

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DOIS VISCOELÁSTICOS  
DISPERSIVOS NA FACOEMULSIFICAÇÃO EM CÃES  
PORTADORES DE CATARATA**

**JOÃO LEANDRO VERA CHIURCIU**

**Botucatu - SP  
2008**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DOIS VISCOELÁSTICOS  
DISPERSIVOS NA FACOEMULSIFICAÇÃO EM CÃES  
PORTADORES DE CATARATA**

**JOÃO LEANDRO VERA CHIURCIU**

**Tese apresentada junto ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Medicina Veterinária para  
obtenção do título de Doutor.**

**Orientador: Profa. Ass. Dra. Cláudia Valéria Seullner Brandão  
Co-Orientador: Prof. Ass. Dr. Antônio Carlos Lottelli Rodrigues**

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*

Chiurciu, João Leandro Vera.

Análise comparativa de dois viscoelásticos dispersivos na  
facoemulsificação em cães portadores de catarata / João Leandro Vera  
Chiurciu. – Botucatu [s.n.], 2008.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina  
Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008.

Orientadora: Cláudia Valéria Seullner Brandão

Co-orientador: Antônio Carlos Lottelli Rodrigues

Assunto CAPES: 50501003

1. Cão - Doenças 2. Oftalmologia veterinária 3. Catarata - Cirurgia

CDD 636.08977

Palavras-chave: Cão; Catarata; Facoemulsificação; Viscoelástico

Nome do autor: João Leandro Vera Chiurciu

Título: **ANÁLISE COMPARATIVA DE DOIS VISCOELÁSTICOS DISPERSIVOS NA FACOEMULSIFICAÇÃO EM CÃES PORTADORES DE CATARATA**

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Ass. Dra. Cláudia Valéria Seullner Brandão  
Presidente e Orientadora  
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu

Prof. Ass. Dr. José Joaquim Tilton Ranzani  
Membro  
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu

Prof. Tit. José Luiz Laus  
Membro  
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP – Jaboticabal

Prof. Tit. Antônio Felipe Paulino Figueiredo Wouk  
Membro  
Departamento de Medicina Veterinária  
Universidade Federal do Paraná

Prof. Tit. Silvana Artioli Schellini  
Membro  
Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço  
Faculdade de Medicina – UNESP – Botucatu

Data da Defesa: 29 de fevereiro de 2008

## Dedico

Aos meus pais, que batalharam muito para que eu  
pudesse chegar até aqui;

À minha esposa, pelo amor, compreensão e dedicação  
na vida pessoal e auxílio na vida profissional;

Às minhas irmãs, pelo carinho com o irmão caçula;

Aos meus sobrinhos, novo elo da minha família.

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dr. Cláudia Valéria Seullner Brandão, pela orientação e conselhos de uma pessoa mais experiente, muito valiosos para meu presente e futuro.

Ao Prof. Dr. José Joaquim Tilton Ranzani, pelo incentivo à realização deste trabalho como chefe da oftalmologia e, principalmente, como amigo, acreditando e aconselhando sempre.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Lottelli Rodrigues, pela co-orientação e participação indispensável na equipe cirúrgica.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por concretizar este trabalho através da concessão da bolsa nº 06/50118-4.

Aos Profs. Carlos Roberto Padovani e Luciano Barbosa, pela execução da análise estatística.

À Dr. Geórgia Nadalini Rodrigues, que além de grande amiga, foi responsável por grande parte do meu aprendizado de oftalmologia veterinária.

Aos demais membros da banca, que prontamente atenderam ao convite e certamente irão engrandecer o trabalho.

Aos antigos companheiros da família oftalmo Luciana Mobicce e Tiago Peixoto, pelos ensinamentos, troca de experiências e, acima de tudo, pela amizade.

Aos novos membros dessa família, as “filhas” Guadalupe Sereno, Geovana Angélico, Nívea Vieira e Giuliana Croce (honorária), pela amizade e auxílio.

Aos amigos Amanda Keller, Ana Carolina Mortari, Juliany Quitzan, Daniel Romeiro, Cassiano Mobicce, Khadije Hette, Paulo Cunha, Celso Rodrigues, Nelson Marra e Fabiane Missima, pela amizade e momentos de descontração.

À Sônia Ranzani, pela experiência compartilhada e amizade.

À Tatiana Ferreira, pela pronta disponibilidade e perfeição com que anestesiou os animais do experimento.

Aos residentes da anestesiologia Tatiana Giordano, Renata Alvaídes, Natache Garofalo, Flávia de Oliveira, Wangles Pignaton e Fábio Restitutti, que mais do que anestesiar, auxiliaram na execução da microscopia especular.

À Maria Clara e Leo, pelo auxílio na preparação dos materiais cirúrgicos.

À Denise Fioravante Garcia, José Roberto d Lalla Jr., Maria Aparecida Dias de Almeida e Vanessa Vidotto Bassetto, pela disposição com que auxiliaram na parte administrativa do trabalho.

À Prof. Dr. Gabriela Rodrigues Sampaio, pela amizade e auxílio na minha transição de estudante à Médico Veterinário.

Aos meus tios Neusa e Sílvio Alpendre, que mesmo de longe, sempre me incentivaram e aconselharam na profissão e na vida.

A todos os meus familiares, em nome de meu avô Leandro Vera Fernandez, pelo carinho, apoio e incentivo.

À minha segunda família Ana, Dair e Alex Cremonini e Aline e Joaquim Constantino, que me receberam de braços abertos.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

A Deus, por todos os momentos.

“Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara.”  
Ensaio sobre a cegueira  
José Saramago

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Identificação dos animais.....	21
Tabela 2 -	Identificação dos viscoelásticos.....	22
Tabela 3 -	Escores de secreção ocular do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	29
Tabela 4 -	Escores de blefaroespasma do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	31
Tabela 5 -	Escores de hiperemia conjuntival do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	33
Tabela 6 -	Escores de quemose do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	35
Tabela 7 -	Escores de opacidade corneana do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	37
Tabela 8 -	Escores de fibrina do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	39
Tabela 9 -	Valores de pressão intra-ocular, em mmHg, do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	41
Tabela 10 -	Valores de espessura corneana, em $\mu\text{m}$ , do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	43
Tabela 11 -	Valores de densidade celular endotelial, em células/ $\text{mm}^2$ , do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	44
Tabela 12 -	Valores de área celular endotelial, em $\mu\text{m}^2$ , do olho operado nos diferentes momentos ( <b>M</b> ) de avaliação em dias.....	46
Tabela 13 -	Mediana, em mmHg, e semi-amplitude total da pressão intra-ocular do olho operado, segundo grupo ( <b>G</b> ) e momento ( <b>M</b> ) de avaliação.....	47
Tabela 14 -	Média, em $\mu\text{m}$ , e desvio padrão da espessura corneana do olho operado, segundo grupo ( <b>G</b> ) e momento ( <b>M</b> ) de avaliação.....	48
Tabela 15 -	Média, em células/ $\text{mm}^2$ , e desvio padrão da densidade celular endotelial do olho operado, segundo grupo ( <b>G</b> ) e momento ( <b>M</b> ) de avaliação.....	49

Tabela 16 - Média, em $\mu\text{m}^2$ , e desvio padrão da área celular endotelial do olho operado, segundo grupo ( <b>G</b> ) e momento ( <b>M</b> ) de avaliação.....	50
Tabela 17 - Tempo de ultra-som efetivo utilizado na facoemulsificação por cada animal e grupo experimental.....	54

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de secreção ocular do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.....	30
Figura 2 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de secreção ocular do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.....	30
Figura 3 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de blefaroespasma do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.....	32
Figura 4 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de blefaroespasma do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.....	32
Figura 5 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de hiperemia conjuntival do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.....	34
Figura 6 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de hiperemia conjuntival do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.....	34
Figura 7 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de quemose do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.....	36
Figura 8 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de quemose do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.....	36
Figura 9 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de opacidade corneana do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.....	38
Figura 10 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de opacidade corneana do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.....	38
Figura 11 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de fibrina do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.....	40
Figura 12 -	Representação gráfica do número de animais para cada escore de fibrina do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.....	40

Figura 13 -	Representação gráfica da porcentagem de variação da PIO em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	42
Figura 14 -	Representação gráfica da porcentagem de variação da espessura corneana em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	43
Figura 15 -	Representação gráfica da porcentagem de diminuição da densidade celular endotelial em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	45
Figura 16 -	Representação gráfica da porcentagem de aumento da área celular endotelial em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	46
Figura 17 -	Representação gráfica dos valores de mediana de pressão intra-ocular do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	48
Figura 18 -	Representação gráfica dos valores médios de espessura corneana do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	49
Figura 19 -	Representação gráfica dos valores médios de densidade celular endotelial do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	50
Figura 20 -	Representação gráfica dos valores médios de área celular endotelial do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.....	51
Figura 21 -	Gráfico de correlação entre densidade celular endotelial e espessura corneana, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).....	51
Figura 22 -	Gráfico de correlação entre densidade celular endotelial e PIO, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).....	52
Figura 23 -	Gráfico de correlação entre densidade celular endotelial e área celular endotelial com linha de tendência dos valores, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).....	52
Figura 24 -	Gráfico de correlação entre espessura corneana e PIO, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).....	53

Figura 25 -	Gráfico de correlação entre tempo de ultra-som utilizado e variação numérica pós-operatória ( <b>M<sub>7</sub></b> ) da densidade celular endotelial.....	54
Figura 26 -	Gráfico de correlação entre tempo de ultra-som utilizado e variação numérica pós-operatória ( <b>M<sub>7</sub></b> ) da espessura corneana.....	55
Figura 27 -	Gráfico de correlação entre tempo de ultra-som utilizado e variação numérica pós-operatória ( <b>M<sub>1</sub></b> ) da PIO.....	55
Figura 28 -	Acompanhamento pós-operatório referente ao animal n <sup>o</sup> 3 (grupo 1). <b>A</b> : 1 dia ( <b>M<sub>1</sub></b> ) de pós-operatório; <b>B</b> : 7 dias ( <b>M<sub>7</sub></b> ) de pós-operatório; <b>C</b> : 28 dias ( <b>M<sub>28</sub></b> ) de pós-operatório; <b>D</b> : 60 dias ( <b>M<sub>60</sub></b> ) de pós-operatório.....	56
Figura 29 -	Acompanhamento pós-operatório referente ao animal n <sup>o</sup> 12 (grupo 2). <b>A</b> : 1 dia ( <b>M<sub>1</sub></b> ) de pós-operatório; <b>B</b> : 14 dias ( <b>M<sub>14</sub></b> ) de pós-operatório; <b>C</b> : 21 dias ( <b>M<sub>21</sub></b> ) de pós-operatório; <b>D</b> : 28 dias ( <b>M<sub>28</sub></b> ) de pós-operatório.....	57
Figura 30 -	Opacidade corneana observada ao primeiro dia ( <b>M<sub>1</sub></b> ) de pós-operatório, referente ao animal n <sup>o</sup> 2 (grupo 1).....	58
Figura 31 -	Fibrina observada aos 7 dias ( <b>M<sub>7</sub></b> ) de pós-operatório, referente ao animal n <sup>o</sup> 2 (grupo 1).....	58
Figura 32 -	Glaucoma observado aos 7 dias ( <b>M<sub>7</sub></b> ) de pós-operatório, referente ao animal n <sup>o</sup> 16 (grupo 2).....	58
Figura 33 -	Fotomicrografia especular referente ao animal n <sup>o</sup> 9 (grupo 1), realizada no pré-operatório ( <b>M<sub>0</sub></b> ). Mensurações: T: espessura corneana ( $\mu\text{m}$ ); N: número de células selecionadas para amostragem; MIN: menor área celular ( $\mu\text{m}^2$ ) aferida; MAX: maior área celular ( $\mu\text{m}^2$ ) aferida; AVG: média das áreas celulares ( $\mu\text{m}^2$ ) selecionadas; SD: desvio padrão; CV: coeficiente de variação (%); CD: densidade celular (células/ $\text{mm}^2$ ). <b>A</b> : seleção do campo; <b>B</b> : seleção da amostragem de células.....	59
Figura 34 -	Fotomicrografia especular referente ao animal n <sup>o</sup> 9 (grupo 1), realizada aos 28 dias ( <b>M<sub>28</sub></b> ) de pós-operatório. Nota-se diminuição da densidade celular e aumento da área celular, acompanhados de incremento no grau de pleomorfismo e polimegatismo das células endoteliais.....	59

## LISTA DE ABREVIações E SÍMBOLOS

- ✓ ml – mililitro
- ✓ mm – milímetro
- ✓ mm<sup>2</sup> – milímetro quadrado
- ✓ min – minuto
- ✓ h – hora
- ✓ ½ – meio
- ✓ ppm – pulsos por minuto
- ✓ mg/kg – miligramas por kilograma
- ✓ mmHg – milímetros de mercúrio
- ✓ cc/min – centímetros cúbicos por minuto
- ✓ µm – micrômetro
- ✓ µm<sup>2</sup> – micrômetro quadrado
- ✓ células/mm<sup>2</sup> – células por milímetro quadrado
- ✓ mPs – mili-Pascal por segundo
- ✓ MHz - megahertz
- ✓ K – milhares
- ✓ D – Daltons
- ✓ ® – marca registrada
- ✓ ° – graus
- ✓ % – porcentagem
- ✓ SRD – sem raça definida
- ✓ PIO – pressão intra-ocular
- ✓ LIO – lente intra-ocular
- ✓ US – ultra-som
- ✓ BSS – solução salina balanceada
- ✓ IM – intramuscular
- ✓ I/A – irrigação/aspiração
- ✓ r – coeficiente de correlação de Pearson

## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1 INTRODUÇÃO.....	4
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	7
3 OBJETIVOS.....	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1 Animais.....	21
4.2 Grupos experimentais.....	22
4.3 Procedimento cirúrgico.....	23
4.3.1 Pré-operatório.....	23
4.3.2 Anestesia.....	23
4.3.3 Trans-operatório.....	23
4.3.4 Pós-operatório.....	25
4.4 Parâmetros analisados.....	25
4.4.1 Avaliação clínica.....	25
4.4.2 Pressão intra-ocular.....	26
4.4.3 Espessura corneana, densidade e área celulares do endotélio corneano.....	26
4.5 Análise estatística.....	26
5 RESULTADOS.....	29
5.1 Avaliação clínica.....	29
5.1.1 Secreção ocular.....	29
5.1.2 Blefaroespasma.....	31
5.1.3 Hiperemia conjuntival.....	33

5.1.4	Quemose.....	35
5.1.5	Opacidade corneana.....	37
5.1.6	Fibrina.....	39
5.2	Pressão intra-ocular.....	41
5.3	Espessura corneana.....	42
5.4	Densidade celular endotelial.....	44
5.5	Área celular endotelial.....	45
5.6	Análise estatística.....	47
5.6.1	Pressão intra-ocular.....	47
5.6.2	Espessura corneana.....	48
5.6.3	Densidade celular endotelial.....	49
5.6.4	Área celular endotelial.....	50
5.7	Correlações entre as variáveis mensuradas.....	51
5.8	Correlação entre tempo de ultra-som e variáveis mensuradas.....	53
6	DISCUSSÃO.....	61
7	CONCLUSÕES.....	71
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
9	TRABALHO CIENTÍFICO.....	85

CHIURCIU, J.L.V. **Análise comparativa de dois viscoelásticos dispersivos na facoemulsificação em cães portadores de catarata.** Botucatu, 2008. 77p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu. Universidade Estadual Paulista.

## RESUMO

Com o trabalho, teve-se por objetivo analisar individual e comparativamente o desempenho de dois viscoelásticos, hialuronato de sódio 3% associado ao sulfato de condroitina 4% e hidroxipropilmetilcelulose 2%, frente à facoemulsificação em cães portadores de catarata madura, por meio da avaliação das alterações clínicas e variações das células endoteliais, espessura corneana e pressão intra-ocular (PIO). Foram utilizados 20 cães distribuídos em dois grupos, cada qual utilizando um dos viscoelásticos. A técnica cirúrgica adotada a foi facoemulsificação bimanual. As avaliações clínicas e tonométricas foram efetuadas antes e após o ato cirúrgico, em 1, 7, 14, 21, 28 e 60 dias de pós-operatório e a microscopia especular, antes e após 7, 28 e 60 dias. Foi efetuada a correlação entre tempo de ultra-som utilizado e as variáveis estudadas, bem como das variáveis entre si. Utilizando-se hidroxipropilmetilcelulose 2%, ocorreu opacidade corneana, formação de fibrina e hiperemia conjuntival mais freqüentemente e de maior intensidade no período inicial. Não houve diferença estatística entre os grupos na variação da PIO, com exceção da medida feita aos 14 dias, quando foi significativamente maior com o uso de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 4%. Não houve diferença estatística entre os grupos nos parâmetros relacionados ao endotélio. Correlação de concordância significativa foi observada somente entre densidade e área celular endotelial. O uso de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 4% é vantajoso nos casos de densidade celular endotelial próxima ao limite inferior de normalidade.

Palavras-chave: Cão; Catarata; Facoemulsificação; Viscoelástico.

## 1 INTRODUÇÃO

A catarata é definida como uma afecção que resulta na opacificação da cápsula ou fibras do cristalino, decorrente de alterações da arquitetura lamelar destas estruturas. Apresenta-se como condição que freqüentemente acomete algumas raças de cães e é uma das principais causas de cegueira nesta espécie (BARNETT, 1985, JOHNSON e MILLER, 1990, GELATT, 1991, GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997).

É consenso mundial a abordagem cirúrgica como único tratamento da catarata, quer seja no homem ou nos animais (FISCHER, 1989, DZIEZYC, 1990). A facoemulsificação é uma das técnicas cirúrgicas utilizadas para remoção da catarata, e consiste na fragmentação do cristalino utilizando-se ultra-som, com concomitante aspiração do material emulsificado através de uma pequena incisão (DAVIDSON et al., 1991, NASISSE et al., 1991, BISTNER, 1992, WILLIAMS et al., 1996).

As vantagens da facoemulsificação sobre as outras técnicas cirúrgicas advêm da possibilidade de se realizarem incisões menores, que permitam melhor estabilidade das estruturas intra-oculares durante o procedimento cirúrgico e menor lesão aos tecidos. Além disso, a incisão pequena resulta em mínima opacificação cicatricial, menor grau de astigmatismo induzido, recuperação mais rápida e menor probabilidade de deiscência da sutura. Entretanto, a descompensação da córnea decorrente de perda de células do endotélio corneano é uma complicação possível durante o procedimento (WHITLEY et al., 1993b, JAFFE et al., 1997).

Vários fatores podem afetar o endotélio corneano durante a facoemulsificação, entre eles a turbulência dos fluidos e fragmentos do cristalino, bolhas de ar produzidas durante o procedimento, energia ultra-sônica direta e efeitos da solução de irrigação utilizada (DAVIS e LINDSTROM, 2000, BEHNDIG e LUNDBERG, 2002, KIM et al., 2002, KISS et al., 2003).

Nesse sentido, os materiais viscoelásticos assumem um papel fundamental na segurança e eficácia da cirurgia de catarata, facilitando a execução do procedimento pela manutenção do segmento anterior durante a capsulorrexe e implante da lente intra-ocular, promovendo midríase pupilar e protegendo o endotélio corneano do trauma cirúrgico (MILLER e COLVARD, 1999, TETZ et al., 2001).

Diversos viscoelásticos apresentando composições e concentrações variadas estão disponíveis no mercado. Dentre estes, destacam-se os compostos por hidroxipropilmetilcelulose, hialuronato de sódio e sulfato de condroitina, utilizados rotineiramente na oftalmologia veterinária (GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997).

A realização do presente experimento foi estimulada pela possibilidade de se avaliarem as alterações clínicas e variações das células endoteliais corneanas, espessura corneana e pressão intra-ocular frente à facoemulsificação em cães acometidos por catarata, utilizando-se dispositivo viscoelástico a base de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 4% (Viscoat<sup>®1</sup>), comparativamente à hidroxipropilmetilcelulose 2% (Metilcelulose 2%<sup>®2</sup>).

---

<sup>1</sup> Hialuronato de Sódio 3% + Sulfato de Condroitina 4% - Alcon - Brasil

<sup>2</sup> Metilcelulose 2% - Ophthalmos - Brasil

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

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. É composto por uma cápsula externa de membrana basal, epitélio anterior, fibras diferenciadas e substância amorfa, podendo ser dividido em regiões denominadas córtex (região externa, próxima à cápsula) e núcleo (região central). Devido à sua condição avascular, a nutrição do cristalino provém do humor aquoso e do vítreo (SLATTER, 1990). As funções do cristalino consistem na transmissão e refração da luz, possibilitadas devido à sua transparência e curvatura, além de focalização da imagem na retina proporcionada pela sua capacidade de acomodação (SLATTER, 1990, GELATT, 1991).

De acordo com Gelatt (2003), o cristalino canino é, proporcionalmente, maior que o humano, possuindo um volume de aproximadamente 0,5 ml, espessura anteroposterior de 7 mm e diâmetro equatorial de 10mm. Seu poder dióptrico está em torno de 40 a 41 Dioptrias. A perda da transparência é quase invariavelmente um denominador comum em todas as doenças da lente, portanto, a catarata está entre as lesões intra-oculares mais comuns no cão.

Catarata pode ser definida como uma afecção inespecífica que resulta na opacificação da cápsula ou fibras do cristalino, decorrente de alterações da arquitetura lamelar destas estruturas. A catarata é uma condição freqüente em cães e pode ser considerada uma das principais causas de cegueira nesta espécie (BARNETT, 1985, JOHNSON e MILLER, 1990, GELATT, 1991, GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997).

A catarata pode ser classificada levando-se em consideração diferentes parâmetros, tais como: a idade do animal no momento do aparecimento; a posição anatômica da opacidade; o estágio de desenvolvimento; e as causas (DAVIDSON e NELMS, 1999). Utilizando-se como parâmetro o estágio de desenvolvimento, a catarata pode apresentar-se nas formas incipiente, imatura, madura e hipermadura, sendo este um importante método de classificação por

estar relacionado às suas complicações, ocorrência de uveíte induzida, prognóstico para visão e abordagem cirúrgica (SLATTER, 2005).

Embora, no passado, diversas terapias médicas tenham sido propostas para o tratamento da catarata, estudos posteriores revelaram sua ineficiência, retardando a terapia efetiva e reduzindo a chance de sucesso por permitir sua evolução e ausência de tratamento da uveíte induzida (SLATTER, 2005). Atualmente, é consenso mundial a abordagem cirúrgica como único tratamento, quer seja no homem ou em 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 por volta do ano 1950 (WHITLEY et al., 1993a). As técnicas cirúrgicas utilizadas têm evoluído com o passar dos anos, sempre no intuito de aumentar os índices de sucesso, com diminuição das complicações. A técnica intracapsular foi a primeira a ser utilizada e consistia na remoção do cristalino inteiro (núcleo, córtex e cápsulas) através de uma incisão ampla da córnea próxima ou sobre o limbo. Esta, porém, apresentava inúmeras complicações pós-operatórias, as quais comprometiam os índices de sucesso e determinaram praticamente o seu abandono (sendo indicada apenas em casos específicos de luxação de cristalino), em prol da técnica de extração extracapsular (DZIEZYC, 1990, WHITLEY et al., 1993b, WILLIAMS et al., 1996).

O procedimento extracapsular foi a técnica de escolha para remoção da catarata por aproximadamente 25 anos (DZIEZYC, 1990, BIGELBACH, 1993, WHITLEY et al., 1993b). Neste, o núcleo do cristalino é extraído após a abertura e remoção parcial da cápsula anterior, sendo mantida a cápsula posterior. Tal procedimento determinou a diminuição das complicações, porém persistia o inconveniente da necessidade de uma grande incisão corneana ou límbica, que induzem ao colapso da câmara anterior e excessiva uveíte pós-operatória (ROOKS et al., 1985, DZIEZYC, 1990, BIGELBACH, 1993, WHITLEY et al., 1993a, WHITLEY et al., 1993b).

