0,88
Situação	1	17016,1	0,82	0,38
GrupoxSituação	3	2253,879	0,11	0,95

Tabela 52: Média e desvio-padrão referentes à densidade celular (cels/mm²) segundo a situação (olho operado e contralateral) no pré-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	2417±328,8	2431±301,31
G2	2484±350,17	2559±161,51
G3	2504±262,23	2537±241,39
G4	2459±258,88	2501±124,7

p > 0,05

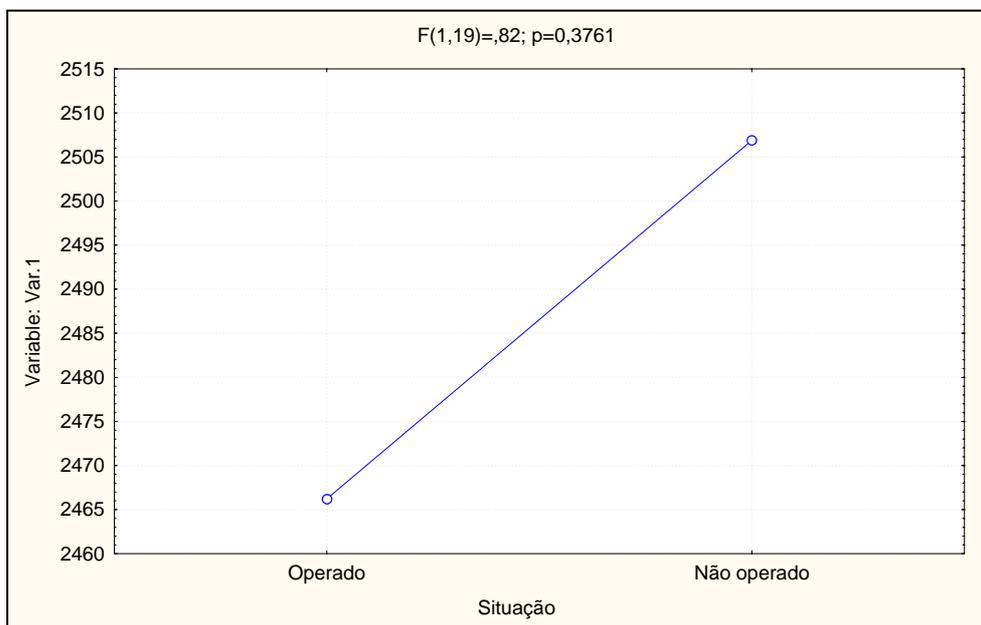
**Figura 53:** Densidade celular média segundo a situação (olho operado e não-operado) no pré-operatório
OP=ÑOP

Tabela 53: Análise de Variância referente à densidade celular (cels/mm²) aos 7 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	158484	0,98	0,43
Situação	1	43276	0,44	0,52
GrupoxSituação	3	76934,68	0,78	0,52

Tabela 54: Média e desvio-padrão referentes à densidade celular (cels/mm²) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 7 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	2216±169,97	2353±272,46
G2	2404±347,52	2591±408,6
G3	2399±291,07	2552±261,71
G4	2333±254,55	2135±639,94

$p > 0,05$

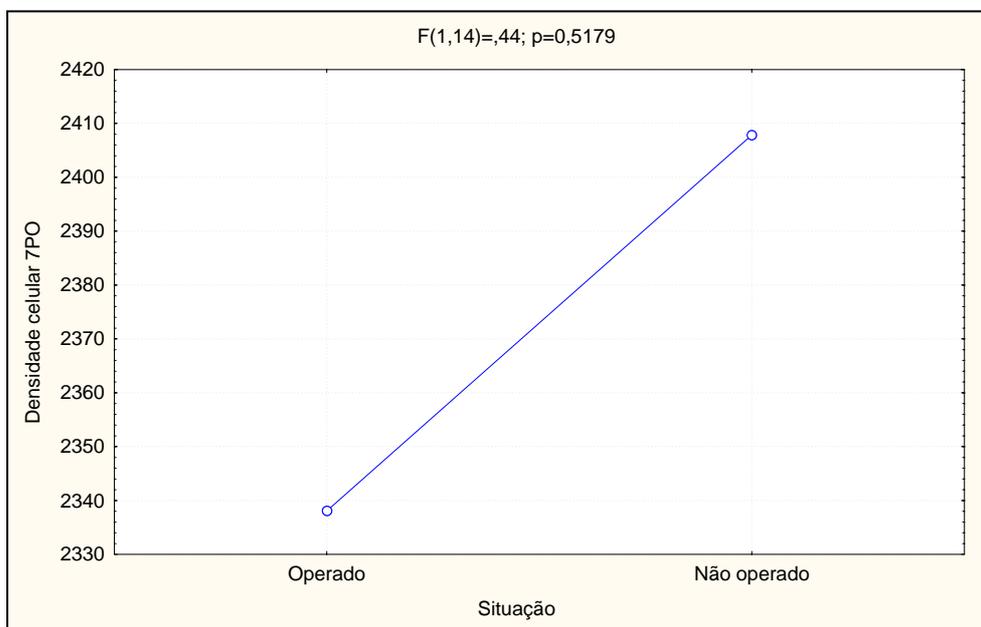
**Figura 54:** Densidade celular média (cels/mm²) segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 7 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

Tabela 55: Quadro de Análise de Variância referente à densidade celular (cels/mm²) aos 28 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	98332,43	0,55	0,65
Situação	1	355302,7	6,98	0,02
GrupoxSituação	3	36574,33	0,72	0,55

Tabela 56: Média e desvio-padrão referentes à densidade celular (cels/mm²) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 28 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	2027±345,02	2391±306,1
G2	2179±584,55	2342±195,52
G3	2369±259,52	2485±212,82
G4	2291±441,00	2445±165,38

$p < 0,05$

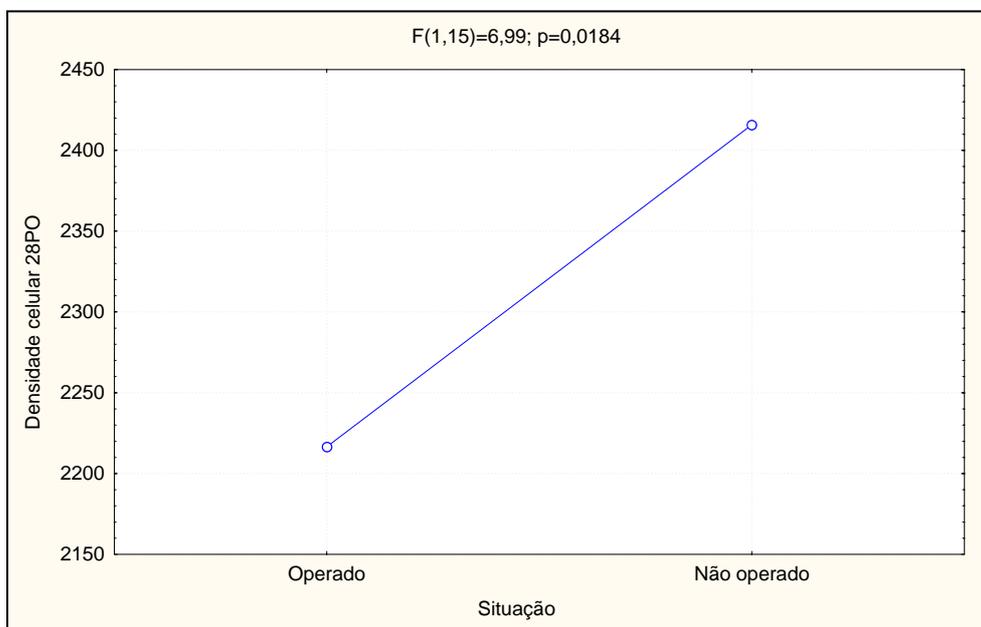


Figura 55: Densidade celular (cels/mm²) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 28 dias de pós-operatório
OP < ÑOP

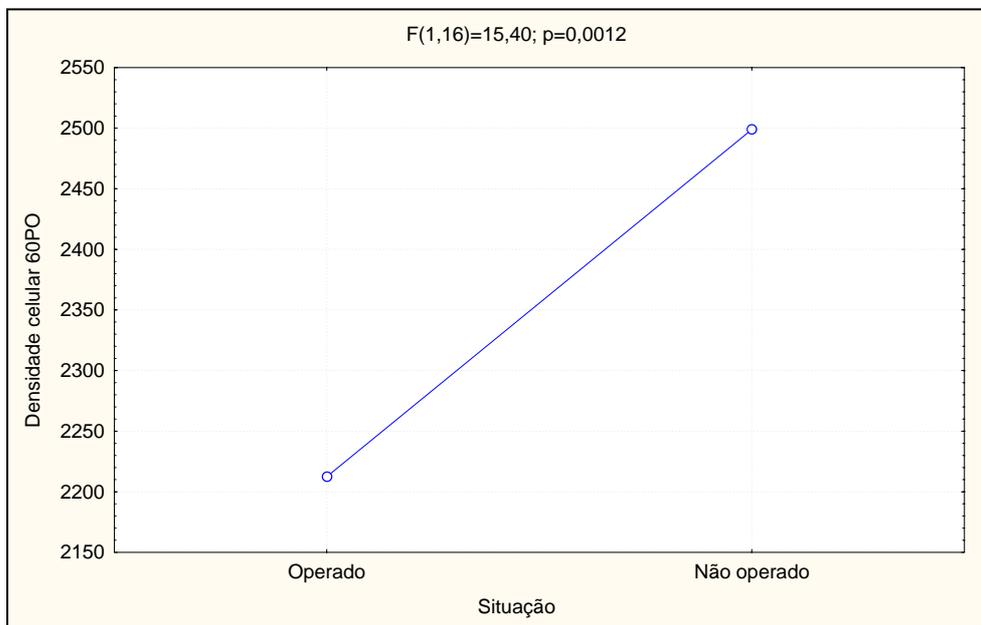
Tabela 57: Análise de Variância referente à densidade celular (cels/mm²) aos 60 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	113362,4	1,27	0,32
Situação	1	787645,8	15,4	0,001
GrupoxSituação	3	102388,7	2,00	0,15

Tabela 58: Média e desvio-padrão referentes à densidade celular (cels/mm²) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 60 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	2094±237,42	2573±213,36
G2	1991±392,24	2439±234,34
G3	2413±252,77	2485±122,36
G4	2351±383,02	2498±67,3

$p < 0,05$

**Figura 56:** Densidade celular (cels/mm²) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 60 dias de pós-operatório
OP<ÑOP

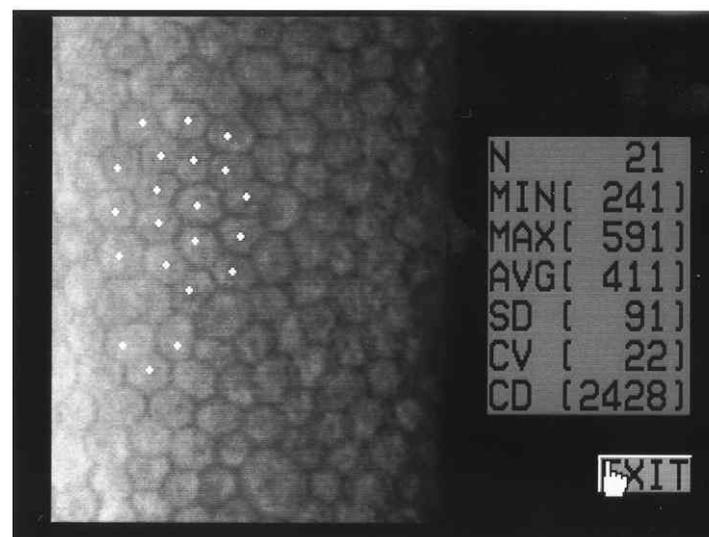
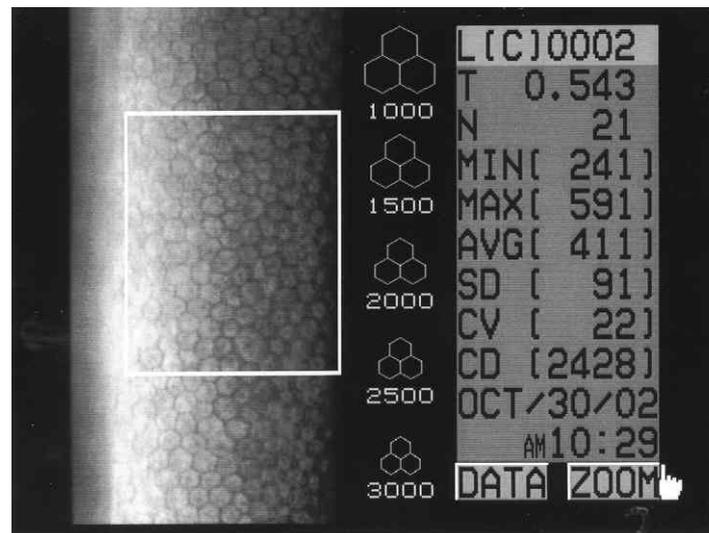


Figura 57: Fotomicrografias especulares do olho esquerdo do animal G1/2, previamente à cirurgia de facoemulsificação, para extração de catarata. Mensurações de áreas celulares (μm^2) mínima (MIN) e máxima (MAX), sua média (AVG), desvio padrão (SD), coeficiente de variação (CV) e a contagem da densidade celular (cels/ mm^2).