Atualmente, a facoemulsificação é a técnica de escolha para remoção da catarata, e consiste na fragmentação do cristalino utilizando-se ultra-som (emulsificação), com concomitante aspiração do material emulsificado através de uma pequena incisão. Este procedimento deve ser realizado segundo uma sequência de eventos dependentes entre si: incisão, injeção de viscoelástico, capsulorrexe, hidrodissociação e hidrodelineação, facoemulsificação do cristalino, inserção de lente intra-ocular (LIO) e fechamento (DAVIDSON et al., 1991, NASISSE et al., 1991, BISTNER, 1992, WILLIAMS et al., 1996, GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997).

Na oftalmologia veterinária a incisão principal deve ser preferencialmente corneana, realizada na região periférica superior da córnea e anterior ao limbo, confeccionada em 3 planos (auto-selante), a fim de proporcionar maior segurança (GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997). O tamanho da incisão está diretamente relacionado ao tamanho da ponteira do aparelho de facoemulsificação e, também, ao diâmetro da lente intra-ocular a ser utilizada. A técnica bimanual requer uma segunda incisão, denominada auxiliar, cuja localização é de, aproximadamente, 80° da incisão principal. Ela possibilita a introdução do manipulador do cristalino, utilizado para rotacionar o núcleo e auxiliar na fratura do mesmo (DAVIDSON et al., 1991, NASISSE et al., 1991).

Logo após a incisão, introduz-se o material viscoelástico por meio de cânula e seringa, que mantém a câmara anterior formada e protege as estruturas intra-oculares, principalmente o endotélio corneano. A seguir, deve ser confeccionada a capsulorrexe, definida como técnica na qual se incisa a cápsula anterior, respeitando suas propriedades mecânicas, formando um círculo completo. A capsulorrexe curvilínea continua proporciona grande parte da segurança necessária à execução da facoemulsificação, mas constitui também uma das etapas mais difíceis. Consiste na remoção da parte central da cápsula anterior, de borda contínua, sem pontos de falha que permitam à cápsula rasgar-se no sentido radial. É realizada com auxílio de cistitimo ou pinça de Ultrata após a incisão corneana, levantando-se um retalho que será rebatido para formação da abertura (GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997).

A hidrodissecção 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 rotacionar o núcleo utilizando instrumento auxiliar ou a própria cânula. A hidrodelineação, procedimento rotineiramente utilizado em oftalmologia humana, consiste em separar o córtex do epinúcleo e, quando possível, o epinúcleo do núcleo com catarata. No cão, as regiões do cristalino não se apresentam tão distintas como no homem; em razão disso, em oftalmologia veterinária não se utiliza tal manobra como prática rotineira na cirurgia de facoemulsificação (GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997).

Existem diversas técnicas para a facoemulsificação do cristalino. Por meio de uma caneta introduzida na incisão, o núcleo é emulsificado após ser fraturado, ou seja, triturado pelo deslocamento mecânico da ponteira, e retirado por aspiração pela mesma caneta. A constante irrigação local permite que o oftalmologista trabalhe com a câmara anterior formada, garantindo assim, maior estabilidade das estruturas intra-oculares. Uma bomba a vácuo ou peristáltica é responsável pela aspiração dos fluidos e fragmentos triturados do cristalino. Os fluidos e uma pequena capa da ponteira (luva) da caneta de facoemulsificação evitam que haja super aquecimento do processo ultrassônico, que poderia causar queimaduras nas estruturas vizinhas, em especial na íris e na córnea (DAVIDSON et al., 1991, NASISSE et al., 1991).

Uma das principais evoluções técnicas reside no anseio de emulsificar o núcleo utilizando a menor quantidade possível de ultra-som e, conseqüentemente, aumentando a necessidade do vácuo (WILLIAMS et al., 1996).

Com relação ao implante da LIO, atualmente substitui-se o cristalino humano por uma prótese intra-ocular, a fim de se mimetizarem as propriedades fisiológicas da lente natural (WILKIE et al., 2005). No entanto, existe controvérsia considerável se a melhora funcional após a inserção da LIO

veterinária justifica o custo e as complicações adicionais, dentre elas a proliferação do epitélio lenticular e sua opacidade, descentralização e deslocamento da lente e, principalmente, agravamento da uveíte pós-operatória, envolvidas no seu implante (RODRIGUES, 2004, SLATTER, 2005, MOBRICCI, 2006).

Após a remoção do viscoelástico, é feita a sutura das incisões com fio nylon 10-0 em padrão simples separado, podendo-se optar por realizar a hidroclusão, provocando edema das bordas da incisão, o que facilitará o seu fechamento. A seguir, através de uma cânula, é facultativo introduzir uma bolha de ar, que auxiliará na formação da câmara anterior (GLOVER e CONSTANTINESCU, 1997).

Segundo Whitley et al. (1993a), na oftalmologia humana as taxas de sucesso utilizando a técnica de facoemulsificação 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, além de permitir ao cirurgião melhor controle das estruturas intra-oculares durante o procedimento cirúrgico e menor lesão aos tecidos, diminuindo significativamente a iridociclite pós-operatória. Além disso, a incisão pequena resulta em mínima opacificação cicatricial, menor grau de astigmatismo induzido, recuperação mais rápida e uma menor probabilidade de deiscência da sutura (WHITLEY et al., 1993b, JAFFE et al., 1997). Entretanto, a opacidade ou a descompensação da córnea, decorrente de perda de células do endotélio corneano, é uma complicação factível.

O endotélio consiste em uma monocamada de células achatadas, geralmente hexagonais ou poligonais em forma de mosaico, localizadas na superfície posterior da córnea (SPENCER, 1986). Cabe ao endotélio a manutenção da transparência corneana, vital à transmissão da luz, já que regula a composição de íons em toda a córnea, mantendo sua hidratação e, conseqüentemente, espessura e transparência constantes (HOPPENREIJS et al., 1996). O número de células endoteliais na espécie canina é de, aproximadamente, 2500 a 2800 por  $\text{mm}^2$ , com espessura corneana central variando de 500 a 600  $\mu\text{m}$ ; decorre descompensação corneana permanente quando a densidade celular endotelial diminuir para valores abaixo de 800 células/ $\text{mm}^2$  (WHITLEY e GILGER, 1999, SLATTER, 2005).

A reparação do endotélio corneano é limitada e se dá por migração e hipertrofia de células remanescentes em substituição à perda de células endoteliais, com pouca contribuição de mitoses celulares (MURPHY et al., 1984, HOPPENREIJS et al., 1996, RODRIGUES, 2004, PIGATTO et al., 2006). Durante as fases iniciais da reparação, ocorrem alterações dos parâmetros morfométricos das células, por aumento no seu tamanho (polimegatismo) e perda da forma hexagonal homogênea (pleomorfismo). Uma vez recoberta a área lesada, decorrem transformações e rearranjos celulares. A diminuição na densidade das células vem acompanhada de um incremento no grau de pleomorfismo, sendo acentuado o aumento de tamanho e a perda do formato hexagonal (LAING, 1976, BLATT et al., 1979, BAROODY et al., 1987, CARLSON et al., 1988). Em um endotélio com maior grau de pleomorfismo e polimegatismo, as intercorrências advindas de traumas cirúrgicos passam a ser mais significativas (RAO et al., 1982).

Vários fatores podem afetar o endotélio durante a facoemulsificação, tais como: trauma mecânico direto pela incisão; turbulência dos fluidos e fragmentos do cristalino; bolhas de ar; toque inadvertido no endotélio pelo instrumental ou lente intra-ocular; energia ultra-sônica direta ou indiretamente pela formação de radicais livres; e efeitos da solução de irrigação utilizada (DAVIS e LINDSTROM, 2000, BEHNDIG e LUNDBERG, 2002, KIM et al., 2002, KISS et al., 2003). Essas lesões resultam em edema transitório com conseqüente aumento da espessura corneana, causado pela diminuição da função endotelial que ocorre em graus variáveis e, por vezes, subclínicos (BEHNDIG e LUNDBERG, 2002, AUGUSTIN e DICK, 2004). Neste sentido, os materiais viscoelásticos assumem um papel fundamental na segurança e eficácia da cirurgia de catarata, facilitando a execução do procedimento pela manutenção do espaço dentro do segmento anterior durante a capsulorrexise e implante da lente intra-ocular, acentuando a midríase pupilar e protegendo o endotélio do trauma cirúrgico (MILLER e COLVARD, 1999, TETZ et al., 2001).

As substâncias viscoelásticas utilizadas em cirurgias intra-oculares são baseadas em três componentes, a hidroxipropilmetilcelulose, o hialuronato de sódio e o sulfato de condroitina, diferindo na sua concentração e no fabricante. Elas possuem quatro propriedades: viscosidade; pseudoplasticidade;

elasticidade e revestimento tissular (WILKIE e WILLIS, 1999, DAVIS e LINDSTROM, 2000, TETZ et al., 2001, KARA JR., 2002).

A viscosidade refere-se à intensidade da força necessária para deslocar o fluido de sua posição original, portanto, reflete a habilidade da substância viscoelástica em criar e manter espaços anatômicos. Quanto maior for a viscosidade do composto, mais energia será requerida para deslocá-lo. A viscosidade é diretamente proporcional ao peso e comprimento da cadeia molecular do agente (WILKIE e WILLIS, 1999, KARA JR., 2002).

A pseudoplasticidade diz respeito ao grau de diminuição na viscosidade do agente, conforme o aumento da velocidade com que a substância viscoelástica movimenta-se em relação ao meio adjacente. Este aumento de velocidade é denominado *shear rate*, termo que não apresenta tradução para o português. Esta propriedade é muito importante na facoemulsificação, pois o viscoelástico apresenta uma dinâmica de movimentação constante durante as diferentes fases do procedimento. Quando o viscoelástico está em repouso o *shear rate* é mínimo e a substância tem sua viscosidade máxima, por exemplo, durante a capsulorrexe e a inserção da LIO. A viscosidade diminuirá com o fluxo dos fluidos durante a fase de emulsificação do núcleo. O viscoelástico apresentará sua menor viscosidade ao ser injetado, quando o *shear rate* é máximo (WILKIE e WILLIS, 1999, TETZ et al., 2001, KARA JR., 2002, AUGUSTIN e DICK, 2004)..

O comportamento das substâncias viscoelásticas frente as propriedades difere, sendo que o sulfato de condroitina não sofre alterações decorrentes de mudanças no *shear rate*, portanto não apresenta pseudoplasticidade. Já o hialuronato de sódio e a hidroxipropilmetilcelulose possuem pseudoplasticidade, e seu grau é influenciado primariamente por sua concentração, independentemente do peso molecular da substância (WILKIE e WILLIS, 1999, TETZ et al., 2001, KARA JR., 2002, AUGUSTIN e DICK, 2004).

A elasticidade refere-se à tendência do material em retornar a sua forma habitual após deformação. Trata-se da propriedade que garante o preenchimento e, em parte, a manutenção dos espaços intra-oculares (WILKIE e WILLIS, 1999, KARA JR., 2002).

O revestimento tissular representa a aderência e revestimento da substância viscoelástica a instrumentos e tecidos intra-oculares, sendo

inversamente proporcional a sua tensão superficial e ao seu ângulo de contato. As substâncias de baixo peso molecular são as que apresentam menor tensão superficial e menor ângulo de contato, conferindo melhor proteção mecânica às estruturas intra-oculares. Paralelamente, como os instrumentos cirúrgicos e as LIOs possuem carga elétrica positiva, quanto mais negativa for a carga elétrica do viscoelástico, maior será sua afinidade a esses materiais e melhor o seu revestimento. O sulfato de condroitina é a substância que apresenta carga elétrica mais negativa, em relação às demais (WILKIE e WILLIS, 1999, KARA JR., 2002). Alguns autores demonstram a presença de receptores para o hialuronato de sódio no endotélio corneano, acreditando existir um componente extra de proteção endotelial biológica conferida por esse composto (KARA JR., 2002).

As substâncias viscoelásticas também podem ser classificadas em outras duas modalidades, as quais se baseiam no peso e comprimento de sua cadeia molecular, sendo definidas como substâncias coesivas ou dispersivas (WILKIE e WILLIS, 1999, MAAR et al, 2001, KARA JR., 2002).

Os viscoelásticos coesivos apresentam alto peso e longa cadeia molecular, portanto, possuem alta viscosidade e pseudoplasticidade. Na câmara anterior suas moléculas aderem entre si, formando uma massa coesa, o que facilita a manutenção dos espaços cirúrgicos e a dilatação pupilar, no entanto, não fornecem adequada proteção aos tecidos intra-oculares, entre eles, o endotélio corneano. Os viscoelásticos coesivos são facilmente aspirados da câmara anterior, e caso permaneçam no interior do bulbo do olho, tendem a obstruir a malha trabecular, podendo elevar a pressão intra-ocular (PIO) no período pós-operatório. Entretanto, a aspiração ocorre inclusive durante a emulsificação do cristalino. Além disso, as substâncias coesivas são mais transparentes em relação às dispersivas (WILKIE e WILLIS, 1999, MAAR et al, 2001, KARA JR., 2002).

Os viscoelásticos dispersivos são constituídos por substâncias de baixo peso e pequena cadeia molecular, possuindo baixa viscosidade e pseudoplasticidade. Portanto, suas moléculas fragmentam-se e dispersam-se pela câmara anterior, permanecendo nela durante toda a emulsificação. Devido à sua baixa tensão superficial e ao seu pequeno ângulo de contato, estas substâncias revestem e protegem melhor os tecidos intra-oculares, inclusive o

endotélio da córnea. No entanto, são pouco eficientes para manter os espaços cirúrgicos. Sua remoção ao final da cirurgia é mais trabalhosa, não sendo possível aspiração em bloco. Contudo, caso o viscoelástico dispersivo permaneça no interior do bulbo do olho após a cirurgia, a sua repercussão na elevação da PIO no pós-operatório será relativamente menor à dos coesivos (WILKIE e WILLIS, 1999, MAAR et al, 2001, KARA JR., 2002).

O hialuronato de sódio é um polímero endógeno encontrado no humor vítreo, cordão umbilical, líquido sinovial e matriz celular de tecidos conectivos de mamíferos. Solução com 1% de concentração deste composto tem a viscosidade 500.000 vezes maior que o humor aquoso e suas características de alta viscosidade em *shear rate* baixo previnem a saída através da incisão cirúrgica atribuída a forças compressivas da córnea e do diafragma formado pela íris, cristalino e vítreo (GERDING et al., 1990). Sulfato de condroitina, um polímero biológico, possui um grupo sulfato e carga negativa dupla, ao invés de simples, advinda de unidades repetidas de ácido glicurônico e N-acetilgalactosamina. Esta carga negativa adicional acentua sua absorção às cargas positivas tissulares, permitindo melhor proteção do endotélio corneano (DAVIS e LINDSTROM, 2000, MAAR et al, 2001). Sua viscosidade é constante em qualquer *shear rate* (GERDING et al., 1990). A metilcelulose é um polímero da celulose altamente purificado, inerte e não pirogênico, combinado a grupos de hidroxipropil a fim de aumentar sua natureza hidrofílica. Na concentração de 2%, a metilcelulose apresenta baixa viscosidade em *shear rate* baixo, semelhante a outros viscoelásticos dispersivos (GERDING et al., 1990).

Existem etapas na facoemulsificação que podem ser facilitadas com a utilização de determinados agentes viscoelásticos, porém cada caso deve ser analisado de acordo com o momento cirúrgico, a habilidade e a preferência do cirurgião (KARA JR. e MILANI, 2003).

Compostos com grande pseudoplasticidade são menos viscosos em *shear rate* elevado, oferecendo pouca resistência ao passar por uma cânula de lúmen estreito, utilizada para a injeção do viscoelástico na câmara anterior. Substâncias pouco pseudoplásticas apresentam significativa viscosidade mesmo quando em *shear rate* alto, dificultando, ao menos no início, sua injeção e fazendo-se necessário o uso de cânulas mais calibrosas, em especial

cuidado com relação ao seu desprendimento da seringa (WILKIE e WILLIS, 1999, KARA JR. e MILANI, 2003).

Para a confecção da capsulorrexe, recomenda-se a utilização de um composto coesivo, o qual será mais difícil de ser deslocado da câmara anterior durante sua realização. Seu alto peso molecular forçará o diafragma da íris e o cristalino em direção a porção posterior do bulbo ocular, contrapondo-se à pressão vítrea, que tende a direcionar o “flap” da cápsula para a periferia, diminuindo assim a tendência da cápsula anterior de correr para o equador do cristalino no momento da confecção. Um viscoelástico dispersivo sairá mais facilmente do olho com a manipulação e dificultará a visualização, exigindo maior habilidade do cirurgião, porém apresenta a vantagem de criar menor resistência à movimentação intra-ocular dos instrumentos (KARA JR. e MILANI, 2003).

No momento da facoemulsificação, o composto coesivo é aspirado rapidamente (em bloco) da câmara anterior. O grande fluxo hídrico e a movimentação de partículas transcorrem praticamente sem a proteção viscoelástica do endotélio corneano. Como a facoemulsificação é realizada em sistema fechado, com manutenção do espaço cirúrgico pela infusão externa controlada pela altura da garrafa, a preocupação passa a ser com a preservação da integridade do endotélio. Portanto, nessa fase é recomendada a utilização de um composto dispersivo, que se distribui pela câmara, aderindo-se às estruturas oculares e resistindo à aspiração, especialmente em casos de núcleos duros que exijam maior manipulação, e com cirurgias que, temendo lesar a cápsula posterior, trabalhem mais próximo à córnea (MAAR et al, 2001, KARA JR. e MILANI, 2003).

Cirurgias mais experientes, que procuram emulsificar o cristalino no interior do saco capsular, possivelmente sintam maior incômodo com o inconveniente da dificuldade de visualização ao preencherem a câmara com compostos dispersivos, além de dispensarem mais tempo na aspiração ao final da cirurgia. Uma opção é utilizar, inicialmente, um agente dispersivo revestindo o endotélio, e a seguir, completar o volume da câmara com um composto coesivo, criando dois microambientes viscoelásticos, aproveitando as vantagens de ambas as classes e minimizando suas desvantagens individuais (KARA JR. e MILANI, 2003).

A inserção da LIO deve ser realizada mediante a presença de agente coesivo, para dilatar e manter o saco capsular formado. O inconveniente do composto dispersivo nessa fase é a dificuldade de sua aspiração ao final da cirurgia. A melhor combinação seria a utilização do viscoelástico dispersivo superficialmente protegendo o endotélio, posição em que seria mais facilmente aspirado, seguido pelo coesivo para preencher o saco capsular (WILKIE e WILLIS, 1999, KARA JR. e MILANI, 2003).

Na situação de ruptura de cápsula posterior, deve-se evitar diminuir a pressão na câmara anterior, para equilibrar a pressão vítrea que tende a ampliar a rotura. Recomenda-se, em primeira instância, um viscoelástico coesivo, de alto peso molecular, para contrapor-se à saída do vítreo. Caso seja necessário prosseguir com a facoemulsificação, essa seria realizada acima do plano da íris, evitando-se a migração de fragmentos nucleares à câmara vítrea. Neste caso, o emprego de um agente dispersivo é importante, não apenas na proteção endotelial, como também para resistir à aspiração e permanecer selando a rotura (WILKIE e WILLIS, 1999, KARA JR. e MILANI, 2003).

Nos casos em que se opte por não aspirar o viscoelástico ao final do procedimento, a fim de evitar maior tração vítrea, recomenda-se utilizar um agente dispersivo para minimizar o aumento da PIO no pós-operatório precoce. Por outro lado, caso a opção seja por implantar a LIO e, posteriormente, aspirar o viscoelástico, é recomendado um composto coesivo, de fácil remoção (JAFFE et al., 1997, KARA JR. e MILANI, 2003).

### 3 OBJETIVOS

O objetivo ao realizar-se o experimento foi analisar, individual e comparativamente, o desempenho de dois viscoelásticos, metilcelulose 2% e Viscoat<sup>®</sup>, na facoemulsificação em cães portadores de catarata madura, por meio de:

- Avaliação dos sinais clínicos oculares apresentados após a facoemulsificação;
- Estudo das variações da pressão intra-ocular (mmHg) em decorrência do procedimento;
- Avaliação das alterações nas células endoteliais corneanas, com base nas mensurações de:
  - ✓ espessura corneana ( $\mu\text{m}$ ),
  - ✓ densidade celular endotelial ( $\text{células}/\text{mm}^2$ ),
  - ✓ área celular endotelial ( $\mu\text{m}^2$ );
- Correlação entre as variáveis mensuráveis;
- Análise da influência do tempo efetivo de ultra-som sobre as variáveis mensuráveis.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 ANIMAIS

Foram utilizados 20 animais da espécie canina (*Canis familiaris*), de raças variadas e idades entre dois e 12 anos, machos e fêmeas, portadores de catarata e não diabéticos (Tabela 1). Os grupos foram constituídos por cães atendidos na rotina do Serviço de Oftalmologia do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista – UNESP – Câmpus de Botucatu, de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, aprovado pela Câmara de Ética em Experimentação Animal. Protocolo nº 134/2005.

TABELA 1: Identificação dos animais utilizados no experimento.

ANIMAL (G1)	RAÇA	SEXO	IDADE	OLHO OPERADO
1	Poodle	Macho	4 anos	esquerdo
2	Poodle	Fêmea	4 anos	direito
3	Lhasa Apso	Macho	2 anos	direito
4	Poodle	Fêmea	12 anos	esquerdo
5	Poodle	Macho	6 anos	esquerdo
6	SRD*	Macho	8 anos	direito
7	Poodle	Fêmea	4 anos	esquerdo
8	Poodle	Fêmea	5 anos	direito
9	Poodle	Macho	9 anos	esquerdo
10	Poodle	Macho	10 anos	direito
ANIMAL (G2)				
11	Fox Terrier	Fêmea	6 anos	direito
12	Dogo Argentino	Macho	9 anos	direito
13	Poodle	Fêmea	6 anos	esquerdo
14	Poodle	Fêmea	12 anos	direito
15	Lhasa Apso	Fêmea	5 anos	esquerdo
16	Poodle	Fêmea	5 anos	direito
17	Poodle	Fêmea	6 anos	direito
18	Poodle	Macho	2 anos	esquerdo
19	Poodle	Fêmea	8 anos	direito
20	Poodle	Fêmea	4 anos	direito

\* SRD: sem raça definida

## 4.2 GRUPOS EXPERIMENTAIS

Os animais foram distribuídos em 2 grupos, designados **G1** e **G2**, descritos a seguir.

**Grupo 1:** Cães portadores de catarata madura submetidos à facoemulsificação utilizando hidroxipropilmetilcelulose 2% (Metilcelulose 2%) (Tabela 2) como dispositivo viscoelástico.

**Grupo 2:** Cães portadores de catarata madura submetidos à facoemulsificação utilizando associação de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 2% (Viscoat<sup>®</sup>) (Tabela 2) como dispositivo viscoelástico.

TABELA 2: Identificação dos viscoelásticos quanto às características.

CARACTERÍSTICAS	Hidroxipropilmetilcelulose 2%	Hialuronato de sódio 3% + Sulfato de condroitina 4%
<b>Peso molecular (D)</b>	80 K	525 K
<b>Viscosidade (mPs)</b>	4 K	41 K
<b>Classificação</b>	Dispersivo	Dispersivo

Todos os cães foram submetidos ao exame clínico geral, incluindo avaliação da glicemia sérica, para detecção e exclusão dos animais portadores de diabetes. Subseqüentemente, foi realizado exame oftálmico em ambiente de luminosidade controlada, dos anexos oculares e estruturas do segmento anterior do bulbo ocular, por meio de biomicroscopia em lâmpada de fenda<sup>1</sup>.