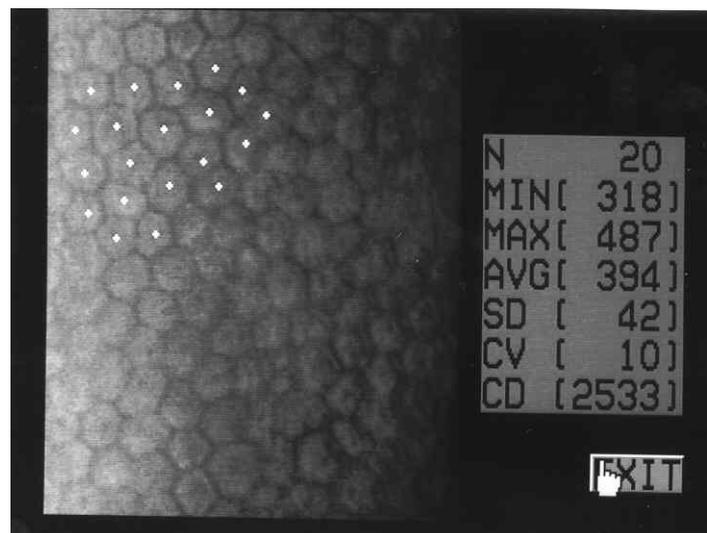
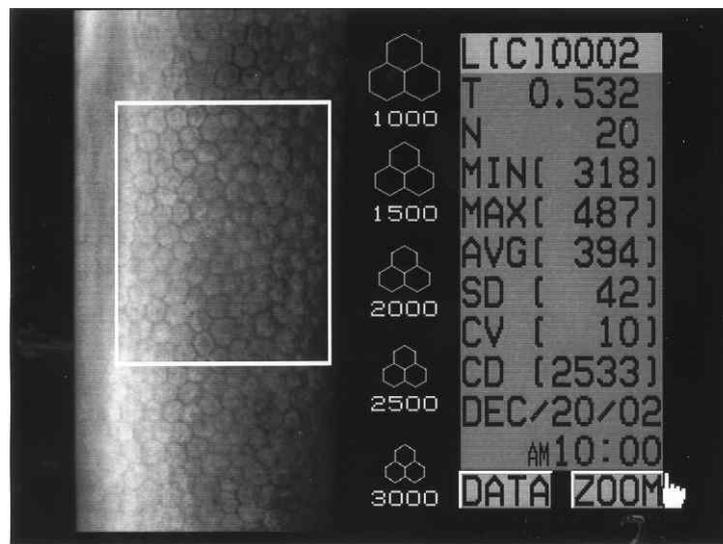


Figura 58: Fotomicrografias especulares do olho esquerdo (operado) do animal G1/2, aos 28 dias de pós-operatório da cirurgia de facoemulsificação, para extração de catarata. Mensurações de áreas celulares (μm^2) mínima (MIN) e máxima (MAX), sua média (AVG), desvio padrão (SD), coeficiente de variação (CV) e a contagem da densidade celular (cels/ mm^2).

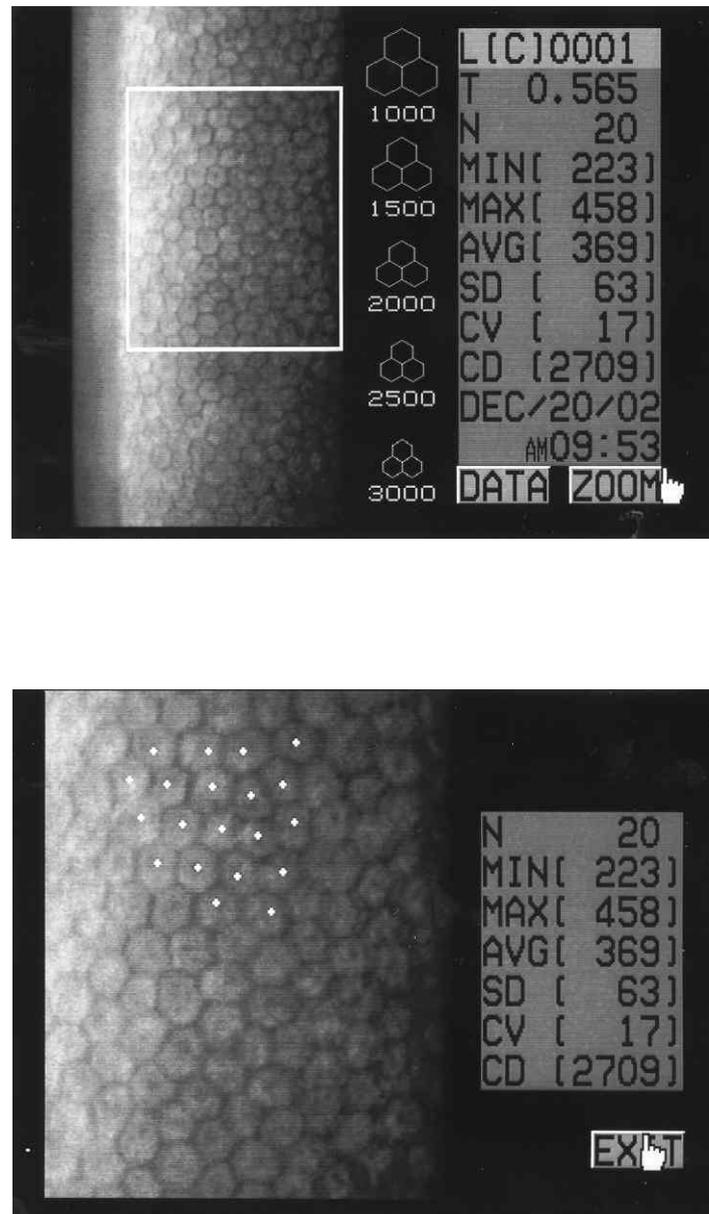


Figura 59: Fotomicrografias especulares do olho direito (contralateral) do animal G1/2, aos 28 dias de pós-operatório da cirurgia de facoemulsificação, para extração de catarata, procedida no olho esquerdo. Mensurações de áreas celulares (μm^2) mínima (MIN) e máxima (MAX), sua média (AVG), desvio padrão (SD), coeficiente de variação (CV) e a contagem da densidade celular (cels/ mm^2).

4.6 Área das células do endotélio corneano

Com relação à área celular do endotélio corneano central (μm^2), observamos que, de um modo geral, não houve diferença de resultados entre os grupos, no entanto, foi demonstrada variação entre os momentos, sendo observada elevação significativa da área celular, entre o pré-opertório (M1) e o último momento de observação, aos 60 dias de PO (M4), em todos os grupos (Tabelas 59 e 60; Figura 60). Anteriormente ao procedimento cirúrgico, não foi verificada diferença entre os olhos do mesmo animal, em todos os grupos (Tabelas 61 e 62; Figura 61). O mesmo padrão de similaridade se manteve aos 7 dias de PO, entre o olho operado e o contralateral, em todos os grupos (Tabelas 63 e 64; Figura 62). No entanto, a partir dos 28 dias de PO, até o fim das observações (60 dias de PO) a área das células do endotélio corneano, em sua área central, apresentaram-se mais elevadas no olho operado, em relação ao contralateral, em todos os grupos (Tabelas 65 a 68; Figuras 63 e 64).

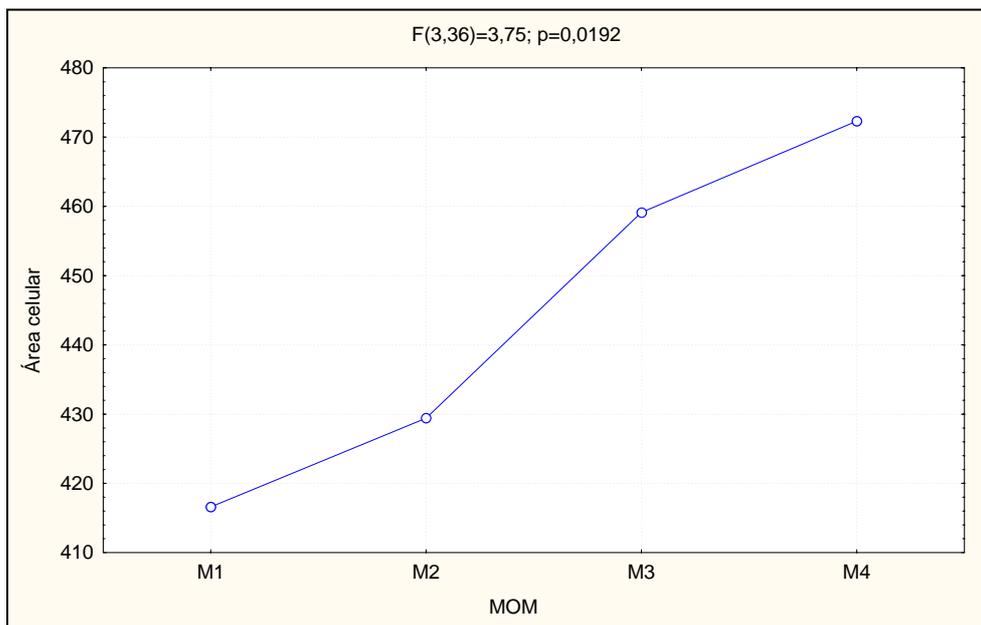
Tabela 59: Análise de Variância referente à área celular (μm^2)

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	10747,51	0,72	0,56
Momento	3	10291,53	3,75	0,019
GrupoxMomento	9	2690,384	0,98	0,47

Tabela 60: Média e desvio-padrão referentes à área celular (μm^2) segundo grupo e momento

Grupo	Momento			
	M1	M2	M3	M4
G1	435,25±44,98	458,5±38,90	494,75±82,11	490,00±67,93
G2	426,00±41,58	407,33±48,05	464,00±151,75	545,33±200,70
G3	394,4±37,98	423,80±47,72	425,00±42,77	418,20±37,11
G4	410,75±48,30	428,00±53,90	452,75±106,67	435,75±82,78

$p > 0,05$

**Figura 60:** Área celular (μm^2) média segundo o momento

M1 < M4

M1 = M2 = M3

M2 = M3 = M4

Tabela 61: Análise de Variância referente à área celular (μm^2) no pré-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	439,5119	0,13	0,94
Situação	1	544,6296	0,89	0,36
GrupoxSituação	3	46,91667	0,08	0,97

Tabela 62: Média e desvio-padrão referentes à área celular (μm^2) segundo a situação (olho operado e contralateral) no pré-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	408,86±54,45	405,86±48,23
G2	399,2±53,44	387,4±23,38
G3	402,00±39,22	396,75±36,66
G4	410,75±48,31	400,5±20,37

$p > 0,05$

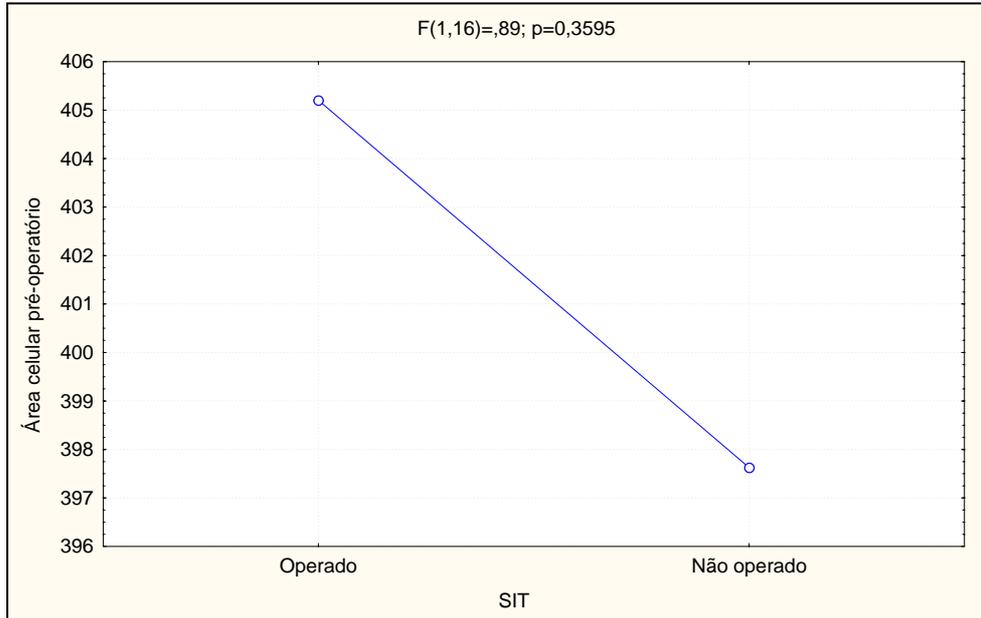
**Figura 61:** Área celular média (μm^2) segundo a situação (olho operado e não-operado) no pré-operatório
OP=ÑOP

Tabela 63: Análise de Variância referente à área celular (μm^2) aos 7 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	12331,46	0,85	0,49
Situação	1	133,4722	0,01	0,92
GrupoxSituação	3	10826,77	0,91	0,46

Tabela 64: Média e desvio-padrão referentes à área celular (μm^2) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 7 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	455,00±34,58	429,4±43,96
G2	426,5±54,85	393,25±67,02
G3	424,5±55,07	394,25±37,74
G4	434,8±49,09	539,4±279,39

$p > 0,05$

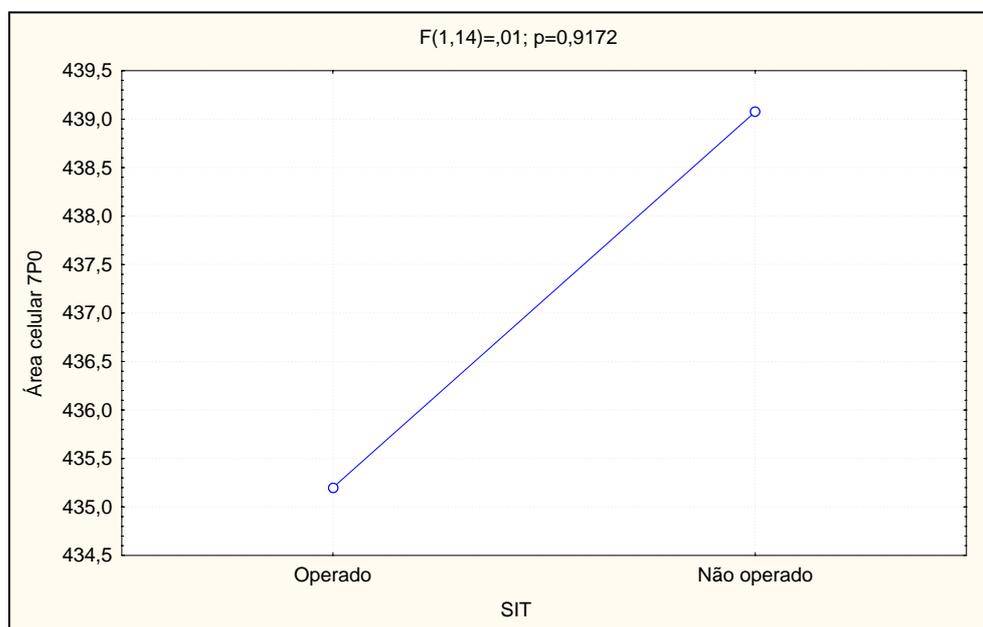
**Figura 62:** Área celular (μm^2) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 7 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

Tabela 65: Análise de Variância referente à área celular (μm^2) aos 28 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	4974,227	0,62	0,61
Situação	1	22624,56	7,61	0,01
GrupoxSituação	3	1816,105	0,61	0,62

Tabela 66: Média e desvio-padrão referentes à área celular (μm^2) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 28 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	507,14±86,81	424,14±53,96
G2	485,5±131,15	429,5±33,01
G3	427,00±49,11	406,00±31,18
G4	452,75±106,67	411,75±29,1

$p < 0,05$

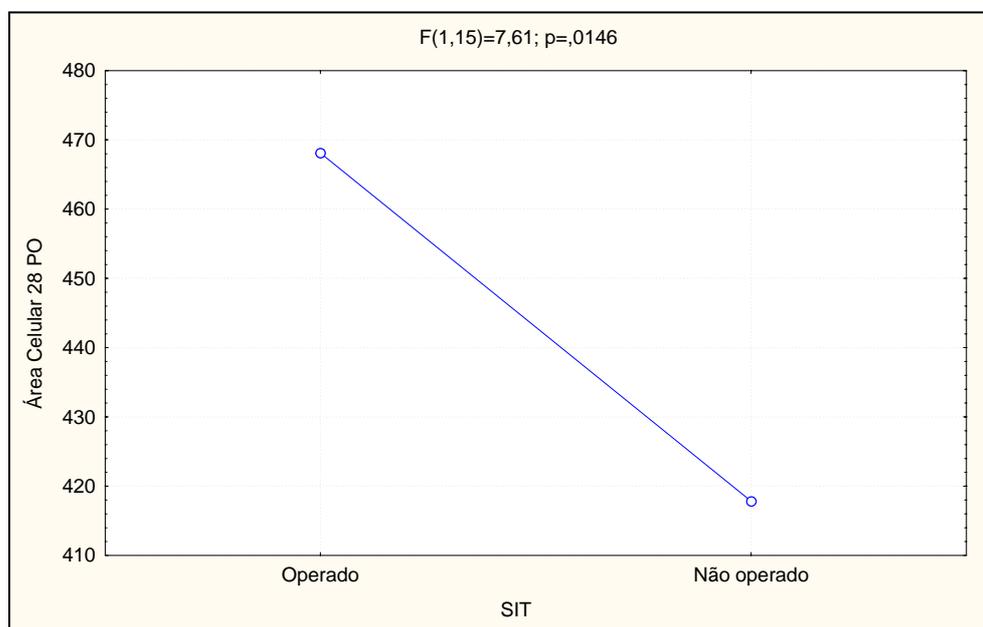
**Figura 63:** Área celular (μm^2) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 28 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

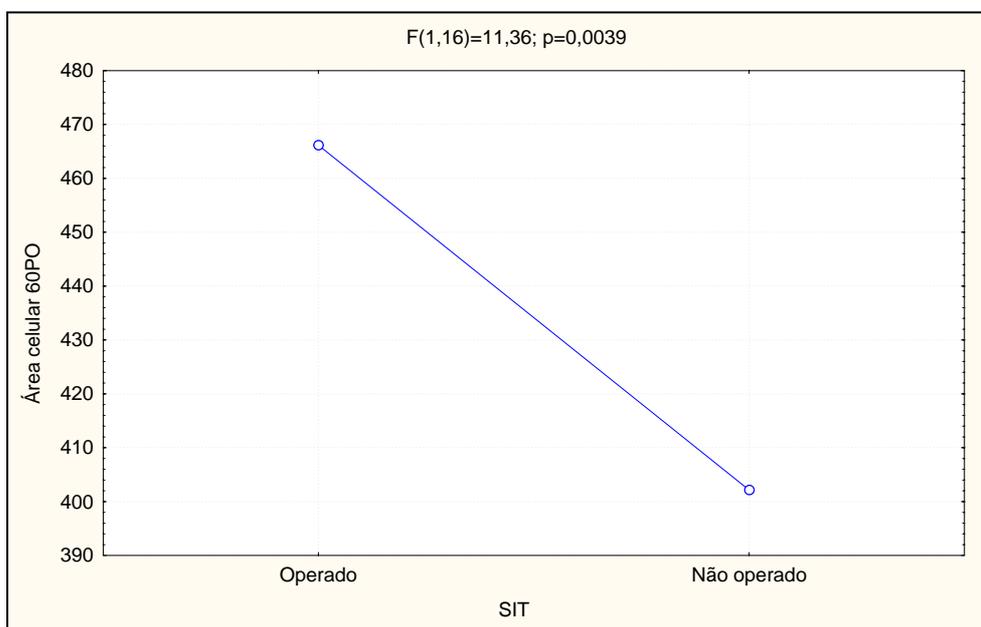
Tabela 67: Análise de Variância referente à área celular (μm^2) aos 60 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	6810,425	1,22	0,33
Situação	1	39347,2	11,36	0,004
GrupoxSituação	3	5124,38	1,48	0,26

Tabela 68: Média e desvio-padrão referentes à área celular (μm^2) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 60 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	485,33±58,29	391,17±32,02
G2	524,83±131,96	413,17±40,29
G3	418,75±42,83	403,5±20,42
G4	435,75±82,78	400,75±9,98

$p < 0,05$

**Figura 64:** Área celular (μm^2) média segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 60 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

4.6.1 Coeficiente de Variação Celular

O coeficiente de variação da área das células do endotélio corneano central, expressa em porcentagem (%), fornece informações sobre a homogeneidade das células endoteliais. O coeficiente de variação (%) foi semelhante em todos os grupos, no entanto, variou significativamente de acordo com o momento de observação. Todos os grupos demonstraram uma elevação no coeficiente de variação aos 7 dias de pós-operatório (PO) (Tabelas 69 e 70; Figura 65).

Relativamente à comparação entre olho operado e contralateral, não foi observada diferença entre os olhos, previamente à cirurgia, em todos os grupos (Tabelas 71 e 72; Figura 66). Porém, aos 7 dias de PO, o coeficiente de variação dos olhos operados mostrou-se significativamente elevado, em relação aos olhos contralaterais, em todos os grupos (Tabelas 73 e 74; Figura 67). No entanto, a partir dos 28 dias de PO, até o final das observações (60 dias de PO), foi demonstrada semelhança no coeficiente de variação entre olhos operados e contralaterais, em todos os grupos (Tabelas 75 a 78; Figuras 68 e 69).

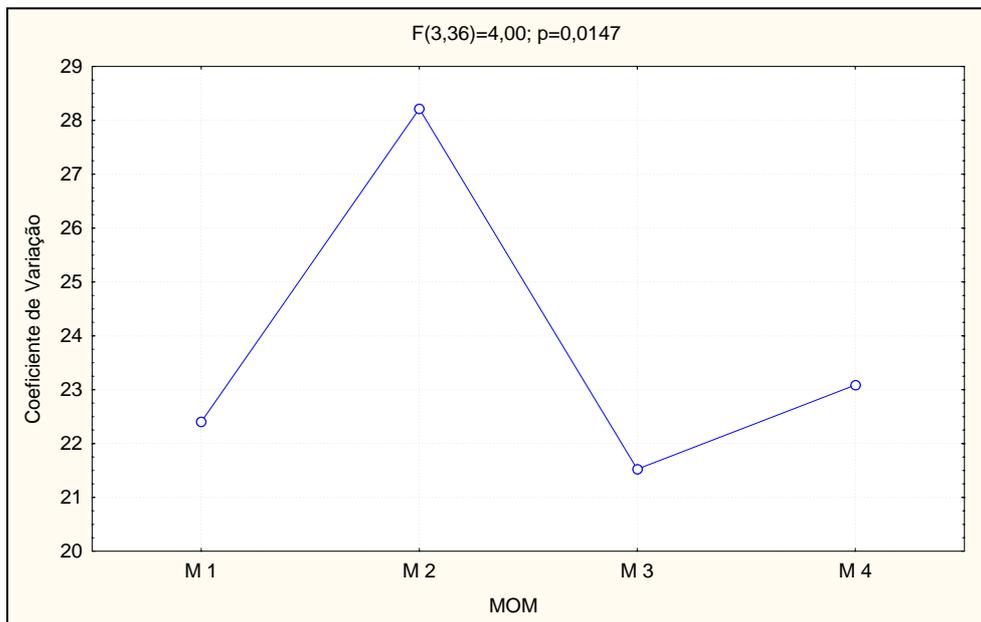
Tabela 69: Análise de Variância referente ao coeficiente de variação (%)

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	41,0434	1,11	0,38
Momento	3	140,1291	4,00	0,01
GrupoxMomento	9	17,04062	0,49	0,87

Tabela 70: Média e desvio-padrão referentes ao coeficiente de variação (%) segundo grupo e momento

Grupo	Momento			
	M1	M2	M3	M4
G1	19,25±4,86	26,75±6,85	19,00±5,71	20,75±2,75
G2	27,00±14,8	30,67±8,08	19,00±7,00	24,00±3,6
G3	21,6±5,08	28,2±7,98	23,6±6,11	22,6±2,7
G4	21,75±2,06	27,25±4,99	24,5±1,73	25,00±3,91

$p > 0,05$

**Figura 65:** Coeficiente de variação (%) médio segundo o momento

$M2 > M1 = M3$

$M1 = M3 = M4$

$M2 = M4$

Tabela 71: Análise de Variância referente ao coeficiente de variação (%) no pré-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	27,37262	1,22	0,33
Situação	1	9,696005	0,63	0,44
GrupoxSituação	3	4,315476	0,28	0,84

Tabela 72: Média e desvio-padrão referentes ao coeficiente de variação (%) segundo a situação (olho operado e contralateral) no pré-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	17,71±4,35	18,86±7,10
G2	17,4±4,16	18,80±2,86
G3	19,75±3,40	22,25±0,96
G4	21,75±2,06	20,75±3,50