Foram classificadas como maduras e incluídas no experimento as cataratas com opacidade total do cristalino, em que não foi possível a visualização do reflexo de fundo por meio de iluminação direta. Foram excluídas do experimento as cataratas classificadas como incipientes, imaturas ou hiperaturas, além das cataratas traumáticas, secundárias a afecções pré-existentes ou com complicações tais como sinéquias, sub-luxação ou luxação de cristalino.

<sup>1</sup> modelo SL-450, Nidek Co., Japan

Avaliações complementares também foram realizadas como o teste de produção de lágrima pelo método de Schirmer<sup>2</sup>, prova de fluoresceína sódica<sup>3</sup> e tonometria de aplanção<sup>4</sup>. Animais que apresentaram alterações oculares ou sistêmicas que inviabilizassem a realização do procedimento foram descartados.

O experimento foi realizado no modelo de simples-cego, sem conhecimento do examinador com relação aos diferentes dispositivos viscoelásticos utilizados. O sorteio da substância viscoelástica foi realizado no pré-operatório. O cirurgião teve conhecimento do viscoelástico no momento da cirurgia, devido às diferenças físico-químicas e do acondicionamento apresentado por cada dispositivo.

### 4.3 PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

#### 4.3.1 Pré-operatório

O protocolo de tratamento pré-operatório foi iniciado três dias antes da realização do procedimento cirúrgico, utilizando-se prednisona oral<sup>5</sup> (1mg/kg/24-24h), colírio de acetato de prednisolona 1%<sup>6</sup> (1gota/6-6h) e colírio de ofloxacina 0,3%<sup>7</sup> (1gota/6-6h). Um dia antes da cirurgia foi empregada a doxiciclina oral<sup>8</sup> (5mg/kg/12-12h) e colírio de atropina 1%<sup>9</sup> (1gota 24-24h).

#### 4.3.2 Anestesia

O protocolo anestésico foi constituído de medicação pré-anestésica utilizando-se levomepromazina<sup>10</sup> (0,5mg/kg IV), seguido de indução com propofol<sup>11</sup> (5mg/kg IV) e manutenção com anestesia geral inalatória com respiração controlada utilizando isoflurano<sup>12</sup> e vecurônio<sup>13</sup> (0,2mg/kg IV).

---

<sup>2</sup> Teste de Schirmer - Ophthalmos - Brasil

<sup>3</sup> Fluoresceína - Allergan - Brasil

<sup>4</sup> modelo Tonopen XL , Mentor, Neatherlands

<sup>5</sup> Meticorten - Schering-Plough - Brasil

<sup>6</sup> Acetato de prednisolona 1% - Alcon - Brasil

<sup>7</sup> Ofloxacina 0,3% - Alcon - Brasil

<sup>8</sup> Doxitec - Syntec - Brasil

<sup>9</sup> Atropina 1% - Allergan - Brasil

<sup>10</sup> Neozine - Rhodia Pharma - Brasil

<sup>11</sup> Diprivan - Zeneca - Brasil

<sup>12</sup> Isoflurane - Cristália - Brasil

<sup>13</sup> Norcuron - Akzo Organon Teknika - Brasil

### 4.3.3 Trans-operatório

O animal foi colocado em decúbito lateral, com a cabeça posicionada perpendicularmente à mesa com o auxílio de uma hemi-circunferência de Isopor<sup>®</sup>, com a utilização de blefarostato de Barraquier<sup>14</sup> para a abertura das pálpebras. 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 10 horas, utilizando-se bisturi angulado 3.2mm<sup>15</sup>. A incisão auxiliar, situada em posição 2 horas, foi realizada com bisturi 15°<sup>16</sup>.

Após as incisões, foi injetado 0,2ml de epinefrina<sup>17</sup> na câmara anterior, com a finalidade de promover midríase pupilar. Para melhor visibilização durante a capsulorrexe, foi injetado Azul Tripan<sup>18</sup> acima da cápsula anterior do cristalino e, posteriormente, Metilcelulose 2% ou Viscoat<sup>®</sup> (de acordo com o grupo experimental), de forma a preencher toda câmara anterior. Em seguida foi confeccionada capsulorrexe circular contínua, com auxílio de cistítilo e pinça de Ultrata<sup>19</sup>, hidrodissecção, rotação e facoemulsificação do núcleo com aparelho de facoemulsificação<sup>20</sup>, utilizando ponteira Flared Standard 30°<sup>21</sup> com luva de silicone, Linha I/A ½<sup>22</sup> e Solução Salina Balanceada<sup>23</sup>(BSS).

A técnica de fratura utilizada foi *stop and chop* com manipulador de lente Nagahara<sup>24</sup> e os parâmetros de facoemulsificação foram fixados em 60% de poder de ultra-som pulsado em 12 ppm e 40 cc/min de taxa de aspiração, com vácuo de 400 mmHg e altura da garrafa em 100cm em relação à cabeça do animal. Foi procedida aspiração dos restos corticais do cristalino por meio da caneta de irrigação/aspiração do aparelho, utilizando a mesma linha de I/A e BSS. Não foi colocada lente intra-ocular em qualquer dos animais.

---

<sup>14</sup> Blefarostato de Barraquier - Odous - Brasil

<sup>15</sup> Bisturi angulado Clear Cut - Alcon - Brasil

<sup>16</sup> Bisturi reto 15° - Alcon - Brasil

<sup>17</sup> Hemitartarato de epinefrina - Ariston - Brasil

<sup>18</sup> Azul Tripan - Alcon - Brasil

<sup>19</sup> Pinça de Ultrata - Odous - Brasil

<sup>20</sup> Universal II - Alcon - Brasil

<sup>21</sup> Ponteira Flared Standard 30° + Silicone Sleev - Alcon - Brasil

<sup>22</sup> Linha I/A Max Vac ½ - Alcon - Brasil

<sup>23</sup> BSS - Alcon - Brasil

<sup>24</sup> Chopper Nagahara - Odous - Brasil

O procedimento foi finalizado com aspiração das substâncias viscoelásticas remanescentes, injeção de bolha de ar na câmara anterior e hidratação das bordas das incisões, com um ponto simples sepultado na incisão principal, utilizando-se fio mononailon 10-0<sup>25</sup>. Foi aplicado meloxicam<sup>26</sup> (0,1mg/kg IV). A facoemulsificação foi procedida unilateralmente, sendo anotadas as intercorrências e o tempo de ultra-som efetivo utilizado.

O tempo de ultra-som efetivo considerado neste estudo representou a quantidade, expressa em minutos, do uso do aparelho de facoemulsificação com o estágio 3 do pedal acionado, momento esse no qual a ponteira apresentou movimento oscilatório longitudinal ultra-sônico (fixado em 60% da potência total de 40 MHz em todas as cirurgias), além da irrigação e aspiração. A contagem foi feita pelo próprio aparelho de facoemulsificação.

#### 4.3.4 Pós-operatório

O protocolo de medicação para os animais operados foi constituído por prednisona oral (1mg/kg/12-12h/14dias, posteriormente 1mg/kg/24-24h/7dias e 1mg/kg/48-48h/7dias), doxiciclina oral (5mg/kg/12-12h/10dias), meloxicam oral (0,1mg/kg/24-24h/7dias) e medicações tópicas, utilizando-se colírio de acetato de prednisolona 1% (1gota/2-2h/3dias, posteriormente 1gota/3-3h/4dias, 1gota/4-4horas/7dias, 1gota/6-6h/14dias e 1gota/8-8h/7dias), colírio de ofloxacina 0,3% (1gota/4-4h/7dias), colírio de cetrolaco de trometamina<sup>27</sup> (1gota/8-8h/7dias) e colírio de atropina 1% (1gota/12-12h/7dias, posteriormente 1gota/24-24h/7dias e 1gota/48-48horas/14dias).

#### 4.4 PARÂMETROS ANALISADOS

Todas as avaliações foram realizadas antes da facoemulsificação (momento **M<sub>0</sub>**), sendo utilizadas como controle do próprio animal. As avaliações clínicas e tonométricas foram realizadas após o ato cirúrgico, em 1, 7, 14, 21, 28 e 60 dias (momentos **M<sub>1</sub>**, **M<sub>7</sub>**, **M<sub>14</sub>**, **M<sub>21</sub>**, **M<sub>28</sub>** e **M<sub>60</sub>**, respectivamente). A

<sup>25</sup> Nailon 10-0 - Alcon - Brasil

<sup>26</sup> Meloxicam - União química - Brasil

<sup>27</sup> Acular - Allergan - Brasil

microscopia especular foi realizada sob sedação utilizando levomepromazina (0,5mg/kg IM) e butorfanol<sup>28</sup> (0,2mg/kg IM), nos momentos **M<sub>7</sub>**, **M<sub>28</sub>** e **M<sub>60</sub>**.

#### 4.4.1 Avaliação clínica

Os animais foram avaliados por meio de exame oftalmológico de anexos oculares e segmento anterior do olho, mediante utilização de foco de luz e biomicroscopia em lâmpada de fenda, para observação da evolução clínica dos sinais de secreção ocular, blefaroespasma, hiperemia conjuntival, quemose, opacidade corneana e formação de fibrina; estas alterações foram qualitificadas de forma subjetiva em: 0 – ausente; 1 – discreto; 2 – moderado; 3 – intenso (MUNGER, 2002).

#### 4.4.2 Pressão intra-ocular

A aferição da pressão intra-ocular (mmHg) foi efetuada, após instilação prévia do colírio de cloridrato de proximetacaína 0,5%<sup>29</sup>, utilizando tonômetro eletrônico de aplanção. Foi adotado o valor médio após três medidas consecutivas com coeficiente de variação de 5%, nos tempos previamente descritos para as avaliações.

#### 4.4.3 Espessura corneana, densidade e área celulares do endotélio

Para avaliação da espessura e endotélio da córnea, foi utilizado microscópio especular<sup>30</sup>, tendo sido efetuadas fotomicrografias especulares de três campos, com contagem de 20 células por campo, da área central da córnea. A avaliação das fotomicrografias contemplou a densidade (células/mm<sup>2</sup>) e a área (µm<sup>2</sup>) das células endoteliais, bem como a espessura total da córnea (µm).

---

<sup>28</sup> Torbugesic - Fort Dodge - Brasil

<sup>29</sup> Anestalcon - Alcon - Brasil

<sup>30</sup> modelo SP 2000P, Topcon Europe, Netherlands

#### 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para se avaliar a variação da PIO, empregou-se análise de variância não-paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes, com nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ) (ZAR, 1999).

A avaliação dos valores de microscopia especular foi realizada utilizando-se análise de variância para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes (análise de perfis médios), complementada com o teste de comparações múltiplas de Hofelling, com nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ) (JOHNSON e WICHERN, 2002).

O estudo das correlações foi realizado entre os valores de densidade celular endotelial e espessura corneana, pressão intra-ocular (PIO) e área celular endotelial, bem como entre espessura corneana e PIO. A correlação entre tempo de ultra-som efetivo utilizado e cada uma das variáveis mensuradas (densidade celular endotelial, espessura corneana e PIO) também foi realizada.

As correlações foram avaliadas por meio de gráfico de dispersão, sendo feita correlação linear simples e análise do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), com nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ) (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

## 5 RESULTADOS

### 5.1 AVALIAÇÃO CLÍNICA

#### 5.1.1 Secreção ocular

Ausência de secreção ocular (Figura 1 e 2) foi observada em todos os animais antes do procedimento de facoemulsificação ( $M_0$ ), sendo que quatro animais de cada grupo permaneceram sem este sinal clínico até o final do experimento. Do restante, sete animais apresentaram secreção discreta no primeiro dia de pós-operatório ( $M_1$ ), cinco animais após sete dias ( $M_7$ ), nenhum após 14 dias ( $M_{14}$ ) e dois após 21 e 28 dias ( $M_{21}$  e  $M_{28}$ ). No último momento observado ( $M_{60}$ ), dois animais apresentaram secreção discreta, ambos do grupo 2.

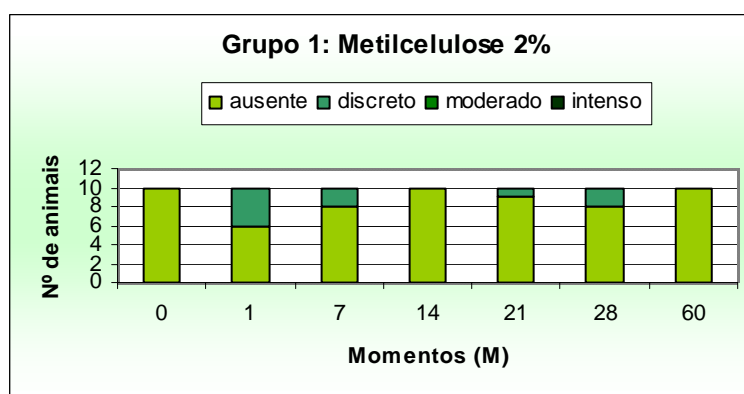


FIGURA 1: Representação gráfica do número de animais para cada escore de secreção ocular do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.

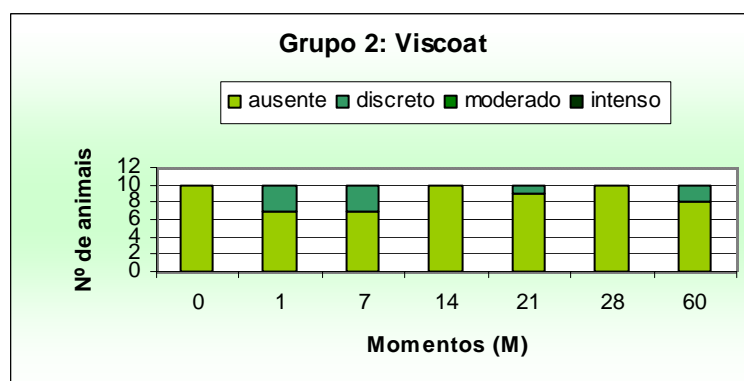


FIGURA 2: Representação gráfica do número de animais para cada escore de secreção ocular do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.

### 5.1.2 Blefaroespasma

Cinco animais apresentaram blefaroespasma (Figura 3 e 4) discreto durante o experimento, quatro pertencentes ao grupo 1 e um pertencente ao grupo 2. Os momentos em que mais de um animal apresentou este sinal foram após um e 14 dias de procedimento ( $M_1$  e  $M_{14}$ ). Em apenas um animal foi observado blefaroespasma discreto em dois momentos, no primeiro dia e aos 21 dias ( $M_1$  e  $M_{21}$ ). No último momento ( $M_{60}$ ), não houve nenhum animal em que blefaroespasma foi observado.

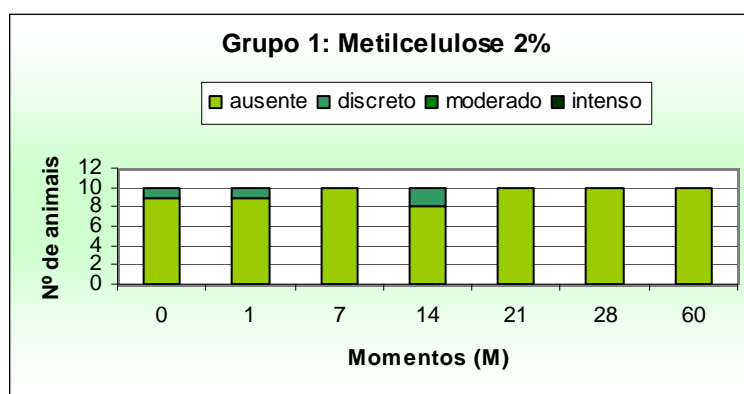


FIGURA 3: Representação gráfica do número de animais para cada escore de blefaroespasma do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.

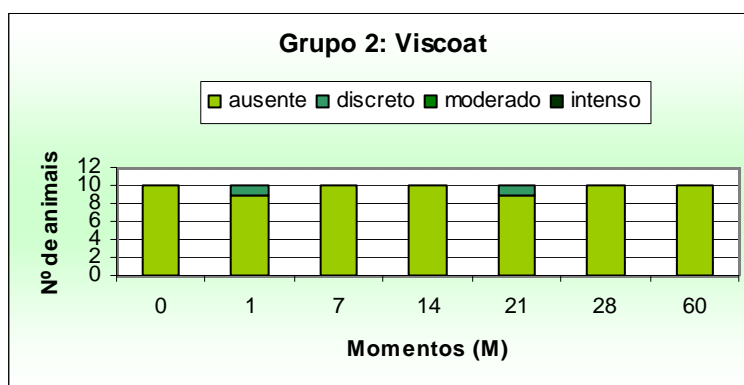


FIGURA 4: Representação gráfica do número de animais para cada escore de blefaroespasma do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.

### 5.1.3 Hiperemia conjuntival

Hiperemia conjuntival (Figura 5 e 6) foi verificada em cinco animais no pré-operatório ( $M_0$ ), porém 16 animais apresentaram este sinal clínico no primeiro dia de pós-operatório ( $M_1$ ), sendo que dos quatro animais que não a apresentaram neste momento, três (todos do grupo 2) não apresentaram em nenhum momento do experimento. Sete animais apresentaram hiperemia moderada no primeiro dia ( $M_1$ ), todos evoluindo para melhora clínica observada no último momento ( $M_{60}$ ). Em contrapartida, quatro animais em que foi observado sinal discreto ou ausente nos primeiros momentos apresentaram hiperemia moderada no último momento de avaliação ( $M_{60}$ ).

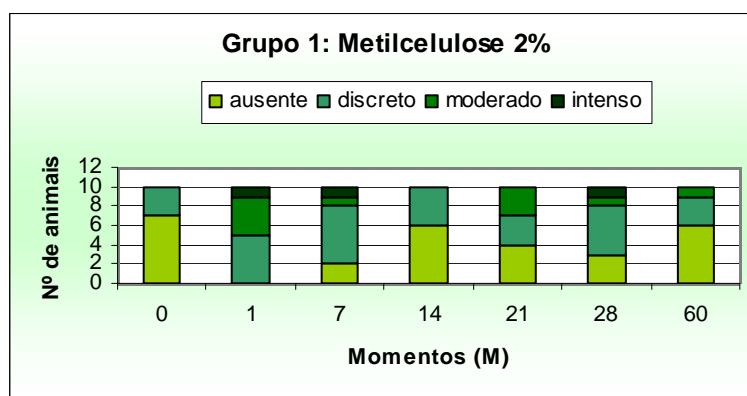


FIGURA 5: Representação gráfica do número de animais para cada escore de hiperemia conjuntival do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.

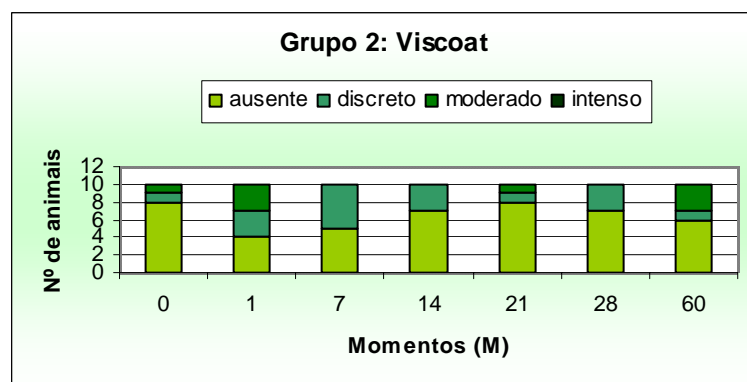


FIGURA 6: Representação gráfica do número de animais para cada escore de hiperemia conjuntival do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.

#### 5.1.4 Quemose

Não foi observada quemose (Figura 7 e 8) em todos os animais antes do procedimento ( $M_0$ ), e dois animais, um de cada grupo, apresentaram este sinal de forma discreta logo após a cirurgia ( $M_1$ ). No restante do experimento houve ausência do sinal, com exceção do último momento ( $M_{60}$ ), em que foi observada quemose discreta em um animal do grupo 1.

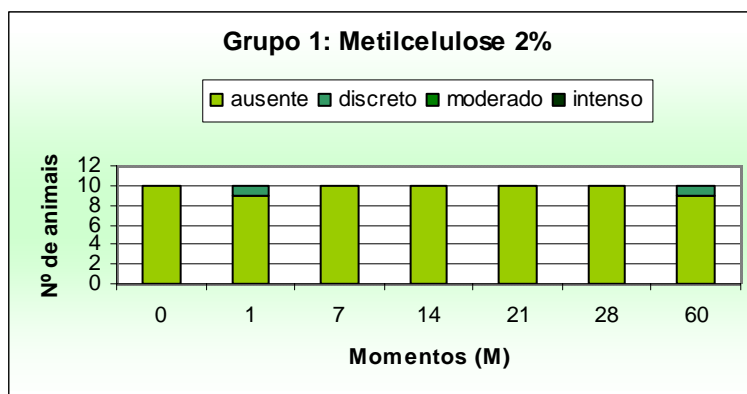


FIGURA 7: Representação gráfica do número de animais para cada escore de quemose do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.

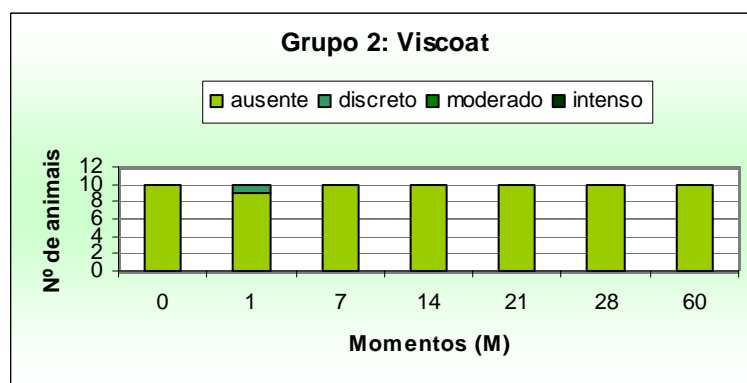


FIGURA 8: Representação gráfica do número de animais para cada escore de quemose do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.

### 5.1.5 Opacidade corneana

Embora nenhum animal tenha apresentado opacidade corneana (Figura 9 e 10) antes do procedimento ( $M_0$ ), na maioria dos animais (com exceção de um de cada grupo) foi observada opacidade discreta ou moderada logo após a cirurgia ( $M_1$ ) (Figura 30). Dos seis animais em que foi observada opacidade moderada neste momento, todos evoluíram para melhora clínica a partir de 14 dias até o final do experimento. No último momento ( $M_{60}$ ), seis animais do grupo 1 e três do grupo 2 apresentaram opacidade discreta e foi verificada opacidade moderada em apenas um animal do grupo 2.

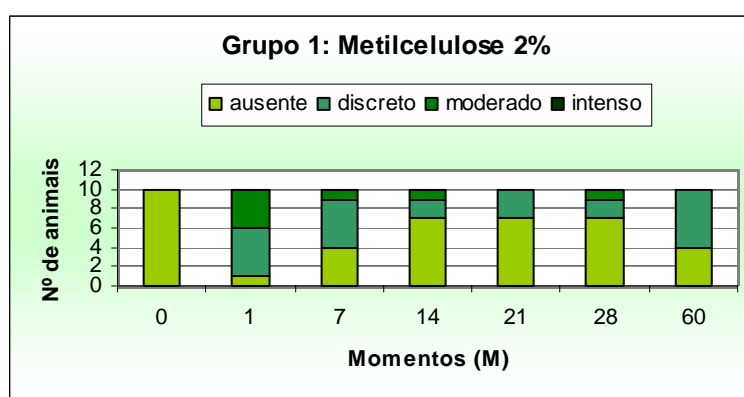


FIGURA 9: Representação gráfica do número de animais para cada escore de opacidade corneana do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.