$p > 0,05$

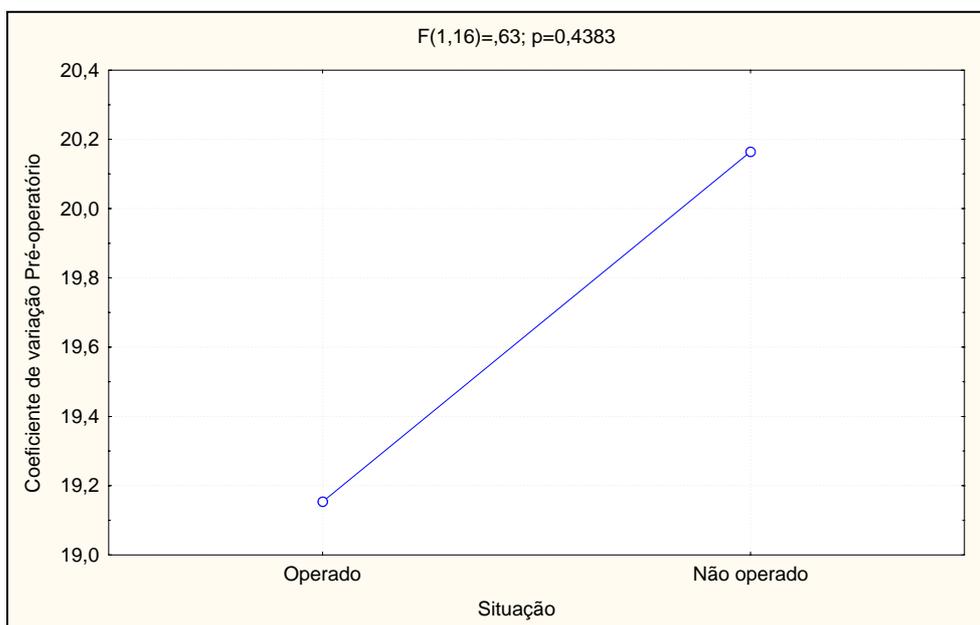
**Figura 66:** Coeficiente de variação (%) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) no pré-operatório
OP=ÑOP

Tabela 73: Análise de Variância referente ao coeficiente de variação (%) aos 7 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	22,6213	0,67	0,58
Situação	1	415,5681	20,10	0,0005
GrupoxSituação	3	35,58796	1,72	0,21

Tabela 74: Média e desvio-padrão referentes ao coeficiente de variação (%) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 7 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	24,60±7,63	18,4±1,14
G2	29,25±7,18	16,5±4,44
G3	26,25±7,72	21,25±3,30
G4	26,80±4,44	23,40±2,30

$p < 0,05$

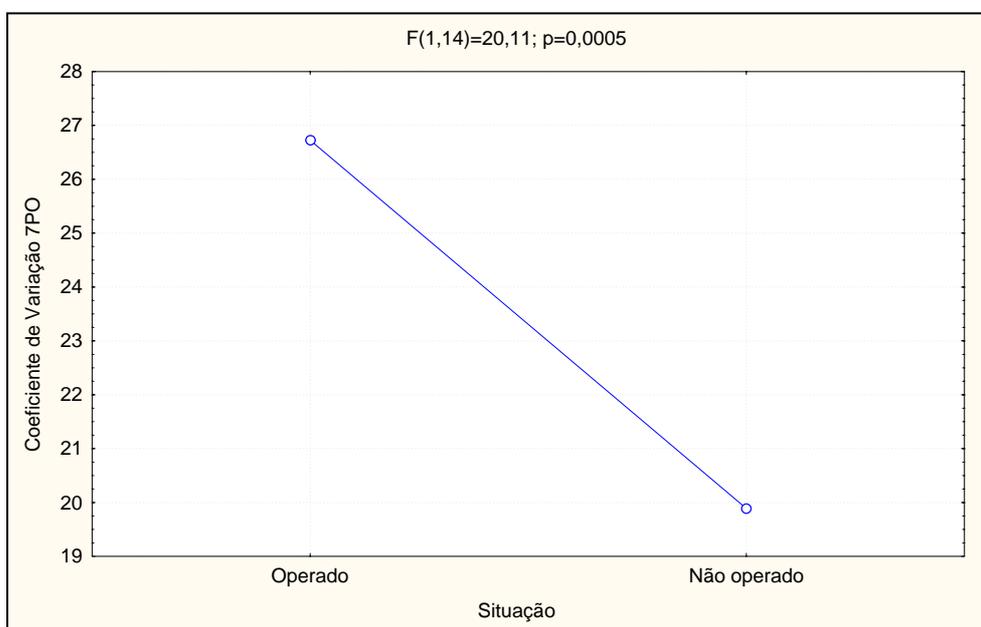
**Figura 67:** Coeficiente de variação (%) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 7 dias de pós-operatório
OP>ÑOP

Tabela 75: Análise de Variância referente ao coeficiente de variação (%) aos 28 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	46,52819	1,53	0,25
Situação	1	1,645714	0,04	0,83
GrupoxSituação	3	14,0119	0,38	0,76

Tabela 76: Média e desvio-padrão referentes ao coeficiente de variação (%) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 28 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	21,57±5,56	19,28±3,77
G2	21,00±6,98	23,50±7,05
G3	23,25±6,99	22,50±5,51
G4	24,50±1,73	26,75±7,93

$p > 0,05$

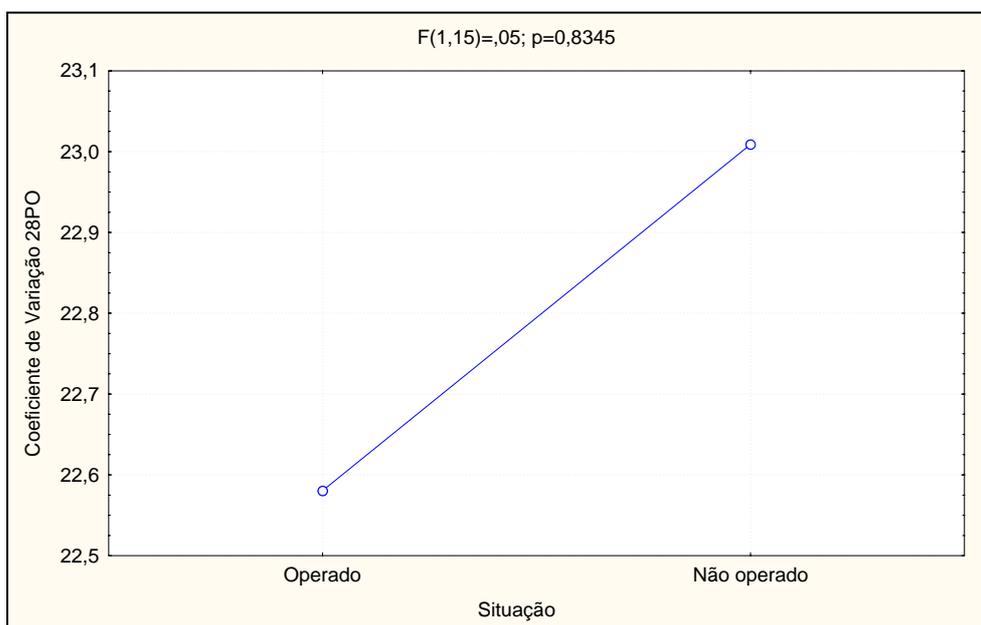
**Figura 68:** Coeficiente de variação (%) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 28 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

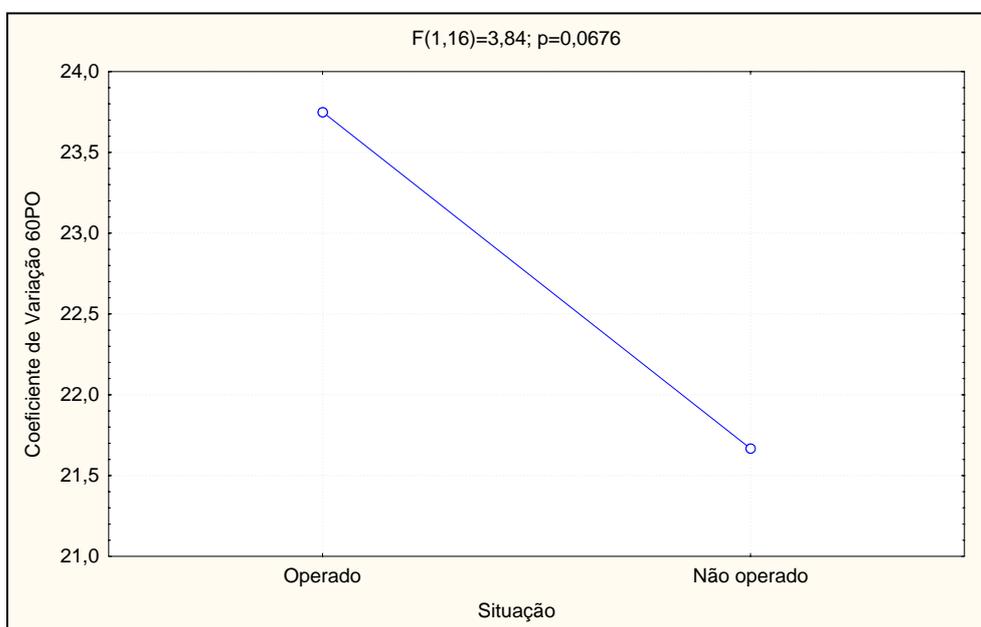
Tabela 77: Análise de Variância referente ao coeficiente de variação (%) aos 60 dias de pós-operatório

Causas de Variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F	Valor de p
Grupo	3	26,06111	1,07	0,39
Situação	1	41,66667	3,84	0,07
GrupoxSituação	3	8,727777	0,80	0,51

Tabela 78: Média e desvio-padrão referentes ao coeficiente de variação (%) segundo a situação (olho operado e contralateral) aos 60 dias de pós-operatório

Grupo	Olho	
	operado	contralateral
G1	22,17±3,97	20,83±5,15
G2	24,83±4,79	20,83±3,60
G3	23,00±2,94	19,75±2,87
G4	25,00±3,91	25,25±4,99

$p > 0,05$

**Figura 69:** Coeficiente de variação (%) médio segundo a situação (olho operado e não-operado) aos 60 dias de pós-operatório
OP=ÑOP

4.7 Avaliações qualitativas durante o pós-operatório

As avaliações qualitativas do comportamento do olho operado, tais como, congestão ocular e presença de flare ou fibrina na câmara anterior, durante o transcorrer do pós-operatório apresentaram variações entre os grupos. Os animais dos grupos 1 e 2 demonstraram pós-operatório mais complicado, com congestão ocular e *flare* mais acentuados e duradouros, além de alta incidência de fibrina na câmara anterior, principalmente nos momentos mais precoces do pós-operatório. Os animais dos grupos 3 e 4 apresentaram pós-operatório mais tranquilo, com menos congestão ocular e *flare*, ambos com desaparecimento em momentos mais precoces do pós-operatório; a incidência de fibrina na câmara anterior foi praticamente ausente nestes grupos.

Diferenças mais sutis referiram-se ao comportamento dos olhos operados no transcorrer do pós-operatório, baseados no grau de desenvolvimento da catarata (imatura ou madura), como sinais discretamente mais acentuados em alguns animais que apresentavam catarata madura.



Figura 70: Fibrina em câmara anterior, aos 7 dias de pós-operatório, animal do grupo 1.



Figura 71: *Flare* e opacidade corneana, aos 7 dias de pós-operatório, animal do grupo 1.

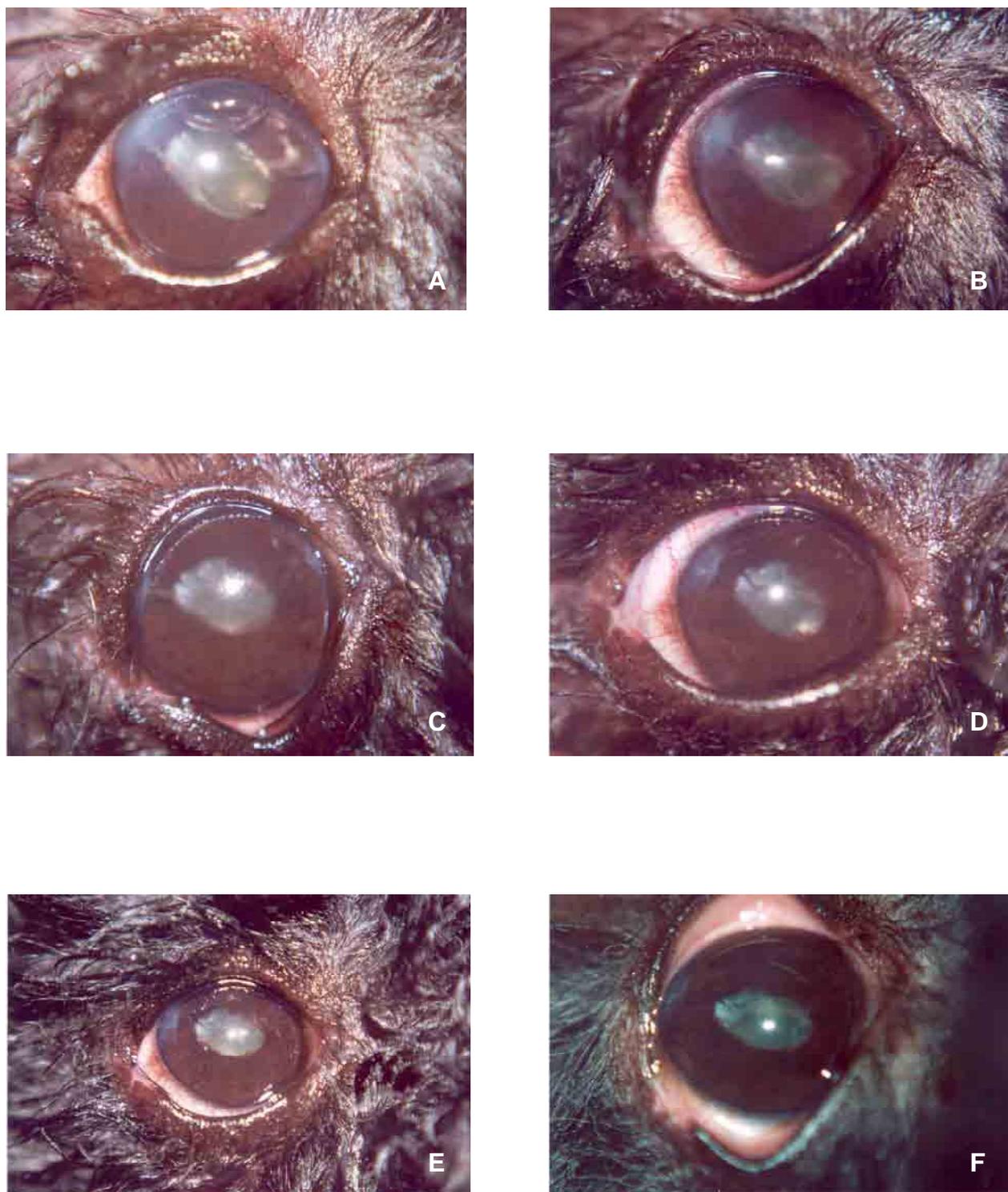


Figura 72: Acompanhamento pós-operatório, animal do grupo 1. **A:** 3 dias de pós-operatório; **B:** 7 dias de pós-operatório; **C:** 14 dias de pós-operatório; **D:** 21 dias de pós-operatório; **E:** 28 dias de pós-operatório; **F:** 60 dias de pós-operatório.

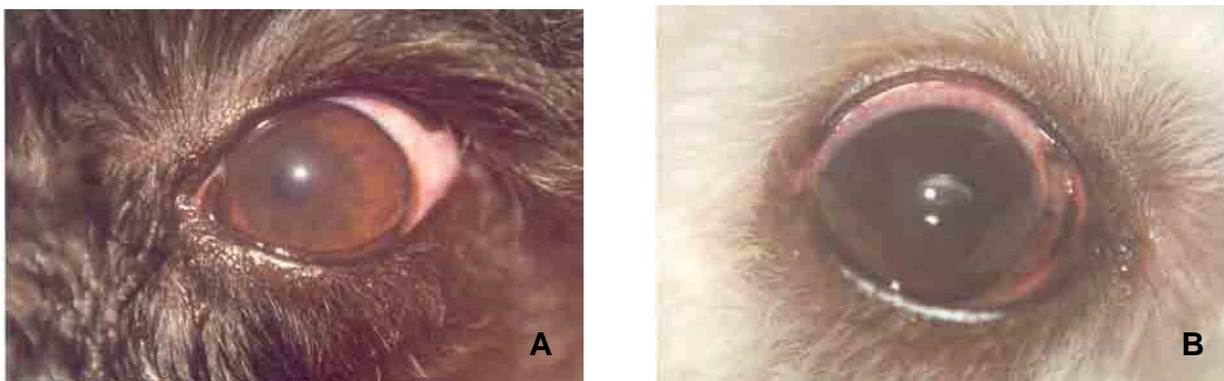


Figura 73 A e B: 60 dias pós-operatório de animais do grupo 1, com boa evolução e resultado final.

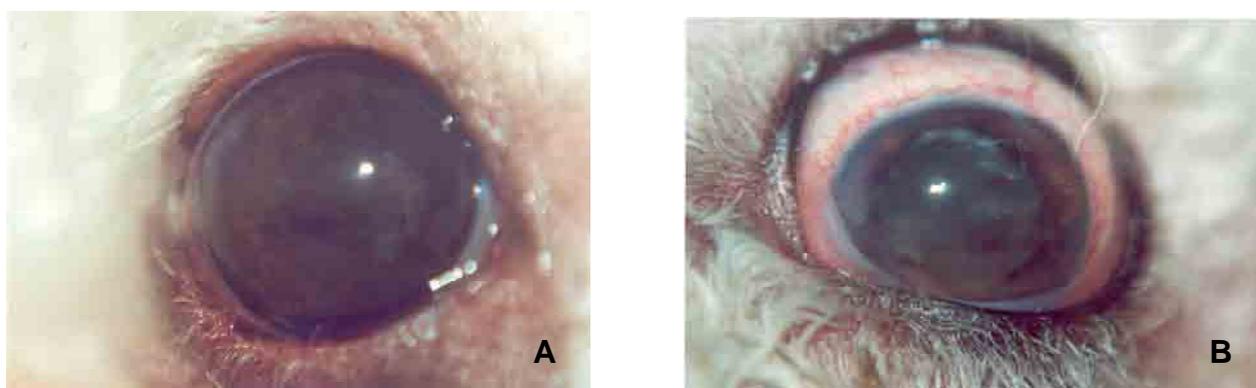


Figura 74 A e B: 60 dias pós-operatório de animais do grupo 1, com evolução complicada e resultado final prejudicado.

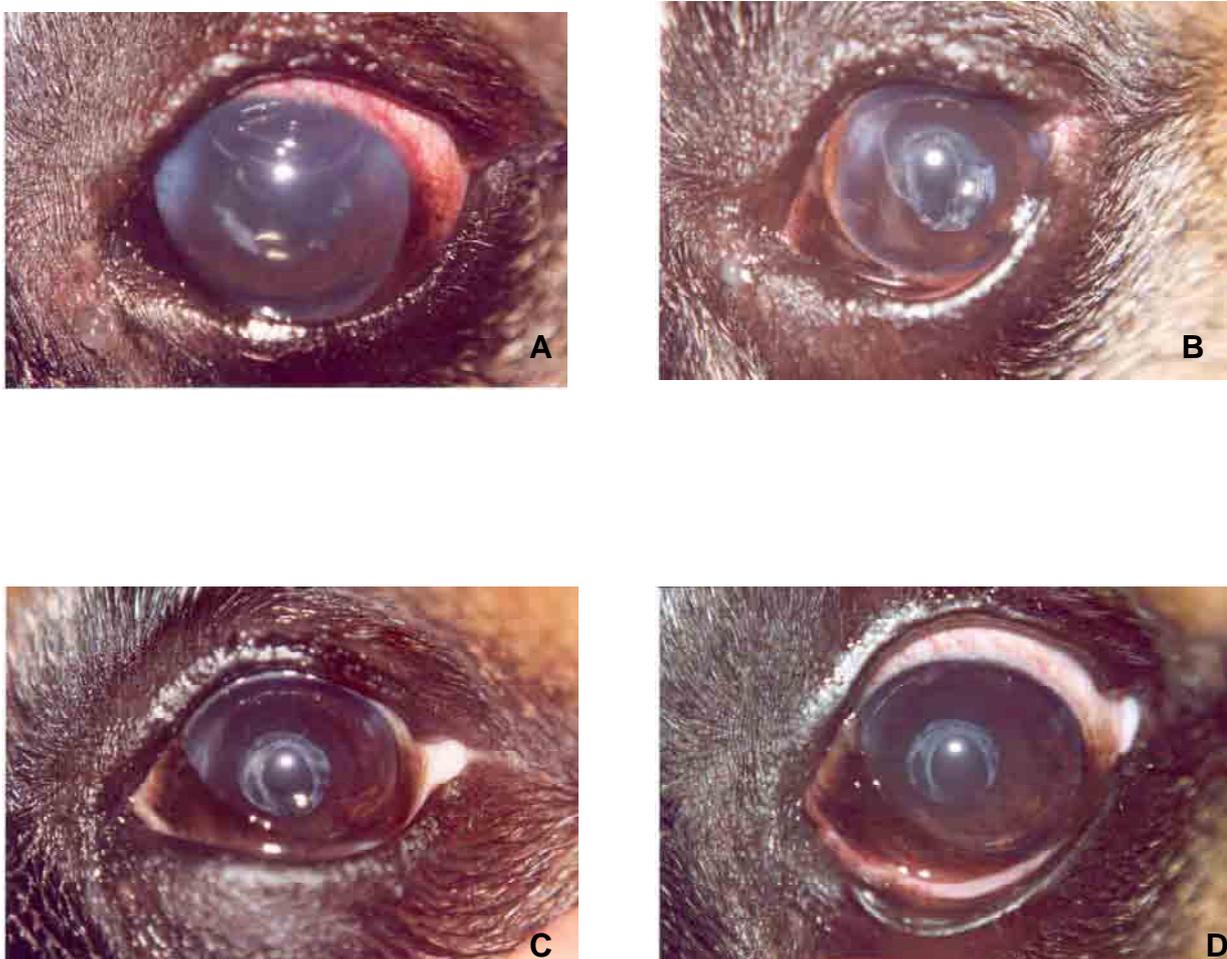


Figura 75: Acompanhamento pós-operatório, animal do grupo 2. **A:** 3 dias de pós-operatório; **B:** 14 dias de pós-operatório; **C:** 28 dias de pós-operatório; **D:** 60 dias de pós-operatório.

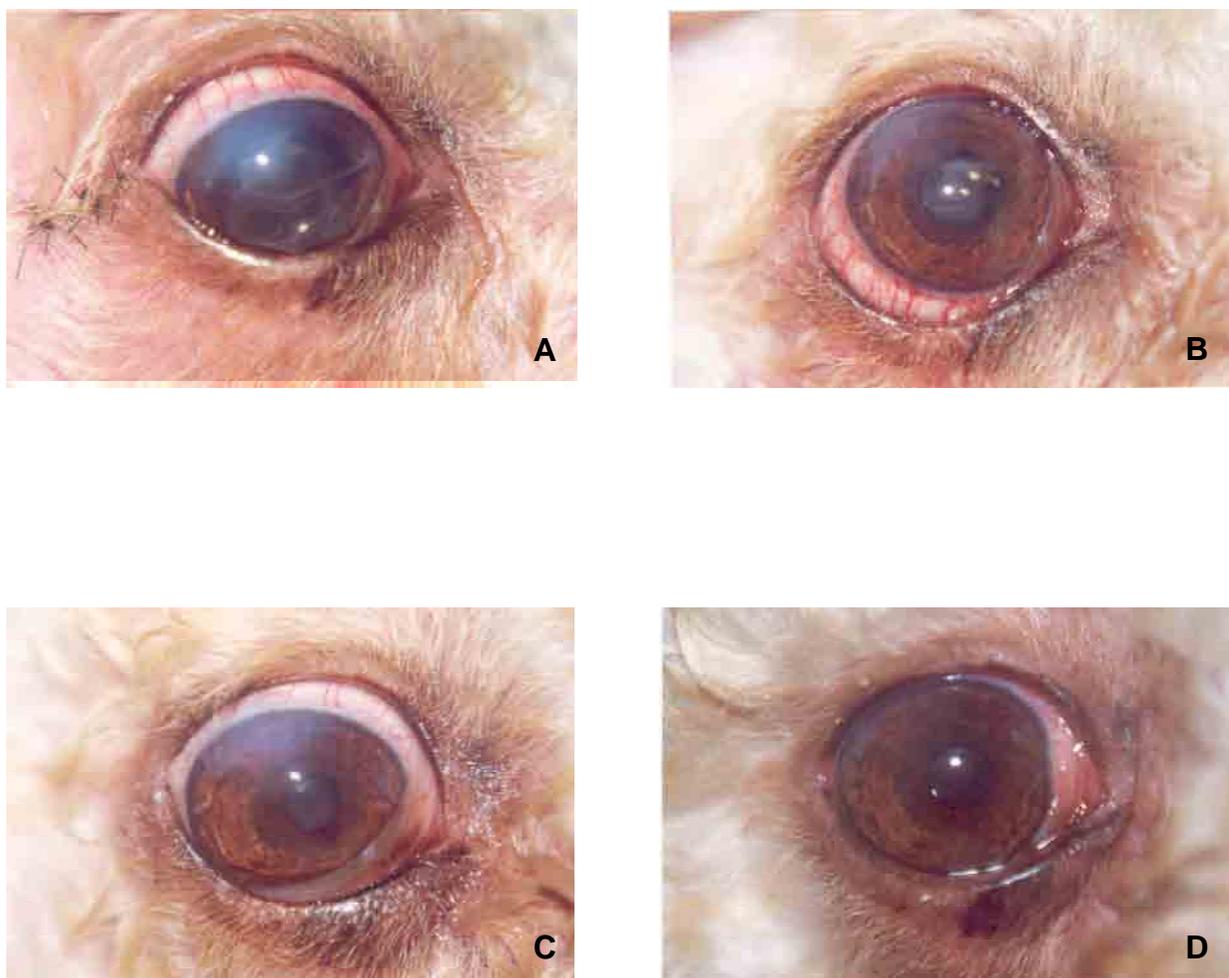


Figura 76: Acompanhamento pós-operatório, animal do grupo 2. **A:** 7 dias de pós-operatório; **B:** 21 dias de pós-operatório; **C:** 28 dias de pós-operatório; **D:** 60 dias de pós-operatório.