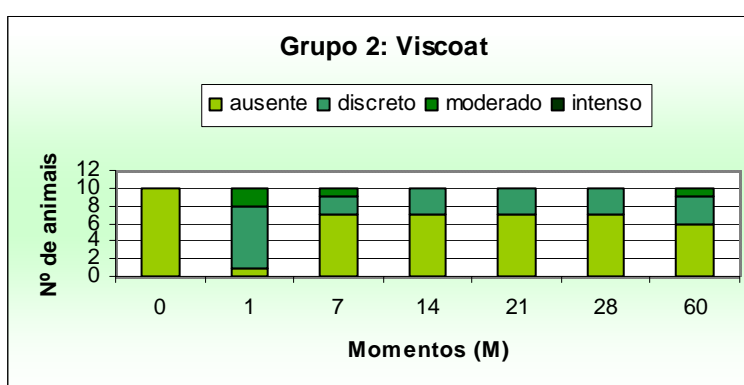


FIGURA 10: Representação gráfica do número de animais para cada escore de opacidade corneana do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.

### 5.1.6 Fibrina

Em quase todos os animais (exceto um animal do grupo 1) verificou-se a formação de fibrina (Figura 11, 12 e 31) em algum momento do experimento. A fibrina foi observada em 16 animais, oito de cada grupo, logo após a cirurgia ( $M_1$ ), sendo que a formação foi intensa em dois animais do grupo 1 e um animal do grupo 2, e moderada em 4 animais do grupo 1 e dois animais do grupo 2. Na maioria dos animais houve redução da fibrina após o primeiro dia até o final do experimento. No grupo 2 houve formação ou aumento da fibrina em três animais nos últimos momentos, em relação ao pós-operatório imediato ( $M_1$ ). Apenas um animal do grupo 1 permaneceu com formação moderada de fibrina inalterada, desde a cirurgia até o último momento avaliado ( $M_{60}$ ).

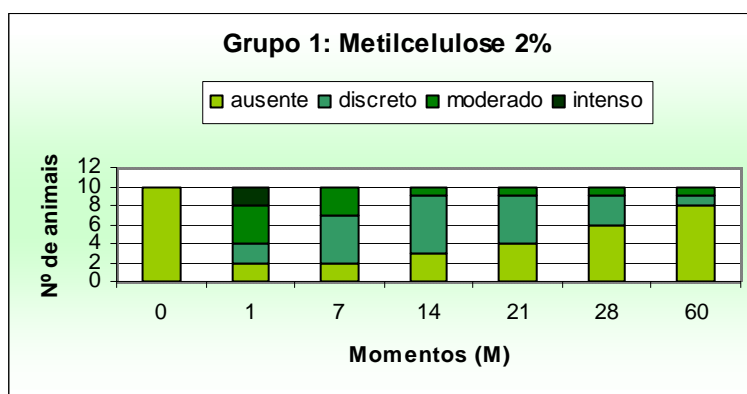


FIGURA 11: Representação gráfica do número de animais para cada escore de fibrina do grupo 1, nos momentos de avaliação em dias.

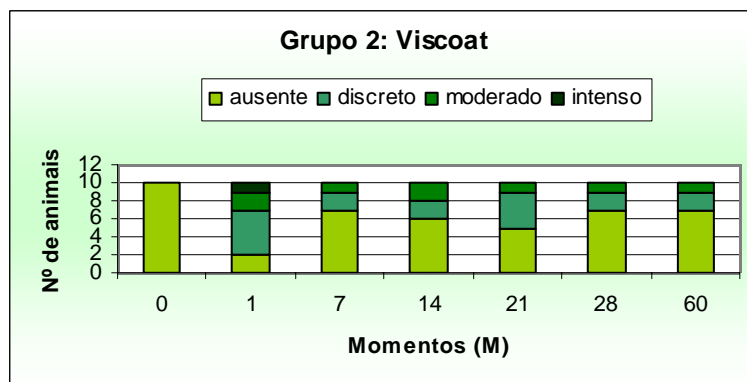


FIGURA 12: Representação gráfica do número de animais para cada escore de fibrina do grupo 2, nos momentos de avaliação em dias.

## 5.2 PRESSÃO INTRA-OCULAR

Verificou-se que os valores da pressão intra-ocular (PIO) (Tabela 3, Figura 13) seguiram um padrão de variação em que houve um aumento nos primeiros momentos após a cirurgia ( $M_1$  e  $M_7$ ) em ambos os grupos, com posterior decréscimo sendo observado ao longo do experimento no grupo 1 e após 21 dias ( $M_{21}$ ) no grupo 2. Em apenas dois animais, um de cada grupo, este aumento inicial não foi verificado, havendo queda da PIO. Os valores mais altos foram observados após 7 dias de cirurgia ( $M_7$ ), momento este em que foi observado pressões acima de 40 mmHg em dois animais (Figura 32), um de cada grupo.

TABELA 3: Valores de pressão intra-ocular, em mmHg, do olho operado nos diferentes momentos ( $M$ ) de avaliação em dias.

ANIMAL	PRESSÃO INTRA-OCULAR (mmHg)						
Grupo 1	$M_0$	$M_1$	$M_7$	$M_{14}$	$M_{21}$	$M_{28}$	$M_{60}$
1	15	22	12	10	10	8	7
2	12	21	18	17	14	8	10
3	20	21	15	15	17	12	10
4	6	7	7	10	9	4	7
5	12	13	26	14	16	13	12
6	11	11	13	9	8	12	17
7	20	14	14	10	13	10	17
8	14	9	67	6	5	5	5
9	9	28	12	9	12	11	10
10	7	12	4	4	4	4	4
Grupo 2							
11	11	25	17	16	17	22	11
12	16	26	27	18	18	22	23
13	9	13	12	11	10	10	11
14	13	14	19	17	22	6	9
15	10	19	15	22	18	21	17
16	14	31	60	18	14	15	22
17	6	6	6	6	4	6	4
18	12	14	14	14	22	9	4
19	6	15	10	10	7	12	11
20	8	12	17	16	*	17	16

\* : valores não mensurados

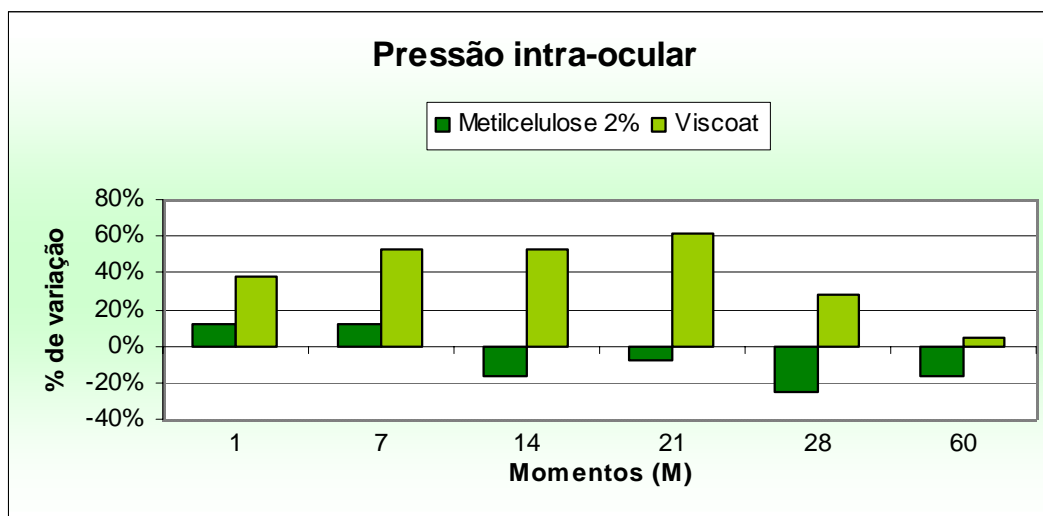


FIGURA 13: Representação gráfica da porcentagem de variação da PIO em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

### 5.3 ESPESSURA CORNEANA

Foi observado discreto aumento da espessura corneana (Tabela 4, Figura 14) após a cirurgia ( $M_7$ ) com relação ao valor inicial ( $M_0$ ) nos dois grupos, porém com valores mais altos observados no grupo 2. Aos 28 dias ( $M_{28}$ ), 19 animais apresentaram diminuição da espessura corneana, mantendo-se, em média, num mesmo patamar em ambos os grupos aos 60 dias ( $M_{60}$ ), porém com valores inferiores observados no grupo 2, com relação ao grupo 1. Não foi possível mensurar a espessura em um animal de cada grupo no sétimo dia ( $M_7$ ).

TABELA 4: Valores de espessura corneana, em  $\mu\text{m}$ , do olho operado nos diferentes momentos (M) de avaliação em dias.

ANIMAL	ESPESSURA CORNEANA ( $\mu\text{m}$ )			
Grupo 1	M <sub>0</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>28</sub>	M <sub>60</sub>
1	625	612	588	599
2	526	565	536	523
3	497	480	473	474
4	539	664	603	501
5	524	645	629	553
6	732	744	672	655
7	594	665	555	536
8	527	*	485	616
9	538	470	660	611
10	660	475	451	536
Grupo 2				
11	568	531	519,5	588
12	623	638	614	610
13	614	598	527	564
14	579	655	591	512
15	572	561	534,5	511
16	612	*	566	596
17	560	541	516	526
18	573	677	537	547
19	514	695	486	495
20	589	602	582	555

\* : valores não mensurados

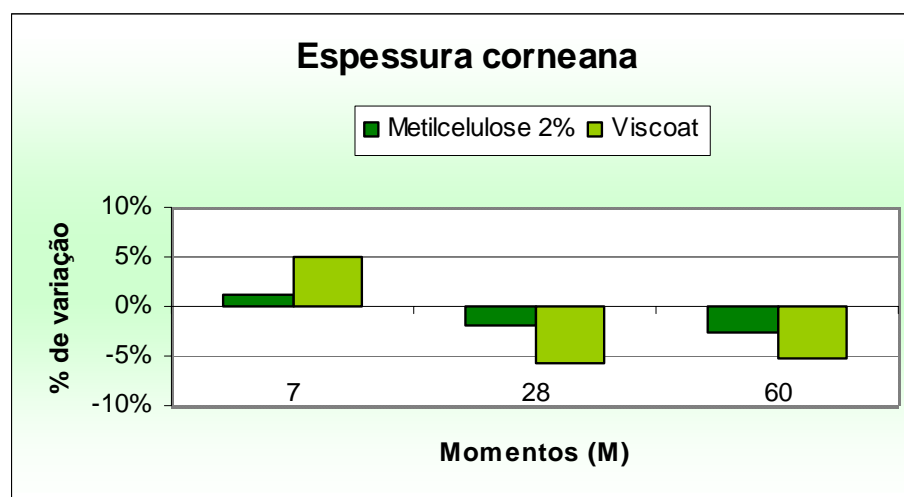


FIGURA 14: Representação gráfica da porcentagem de variação da espessura corneana em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

#### 5.4 DENSIDADE CELULAR ENDOTELIAL

Houve diminuição progressiva no valor da densidade celular (Tabela 5, Figura 15) de todos os animais ao longo do experimento. Esta diminuição foi mais perceptível no grupo 1, com seis animais apresentando valores abaixo de 2000 células/mm<sup>2</sup> no último momento (**M<sub>60</sub>**), do que no grupo 2, com quatro animais abaixo deste valor. Verificou-se dificuldade na realização da microscopia especular nos retornos de 7 e 28 dias (**M<sub>7</sub>** e **M<sub>28</sub>**) em ambos os grupos.

TABELA 5: Valores de densidade celular endotelial, em células/mm<sup>2</sup>, do olho operado nos diferentes momentos (**M**) de avaliação em dias.

ANIMAL	DENSIDADE CELULAR ENDOTELIAL (células/mm <sup>2</sup> )				
	Grupo 1	M <sub>0</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>28</sub>	M <sub>60</sub>
1		2787	2659	2559	2569
2		2391	2236	2139	2327
3		2221	2093	2027	2028
4		2238	*	*	1060
5		2750	2561	2604	2595
6		2297	2290	2289	1961
7		2188	1791	1617	1641
8		2709	*	*	1892
9		2544	1652	1522	1620
10		2619	1752	1643	1186
<b>Grupo 2</b>					
11		2360	2100	2027	1500
12		2262	2369	2230	2189
13		2366	*	1753	1648
14		2366	*	2058	2152
15		2511	2315	2340	2335
16		2030	*	1828	1798
17		2247	2354	1982	2140
18		3521	3304	2984	3282
19		2450	2119	1914	1565
20		2732	2132	2260	2077

\* : valores não mensurados

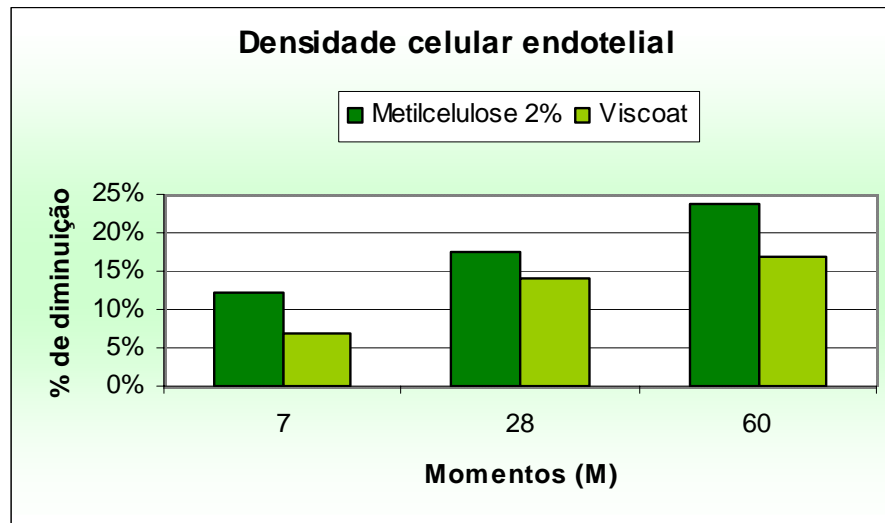


FIGURA 15: Representação gráfica da porcentagem de diminuição da densidade celular endotelial em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

## 5.5 ÁREA CELULAR ENDOTELIAL

Inversamente à densidade celular, houve aumento progressivo no valor da área celular (Tabela 6, Figura 16) de todos os animais ao longo do experimento. Observou-se quatro animais apresentando valores acima de  $600 \mu\text{m}^2$  no último momento ( $M_{60}$ ) do grupo 1 e três animais acima deste valor no grupo 2. Do mesmo modo que a densidade celular, verificou-se dificuldade na realização da microscopia especular nos retornos de 7 e 28 dias ( $M_7$  e  $M_{28}$ ).

TABELA 6: Valores de área celular endotelial, em  $\mu\text{m}^2$ , do olho operado nos diferentes momentos (M) de avaliação em dias.

ANIMAL	ÁREA CELULAR ENDOTELIAL ( $\mu\text{m}^2$ )			
Grupo 1	M <sub>0</sub>	M <sub>7</sub>	M <sub>28</sub>	M <sub>60</sub>
1	358	376	391	389
2	418	447	468	429
3	450	478	494	493
4	448	*	*	944
5	363	391	383	388
6	435	437	436	510
7	462	558	710	608
8	369	*	*	530
9	392	605	658	625
10	381	572	608	844
Grupo 2				
11	423	476	493	671
12	443	422	448	456
13	422	*	587	610
14	422	*	486	464
15	398	432	426	475
16	493	*	548	557
17	447	425	505	468
18	285	303	336	304
19	409	473	521	638
20	368	468	442	481

\* : valores não mensurados

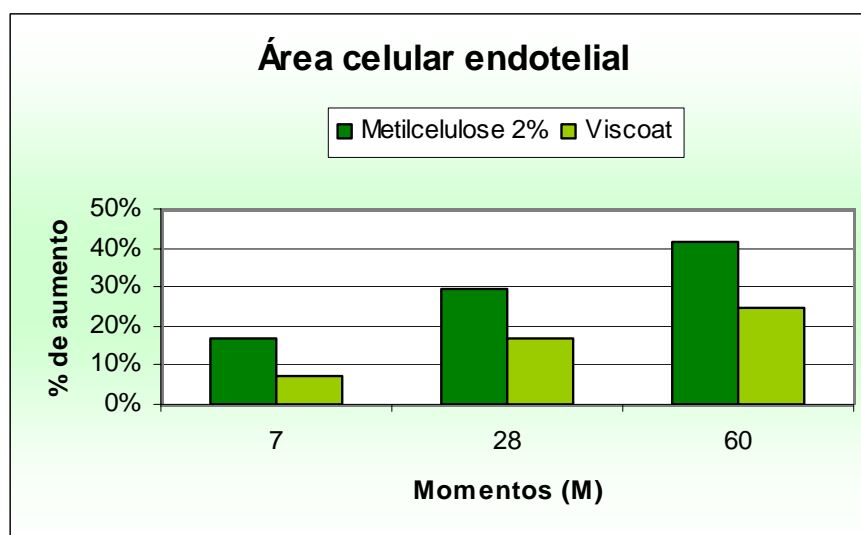


FIGURA 16: Representação gráfica da porcentagem de aumento da área celular endotelial em relação ao valor basal pré-operatório, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

## 5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As Tabelas 7 a 10 e Figuras 17 a 20 representam a avaliação dos valores de PIO e microscopia especular. Letras iguais indicam diferenças não significativas ( $P > 0,05$ ).

### 5.6.1 Pressão intra-ocular

No grupo 1, a PIO apresentou diminuição significativa nos quatro momentos finais de avaliação ( $M_{14}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{28}$  e  $M_{60}$ ), com relação aos dois primeiros momentos de pós-operatório ( $M_1$  e  $M_7$ ), porém manteve-se ao longo do experimento sem diferença significativa com o valor basal pré-operatório ( $M_0$ ). No grupo 2, foi verificado aumento significativo da PIO a partir do primeiro dia ( $M_1$ ), havendo diminuição para um valor próximo ao basal apenas no último momento de avaliação ( $M_{60}$ ). Entre os grupos, houve diferença significativa da PIO aos 14 dias de pós-operatório ( $M_{14}$ ), mantendo-se estatisticamente semelhante no restante dos momentos.

TABELA 7: Mediana, em mmHg, e semi-amplitude total da pressão intra-ocular do olho operado, segundo grupo (G) e momento (M) de avaliação.

PRESSÃO INTRA-OCULAR (mmHg)		
MOMENTOS	Metilcelulose 2% (G1)	Viscoat (G2)
Pré-operatório ( $M_0$ )	12,0 ± 7,0 a AB	10,5 ± 5,0 a A
1 Dia ( $M_1$ )	13,5 ± 10,5 a B	14,5 ± 12,5 a B
7 Dias ( $M_7$ )	13,5 ± 31,5 a B	16,0 ± 27,0 a B
14 Dias ( $M_{14}$ )	10,0 ± 6,5 a A	16,0 ± 8,0 b B
21 Dias ( $M_{21}$ )	11,0 ± 6,5 a A	17,0 ± 9,0 a B
28 Dias ( $M_{28}$ )	9,0 ± 4,5 a A	13,5 ± 8,0 a B
60 Dias ( $M_{60}$ )	10,0 ± 6,5 a A	11,0 ± 9,5 a AB

Letras minúsculas comparam os grupos, fixado o momento

Letras maiúsculas comparam os momentos, fixado o grupo

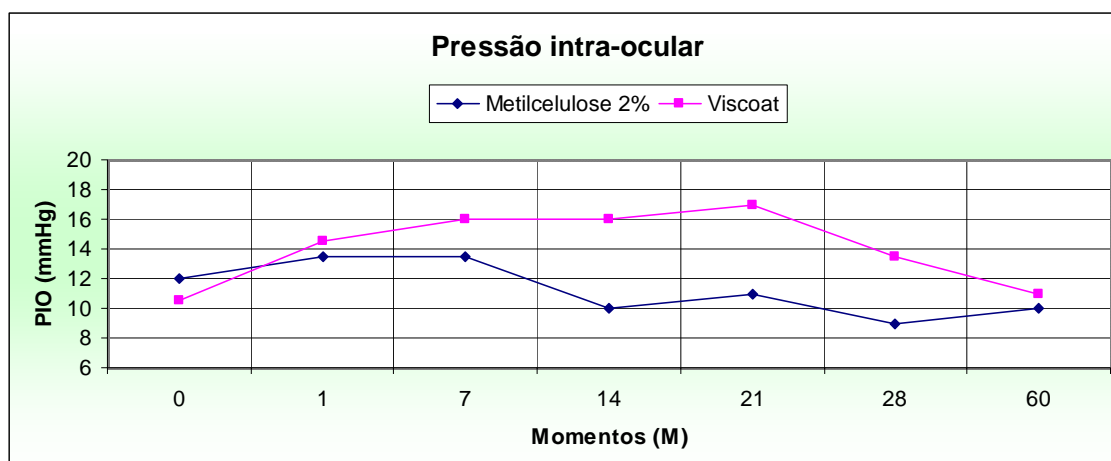


FIGURA 17: Representação gráfica dos valores de mediana de pressão intra-ocular do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

### 5.6.2 Espessura corneana

No grupo 2 observou-se maior espessura corneana no sétimo dia ( $M_7$ ), em relação aos momentos subseqüentes de avaliação ( $M_{28}$  e  $M_{60}$ ), porém sem diferença significativa com o valor inicial pré-operatório ( $M_0$ ). Não se verificou diferença significativa no grupo 1 ao longo do experimento. Não se observou diferença estatística entre os grupos em nenhum momento avaliado.

TABELA 8: Média, em  $\mu\text{m}$ , e desvio padrão da espessura corneana do olho operado, segundo grupo (G) e momento (M) de avaliação.

ESPESSURA CORNEANA ( $\mu\text{m}$ )		
MOMENTOS	Metilcelulose 2% (G1)	Viscoat (G2)
Pré-operatório ( $M_0$ )	576,20 $\pm$ 75,00 a A	580,40 $\pm$ 31,77 a AB
7 Dias ( $M_7$ )	583,70 $\pm$ 96,51 a A	609,82 $\pm$ 56,07 a B
28 Dias ( $M_{28}$ )	565,27 $\pm$ 78,56 a A	547,17 $\pm$ 39,48 a A
60 Dias ( $M_{60}$ )	560,57 $\pm$ 57,45 a A	550,58 $\pm$ 39,42 a A

Letras minúsculas comparam os grupos, fixado o momento

Letras maiúsculas comparam os momentos, fixado o grupo

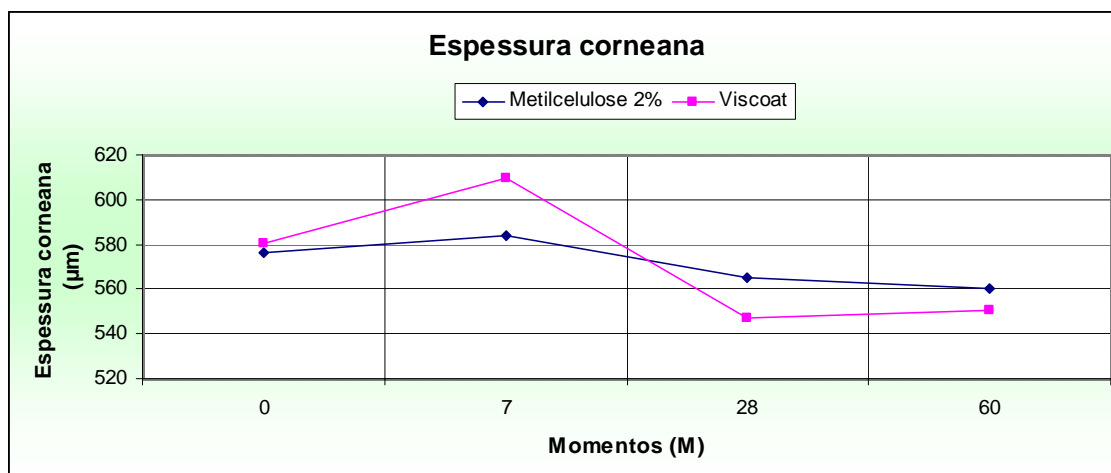


FIGURA 18: Representação gráfica dos valores médios de espessura corneana do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

### 5.6.3 Densidade celular endotelial

Foi observado em ambos os grupos diminuição significativa a partir do sétimo dia ( $M_7$ ) até o final do experimento, em comparação aos valores iniciais ( $M_0$ ). Porém, quanto à perda numérica de células, esta diminuição foi mais acentuada aos 7 dias ( $M_7$ ) no grupo 1 e aos 28 dias ( $M_{28}$ ) no grupo 2. Houve decréscimo progressivo sem diferenças significativas consecutivas nos momentos finais ( $M_7$ ,  $M_{28}$  e  $M_{60}$ ) no grupo 1, ao passo que, no grupo 2, houve diminuição significativa dos sete ( $M_7$ ) aos 28 ( $M_{28}$ ) dias, permanecendo sem diferença significativa a partir de então até o último momento ( $M_{60}$ ). Não houve diferença significativa entre os grupos em nenhum momento de avaliação, porém com maior perda de células endoteliais verificada no grupo 1 ao final do experimento.