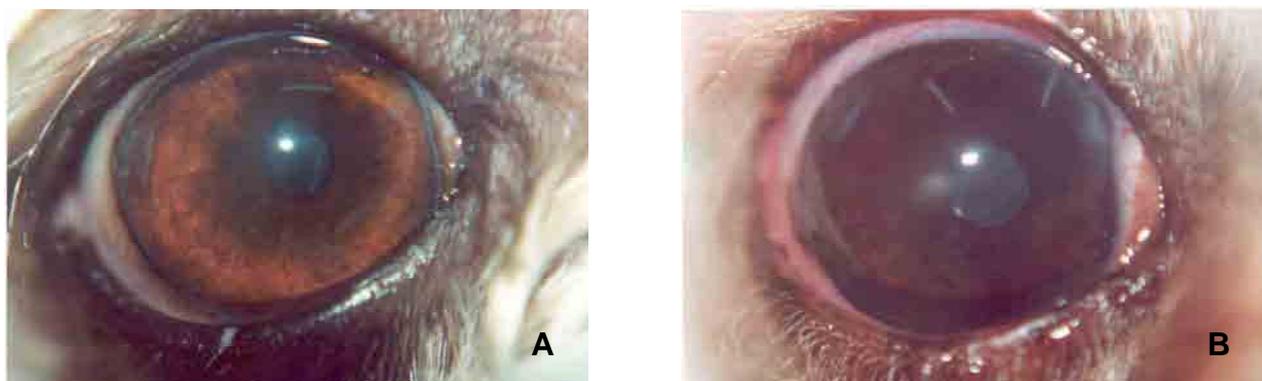


Figura 77 A e B: 60 dias pós-operatório de animais do grupo 2, com boa evolução e resultado final.



Figura 78: 60 dias pós-operatório de animal do grupo 2, com evolução complicada e resultado final prejudicado.

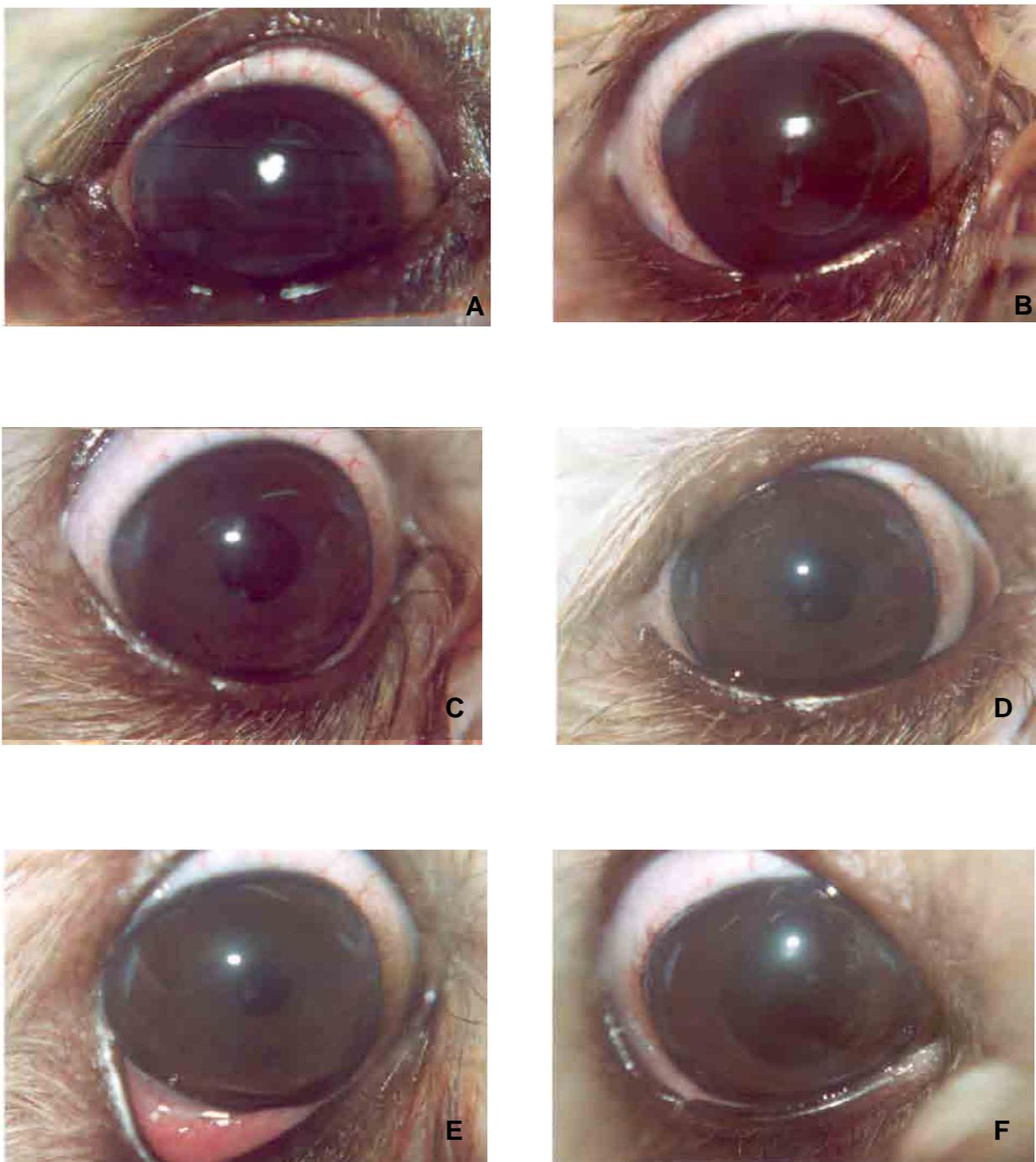


Figura 79: Acompanhamento pós-operatório, animal do grupo 3. **A:** 3 dias de pós-operatório; **B:** 14 dias de pós-operatório; **C:** 21 dias de pós-operatório; **D:** 28 dias de pós-operatório; **E:** 60 dias de pós-operatório, sem dilatação pupilar; **F:** 60 dias de pós-operatório, após dilatação pupilar.

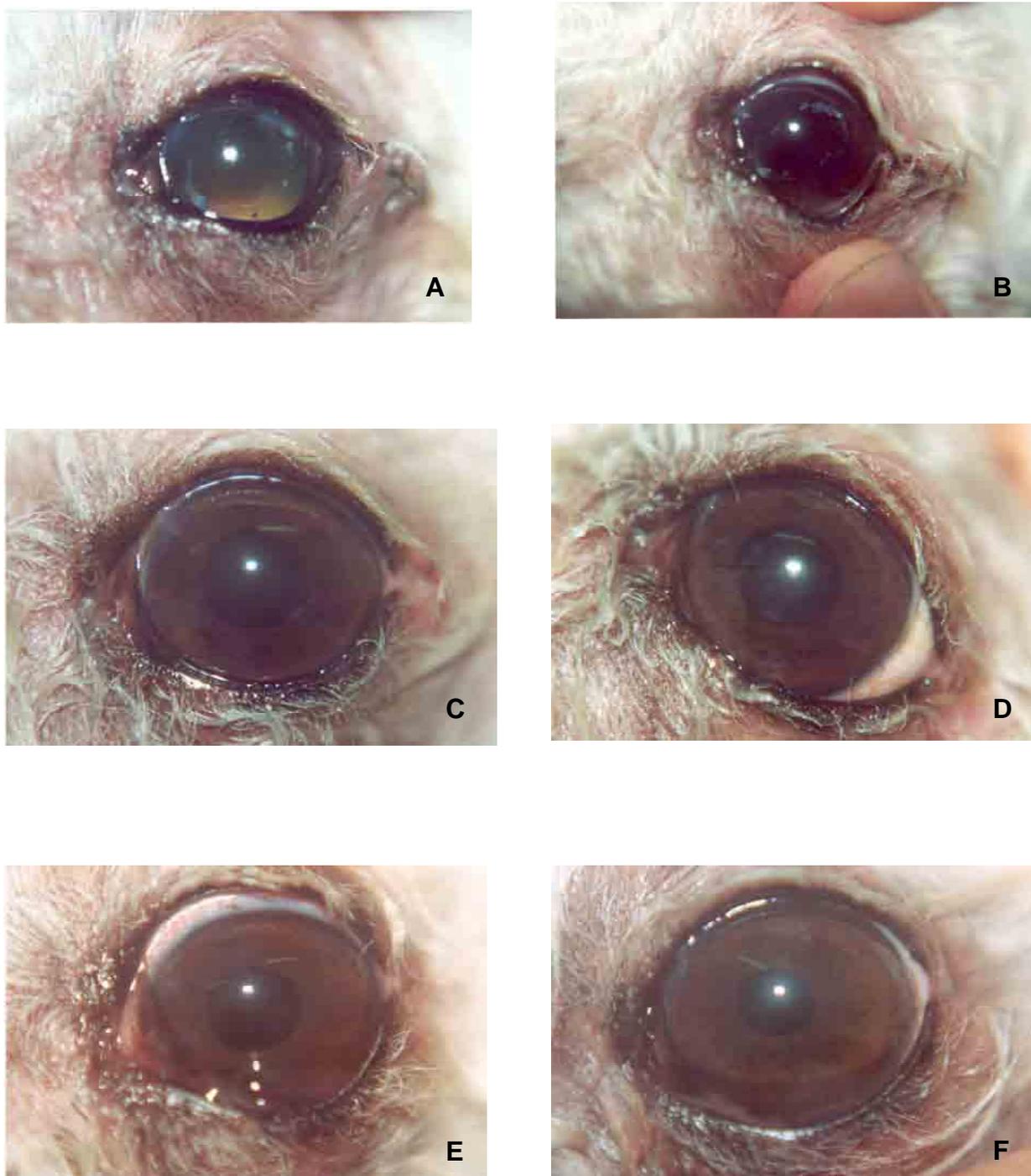


Figura 80: Acompanhamento pós-operatório, animal do grupo 4. **A:** 3 dias de pós-operatório; **B:** 7 dias de pós-operatório; **C:** 14 dias de pós-operatório; **D:** 21 dias de pós-operatório; **E:** 28 dias de pós-operatório; **F:** 60 dias de pós-operatório.

4.8 Complicações observadas durante o pós-operatório

Quadro 4: Complicações observadas durante o acompanhamento pós-operatório, após cirurgia de facoemulsificação, para extração de catarata, nos grupos 1, 2, 3 e 4

COMPLICAÇÃO	NÚMERO DE CASOS / GRUPOS			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Úlcera corneana	2	1	0	1
Glaucoma	0	1	0	0
Sinéquias posteriores	6	2	0	0
Deslocamento da LIO	2	0	-	-
Opacificação da LIO	3	1	-	-

LIO: lente intra-ocular



Figura 81: Úlcera corneana central em animal do grupo 1.

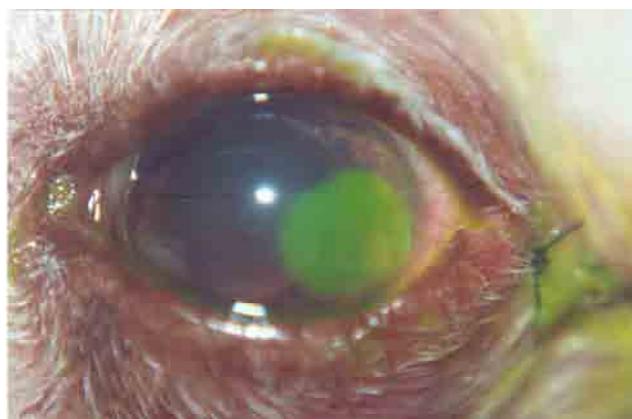


Figura 82: Úlcera corneana temporal (decorrente do ponto de sutura da cantotomia) em animal do grupo 4.



Figura 83: Glaucoma decorrente de complicações após cirurgia para extração de catarata em animal do grupo 2.