TABELA 9: Média, em células/mm<sup>2</sup>, e desvio padrão da densidade celular endotelial do olho operado, segundo grupo (**G**) e momento (**M**) de avaliação.

DENSIDADE CELULAR ENDOTELIAL (células/mm <sup>2</sup> )		
MOMENTOS	Metilcelulose 2% (G1)	Viscoat (G2)
Pré-operatório ( $M_0$ )	2474,53 ± 234,60 a C	2484,75 ± 407,43 a C
7 Dias ( $M_7$ )	2174,90 ± 365,88 a B	2317,48 ± 368,74 a B
28 Dias ( $M_{28}$ )	2041,78 ± 404,03 a AB	2137,73 ± 352,44 a A
60 Dias ( $M_{60}$ )	1888,02 ± 526,31 a A	2068,58 ± 515,99 a A

Letras minúsculas comparam os grupos, fixado o momento

Letras maiúsculas comparam os momentos, fixado o grupo

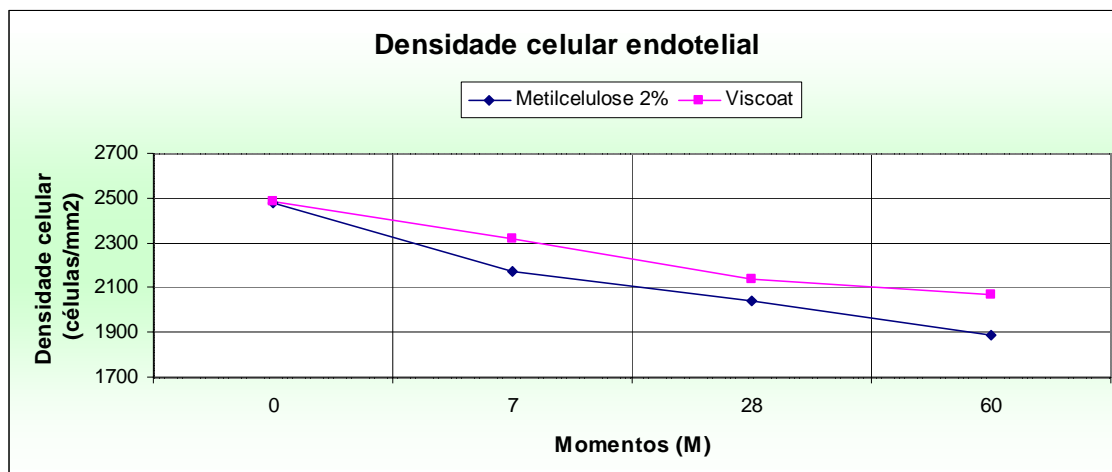


FIGURA 19: Representação gráfica dos valores médios de densidade celular endotelial do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

#### 5.6.4 Área celular endotelial

Verificou-se aumento progressivo semelhante da área celular em ambos os grupos, sem diferença significativa consecutiva entre todos os momentos, porém com valores estatisticamente maiores aos 28 dias ( $M_{28}$ ), com relação aos valores iniciais ( $M_0$ ) e estatisticamente maiores no último momento ( $M_{60}$ ), com relação aos dois primeiros momentos ( $M_0$  e  $M_7$ ). Diferença significativa entre os grupos não foi verificada em nenhum momento de avaliação.

TABELA 10: Média, em  $\mu\text{m}^2$ , e desvio padrão da área celular endotelial do olho operado, segundo grupo (G) e momento (M) de avaliação.

ÁREA CELULAR ENDOTELIAL ( $\mu\text{m}^2$ )		
MOMENTOS	Metilcelulose 2% (G1)	Viscoat (G2)
Pré-operatório ( $M_0$ )	407,77 $\pm$ 39,57 a A	411,15 $\pm$ 55,02 a A
7 Dias ( $M_7$ )	475,63 $\pm$ 82,38 a AB	440,82 $\pm$ 55,54 a AB
28 Dias ( $M_{28}$ )	527,25 $\pm$ 124,47 a BC	479,30 $\pm$ 70,47 a BC
60 Dias ( $M_{60}$ )	576,17 $\pm$ 187,38 a C	512,56 $\pm$ 108,45 a C

Letras minúsculas comparam os grupos, fixado o momento

Letras maiúsculas comparam os momentos, fixado o grupo

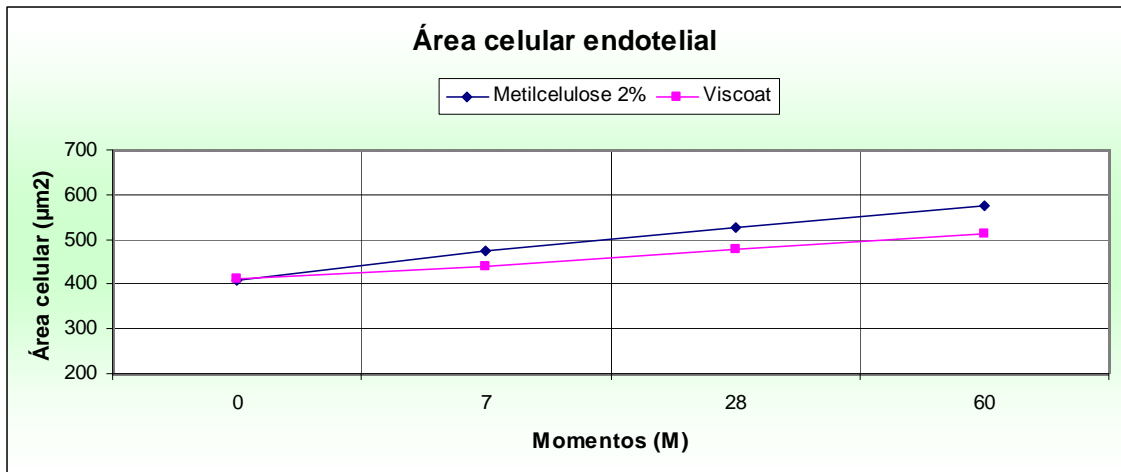


FIGURA 20: Representação gráfica dos valores médios de área celular endotelial do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

## 5.7 CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS MENSURADAS

As Figuras 21 a 24 representam, por meio de gráfico de dispersão, o estudo da correlação entre densidade celular endotelial e espessura corneana, pressão intra-ocular (PIO) e área celular endotelial, bem como a correlação entre espessura corneana e PIO.

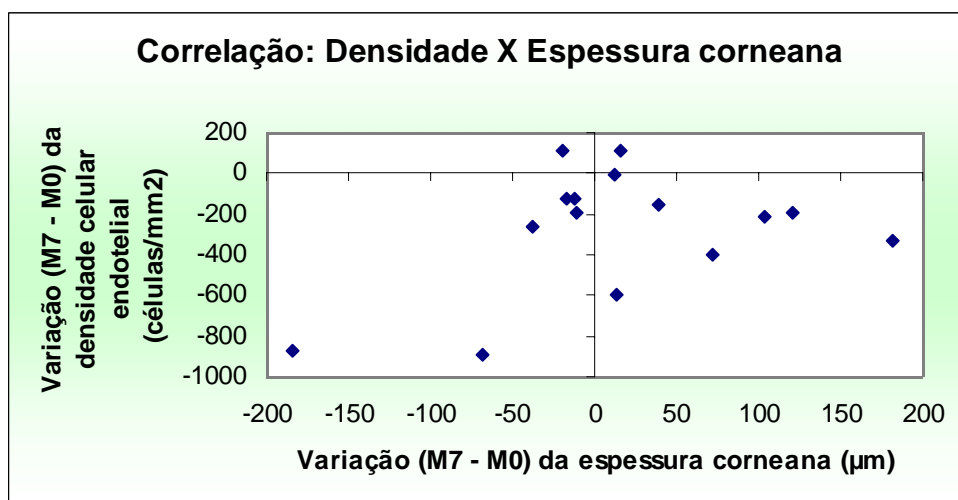


FIGURA 21: Gráfico de correlação entre densidade celular endotelial e espessura corneana, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).

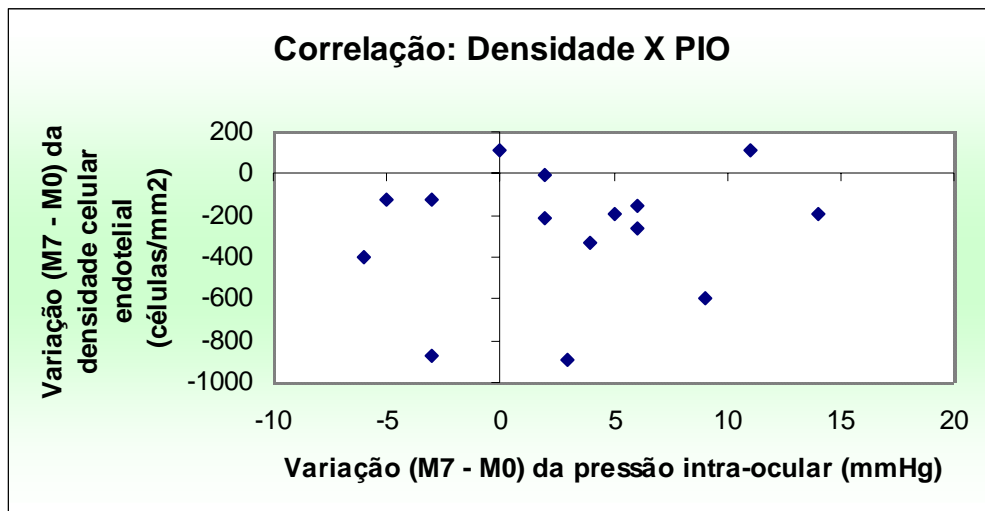


FIGURA 22: Gráfico de correlação entre densidade celular endotelial e PIO, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).

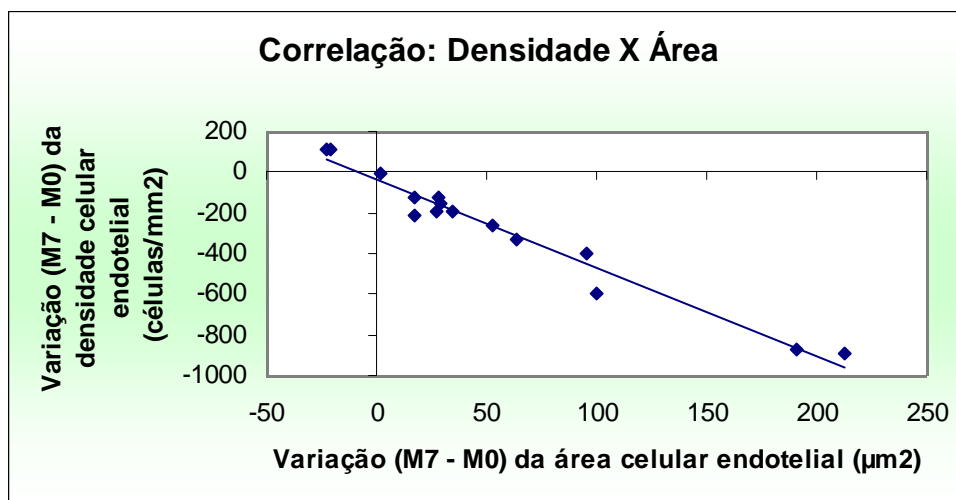


FIGURA 23: Gráfico de correlação entre densidade celular endotelial e área celular endotelial com linha de tendência linear dos valores, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).

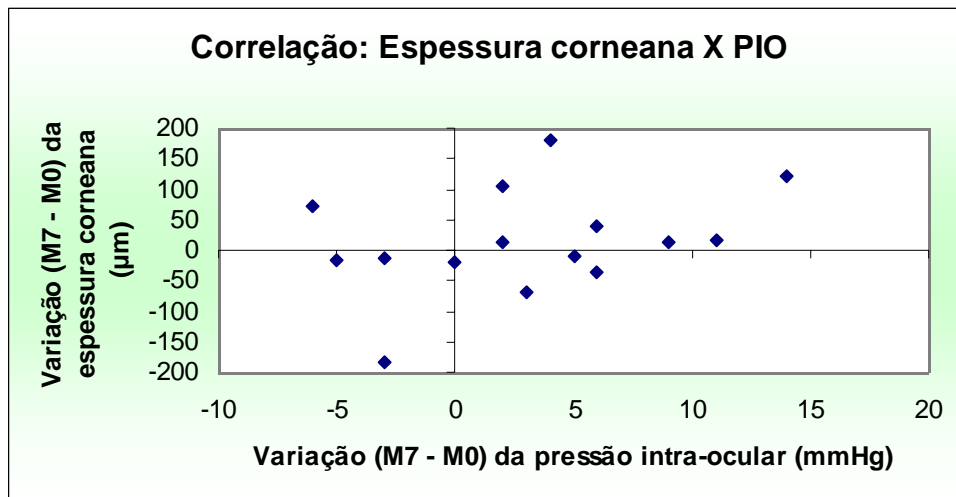


FIGURA 24: Gráfico de correlação entre espessura corneana e PIO, por meio de variação numérica entre pré ( $M_0$ ) e pós-operatório ( $M_7$ ).

Correlação de concordância significativa só foi observada entre densidade celular endotelial e área celular endotelial ( $r = -0,983$ ,  $p < 0,0001$ ), como mostra a linha de tendência. Não houve correlação significativa entre as demais variáveis relacionadas ( $p > 0,05$ ).

## 5.8 CORRELAÇÃO ENTRE TEMPO DE ULTRA-SOM E VARIÁVEIS MENSURADAS

Na tabela 11 estão apresentados os tempos de ultra-som efetivo utilizado para cada animal nos grupos experimentais. As Figuras 25 a 27 representam, por meio de gráfico de dispersão, a correlação entre tempo de ultra-som efetivo utilizado e variação numérica de cada uma das variáveis mensuradas (densidade celular endotelial, espessura corneana e PIO).

TABELA 11: Tempo de ultra-som efetivo utilizado na facoemulsificação por cada animal e grupo experimental.

Metilcelulose 2% (G1)		Viscoat (G2)	
Animal	Tempo US (min)	Animal	Tempo US (min)
1	0,7	11	5,3
2	2	12	2,8
3	0,7	13	3,9
4	3,4	14	3,2
5	1,7	15	2,2
6	4,2	16	1,1
7	0,3	17	2
8	2,1	18	0,7
9	3,4	19	2,4
10	1,8	20	1,3
<b>MÉDIA</b>	<b>2,03</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>2,49</b>

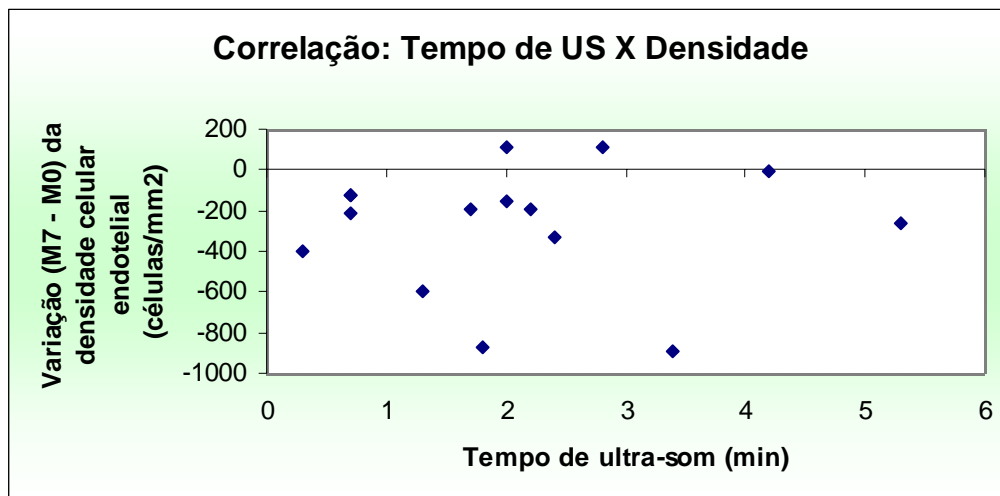


FIGURA 25: Gráfico de correlação entre tempo de ultra-som utilizado e variação numérica pós-operatória ( $M_7$ ) da densidade celular endotelial.

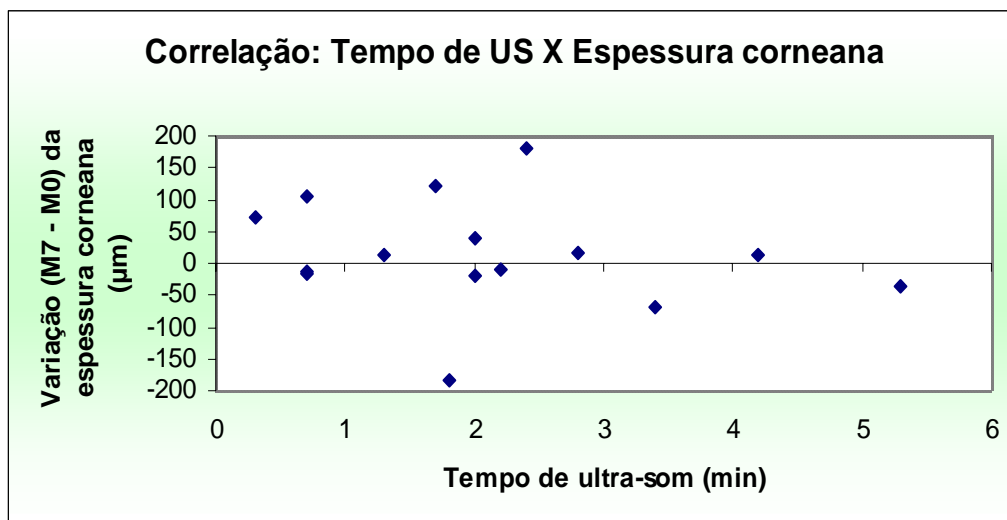


FIGURA 26: Gráfico de correlação entre tempo de ultra-som utilizado e variação numérica pós-operatória ( $M_7$ ) da espessura corneana.

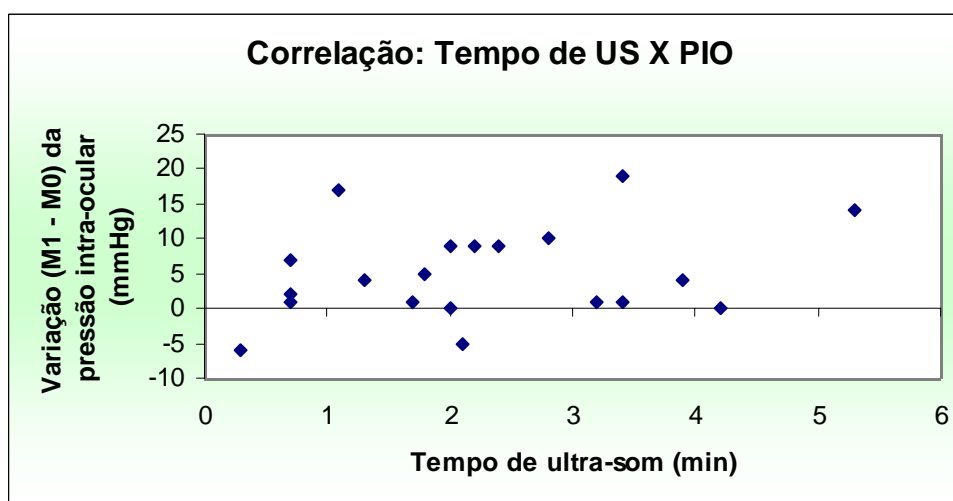


FIGURA 27: Gráfico de correlação entre tempo de ultra-som utilizado e variação numérica pós-operatória ( $M_1$ ) da PIO.

Não se verificou correlação significativa do tempo de ultra-som efetivo utilizado em relação às variáveis mensuradas ( $p > 0,05$ ).

## 6. DISCUSSÃO

A utilização de dois viscoelásticos dispersivos no experimento é justificada com base no estudo dinâmico dos viscoelásticos, que preconiza o uso de viscoelásticos coesivos para manutenção dos espaços cirúrgicos e dilatação pupilar, facilitando a implantação da lente intra-ocular (LIO), porém não fornecendo adequada proteção aos tecidos intra-oculares, especialmente ao endotélio corneano (KARA JR., 2002, YACHIMORI et al., 2004). Já os viscoelásticos dispersivos apresentam moléculas que se fragmentam e dispersam-se pela câmara anterior, permanecendo nela durante toda a emulsificação, revestindo e protegendo melhor os tecidos intra-oculares, inclusive o endotélio da córnea (MAAR et al, 2001, KARA JR., 2002). Além disso, o cristalino canino é, proporcionalmente, maior que o humano, possuindo um volume de aproximadamente 0,5 ml, espessura antero-posterior de 7mm e diâmetro equatorial de 10mm (GELATT, 2003, RODRIGUES, 2004).

Em vista disso, e devido à utilização de cataratas maduras no experimento, foi razoável supor maior tempo e utilização de energia de ultrassom além de maior dificuldade na realização das cirurgias. Deve-se salientar que, no presente estudo, não estava previsto o implante da LIO e que um dos objetivos principais foi avaliar as alterações das células endoteliais corneais frente ao uso dos viscoelásticos propostos. Optou-se, portanto, por utilizar apenas as substâncias mais recomendadas à proteção endotelial, a fim de se obter uma comparação mais verossímil, e com menor número de variáveis possível.

A escolha dos viscoelásticos foi realizada levando-se em consideração sua disponibilidade e custo, bem como sua utilização por parte dos oftalmologistas veterinários. A metilcelulose é um dispositivo viscoelástico amplamente comercializado no mercado brasileiro, sendo disponível em mais de uma concentração e por diversos fabricantes, a preços acessíveis. Já o Viscoat<sup>®</sup> é um dos mais estudados viscoelásticos na literatura mundial, sendo o viscoelástico mais utilizado em oftalmologia humana nos Estados Unidos (RAINER et al., 2005), porém apresentando custo em torno de cinco vezes mais elevado que a metilcelulose (KISS et al., 2003).

Poucos estudos na literatura humana e veterinária consultada avaliaram os aspectos clínicos do uso de viscoelásticos na facoemulsificação (TETZ et al., 2001, HONSHO et al., 2007), encorajando-nos a avalia-los e compara-los.

Na análise das variáveis clínicas estudadas, observou-se que poucos animais de ambos os grupos apresentaram secreção ocular, blefaroespasma e quemose após a cirurgia, sendo a presença destes sinais verificada, de forma discreta, principalmente no pós-operatório imediato. Acredita-se que estas alterações tenham sido causadas pelo traumatismo referente à realização da facoemulsificação, mesmo que reduzido, frente a outras técnicas para a remoção de catarata, diminuindo após o controle da inflamação ocular proporcionada pelo uso tópico e sistêmico de antiinflamatórios (RODRIGUES, 2004, MOBRICCI, 2006).

Hiperemia conjuntival, opacidade corneana e fibrina foram verificadas em ambos os grupos ao longo do experimento, sendo observada diferença clínica entre eles nos momentos iniciais, com aparecimento mais freqüente e em maior intensidade no grupo em que foi utilizada metilcelulose 2%, porém sem diferença entre os grupos no período final de avaliação.

A presença de catarata tem como conseqüência uma uveíte crônica lente-induzida (facogênica) devido à exposição contínua de proteínas do cristalino ao sistema imune. A uveíte pré-operatória pode exacerbar a uveíte pós-operatória em decorrência da quebra da barreira hemato-aquosa, comumente observada em cirurgias intra-oculares (MOORE et al., 2003, LYNCH e BRINKIS, 2006). Como uma das causas de hiperemia conjuntival difusa é a inflamação de tecidos adjacentes à conjuntiva, tais como íris e corpo ciliar (SLATTER, 2005), pode-se afirmar que a hiperemia observada em ambos os grupos foi devida, em grande parte, à uveíte pós-operatória. Os valores mais baixos de PIO verificados ao longo do experimento no grupo em que foi utilizado metilcelulose 2% corroboram com esta afirmação e explicam a maior intensidade de hiperemia conjuntival neste grupo, no qual foi notada resposta inflamatória mais exacerbada, a despeito da realização do tratamento da uveíte. Sabe-se que a espécie canina apresenta uveíte pós-operatória muito intensa (RODRIGUES, 2004), portanto recomenda-se cuidadosa atenção no pré-operatório dos animais em que foi constatada uveíte facogênica prévia, ou

a realização da cirurgia de catarata antes do desenvolvimento de uveíte significativa (MOORE et al., 2003).

O potencial para a formação de edema corneano pós-operatório, que se reflete em opacidade corneana, é influenciado por vários fatores, incluindo idade, afecção corneana prévia, pronunciada inflamação pós-operatória e aumento da PIO. Outros fatores trans-operatórios também podem contribuir, tais como tamanho e forma da incisão, tipo de solução de irrigação, tempo e quantidade de energia de ultra-som, trauma mecânico ao endotélio e escolha da substância viscoelástica (BEHNDIG e LUNDBERG, 2002). Dentre todas essas variáveis, o tipo de viscoelástico e alterações na densidade endotelial foram os que diferiram mais marcadamente entre os grupos, já que o tempo de ultra-som foi, em média, semelhante entre eles. Como resultado, o grupo 1 apresentou maior intensidade de opacidade corneana até os 28 dias em decorrência da menor celularidade endotelial, sem entretanto, ter exercido influência significativa na espessura corneana, como foi observado na paquimetria dos animais do experimento.

Observou-se formação de fibrina na maioria dos animais nos diferentes momentos do experimento. De acordo com Augustin e Dick (2004), a principal causa da formação de fibrina é a lesão oxidativa aos tecidos intra-oculares, causada pela formação de radicais livres durante a facoemulsificação. Durante o procedimento, o movimento ultra-sônico da ponteira em solução aquosa (humor aquoso, BSS) induz cavitação acústica, causando colapso de bolhas de gás e levando à dissociação térmica de vapor de água em  $-OH$  (radical livre) e átomos de hidrogênio (RIESZ e KONDO, 1992).

Augustin e Dick (2004), em seu estudo, comprovaram a existência de radicais livres na cirurgia de facoemulsificação, sendo sua formação diretamente proporcional ao tempo de energia de ultra-som usado, além de observarem menor formação ao utilizarem hialuronato de sódio 1% e metilcelulose 2%, em relação à cirurgia realizada sem viscoelástico. Takahashi et al. (2002), por sua vez, obtiveram melhor proteção contra radicais livres utilizando Viscoat<sup>®</sup>, quando comparado ao Healon<sup>®1</sup>. Visto que no presente estudo a formação de fibrina na fase inicial foi mais exacerbada no grupo em

---

<sup>1</sup> Hialuronato de Sódio 1% - AMO - Brasil

que metilcelulose 2% foi utilizada, é provável que a proteção do Viscoat<sup>®</sup> frente à formação de radicais livres tenha apresentado maior eficiência. Outro fator adjuvante na formação de fibrina é a produção do humor aquoso fibrinóide em decorrência da diminuição da PIO no momento da abertura da câmara anterior, no sentido de produzir mais humor aquoso para aumentar a PIO<sup>2</sup>. Deve-se salientar também o papel da reação inflamatória na formação de fibrina, como resultado da dilatação dos vasos da íris e corpo ciliar e do aumento da permeabilidade da barreira hemato-aquosa pela liberação de prostaglandinas, como observado por Rodrigues (2004), Mobicci (2006) e Honsho et al. (2007).

A avaliação quantitativa compreende o estudo das mensurações numéricas do experimento, sendo elas pressão intra-ocular (PIO), espessura corneana, densidade celular endotelial e área celular endotelial. Não foi observada correlação significativa entre elas, com exceção de densidade e área celular endotelial.

São vários os fatores relacionados ao aumento da PIO no pós-operatório imediato da facoemulsificação em cães, entre eles: edema da malha trabecular; permanência de partículas residuais, proteínas solúveis de cristalino e viscoelástico no olho; obstrução do fluxo do humor aquoso por fragmentos zonulares e debris inflamatórios (CHAHORY et al., 2003) e mobilização de pigmentos irianos<sup>3</sup>. Watts e Austin (1999) e Honsho et al. (2007), assim como o presente experimento, não constataram relação direta entre tempo de facoemulsificação e aumento pós-operatório da PIO. Segundo estudos realizados em seres humanos, a principal causa de aumento da PIO no pós-operatório imediato é a presença do viscoelástico na câmara anterior após a facoemulsificação, causando obstrução mecânica da malha trabecular (RAINER et al., 2000, HOLZER et al., 2001, ARSHINOFF et al., 2002, RAINER et al., 2005).

---

<sup>2</sup> SCHELLINI – comunicação pessoal, 29 de fevereiro de 2008, Faculdade de Medicina de Botucatu, São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup> SCHELLINI – comunicação pessoal, 29 de fevereiro de 2008, Faculdade de Medicina de Botucatu, São Paulo, Brasil.

No presente estudo, foi verificado aumento (dentro do intervalo de normalidade) da PIO na maioria dos animais após 24 horas e permanência deste até os 7 dias em ambos os grupos, havendo diminuição aos 14 dias no grupo 1, e após 28 dias, no grupo 2.

Uma das justificativas para os valores de PIO mais altos, observados no grupo 2, significativamente maior aos 14 dias, é a dificuldade em se remover o Viscoat<sup>®</sup> durante a facoemulsificação, devido às suas características físico-químicas. Embora ambos os viscoelásticos utilizados sejam classificados como dispersivos, fragmentando-se e permanecendo por mais tempo durante a facoemulsificação, o Viscoat<sup>®</sup> apresenta maior interação e aderência na camada de mucina existente na superfície das células endoteliais (MCDERMOTT et al., 1998, KIM et al., 2002), tornando mais difícil sua remoção ao final da cirurgia.

Entretanto, é importante salientar o papel da inflamação pós-operatória, notada mais intensamente no grupo 1, na diminuição da PIO observada neste grupo. Valores de PIO inferiores ao valor basal pré-operatório também foram observados por Chahory et al. (2003), após 18 horas e por Rodrigues (2004), durante todo o pós-operatório. Acredita-se que a PIO retorne a valores normais após a cirurgia devido à diminuição da produção de humor aquoso, combinada com um aumento da drenagem uveoescleral, com possível hipotonia ocular relacionada à inflamação. Portanto, não se recomenda utilizar medicação anti-glaucomatosa preventiva, contanto que haja indicação da mesma após mensuração da PIO nas primeiras 24 horas após a cirurgia (CHAHORY et al., 2003).

Holzer et al. (2001), observaram menor aumento da PIO com a utilização de metilcelulose 2% quando comparada ao uso do Viscoat<sup>®</sup>, embora sem diferença estatística, semelhante ao observado neste experimento. Barron et al. (1985), Fry (1989) e Henry e Olander (1996) não obtiveram diferenças significativas na PIO pós-operatória comparando Viscoat<sup>®</sup> e Healon<sup>®</sup>, sendo o mesmo resultado obtido por Tetz et al. (2001), quando compararam Viscoat<sup>®</sup> e Healon 5<sup>®4</sup>.

---

<sup>4</sup> Hialuronato de Sódio 2,3% - AMO - Brasil

A espessura corneana é regulada pelo transporte ativo de íons através das membranas das células endoteliais. Qualquer trauma, seja ele químico, térmico ou mecânico, que interfira com a fisiologia do endotélio, pode prejudicar a função de bomba iônica endotelial, resultando em aumento da espessura corneana. A paquimetria fornece uma medida indireta do trauma endotelial cirurgicamente induzido (MILLER e COLVARD, 1999, KISS et al., 2003).

Não foi possível detectar correlação entre espessura corneana e densidade do endotélio neste experimento, à semelhança de estudos anteriores (GWIN et al., 1983, BENEYTO et al., 1996, KISS et al., 2003, LYNCH e BRINKIS, 2006). Isto porque, na presença de endotélio previamente saudável, os valores alterados de paquimetria decorrentes de trauma agudo tendem a retornar ao valor normal com o passar do tempo, enquanto a contagem de células endoteliais permanece diminuída. O inverso também pode ocorrer, quando valores de paquimetria tornam-se alterados em consequência de traumatismos crônicos, enquanto a contagem de células endoteliais permanece inalterada, nos casos de usuários de lente de contato (BENEYTO et al., 1996).

Lynch e Brinkis (2006), utilizando hialuronato de sódio 1% como dispositivo viscoelástico em seu estudo com cães, documentaram aumento significativo na espessura corneana após 24 horas até 7 dias de cirurgia, com posterior diminuição até valores próximos aos basais após 30 dias, semelhante ao observado neste experimento, principalmente no grupo 2. De acordo com os autores, o dano corneano iatrogênico decorrente da incisão cirúrgica parece ter contribuído substancialmente para a elevação aguda da espessura corneana, pois mesmo uma incisão corneana periférica pode causar edema corneano difuso, afetando a espessura corneana por meio da exposição do estroma ao humor aquoso e às soluções de irrigação.

O retorno da espessura corneana aos valores basais após 30 dias é compatível com o tempo de reparação corneana descrito, suficiente para o restabelecimento completo da barreira anterior e posterior ao excesso de hidratação (LYNCH e BRINKIS, 2006). O controle clínico da uveíte anterior e da PIO nesse período também contribuíram para a restauração fisiológica e funcional adequada da monocamada de células endoteliais (LYNCH e BRINKIS, 2006).

Outros estudos em seres humanos corroboram o presente experimento, os quais descrevem mesmo padrão de variação da espessura corneana com o uso de diversos viscoelásticos, estando metilcelulose 2% e Viscoat<sup>®</sup> entre eles (DAVIS e LINDSTROM, 2000, BEHNDIG e LUNDBERG, 2002, SALVI et al., 2007). Foi demonstrado por Behndig e Lundberg (2002) maior aumento da espessura corneana com o uso de Healon GV<sup>®5</sup> em relação ao Viscoat<sup>®</sup>. Em contrapartida, Kiss et al. (2003) não verificaram diferença significativa dos valores de espessura corneana com a utilização de Viscoat<sup>®</sup> e Ocucoat<sup>®6</sup>.

Com relação ao endotélio corneano, diminuição da densidade celular e aumento da área celular foram observados progressivamente ao longo do experimento em ambos os grupos sem diferença estatística entre eles, porém com maior perda de células endoteliais verificada no grupo 1. O decréscimo da densidade foi significativo após 7 dias de pós-operatório, com diminuição menos acentuada nos momentos posteriores para o grupo 1 e até os 28 dias para o grupo 2. Verificou-se dificuldade na realização da microscopia especular aos 7 e 28 dias em ambos os grupos, visto que a mensuração depende de vários fatores para ser aferida, entre eles transparência dos meios oculares, PIO com valores dentro da normalidade e plano anestésico no momento da mensuração, justificando a ausência de valores de densidade em cinco animais no momento do exame.

Sem especificar o viscoelástico utilizado, Gwin et al. (1983), em seu estudo com cães, verificaram perda endotelial significativa de 22% após 60 dias de cirurgia, semelhante a 23,7% de perda observada neste estudo com o uso de metilcelulose 2% aos 60 dias e superior ao Viscoat<sup>®</sup> (17%) neste mesmo período. Em contrapartida, Rodrigues (2004) constatou perda de 4,4% no grupo de animais com catarata madura operados sem implante de LIO, em que foi usado metilcelulose 2% e 4%. Gerding et al. (1990) não relataram diferença na densidade endotelial em cães expostos a diferentes substâncias viscoelásticas, porém só foi realizada a injeção dos viscoelásticos na câmara anterior, sem a realização do procedimento de facoemulsificação.

---

<sup>5</sup> Hialuronato de Sódio 1,4% - AMO - Brasil

<sup>6</sup> Hidroximetilpropilcelulose 2% - Bausch & Lomb - Brasil

A literatura médica é controversa a respeito do viscoelástico mais eficiente na proteção endotelial. Glasser et al. (1986) observaram que Healon<sup>®</sup>, Viscoat<sup>®</sup> e metilcelulose 2% reduziram de modo semelhante a perda endotelial corneana *in vitro*. Houzer et al. (2001) verificaram menor perda endotelial ao utilizarem Helon5<sup>®</sup> em comparação com outros quatro viscoelásticos, inclusive Viscoat<sup>®</sup> e metilcelulose 2%. Lane et al. (1991) obtiveram contagens similares de número de células endoteliais em olhos tratados com Healon<sup>®</sup>, Viscoat<sup>®</sup> e Ocucoat<sup>®</sup>. Entretanto, Glasser et al. (1991) observaram menor perda endotelial em olhos que receberam Viscoat<sup>®</sup> e Ocucoat<sup>®</sup> do que aqueles que receberam Healon<sup>®</sup>, o que foi confirmado por Monson et al. (1991). Em contraste, Ravalico et al. (1997) obtiveram maior permeabilidade endotelial com melhor função da “bomba” endotelial após 30 dias utilizando metilcelulose 2% do que com Viscoat<sup>®</sup>. Comparando Viscoat<sup>®</sup> a outras substâncias viscoelásticas, Miller e Colvard (1999) verificaram melhor preservação da hexagonalidade das células endoteliais com o uso de Viscoat<sup>®</sup>, enquanto Schwenn et al. (2000), Maar et al. (2001) e Kiss et al. (2003) não observaram diferenças significativas. Kim et al. (2002), verificaram proteção efetiva do endotélio à lesão decorrente de bolhas de ar em olhos de seres humanos e coelhos frente à facoemulsificação utilizando Viscoat<sup>®</sup>, em relação ao Healon<sup>®</sup> e Healon GV<sup>®</sup>.

Outro ponto passível de discussão é a correlação entre tempo de energia ultra-sônica utilizada na facoemulsificação e perda endotelial, já que um dos fatores que afeta a funcionalidade do endotélio é creditado ao efeito deletério direto e indireto (via formação de radicais livres) que o ultra-som pode causar às células endoteliais (BEHNDIG e LUNDBERG, 2002). Assim como em alguns estudos (GWIN et al., 1983, ZETTERSTROM e LAURELL, 1995, MIYATA et al., 2002, KISS et al., 2003), no presente experimento esta correlação não foi observada, levando-nos a acreditar que a maior lesão às células endoteliais está associada não somente com o tempo de energia de ultra-som utilizado, mas também a outros aspectos do procedimento cirúrgico, tais como incisão, turbulência dos fluidos e fragmentos do cristalino e toque inadvertido no endotélio pelo instrumental, além da proteção efetiva proporcionada pelos viscoelásticos. No presente experimento todos os animais foram operados por um único cirurgião experiente, a fim de diminuir estas intercorrências. Apesar dos tempos de facoemulsificação efetiva terem sido

semelhantes nos dois grupos, houve menor diminuição percentual do número de células endoteliais no grupo em que foi utilizado Viscoat<sup>®</sup>, sugerindo proteção ao endotélio corneano superior.

A correlação de concordância significativa observada entre diminuição da densidade endotelial e aumento da área celular do endotélio é biologicamente esperada, em decorrência do processo de reparação do endotélio corneano, o qual ocorre por migração de células remanescentes em substituição à perda de células endoteliais e hipertrofia das células remanescentes, haja vista a pouca contribuição de mitoses celulares neste tecido (MILLER e COLVARD, 1999, RODRIGUES, 2004, PIGATTO et al., 2006). No entanto, se a perda endotelial não for suficiente para causar lesão irreversível ao endotélio, a funcionalidade endotelial volta ao normal com o passar do tempo (KISS et al., 2003), como constatado nos animais de ambos os grupos deste experimento.

Com base na literatura (MAAR et al., 2001, KISS et al., 2003, RAY-CHAUDHURI et al., 2006) e resultados observados, acredita-se que, apesar da melhor proteção endotelial e sinais clínicos menos pronunciados, a utilização de Viscoat<sup>®</sup> como dispositivo viscoelástico é vantajosa nos casos em que a densidade celular endotelial apresenta valores próximos do limite inferior de normalidade. Levando-se em consideração o custo e a disponibilidade para oftalmologistas veterinários no mercado brasileiro, a utilização de metilcelulose 2% é recomendada em cães cuja córnea apresenta-se saudável, visto que não houve prejuízo substancial em qualquer das variáveis pós-cirúrgicas analisadas.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo, sob a metodologia aplicada, pôde-se concluir que:

- Na avaliação clínica oftalmológica, houve diferença entre os grupos com relação à opacidade corneana e formação de fibrina, com ocorrência mais freqüente e de maior intensidade verificada no grupo 1 no período pós-cirúrgico inicial, assim como a hiperemia conjuntival até os 28 dias. No momento final de avaliação (60 dias), não foi verificada diferença clínica entre os grupos experimentais.
- Não houve diferença estatística entre os grupos na variação da PIO, com exceção verificada aos 14 dias, em que ela foi significativamente maior no grupo 2. Este grupo apresentou elevação significativa da PIO, do primeiro aos 28 dias de experimento, em relação ao valor pré-operatório.
- Não houve diferença estatística entre os grupos nos parâmetros relacionados ao endotélio analisados (espessura corneana, densidade e área celular endotelial), porém houve diminuição da densidade celular endotelial e aumento da área celular discretamente superiores com a utilização de Metilcelulose 2%. A espessura foi significativamente maior aos 7 dias no grupo 2, com relação aos momentos finais de avaliação.
- Correlação de concordância significativa negativa foi observada entre densidade celular endotelial e área celular endotelial. Não houve correlação significativa entre as demais variáveis relacionadas.
- O tempo efetivo de ultra-som não exerceu influência sobre as variáveis de PIO, espessura corneana e densidade celular endotelial.

- A utilização de metilcelulose 2% é recomendada em cães cuja córnea apresenta-se saudável. O uso de Viscoat<sup>®</sup> é vantajoso nos casos de densidade celular endotelial próxima ao limite inferior de normalidade.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARSHINOFF, S.A.; ALBIANI, D.A.; TAYLOR-LAPORTE, J. Intraocular pressure after bilateral cataract surgery using Healon, Healon5, and Healon GV. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.28, n.4, p. 617-625, 2002.

AUGUSTIN, A.J.; DICK, H.B. Oxidative tissue damage after phacoemulsification: influence of ophthalmic viscosurgical devices. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.30, n.2, p. 424-427, 2004.

BARNETT, K.C. The diagnosis and differential diagnosis of cataract in the dog. *J. Small Anim. Pract.*, v.26, n.6, p.305-316, 1985.

BAROODY, R.A.; BITO, L.Z.; DEROUSSEAU, C.J.; KAUFMAN, P.L. Ocular development and aging. 1. Corneal endothelial changes in cats and free-ranging and caged *rhesus* monkeys. *Exp. Eye Res.*, v.45, p.607-622, 1987.

BARRON, B.A.; BUSIN, M.; PAGE, C.; BERGSMA, D.R.; KAUFMAN, H.E. Comparison of the effects of Viascoat and Healon on postoperative intraocular pressure. *Am. J. Ophthalmol.*, v.100, p. 377-384, 1985.

BEHNDIG, A.; LUNDBERG, B. Transient corneal edema after phacoemulsification: comparison of 3 viscoelastic regimens. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.28, n.9, p. 1551-1556, 2002.

BENEYTO, P.; GUTIERREZ, R.; PEREZ, T. Comparative study of three methods of evaluation of the corneal endothelium in pseudophakic patients: fluorophotometry, specular microscopy, and pachymetry. *Graefe's Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.*, v.234, p.623-627, 1996.

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.1304-1323, 1992.

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.856-859, 1979.

CALLEGARI-JACQUES, S.M. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed, 2003. 255p.

CARLSON, H.; BOURNE, W.M.; MCLAREN, J.W.; BRUBAKER, R.F. Variations in human corneal endothelial cell morphology and permeability to fluorescein with age. *Exp. Eye Res.*, v.47, p.27-41, 1988.

CHAHORY, S.; CLERC, B.; GUEZ, J.; SANAA M. Intraocular pressure development after cataract surgery: a prospective study in 50 dogs (1998–2000). *Vet. Ophthalmol.*, v.6, n.2, p. 105-112, 2003.

COLLINS, B.K.; MOORE, C.P. Diseases and surgery of the canine anterior uvea. In. GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. p. 755-795.

DAVIDSON, M.G.; NASISSE, M.P.; JAMIESON, V.E.; ENGLISH, R.V.; OLIVERO, D.K. Phacoemulsification and intraocular lens implantation: a study of surgical results in 182 dogs. *Prog. Vet. Comp. Ophthalmol.*, v.1, n.4, p.233-238, 1991.

DAVIDSON, M.G.; NELMS, S.R. Diseases of the lens and cataract formation. In. GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. p. 701-754.

DAVIS, E.A.; LINDSTROM, R.L. Corneal thickness and visual acuity after phacoemulsification with 3 viscoelastic materials. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.26, n.10, p. 1505-1509, 2000.

DZIEZYC, J. Cataract surgery. Current approaches. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.20, n.3, p.737-754, 1990.

FISCHER, C.A. Geriatric ophthalmology. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.19, n.1, p.103-123, 1989.

FRY, L.L. Postoperative intraocular pressure rises: a comparison of Healon, Amvisc and Viscoat. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.15, p. 415-420, 1989.

GELATT, K.N. Doenças e cirurgia da lente do cão. In\_\_\_\_. *Manual de Oftalmologia Veterinária*. São Paulo: Manole, 2003. 227-252.

GELATT, K.N. *Veterinary Ophthalmology*. 2.ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. 765p.

GERDING, P.A.; MCLAUGHLIN, S.A.; BRIGHTMAN, A.H.; ESSEX-SORLIE, D.; LAING, R.A.; HIROKAWA, K. Effects of intracameral injection of viscoelastic solutions on corneal endothelium in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.51, n.7, p.1086-1088, 1990.

GLASSER, D.B.; OSBORN, D.C.; NORDEEN, J.F.; MIN YI. Endothelial protection and viscoelastic retention during phacoemulsification and intraocular lens implantation. *Arch. Ophthalmol.*, v.109, p. 1438-1440, 1991.

GLASSER, D.B.; MATSUDA, M.; EDELHAUSER, H.F. A comparison of the efficacy and toxicity of and intraocular pressure response to viscous solutions in the anterior chamber. *Arch. Ophthalmol.*, v.104, p. 1819-1824, 1986.

GLOVER, T.D.; CONSTANTINESCU, G.M. Surgery for cataract. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.27, n.5, p.1143-1173, 1997.

GWIN, R.M.; WARREN, J.K.; SAMUELSON, D.A.; GUM, G.G. Effects of phacoemulsification and extracapsular lens removal on corneal thickness and endothelial cell density in the dog. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.24, n.2, p.227-236, 1983.

HENRY, J.C.; OLANDER, K. Comparison of the effect of four viscoelastic agents on early postoperative intraocular pressure. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.22, p. 960-966, 1996.

HOLZER, M.P.; TETZ, M.R.; AUFFARTH, G.U.; WELT, R.; VÖLCKER, H.E. Effect of Healon5 and 4 other viscoelastic substances on intraocular pressure and endothelium after cataract surgery. *J. Cataract refract. Surg.*, v.27, n.2, p. 213-218, 2001.