Figura 84 A, B e C: Sinéquias posteriores decorrentes de complicações após cirurgia para extração de catarata, em diferentes animais do grupo 1; **A:** aos 14 dias de pós-operatório (PO); **B:** aos 30 dias de PO; **C:** aos 14 dias de PO.





Figura 85: Deslocamento da lente intra-ocular (LIO), com uma das alças situada na câmara anterior; **A:** animal do grupo 1, aos 3 dias de pós-operatório; **B:** animal do grupo 1, aos 28 dias de pós-operatório.



Figura 86: Opacificação parcial da lente intra-ocular (LIO), em animal do grupo 2, aos 28 dias de pós-operatório.

5 DISCUSSÃO

Diversas técnicas cirúrgicas para extração da catarata têm sido empregadas há muitas décadas em Medicina Veterinária (WHITLEY et al., 1993; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997). Com o advento da facoemulsificação houve uma acentuada elevação nos índices de sucesso deste tipo de cirurgia e, com ela, a necessidade se buscar melhores resultados referentes à acuidade visual, o que implicou, principalmente, na utilização de lentes intra-oculares (LIOs) (WHITLEY et al., 1993; GLOVER & CONSTANTINESCU, 1997; DAVIDSON, 2001).

A primeira implantação de LIO em cão ocorreu há aproximadamente 45 anos, quando Dr. Hugh Simpson, da Universidade do Estado de Iowa, utilizou uma LIO denominada Ridley, a qual já havia sido implantada primeiramente no homem (DAVIDSON, 2001). Cerca de trinta anos após, em 1984, Dr. Lew Campbell, relatou a implantação, em cães, de LIOs de três peças de polimetilmetacrilato (PMMA), com poder óptico de 13 dioptrias (D) (DAVIDSON, 2001). Desde então, inúmeras LIOs tem sido implantadas em cirurgias para extração de catarata no cão, restaurando a condição de ametropia e melhorando a sua qualidade de vida (DAVIDSON, 2001).

Durante os últimos 15 anos foram utilizadas as lentes rígidas de três peças de PMMA, no entanto, atualmente, seguindo as tendências das cirurgias para extração da catarata em humano, surgiu uma nova era de LIOs (DAVIDSON, 2001). Impulsionada pela necessidade de incisões menores, de 2,5 a 3,5mm, que induzem menor astigmatismo, surgiram as lentes dobráveis, primeiramente as de silicone e, seguidamente, as de diferentes polímeros de acrílico (DAVIDSON, 2001).

A grande dificuldade no desenvolvimento de lentes dobráveis em cães reside na necessidade do alto poder dióptrico da LIO para a espécie, em torno de 40 D, o que torna

difícil sua compatibilidade com as pequenas incisões, empregadas atualmente na extração da catarata (DAVIDSON, 2001). Nossa escolha na utilização das lentes de silicone dobráveis humanas foi motivada pela ampla disponibilidade no mercado mundial, além da sua compatibilidade com as pequenas incisões utilizadas pela técnica de facoemulsificação. É antigo o consenso na literatura mundial que, quanto menor o tamanho da incisão, menos astigmatismo é desenvolvido após a cirurgia e, portanto, melhor a acuidade visual alcançada (OSHIKA et al., 1994). Os avanços neste sentido, em oftalmologia humana, apontam para a melhor localização da incisão em cada caso, a fim de minimizar a indução do astigmatismo ou, até mesmo sua correção (TADROS et al., 2004; BAREQUET et al., 2004).

A implantação de duas ou mais LIOs de câmara posterior, denominada polipseudofacia ou *piggyback*, foi introduzida por Gayton e Sanders em 1993, no homem. O objetivo das lentes em *piggyback* era promover correção pseudofácica adequada em pacientes que necessitavam de lentes de alto poder dióptrico, bem como, a possibilidade de correção secundária em casos de resultado óptico insatisfatório (GILLS & FENZL, 1999; GAYTON et al., 2000; DONOSO & RODRÍGUES, 2001). O procedimento de *piggyback* também tem sido considerado vantajoso, do ponto de vista óptico, comparativamente à implantação de uma única LIO com alto poder dióptrico, uma vez que é conhecido, no homem, o fenômeno de aberrações ópticas causadas por implantação de LIO única com alto poder dióptrico (DONOSO & RODRÍGUES, 2001).

O emprego da técnica de *piggyback*, para correção da afacia, após a cirurgia de facoemulsificação para extração de catarata em cães, mostrou-se uma solução procedente para a associação da possibilidade da utilização de LIOs dobráveis humanas, compatíveis com pequenas incisões e, ao mesmo tempo, atingir o alto poder dióptrico necessário para a espécie, uma vez que não são fabricadas LIOs humanas com poder dióptrico tão elevado. No período do procedimento do presente estudo, LIOs de polimetilmetacrilato (PMMA) veterinárias,

estavam disponíveis no mercado, no entanto, por não serem dobráveis, exigiriam ampliação da incisão para sua implantação, o que provavelmente determinaria indução de astigmatismo pós-operatório, diferindo, portanto, dos nossos resultados, onde não determinou-se astigmatismo induzido pela cirurgia.

A opacificação dos meios oculares determinada pela proliferação de células epiteliais remanescentes no saco capsular tem sido referida como a mais freqüente complicação posterior à cirurgia para extração da catarata (GAYTON et al., 2000). A opacificação da cápsula posterior (OCP) clássica é fato amplamente conhecido tanto no homem como nos cães (GAYTON et al., 2000; DAVIDSON, 2001). Entretanto, a proliferação de células epiteliais do cristalino no pós-operatório também tem sido envolvida na patogênese de outras entidades menos conhecidas, tais como, a opacificação da cápsula anterior e, a mais recentemente descrita por Gayton et al. (2000), a complicação relacionada à implantação de LIOs em *piggyback*, denominada opacificação interlenticular (GAYTON et al., 2000). A opacificação interlenticular é referida como uma complicação tardia e também pode ser denominada de Pérolas de Elschmig, crescimento celular interlenticular ou formação de membrana interlenticular (SHUGAR & KEELER, 2000; GAYTON et al., 2001). Tal complicação tem sido descrita, primariamente, em procedimentos de *piggyback* utilizando LIOs acrílicas (SHUGAR & KEELER, 2000; GAYTON et al., 2001).

A opacificação da cápsula posterior foi observada, em diversos graus, durante o transoperatório na maior parte dos animais operados, durante a fase de confecção dos pilotos e, também, nas cirurgias propriamente ditas do presente estudo. Fato este, que motivou-nos a proceder a capsulorrexe posterior. Apesar disso, observamos na maior parte dos animais, a opacificação das bordas da capsulorrexe anterior e muitas vezes, nos cães com implante de LIO, uma exacerbação desta opacificação, aliada, em alguns animais a uma aparente contração da cápsula anterior. Não foi possível determinar, talvez pelo tempo seguimento, se

ocorreu ou não opacificação interlenticular, normalmente descrita quando do uso de LIOs acrílicas em *piggyback*. Relativamente à cápsula posterior, não notamos opacificação ou complicações, no entanto, tal procedimento dificultou o posicionamento das LIOs, as quais necessitaram ser “capturadas” na capsulorrexe anterior, artifício este, também descrito em oftamologia humana (GIMBEL & DeBROFF, 2004).

Apesar dos parâmetros quantitativos avaliados no presente estudo (pressão intra-ocular, espessura corneana central, astigmatismo, densidade e área das células do endotélio da córnea) não terem demonstrado diferença significativa entre os grupos, ou seja, entre o implante ou não das LIOs e entre o grau de desenvolvimento da catarata, no momento da cirurgia, o comportamento dos olhos operados durante o pós-operatório diferiu bastante entre os grupos. A manifestação inflamatória durante o pós-operatório, com todos os seus sinais (congestão ocular, *flare*, presença de fibrina em câmara anterior e edema corneano) e suas complicações (sinéquias posteriores e glaucoma) diferiu muito entre os grupos. Os animais dos grupos 1 e 2, os quais receberam o implante das LIOs demonstraram pós-operatório mais complicado, apresentando reação inflamatória mais exacerbada e prolongada, relativamente aos que não receberam implante das LIOs. As complicações pós-operatórias também ocorreram, em maior incidência nos animais que receberam as LIOs, fato este, muito provavelmente decorrente da maior inflamação manifestada. Cabe-nos aqui, uma indagação: a inflamação mais acentuada e suas complicações foram decorrentes da existência das LIOs dentro do olho; do material do qual foram fabricadas, no caso, o silicone; ou da manipulação intra-ocular e tempo cirúrgico acentuadamente superiores, em relação aos dos grupos onde não foram implantadas as LIOs?

O endotélio é a estrutura mais interna da córnea e, por conseguinte, a que permeia as outras camadas com a câmara anterior (SPENCER, 1986). O endotélio possui características muito particulares. Atribui-se, entre as relevantes, o modo de reparação e a

morfologia, segundo a idade. Quando ocorre uma lesão, seja por qualquer fator (uso de lentes de contato, radiação, trauma acidental, cirurgia intra-ocular, inflamação ou distrofia), diminui-se a densidade das células endoteliais, determinando, em alguns casos, alterações no arranjo das células (mosaico) e, conseqüentemente, comprometimento funcional (LANDSHMAN et al., 1988; HOPPENREIJS et al., 1996).

A reparação do endotélio corneano, que é do tipo regenerativa, é limitada e se dá por hipertrofia e migração de células remanescentes (MURPHY et al., 1984; HOPPENREIJS et al., 1996). Há pouca contribuição de mitoses celulares em cães, gatos, primatas e também no homem (BEFANIS et al., 1981; GWIN et al., 1982; LAING et al., 1984; LANDSHMAN et al., 1987; HOPPENREIJS et al., 1996). Durante as fases iniciais da reparação regenerativa, ocorrem marcantes alterações dos parâmetros morfométricos das células, por aumento no seu tamanho (polimegetismo) e forma (pleomorfismo). Uma vez recoberta a área lesada, decorrem transformações e rearranjos celulares. Em seres humanos, demonstrou-se que o processo pode se estender no decurso de anos em lesões cirúrgicas iatrogênicas (LANDSHMAN et al., 1988; HOPPENREIJS et al., 1996). A diminuição na densidade das células vem acompanhada de um incremento no grau de pleomorfismo, sendo marcante o aumento em seu tamanho e a perda do formato hexagonal (LAING et al., 1976; BLATT et al., 1979; BAROODY et al., 1987; CARLSON et al., 1988). A relação entre as alterações da morfologia e a função da córnea é, ainda, pouco elucidada. Em um endotélio com maior grau de pleomorfismo e polimegetismo, as intercorrências advindas de traumas cirúrgicos passam a ser mais significativas (RAO et al., 1982).

Em medicina humana, inúmeros foram os estudos que avaliaram lesões endoteliais secundárias a procedimentos cirúrgicos intra-oculares e a cinética das células envolvidas. As facectomias foram notadamente estudadas, tanto em relação a diferentes técnicas de capsulotomia (PADMANABHAN et al., 1994), como na facoemulsificação (KIM

et al., 1997) e na implantação de lentes intra-oculares (STUR et al., 1984). O comportamento das células endoteliais corneanas foi avaliado frente a substâncias viscoelásticas empregadas na cirurgia da catarata (RAFUSE et al., 1992; OHGURO et al., 1991), soluções para irrigação (NASSISE et al., 1986) e antibióticos (LINDQUIST & ROBINSON, 1996; McDERMOTT et al., 1997).

Nosso estudo, em cães, corrobora com a literatura humana, uma vez que em todos os grupos, de maneira indistinta, demonstrou-se perda celular endotelial e aumento da área das células do endotélio corneano. Portanto, aparentemente, o implante ou não das LIOs em *piggyback* e o grau de desenvolvimento da catarata no momento da cirurgia não interferiram, de maneira diferente, nas perdas celulares. No entanto, a amplitude de tais perdas não foi significativo para a manutenção da função da camada endotelial da córnea, uma vez que, nenhum dos animais atingiu níveis críticos de densidade celular e conseqüentemente não desenvolveram descompensação da córnea.

6 CONCLUSÕES

- 1) Concluimos que o procedimento de implante de duas lentes intra-oculares de silicone dobrável humanas, em *piggyback*, é possível de ser executado para correção da afacia, após a extração da catarata em cães. No entanto, o procedimento requer habilidade na confecção da capsulorrexe da cápsula anterior, a fim de que a mesma possua tamanho correto para manter a zona óptica da lente intra-ocular (LIO) em posição adequada, ou seja, fixa dentro do saco capsular. A disparidade entre os tamanhos do cristalino do homem e do cão, fato este, que determina similar disparidade entre os tamanhos adequados da LIO, para cada uma destas espécies, foi fator gerador de dificuldade no posicionamento central das LIO, em referência ao eixo visual, bem como, a adequação entre zona óptica e amplitude de dilatação pupilar.
- 2) A mensuração do comprimento axial do bulbo ocular, por meio da ecobiometria ultrassônica, é perfeitamente exequível, no entanto, exige sedação do animal, no intuito de minimizar a movimentação ocular e obtenção de dados confiáveis. O cálculo do poder dióptrico, necessário para correção da afacia, é procedido pelo próprio aparelho; já o cálculo para as duas LIOs em *piggyback* é executado por meio de cálculos simples.
- 3) Concluimos que, referente aos parâmetros avaliados:
 - a. A pressão intra-ocular (PIO), nos olhos operados, apresentou-se mais elevada nos animais que apresentavam catarata madura e receberam implante de lentes intra-oculares (LIOs), relativamente aos animais que também apresentavam catarata madura, no entanto, não receberam implante de LIOs; entretanto, todos os grupos demonstraram tendência de comportamento semelhante ao

final das avaliações, apresentando PIOs inferiores as aferidas no pré-operatório. Relativamente à comparação entre olhos operados e contralaterais, ambos demonstraram comportamento semelhante em quase todos os momentos.