HONSHO, C.S.; ORIA, A.P.; PIGATTO, J.A.T.; LAUS, J.L. Modified extracapsular extraction versus endocapsular phacoemulsification: intraoperative and immediate postoperative events. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.59, n.1, p. 105-113, 2007.

HOPPENREIJS, V.P.T.; PELS, E.; VRENSSEN, G.F.J.M.; TREFFERS, W.F. Corneal endothelium and growth factors. *Surv. Ophthalmol.*, v.41, n.2, p.155-164, 1996.

JAFFE, N.S.; JAFFE, M.S.; JAFFE, G.F. *Cataract surgery and its complications*. 6. ed. St. Louis: Mosby, 1997. 515p.

JOHNSON, B.C.; MILLER, W.W. Recognizing ocular signs of systemic diseases in dogs. *Vet. Med.*, v.85, n.10, p.1076-1090, 1990.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. 5.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 767p.

KARA JR, N. Substâncias viscoelásticas: Mantendo espaços e protegendo estruturas. In: ARIETA, C.E.L. *Cristalino e Catarata*. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2002. p.103-114.

KARA JR, N.; MILANI, J.A.A. Substâncias viscoelásticas. In PADILHA, M.A. *Catarata*. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2003. 281-287p.

KIM, E.K.; CRISTOL, S.M.; KANG, S.J.; EDELHAUSER, H.F.; KIM, H.L.; LEE, J.B. Viscoelastic protection from endothelial damage by air bubbles. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.28, n.6, p. 1047-1053, 2002.

KISS, B.; FINDL, O.; MENAPACE, R.; PETTERNEL, V.; WIRTITSCH, M.; LORANG, T.; GENGLER, M.; DREXLER, W. Corneal endothelial cell protection with a dispersive viscoelastic material and an irrigating solution during phacoemulsification: low-cost versus expensive combination. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.29, n.4, p. 733-740, 2003.

KOCH, D.D. et al. A comparison of corneal endothelial changes after use of Healon or Viscoat during phacoemulsification. *Am. J. Ophthalmol.*, v.115, p. 188-201, 1993.

LAING, R.A. Changes in the corneal endothelium as a function of age. *Exp. Eye Res.*, v.22, p.587-594, 1976.

LANE, S.S.; NAYLOR, D.W.; KULLERSTRAND, L.J.; KNAUTH, K.; LINDSTROM, R.L. Prospective comparison of the effects of Occucoat, Viscoat and Healon on intraocular pressure and endothelial cell loss. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.17, p. 21-26, 1991.

LYNCH, G.L.; BRINKIS, J.L. The effect of elective phacofragmentation on central corneal thickness in the dog. *Vet Ophthalmol.* v.9, n.5, p. 303-310, 2006.

MAAR, N.; GRAEBE, A.; SCHILD, G.; STUR, M.; AMON, M. Influence of viscoelastic substances used in cataract surgery on corneal metabolism and endothelial morphology: comparison of Healon and Viscoat. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.27, n.11, p. 1756-1761, 2001.

MCDERMOTT, M.L.; HAZLETT, L.D.; BARRETT, R.P.; LAMBERT, R.J. Viscoelastic adherence to corneal endothelium following phacoemulsification. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.24, n.5, p. 678-683, 1998.

MILLER, K.M.; COLVARD, D.M. Randomized clinical comparison of Healon GV and Viscoat. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.25, n.12, p. 1630-1636, 1999.

MIYATA, K.; MARUOKA, S.; NAKAHARA, M.; OTANI, S.; NEJIMA, R.; SAMEJIMA, T.; AMANO, S. Corneal endothelial cell protection during phacoemulsification: low- versus high-molecular-weight sodium hyaluronate. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.28, n.9, p. 1557-1560, 2002.

MOBRICCI, L.A.L. *Avaliação do erro refracional por retinoscopia com luz em faixa em cães fálicos, afálicos e pseudofálicos*. Botucatu, 2006. 125f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MONSON, M.C.; TAMURA, M.; MAMALIS, N.; OLSON, R.J. Protective effects of Healon and Occucoat against air bubble endothelial damage during ultrasonic agitation of the anterior chamber. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.17, p. 613-616, 1991.

MOORE, D.L.; MCLELLAN, G.J.; DUBIELZIG, R.R. A study of the morphology of canine eyes enucleated or eviscerated due to complications following phacoemulsification. *Vet Ophthalmol.* v.6, n.3, p.219-226, 2003.

MORRISON, D.F. *Multivariate statistical methods*. São Paulo: Mc Graw – Hill, 1990. 450p.

MUNGER, R.J. Veterinary ophthalmology in laboratory animal studies. *Vet. Ophthalmol.* v.5, n.2, p.167-175, 2002.

MURPHY, C.; ALVARADO, J.; JUSTER, R.; MAGLIO, M. Prenatal and postnatal cellularity of the human corneal endothelium. A quantitative histologic study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.25, n.3, p.312-322, 1984.

NASISSE, M.P.; DAVIDSON, M.G.; JAMIESON, V.E.; ENGLISH, R.V.; OLIVERO, D.K. Phacoemulsification and intraocular lens implantation: a study of technique in 182 dogs. *Prog. Vet. Comp. Ophthalmol.*, v.1, n.4, p.225-232, 1991.

PIGATTO, J.A.T.; ABIB, F.C.; PEREIRA, G.T.; BARROS, P.S.M.; FREIRE, C.D.; LAUS, J.L. Density of corneal endothelial cells in eyes of dogs using specular microscopy. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* v.43, n.4, p.476-480, 2006.

RAINER, G.; MENAPACE, R.; FINDL, O.; GEORGOPOULOS, M.; KISS, B.; PETTERNEL, V. Intraocular pressure after small incision cataract surgery with Healon5 and Viscoat. *J. Cataract. Refract. Surg.*, v.26, p.271-276, 2000.

RAINER, G.; MENAPACE, R.; SCHMID, K.; SACU, S.; KISS, B.; HEINZE, G.; FINDL, O. Natural course of intraocular pressure after cataract surgery with sodium chondroitin sulfate 4%–sodium hyaluronate 3% (Viscoat). *Ophthalmol.*, v.112, n.10, p.1714-1718, 2005.

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.271-274, 1982.

RAVALICO, G.; TOGNETTO, D.; PALOMBA, M.A.; LOVISATO, A.; BACCARA, F. Corneal endothelial function after extracapsular cataract and phacoemulsification. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.23, p. 1000-1005, 1997.

RAY-CHAUDHURI, N.; VOROS, G.M.; SUTHERLAND, S.; FIGUEIREDO, F.C. Comparison of the effect of sodium hyaluronate (Ophthalin) and hydroxypropylmethylcellulose (HPMC-Ophtal) on corneal endothelium, central corneal thickness, and intraocular pressure after phacoemulsification. *Eur. J. Ophthalmol.* v.16, n.2, p.239-246, 2006.

RIESZ, P.; KONDO, T. Free radical formation induced by ultrasound and its biological implications. *Free Radic. Biol. Med.* v.13, n.3, p.247-270, 1992.

RODRIGUES, G.N. *Estudo clínico da facoemulsificação em cães, com e sem implante de lente intra-ocular em piggback*. Botucatu, 2004. 175f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

ROOKS, R.L.; BRIGHTMAN, A.H.; MUSSELMAN, E.E.; HELPER, L.C.; MAGRANE, W.G. Extracapsular cataract extraction: an analysis of 240 operations in dogs. *J.Am. Vet. Med. Assoc.*, v.187, n.10, p.1013-1015, 1985.

SALVI, T.; SOONG, B.; KUMAR, N. HAWKSWORTH. Central corneal thickness changes after phacoemulsification cataract surgery. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.33, n.8, p. 1426-1428, 2007.

SCHWENN, O.; DICK, H.B.; KRUMMENAUER, F.; CHRISTMANN, S.; VOGEL, A.; PFEIFFER, N. Healon5 versus Viscoat during cataract surgery: intraocular pressure, laser flare and corneal changes. *Graefe's. Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* v.238, p. 861-867, 2000.

SLATTER, D. *Fundamentals of Veterinary Ophthalmology* 2.ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1990. 630p.

SLATTER, D. Lente. In\_\_\_\_. *Fundamentos de Oftalmologia Veterinaria* 3.ed. São Paulo: Roca, 2005. 409-440p.

SPENCER, W.H. *Ophthalmic Pathology*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1986. 2860p.

TAKAHASHI, H.; SAKAMOTO, A.; TAKAHASHI, R.; OHMURA, T.; SHIMMURA, S.; OHARA, K. Free radicals in phacoemulsification and aspiration procedures. *Arch. Ophthalmol.* v.120, n.10, p. 1348-1352, 2002.

TETZ, M.R.; HOLZER, M.P.; LUNDBERG, K.; AUFFARTH, G.U.; BURK, R.O.; KRUSE, F.E. Clinical results of phacoemulsification with the use of Healon5 or Viscoat. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.27, n.3, p. 416-420, 2001.

WATTS, P.; AUSTIN, M. Retained viscoat and intraocular pressure after phacoemulsification. *Ind. J. Ophthalmol.* v.47, n.4, p. 237-240, 1999.

WHITLEY, R.D.; GILGER, B.C. Diseases of the canine cornea and sclera. In. GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. p. 635-674.

WHITLEY, R.D.; MCLAUGHLIN, S.A.; WHITLEY, E.M.; GILGER, B.C. Cataract removal in dogs: the presurgical considerations. *Vet. Med.*, v.88, n.9, p.848-858, 1993.

WHITLEY, R.D.; MCLAUGHLIN, S.A.; WHITLEY, E.M.; GILGER, B.C. Cataract removal in dogs: the surgical techniques. *Vet. Med.*, v.88, n.9, p.859-866, 1993.

WILKIE, D.A.; WILLIS, A.M. Viscoelastic materials in veterinary ophthalmology. *Vet. Ophthalmol.*, v.2, p.147-153, 1999.

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.347-353, 1996.

YACHIMORI, R.; MATSUURA, T.; HAYASHI, K.; HAYASHI, H. Increased intraocular pressure and corneal endothelial cell loss following phacoemulsification surgery. *Ophthalmic Surg. Las. Imag.*, v.35, n.6, p.453-459, 2004.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.

ZETTERSTRÖM, C.; LAURELL, C.G. Comparison of endothelial cell loss and phacoemulsification energy during endocapsular phacoemulsification surgery. *J. Cataract. Refract. Surg.* v.21, n.1, p.55-58, 1995.

## TRABALHO CIENTÍFICO

“Trabalho a ser enviado para a revista *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*”

### **ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DE VISCOELÁSTICOS NA FACOEMULSIFICAÇÃO EM CÃES PORTADORES DE CATARATA: EFEITOS NA PRESSÃO INTRA- OCULAR, MORFOLOGIA DAS CÉLULAS ENDOTELIAIS E ESPESSURA CORNEANA**

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF VISCOELASTIC SUBSTANCES IN THE PHACOEMULSIFICATION ON DOGS WITH CATARACT: EFFECTS IN THE INTRAOCULAR PRESSURE, MORPHOLOGY OF ENDOTHELIAL CELLS AND CORNEAL THICKNESS.**

João Leandro Vera CHIURCIU<sup>1</sup>; Claudia Valéria Seullner BRANDÃO<sup>2</sup>; Antônio Carlos Lottelli RODRIGUES<sup>3</sup>; José Joaquim Tilton RANZANI<sup>2</sup>; Tatiana Henriques FERREIRA<sup>4</sup>; Carlos Roberto PADOVANI<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> Pós-graduando em Medicina Veterinária – área de Cirurgia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Botucatu.

<sup>2</sup> Professor Assistente Doutor – Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinárias – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Botucatu.

<sup>3</sup> Professor Assistente Doutor – Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço – Faculdade de Medicina – Unesp – Botucatu.

<sup>4</sup> Pós-graduando em Medicina Veterinária – área de Anestesiologia – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp – Botucatu.

<sup>5</sup> Professor Assistente Doutor – Departamento de Bioestatística – Instituto de Biociências – Unesp – Botucatu.

## RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar as variações das células endoteliais, espessura corneana e pressão intra-ocular (PIO) frente à facoemulsificação em cães portadores de catarata madura, utilizando-se viscoelástico a base de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 4% e comparando-o com hidroxipropilmetilcelulose 2%. Foram utilizados 20 cães distribuídos em dois grupos iguais, cada qual utilizando um dos viscoelásticos. A técnica cirúrgica adotada foi facoemulsificação bimanual. As avaliações tonométricas foram efetuadas antes e após o ato cirúrgico, em 1, 7, 14, 21, 28 e 60 dias de pós-operatório e a microscopia especular, antes e após 7, 28 e 60 dias. Não houve diferença estatística entre os grupos na variação da PIO, com exceção aos 14 dias, em que foi significativamente maior com o uso de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 4%. Não houve diferença estatística entre os grupos nos parâmetros relacionados ao endotélio, com diminuição discreta da densidade celular endotelial e aumento da área celular com a utilização de hidroxipropilmetilcelulose 2%. O uso de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 4% é vantajoso nos casos de densidade celular endotelial próxima ao limite inferior de normalidade.

Palavras-chave: Cão; Catarata; Facoemulsificação; Viscoelástico.

## ABSTRACT

The study aimed to assess the variations of the endothelial cells, corneal thickness and intra-ocular pressure (IOP) front to the facoemulsificação on dogs carriers of cataract, using viscoelastic substances the base of sodium hyaluronate 3% and sodium chondroitin sulfate 4% and comparing it with hidroxipropilmetilcelulose 2%. Twenty dogs were used distributed in two equal groups, each using one of viscoelástico materials. The surgical technique used was phaco bimanual. The tonometric evaluations were made before and after 1, 7, 14, 21, 28 and 60 days of surgery and specular microscopy before and after 7, 28 and 60 days. There was no statistical difference between the groups in the variation in IOP, except to 14 day, which was significantly higher with the use of sodium hyaluronate 3% and chondroitin sulfate 4%. There was no statistical difference between the groups in the parameters related to the endothelium, with slight decrease in endothelial cell density and increase of cell area with the use of hydroxypropyl 2%. The use of sodium hyaluronate 3% and chondroitin sulfate 4% is advantageous in cases of endothelial cell density near to the lower limit of normality.

Keyword: Dog; Cataract; Phacoemulsification; Viscoelastic substances.

## INTRODUÇÃO

A catarata é definida como uma afecção que resulta na opacificação da cápsula ou fibras do cristalino, decorrente de alterações da arquitetura lamelar destas estruturas. Apresenta-se como condição que freqüentemente acomete algumas raças de cães e é uma das principais causas de cegueira nesta espécie (Glover e Constantinescu, 1997).

É consenso mundial a abordagem cirúrgica como único tratamento da catarata, quer seja no homem ou em animais (Dziezyc, 1990). A facoemulsificação é uma das técnicas cirúrgicas utilizadas para remoção da catarata, e consiste na fragmentação do cristalino utilizando-se ultra-som, com posterior aspiração do material emulsificado através de uma pequena incisão (Williams et al., 1996).

As vantagens da facoemulsificação sobre as outras técnicas cirúrgicas advêm da possibilidade de realizar incisões menores, que permitem ao cirurgião melhor controle das estruturas intra-oculares durante o procedimento cirúrgico e menor lesão aos tecidos. Além disso, a incisão pequena resulta em mínima opacificação cicatricial, menor grau de astigmatismo induzido, recuperação mais rápida e menor probabilidade de deiscência da sutura (Jaffe et al., 1997). Entretanto, a descompensação da córnea decorrente de perda de células do endotélio corneano é uma complicação possível durante o procedimento de facoemulsificação.

Vários fatores podem afetar o endotélio corneano durante a facoemulsificação, entre eles a turbulência dos fluidos e fragmentos do cristalino, bolhas de ar produzidas durante o procedimento, energia ultra-sônica direta e efeitos da solução de irrigação utilizada (Kiss et al., 2003).

Nesse sentido, os materiais viscoelásticos assumem um papel fundamental na segurança e eficácia da cirurgia de catarata, facilitando a execução do procedimento pela manutenção do segmento anterior durante a capsulorrexe e implante da lente intra-ocular, promovendo midríase pupilar e protegendo o endotélio corneano do trauma cirúrgico (Tetz et al., 2001). Diversos viscoelásticos apresentando composições e concentrações variadas estão disponíveis no mercado oftalmológico. Dentre estes, destacam-se os compostos por hidroxipropilmetilcelulose, hialuronato de sódio e sulfato

de condroitina, os quais são utilizados rotineiramente na oftalmologia veterinária (Glover e Constantinescu, 1997).

O objetivo do presente experimento foi avaliar as variações das células endoteliais corneanas, espessura corneana e pressão intra-ocular frente ao procedimento de facoemulsificação em cães acometidos por catarata, utilizando-se dispositivo viscoelástico a base de hialuronato de sódio 3% e sulfato de condroitina 4% (Viscoat<sup>®6</sup>) e comparando-o com o uso de hidroxipropilmetilcelulose 2% (Metilcelulose 2%<sup>®7</sup>).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 20 cães de raças variadas e idade entre dois e 12 anos, machos e fêmeas, portadores de catarata madura e não diabéticos, sendo distribuídos em 2 grupos a seguir: Grupo 1: cães submetidos ao procedimento de facoemulsificação utilizando metilcelulose 2% como dispositivo viscoelástico; Grupo 2: cães submetidos ao procedimento de facoemulsificação utilizando Viscoat<sup>®</sup> como dispositivo viscoelástico.

Todos os cães foram submetidos ao exame clínico geral, incluindo avaliação da glicemia sérica, para detecção e exclusão dos animais portadores de diabetes. Subseqüentemente, foi realizado exame oftálmico completo em ambiente de luminosidade controlada, dos anexos oculares e estruturas do segmento anterior do bulbo ocular, por meio de biomicroscopia em lâmpada de fenda<sup>8</sup>. Avaliações complementares também foram realizadas como o teste de produção de lágrima pelo método de Schirmer<sup>9</sup>, prova de fluoresceína sódica<sup>10</sup> e tonometria de aplanção<sup>11</sup>.

Foram classificadas como maduras as cataratas com opacidade total do cristalino, em que não foi possível a visualização do reflexo de fundo por meio de iluminação direta. As cataratas classificadas como incipientes, imaturas ou hiperaturas não foram incluídas no experimento. Animais que apresentaram alterações oculares ou

---

<sup>6</sup> Hialuronato de Sódio 3% + Sulfato de Condroitina 4% - Alcon - Brasil

<sup>7</sup> Metilcelulose 2% - Ophthalmos - Brasil

<sup>8</sup> modelo SL-450, Nidek Co., Japan

<sup>9</sup> Teste de Schirmer - Ophthalmos - Brasil

<sup>10</sup> Fluoresceína - Allergan - Brasil

<sup>11</sup> modelo Tonopen XL , Mentor, Neatherlands

sistêmicas que inviabilizassem a realização do procedimento de cirurgia para extração da catarata foram descartados.

O experimento foi realizado no modelo de simples-cego, sem conhecimento do examinador com relação aos diferentes dispositivos viscoelásticos utilizados. O sorteio da substância viscoelástica foi realizado no pré-operatório. O cirurgião teve conhecimento do viscoelástico no momento da cirurgia, devido às diferenças físico-químicas e do acondicionamento apresentado por cada dispositivo.

Todas as avaliações foram realizadas antes do procedimento de facoemulsificação (momento  $M_0$ ), sendo utilizadas como controle do próprio animal. As avaliações tonométricas foram realizadas após o ato cirúrgico, em 1, 7, 14, 21, 28 e 60 dias (momentos  $M_1$ ,  $M_7$ ,  $M_{14}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{28}$  e  $M_{60}$ , respectivamente). A microscopia especular foi realizada sob sedação utilizando levomepromazina<sup>12</sup> (0,5mg/kg IM) e butorfanol<sup>13</sup> (0,2mg/kg IM), nos momentos  $M_7$ ,  $M_{28}$  e  $M_{60}$ .

O protocolo de tratamento pré-operatório foi iniciado três dias antes da realização do procedimento cirúrgico, utilizando-se prednisona oral<sup>14</sup>, colírio de acetato de prednisolona 1%<sup>15</sup> e ofloxacina 0,3%<sup>16</sup>. Um dia antes da cirurgia foi empregada a doxiciclina oral<sup>17</sup> e colírio de atropina 1%<sup>18</sup>.

Após as avaliações iniciais ( $M_0$ ), os cães foram pré-anestesiados utilizando-se levomepromazina (0,5mg/kg IV), seguido de indução com propofol<sup>19</sup> (5mg/kg IV) e manutenção com anestesia geral inalatória com respiração controlada utilizando isoflurano<sup>20</sup> e vecurônio<sup>21</sup> (0,2mg/kg IV).

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

---

<sup>12</sup> Neozine - Rhodia Pharma - Brasil

<sup>13</sup> Torbugesic - Fort Dodge - Brasil

<sup>14</sup> Meticorten - Schering-Plough - Brasil

<sup>15</sup> Acetato de prednisolona 1% - Alcon - Brasil

<sup>16</sup> Ofloxacina 0,3% - Alcon - Brasil

<sup>17</sup> Doxitec - Syntec - Brasil

<sup>18</sup> Atropina 1% - Allergan - Brasil

<sup>19</sup> Diprivan - Zeneca - Brasil

<sup>20</sup> Isoflurane - Cristália - Brasil

<sup>21</sup> Norcuron - Akzo Organon Teknika - Brasil

de forma tunelizada, em posição 10 horas, utilizando-se bisturi angulado 3.2mm<sup>22</sup>. A incisão auxiliar, situada em posição 2 horas, foi realizada com bisturi 15°<sup>23</sup>. Após as incisões, foi injetado 0,2ml de epinefrina<sup>24</sup> na câmara anterior, com a finalidade de promover midríase pupilar. Para melhor visualização durante a capsulorrexe, foi injetado Azul Tripan<sup>25</sup> acima da cápsula anterior do cristalino e, posteriormente, Metilcelulose 2% ou Viscoat<sup>®</sup> (de acordo com o grupo experimental) de forma a preencher toda câmara anterior. Em seguida foi confeccionada capsulorrexe circular contínua com auxílio de cistítimo e pinça de Utrata, hidrodissociação, rotação e facoemulsificação do núcleo com aparelho de facoemulsificação<sup>26</sup>, utilizando ponteira Flared Standard 30°<sup>27</sup> com luva de silicone, Linha I/A ½<sup>28</sup> e Solução Salina Balanceada<sup>29</sup> (BSS).

A técnica de fratura utilizada foi phaco-chop e os parâmetros de facoemulsificação foram fixados em 60% de poder de ultra-som e 40 cc/min de taxa de aspiração, com vácuo de 399 mmHg. Foi procedida aspiração dos restos corticais do cristalino por meio da caneta de irrigação/aspiração do aparelho, utilizando a mesma linha de I/A e BSS. Não foi colocada lente intra-ocular em nenhum animal de ambos os grupos. O procedimento foi finalizado com aspiração das substâncias viscoelásticas remanentes, injeção de bolha de ar na câmara anterior e hidratação das bordas das incisões, com um ponto simples sepultado na incisão principal, utilizando-se fio mononailon 10-0<sup>30</sup>. Foi aplicado meloxicam<sup>31</sup> (0,1mg/kg IV). A facoemulsificação foi procedida unilateralmente, sendo anotadas as intercorrências e o tempo de ultra-som efetivo utilizado.