- b. O padrão de comportamento da espessura corneana praticamente não variou entre os grupos; todos os olhos operados apresentaram uma elevação no pós-operatório precoce, porém, ao final das observações, demonstraram espessuras inferiores as iniciais. Relativamente à comparação entre olhos operados e contralaterais, a espessura da córnea diferiu no pós-operatório precoce, quando a dos operados demonstrou-se superior e ao final das observações, quando esta revelou-se inferior as dos contralaterais.
- c. O padrão de comportamento do astigmatismo praticamente não variou entre os grupos, demonstrou uma elevação nos olhos operados nos momentos precoces de observação (diferindo, então, dos contralaterais), no entanto, nos momentos finais de avaliação já havia retornado aos valores iniciais, similares aos dos olhos contralaterais.
- d. O padrão de comportamento da densidade celular do endotélio corneano praticamente não variou entre os grupos, demonstrando uma perda celular dos olhos operados ao final das observações e, portanto, diferindo dos contralaterais.
- e. O padrão de comportamento da área das células do endotélio corneano também, não variou entre os grupos, no entanto, demonstrou sua relação direta com a densidade celular. A área das células endoteliais dos olhos operados elevou-se nos momentos finais de observações e, portanto, diferindo, nestes momentos, dos contralaterais.

- f. O padrão de comportamento do coeficiente de variação da área das células do endotélio corneano também, não variou entre os grupos, no entanto, a maior variação entre as áreas das células ocorreu nos momentos mais precoces do pós-operatório (quando diferiu dos olhos contralaterais), porém, ao final das observações, tal variabilidade na área das células endoteliais dos olhos operados já não mostrava-se evidente, sendo semelhante a dos olhos contralaterais.
- 4) Concluimos, a partir das avaliações qualitativas dos olhos operados durante o transcorrer do pós-operatório, que apesar dos parâmetros analisados anteriormente não terem demonstrado muita diferença entre os grupos, a reação inflamatória ocular, bem como suas conseqüências e complicações foram, evidentemente, mais acentuadas nos olhos onde foram implantadas as lentes intra-oculares.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAREQUET, I.S. et al. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.30, n.2, p.418-23, 2004.s
- BARNETT, K.C., STARTUP, F.G. Hereditary cataract in the standard poodle. *Vet. Rec.*, v.117, n.1, p.15-6, 1985.
- BARNETT, K.C. The diagnosis and differential diagnosis of cataract in the dog. *J. Small Anim. Pract.*, v.26, n.6, p.305-16, 1985.
- _____. Hereditary cataract in the German Shepherd dog. *J. Small Anim. Pract.*, v.27, n.6, p.387-95, 1986.
- _____. Inherited eye disease in the dog and cat. *J. Small Anim. Pract.*, v.29, n.7, p.462-75, 1988.
- BAROODY, R.A. et al. Ocular development and aging. 1. Corneal endothelial changes in cats and free-ranging and caged *rhesus* monkeys. *Exp. Eye Res.*, v.45, p.607-22, 1987.
- BEFANIS, P.J., PEIFFER JR., R.L., BROWN, D. Endothelial repair of the canine cornea. *Am. J. Vet. Res.*, v.42, n.4, p.590-5, 1981.
- BIGELBACH, A. A new method of extracapsular cataract extraction in dogs: the intercapsular technique. *Eur. J. Companion Anim. Pract.*, v.3, n.3, p.78-82, 1993.
- BISTNER, S.I. Recent developments in comparative ophthalmology. *Compend. Cont. Educ. Pract. Vet.*, v.14, n.10, p.1304-23, 1992.
- BJERKÅS, E., BERGSJØ, T. Hereditary cataract in the Rottweiler dog. *Prog. Vet. Comp. Ophthalmol.*, v.1, n.1, p.7-10, 1991.
- BJERKÅS, E., HAALAND, M.B. Pulverulent nuclear cataract in the Norwegian buhund. *J. Small Anim. Pract.*, v.36, n.11, p.471-4, 1995.
- BLATT, H.L., RAO, G.N., AQUAVELLA, J.V. Endothelial cell density in relation to morphology. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.18, n.8, p.856-9, 1979.

- CARLSON, K.H. et al. Variations in human corneal endothelial cell morphology and permeability to fluorescein with age. *Exp. Eye Res.*, v.47, p.27-41, 1988.
- COLLINS, B.K. et al. Familial cataracts and concurrent ocular anomalies in Chow Chows. *J.A.V.M.A.*, v.200, n.10, p.1485-91, 1992.
- CURTIS, R., BARNETT, K.C. A survey of cataracts in Golden and Labrador Retrievers. *J. Small Anim. Pract.*, v.30, n.5, p.277-86, 1989.
- DAVIDSON, M.G. et al. Phacoemulsification and intraocular lens implantation: A study of surgical results in 182 dogs. *Prog. Vet. Comp. Ophthalmol.*, v.1, n.4, p.233-8, 1991.
- DAVIDSON, M.G. Towards a better canine intraocular lens. *Vet. Ophthalmol.*, v.4, n.1, p.1, 2001.
- DONOSO, R., RODRÍGUES, A. Piggyback implantation using the AMO Array multifocal intraocular lens. *J.Cataract Refract. Surg.*, v.27, n.9, p.1506-10, 2001.
- DZIEZYC, J. Cataract surgery. Current approaches. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.20, n.3, p.737-54, 1990.
- FISCHER, C.A. Geriatric ophthalmology. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.19, n.1, p.103-23, 1989.
- GAYTON, J.L. et al. Interlenticular opacification: Clinicopathological correlation of a complication of posterior chamber piggyback intraocular lenses. *J.Cataract Refract. Surg.*, v.26, n.3, p.330-6, 2000.
- GAYTON, J.L., VAN DER KARR, M., SANDERS, V. Neodymium:YAG treatment of interlenticular opacification in a secondary piggyback case. *J.Cataract Refract. Surg.*, v.27, n.9, p.1511-3, 2001.
- GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. 2.ed. Philadelphia:Lea & Febiger, 1991. 765p.
- GILLS, J.P., FENZL, R.E. Minus-power intraocular lenses to correct refractive errors in myopic pseudophakia. *J.Cataract Refract. Surg.*, v.25, n. 9, p.1205-8, 1999.

- GIMBEL, H.V., DeBROFF, B.M. Intraocular lens optic capture. *J.Cataract Refract. Surg.*, v.30, n.1, p.200-6, 2004.
- GLOVER, T.D., CONSTANTINESCU, G.M. Surgery for cataract. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.27, n.5, p.1143-73, 1997.
- GWIN, R.M. et al. Decrease in canine corneal endothelial cell density and increase in corneal thickness as function of age. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.22, n.2, p.267-71, 1982.
- HELPER, L.C. *Magrane's: Canine Ophthalmology*. 4.ed. Philadelphia:Lea & Febiger, 1989. 297p.
- HOGAN, M.J., ALVARADO, J.A., WEDDELL, J.E. *Histology of the Human Eye*. 4.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1971.
- HOPPENREIJS, V.P.T. et al. Corneal endothelium and growth factors. *Surv. Ophthalmol.*, v.41, n.2, p.155-64, 1996.
- JOHNSON, B.C., MILLER, W.W. Recognizing ocular signs of systemic diseases in dogs. *Vet. Med.*, v.85, n.10, p.1076-90, 1990.
- KIM, E.K. et al. Corneal endothelial damage by air bubbles during phacoemulsification. *Arch.Ophthalmol. (Copenh.)*, v.115, p.81-8, 1997.
- LAING, R.A. et al. Changes in the corneal endothelium as a function of age. *Exp. Eye Res.*, v.22, p.587-94, 1976.
- _____. Evidence for mitosis in the adult corneal endothelium. *Ophthalmology*, v.91, n.10, p.1129-34, 1984.
- LANDSHMAN, N. et al. Regeneration of cat corneal endothelium induced in vivo by fibroblast growth factor. *Exp. Eye Res.*, v.45, p.805-11, 1987.
- _____. Relationship between morphology and functional ability of regenerated corneal endothelium. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.29, n.7, p.1100-9, 1988.

- LINDQUIST, T.D., ROBINSON, L.D. The effect of vancomycin on the corneal endothelium. *Cornea*, v.15, n.1, p.41-5, 1996.
- McDERMOTT, M.L., HAZLETT, L.D., BARRETT, R. The effect of ofloxacin on the human corneal endothelium. *Cornea*, v.16, n.2, p.209-14, 1997.
- MURPHY, C. et al. Prenatal and postnatal cellularity of the human corneal endothelium. A quantitative histologic study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.25, n.3, p.312-22, 1984.
- NASISSE, M.P., COOK, C.S., HARLING, D.E. Response of the canine corneal endothelium to intraocular irrigation with saline solution, balanced salt solution, and balanced salt solution with glutathione. *Am. J. Vet. Res.*, v.47, n.10, p.2261-5, 1986.
- NASISSE, M.P. et al. Phacoemulsification and intraocular lens implantation: A study of technique in 182 dogs. *Prog. Vet. Comp. Ophthalmol.*, v.1, n.4, p.225-32, 1991.
- OHGURO, N., MATSUDA, M., KINOSHITA, S. The effects of denatured sodium hyaluronate on the corneal endothelium in cats. *Am. J. Ophthalmol.*, v.112, p.424-30, 1991.
- OSHIKA, T. et al. Comparative study of intraocular lens implantation through 3.2 and 5.5mm incisions. *Ophthalmol.*, v.101, p.1183-90, 1994.
- PADMANABHAN, P., BASTI, S., MURUGESAN, R. Effect of two anterior capsulotomy techniques on the corneal endothelium. *J. Cataract. Refract. Surg.*, v.20, p.504-6, 1994.
- RAFUSE, P.E., NICHOLS, B.D. Effects of Healon vs. Viscoat on endothelial cell count and morphology after phacoemulsification and posterior chamber lens implantation. *Can. J. Ophthalmol.*, v.27, n.3, p.125-9, 1992.
- RAO, G.N., LOHMAN, L.E., AQUAVELLA, J.V. Cell size-shape relationship in corneal endothelium. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.22, n.2, p.271-4, 1982.
- ROOKS, R.L. et al. Extracapsular cataract extraction: An analysis of 240 operations in dogs. *J.A.V.M.A.*, v.187, n.10, p.1013-5, 1985.

- SHAFIUZAMA, M.D., VASANTH, M.S., JAYADEVAPPA, S.M. Cryoextraction of cataractous lens in canines. *Indian Vet. J.*, v.75, n.5, p.444-5, 1998.
- SHASTRY, B.S., REDDY, V.N. Studies on congenital hereditary cataract and microphthalmia of the miniature Schnauzer dog. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, v.203, n.3, p.1663-67, 1994.
- SHUGAR, J.K., KEELER, S. Interpseudophakos intraocular lens surface opacification as a late complication of piggyback acrylic posterior chamber lens implantation. *J.Cataract Refract. Surg.*, v.26, n.3, p.448-55, 2000.
- SLATTER, D. *Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* 2.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1990. 630p.
- SPENCER, W.H. *Ophthalmic Pathology*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986. 2860p.
- STUR, M., GRABNER, G., DORDA, W. Changes of the corneal endothelium following intracapsular cataract extraction with implantation of semiflexible anterior chamber lenses. *Acta Ophthalmol. (Copenh.)*, v.62, p.586-94, 1984.
- TADROS, A. et al. Opposite clear corneal incisions on the steep meridian in phacoemulsification: Early effects on the cornea. *J.Cataract Refract. Surg.*, v.30, n.2 p.414-7, 2004.
- WHITLEY, R.D. et al. Cataract removal in dogs: The presurgical considerations. *Vet. Med.*, v.88, n.9, p.848-58, 1993.
- _____. Cataract removal in dogs: The surgical techniques. *Vet. Med.*, v.88, n.9, p.859-66, 1993.
- WILLIAMS, D.L., BOYDELL, I.P., LONG, R.D. Current concepts in the management of canine cataract: a survey of techniques used by surgeons in Britain, Europe and the USA and a review of recent literature. *Vet. Rec.*, v.138, n.15, p.347-53, 1996.