---

<sup>22</sup> Bisturi angulado Clear Cut - Alcon - Brasil

<sup>23</sup> Bisturi reto 15° - Alcon - Brasil

<sup>24</sup> Hemitartrato de epinefrina - Ariston - Brasil

<sup>25</sup> Azul Tripan - Alcon - Brasil

<sup>26</sup> Universal II - Alcon - Brasil

<sup>27</sup> Ponteira Flared Standard 30° + Silicone Sleev - Alcon - Brasil

<sup>28</sup> Linha I/A Max Vac ½ - Alcon - Brasil

<sup>29</sup> BSS - Alcon - Brasil

<sup>30</sup> Nailon 10-0 - Alcon - Brasil

<sup>31</sup> Meloxicam - União química - Brasil

Os animais operados receberam protocolo de medicação pós-operatória constituído por prednisona oral, doxiciclina e meloxicam por via oral e medicações tópicas, utilizando-se colírio de acetato de prednisolona 1%, ofloxacina 0,3%, cetrolaco de trometamina e atropina 1%.

A aferição da pressão intra-ocular (mmHg) foi efetuada, após instilação prévia do colírio de cloridrato de proximetacaína 0,5%<sup>32</sup>, utilizando tonômetro eletrônico de aplanção. Foi adotado o valor médio após três medidas consecutivas com coeficiente de variação de 5%, nos tempos previamente descritos para as avaliações. Os valores foram avaliados utilizando análise de variância não-paramétrica para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes, com nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ) (Zar, 1999).

Para mensuração da espessura e parâmetros do endotélio da córnea, foi utilizado microscópio especular<sup>33</sup>, tendo sido efetuadas fotomicrografias especulares da área central da córnea de ambos os olhos. A avaliação das fotomicrografias contemplou a densidade (células/mm<sup>2</sup>) e a área ( $\mu\text{m}^2$ ) das células endoteliais, bem como a espessura corneana total ( $\mu\text{m}$ ). Utilizou-se análise de variância para o modelo de medidas repetidas em grupos independentes (análise de perfis médios), complementada com o teste de comparações múltiplas de Hofelling, com nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ) (Johnson e Wichern, 2002).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A escolha dos viscoelásticos foi realizada levando-se em consideração sua disponibilidade e custo, bem como sua utilização por parte dos oftalmologistas veterinários. A metilcelulose é um dispositivo viscoelástico amplamente comercializado no mercado brasileiro, sendo disponível em mais de uma concentração e por diversos fabricantes, a preços acessíveis. Já o Viscoat<sup>®</sup> é um dos mais estudados viscoelásticos na literatura mundial, sendo o viscoelástico mais utilizado em oftalmologia humana nos

---

<sup>32</sup> Anestalcon - Alcon - Brasil

<sup>33</sup> modelo SP 2000P, Topcon Europe, Netherlands

Estados Unidos (Rainer et al., 2005), porém apresentando custo cinco vezes mais elevado (Kiss et al., 2003).

Em relação à pressão intra-ocular (PIO) (Figura 1) houve, no grupo 1, diminuição significativa da PIO nos quatro momentos finais de avaliação ( $M_{14}$ ,  $M_{21}$ ,  $M_{28}$  e  $M_{60}$ ), com relação aos dois primeiros momentos de pós-operatório ( $M_1$  e  $M_7$ ), porém esta se manteve ao longo do experimento sem diferença significativa com o valor basal pré-operatório ( $M_0$ ). No grupo 2, foi verificado aumento significativo da PIO a partir do primeiro dia ( $M_1$ ), havendo diminuição para um valor próximo ao basal apenas no último momento de avaliação ( $M_{60}$ ). Entre os grupos, houve diferença significativa da PIO aos 14 dias de pós-operatório ( $M_{14}$ ), mantendo-se estatisticamente semelhante no restante dos momentos.

São várias as hipóteses relacionadas ao aumento da PIO no pós-operatório imediato da facoemulsificação em cães, entre elas: edema da malha trabecular; permanência de partículas residuais, proteínas solúveis de cristalino e viscoelástico no olho; obstrução do fluxo do humor aquoso por fragmentos zonulares e debris inflamatórios (Chahory et al., 2003). Honsho et al. (2007) não constataram relação direta entre tempo de facoemulsificação e aumento pós-operatório da PIO, assim como o presente experimento. Segundo estudos realizados em humanos, o principal motivo para o aumento da PIO no pós-operatório imediato é a presença do viscoelástico na câmara anterior após a facoemulsificação, causando obstrução mecânica da malha trabecular (Rainer et al., 2005). A utilização tópica de sulfato de atropina também pode contribuir para o aumento da PIO, devido a sua ação na musculatura ciliar, aumentando a resistência da malha trabecular em drenar o humor aquoso (Collins e Moore, 1999).

Uma das justificativas para os valores de PIO mais altos observados no grupo 2, significativamente maior aos 14 dias, é a dificuldade em se remover o Viscoat<sup>®</sup> durante a facoemulsificação, devido às suas características físico-químicas inerentes. Embora ambos os viscoelásticos utilizados sejam classificados como dispersivos, fragmentando-se e permanecendo por mais tempo durante a facoemulsificação, Viscoat<sup>®</sup> apresenta maior interação e aderência na camada de mucina existente na superfície das células endoteliais (Kim et al., 2002), tornando mais difícil sua remoção ao final da cirurgia.

Entretanto, é importante salientar o papel da inflamação pós-operatória, notada mais intensamente no grupo 1, na diminuição da PIO observada neste grupo. Valores de PIO inferiores ao valor basal pré-operatório, também foram observados por Chahory et al. (2003), após 18 horas e por Rodrigues (2004), durante todo o pós-operatório. Acredita-se que a PIO retorne a valores normais após a cirurgia devido à diminuição da produção de humor aquoso combinada com um aumento da drenagem uveoescleral, com possível hipotonia ocular relacionada à inflamação. Portanto, não se recomenda utilizar medicação anti-glaucomatosa preventiva, contanto que haja indicação da mesma após mensuração da PIO nas primeiras 24 horas após a cirurgia (Chahory et al., 2003).

Holzer et al. (2001), observaram menor aumento da PIO com a utilização de metilcelulose 2% quando comparada ao uso do Viscoat<sup>®</sup>, embora sem diferença estatística, semelhante ao observado neste experimento. Henry e Olander (1996) não obtiveram diferenças significativas na PIO pós-operatória comparando Viscoat<sup>®</sup> e Healon<sup>®</sup>, sendo o mesmo resultado obtido por Tetz et al. (2001), quando compararam Viscoat<sup>®</sup> e Healon 5<sup>®</sup><sup>34</sup>.

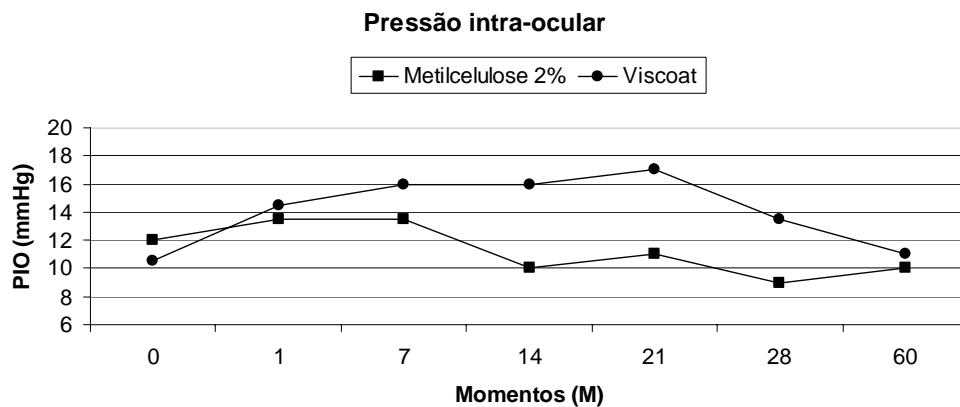


Figura 1: Representação gráfica dos valores de mediana de pressão intra-ocular do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

Maior espessura corneana (Figura 2) foi observada no grupo 2 no sétimo dia ( $M_7$ ), em relação aos momentos subsequentes de avaliação ( $M_{28}$  e  $M_{60}$ ), porém sem diferença significativa com o valor inicial pré-operatório ( $M_0$ ). Não se verificou

<sup>34</sup> Hialuronato de Sódio 2,3% - AMO - Brasil

diferença significativa no grupo 1 ao longo do experimento. Não se observou diferença estatística entre os grupos em nenhum momento avaliado.

A espessura corneana é regulada pelo transporte ativo de íons através das membranas das células endoteliais. Qualquer trauma, seja ele químico, térmico ou mecânico, que interfira com a fisiologia do endotélio, pode prejudicar a função de bomba iônica endotelial, resultando em aumento da espessura corneana. Conseqüentemente, o exame de paquimetria fornece uma medida indireta do trauma endotelial cirurgicamente induzido (Kiss et al., 2003).

Lynch e Brinkis (2006), utilizando hialuronato de sódio 1% como dispositivo viscoelástico em seu estudo com cães, documentaram aumento significativo na espessura corneana após 24 horas até 7 dias de cirurgia, com posterior diminuição até valores próximos aos basais após 30 dias, semelhante ao observado neste experimento, principalmente no grupo 2. De acordo com os autores, o dano corneano iatrogênico decorrente da incisão cirúrgica parece ter contribuído substancialmente para a elevação aguda da espessura corneana, pois mesmo uma incisão corneana periférica pode causar edema corneano difuso, afetando a espessura corneana por meio da exposição do estroma ao humor aquoso e às soluções de irrigação.

O retorno da espessura corneana aos valores basais após 30 dias é compatível com o tempo de reparação corneana descrito, suficiente para o restabelecimento completo da barreira anterior e posterior ao excesso de hidratação. O controle clínico da uveíte anterior e da PIO nesse período também contribuíram para a restauração fisiológica e funcional adequada da monocamada de células endoteliais (Lynch e Brinkis, 2006).

Outros estudos em humanos corroboram com o presente estudo, os quais descrevem mesmo padrão de variação da espessura corneana com o uso de diversos viscoelásticos, estando metilcelulose 2% e Viscoat<sup>®</sup> entre eles (Salvi et al., 2007). Foi demonstrado por Behndig e Lundberg (2002) maior aumento da espessura corneana com o uso de Healon GV<sup>®35</sup> em relação ao Viscoat<sup>®</sup>. Em contrapartida, Kiss et al. (2003) não verificaram diferença significativa dos valores de espessura corneana com a utilização de Viscoat<sup>®</sup> e Ocucoat<sup>®36</sup>.

---

<sup>35</sup> Hialuronato de Sódio 1,4% - AMO - Brasil

<sup>36</sup> Hidroximetilpropilcelulose 2% - Bausch & Lomb - Brasil

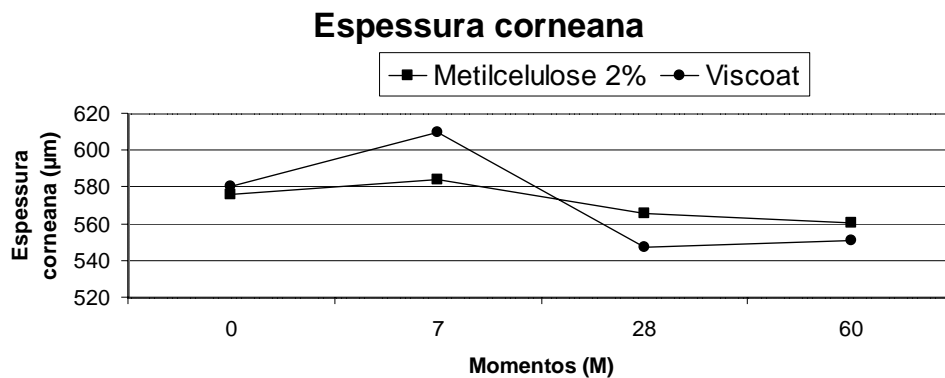


Figura 2: Representação gráfica dos valores médios de espessura corneana do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

Com relação à densidade celular endotelial (Figura 3), foi observado em ambos os grupos diminuição significativa a partir do sétimo dia ( $M_7$ ) até o final do experimento, em comparação aos valores iniciais ( $M_0$ ). Porém, quanto à perda numérica de células, esta diminuição foi mais acentuada aos 7 dias ( $M_7$ ) no grupo 1 e aos 28 dias ( $M_{28}$ ) no grupo 2. Houve decréscimo progressivo sem diferenças significativas consecutivas nos momentos finais ( $M_7$ ,  $M_{28}$  e  $M_{60}$ ) no grupo 1, ao passo que, no grupo 2, houve diminuição significativa dos sete ( $M_7$ ) aos 28 ( $M_{28}$ ) dias, permanecendo sem diferença significativa a partir de então até o final do experimento. Não houve diferença significativa entre os grupos em nenhum momento de avaliação, porém com maior perda de células endoteliais verificada no grupo 1 ao final do experimento.

Verificou-se aumento progressivo semelhante da área celular (Figura 4) em ambos os grupos, sem diferença significativa consecutiva entre todos os momentos, porém com valores estatisticamente maiores aos 28 dias ( $M_{28}$ ), com relação aos valores iniciais ( $M_0$ ) e estatisticamente maiores no último momento ( $M_{60}$ ), com relação aos dois primeiros momentos ( $M_0$  e  $M_7$ ). Diferença significativa entre os grupos não foi verificada em nenhum momento de avaliação.

Sem especificar o viscoelástico utilizado, Gwin et al. (1983), em seu estudo com cães, verificaram perda endotelial significativa de 22% após 60 dias de cirurgia, semelhante a 23,7% de perda observada neste estudo com o uso de metilcelulose 2% aos 60 dias e superior ao Viscoat<sup>®</sup> (17%) neste mesmo período. Em contrapartida, Rodrigues (2004) constatou perda de 4,4% no grupo de animais com catarata madura

operados sem implante de LIO, em que foi usado metilcelulose 2% e 4%. Gerding et al. (1990) não relataram diferença na densidade endotelial em cães expostos a diferentes substâncias viscoelásticas, porém só foi realizada a injeção dos viscoelásticos na câmara anterior, sem a realização do procedimento de facoemulsificação.

A literatura médica é controversa a respeito do viscoelástico mais eficaz na proteção endotelial. Glasser et al. (1986) observaram que Healon<sup>®</sup>, Viscoat<sup>®</sup> e metilcelulose 2% reduziram de modo semelhante a perda endotelial corneana *in vitro*. Houzer et al. (2001) verificaram menor perda endotelial ao utilizarem Helon5<sup>®</sup> em comparação com outros quatro viscoelásticos, inclusive Viscoat<sup>®</sup> e metilcelulose 2%. Lane et al. (1991) obtiveram contagens similares de número de células endoteliais em olhos tratados com Healon<sup>®</sup>, Viscoat<sup>®</sup> e Ocucoat<sup>®</sup>. Entretanto, Glasser et al. (1991) observaram menos perda endotelial em olhos que receberam Viscoat<sup>®</sup> e Ocucoat<sup>®</sup> do que aqueles que receberam Healon<sup>®</sup>. Em contraste, Ravalico et al. (1997) obtiveram maior permeabilidade endotelial com melhor função da “bomba” endotelial após 30 dias utilizando metilcelulose 2% do que com Viscoat<sup>®</sup>. Miller e Colvard (1999); Kiss et al. (2003), não observaram diferenças significativas com relação à perda endotelial com o uso de Viscoat<sup>®</sup> comparado a outras substâncias viscoelásticas, apesar do primeiro estudo verificar uma melhor preservação da hexagonalidade das células endoteliais. Kim et al. (2002), verificaram proteção efetiva do endotélio à lesão decorrente de bolhas de ar em olhos humanos e coelhos frente à facoemulsificação utilizando Viscoat<sup>®</sup>, em relação ao Healon<sup>®</sup> e Healon GV<sup>®</sup>.

A perda das células do endotélio é creditada a alguns aspectos do procedimento cirúrgico, tais como incisão, turbulência dos fluidos e fragmentos do cristalino, toque inadvertido no endotélio pelo instrumental e tempo de ultra-som efetivo utilizado, além da proteção efetiva proporcionada pelos viscoelásticos (Kiss et al., 2003). No presente experimento todos os animais foram operados por um único cirurgião, a fim de diminuir estas intercorrências. Apesar dos tempos de facoemulsificação efetiva terem sido semelhantes nos dois grupos, houve menor diminuição percentual do número de células endoteliais no grupo em que foi utilizado Viscoat<sup>®</sup>, sugerindo proteção ao endotélio corneano discretamente superior.

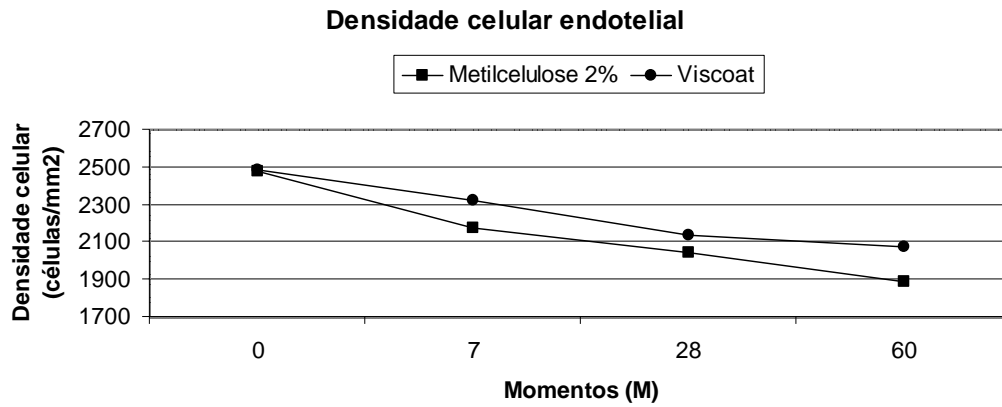


Figura 3: Representação gráfica dos valores médios de densidade celular endotelial do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

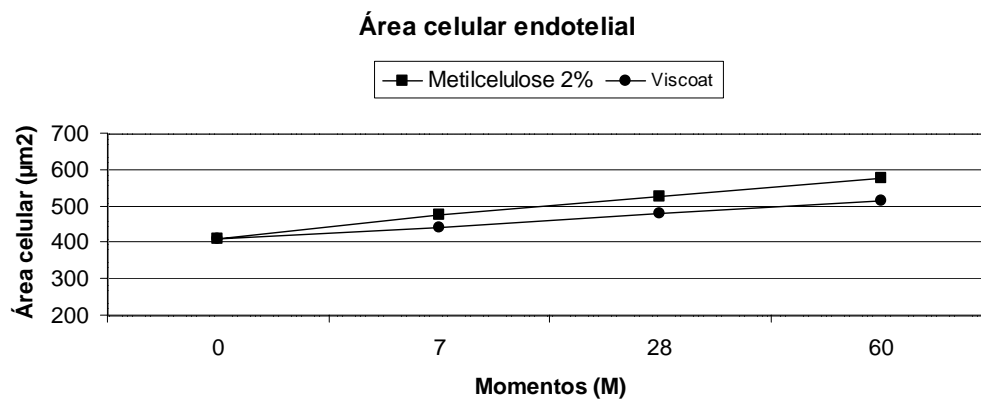


Figura 4: Representação gráfica dos valores médios de área celular endotelial do olho operado, segundo grupo e momento de avaliação em dias.

## CONCLUSÃO

A utilização de ambos os dispositivos viscoelásticos analisados é recomendada para o procedimento de facoemulsificação em cães. Devido a menor redução percentual das células endoteliais, a utilização de Viscoat<sup>®</sup> como dispositivo viscoelástico é vantajosa nos casos em que a densidade celular endotelial apresenta valores próximos do limite inferior de normalidade. A utilização de metilcelulose 2% é recomendada em cães cuja córnea apresenta-se saudável, visto que não houve prejuízo substancial em nenhuma variável pós-cirúrgica analisada, e levando-se em consideração o custo e a disponibilidade para oftalmologistas veterinários no mercado brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEHNDIG, A.; LUNDBERG, B. Transient corneal edema after phacoemulsification: comparison of 3 viscoelastic regimens. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.28, n.9, p. 1551-1556, 2002.

CHAHORY, S.; CLERC, B.; GUEZ, J.; SANAA M. Intraocular pressure development after cataract surgery: a prospective study in 50 dogs (1998–2000). *Vet. Ophthalmol.*, v.6, n.2, p. 105-112, 2003.

COLLINS, B.K.; MOORE, C.P. Diseases and surgery of the canine anterior uvea. In: GELATT, K.N. *Veterinary ophthalmology*. 3. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. p. 755-795.

DZIEZYC, J. Cataract surgery. Current approaches. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.20, n.3, p.737-754, 1990.

FISCHER, C.A. Geriatric ophthalmology. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.19, n.1, p.103-123, 1989.

GERDING, P.A.; MCLAUGHLIN, S.A.; BRIGHTMAN, A.H.; ESSEX-SORLIE, D.; LAING, R.A.; HIROKAWA, K. Effects of intracameral injection of viscoelastic solutions on corneal endothelium in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.51, n.7, p.1086-1088, 1990.

GLASSER, D.B.; OSBORN, D.C.; NORDEEN, J.F.; MIN YI. Endothelial protection and viscoelastic retention during phacoemulsification and intraocular lens implantation. *Arch. Ophthalmol.*, v.109, p. 1438-1440, 1991.

GLASSER, D.B.; MATSUDA, M.; EDELHAUSER, H.F. A comparison of the efficacy and toxicity of and intraocular pressure response to viscous solutions in the anterior chamber. *Arch. Ophthalmol.*, v.104, p. 1819-1824, 1986.

GLOVER, T.D.; CONSTANTINESCU, G.M. Surgery for cataract. *Vet. Clin. North Am.- Small Anim. Pract.*, v.27, n.5, p.1143-1173, 1997.

GWIN, R.M.; WARREN, J.K.; SAMUELSON, D.A.; GUM, G.G. Effects of phacoemulsification and extracapsular lens removal on corneal thickness and endothelial cell density in the dog. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, v.24, n.2, p.227-236, 1983.

HENRY, J.C.; OLANDER, K. Comparison of the effect of four viscoelastic agents on early postoperative intraocular pressure. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.22, p. 960-966, 1996.

HOLZER, M.P.; TETZ, M.R.; AUFFARTH, G.U.; WELT, R.; VÖLCKER, H.E. Effect of Healon5 and 4 other viscoelastic substances on intraocular pressure and endothelium after cataract surgery. *J. Cataract refract. Surg.*, v.27, n.2, p. 213-218, 2001.

HONSHO, C.S.; ORIA, A.P.; PIGATTO, J.A.T.; LAUS, J.L. Modified extracapsular extraction versus endocapsular phacoemulsification: intraoperative and immediate postoperative events. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.59, n.1, p. 105-113, 2007.

JAFFE, N.S.; JAFFE, M.S.; JAFFE, G.F. *Cataract surgery and its complications*. 6. ed. St. Louis: Mosby, 1997. 515p.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied multivariate statistical analysis*. 5.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002. 767p.

KIM, E.K.; CRISTOL, S.M.; KANG, S.J.; EDELHAUSER, H.F.; KIM, H.L.; LEE, J.B. Viscoelastic protection from endothelial damage by air bubbles. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.28, n.6, p. 1047-1053, 2002.

KISS, B.; FINDL, O.; MENAPACE, R.; PETTERNEL, V.; WIRTITSCH, M.; LORANG, T.; GENGLER, M.; DREXLER, W. Corneal endothelial cell protection with a dispersive viscoelastic material and an irrigating solution during phacoemulsification: low-cost versus expensive combination. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.29, n.4, p. 733-740, 2003.

LANE, S.S.; NAYLOR, D.W.; KULLERSTRAND, L.J.; KNAUTH, K.; LINDSTROM, R.L. Prospective comparison of the effects of Occucoat, Viscoat and Healon on intraocular pressure and endothelial cell loss. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.17, p. 21-26, 1991.

LYNCH, G.L.; BRINKIS, J.L. The effect of elective phacofragmentation on central corneal thickness in the dog. *Vet Ophthalmol.* v.9, n.5, p. 303-310, 2006.

MILLER, K.M.; COLVARD, D.M. Randomized clinical comparison of Healon GV and Viscoat. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.25, n.12, p. 1630-1636, 1999.

RAINER, G.; MENAPACE, R.; SCHMID, K.; SACU, S.; KISS, B.; HEINZE, G.; FINDL, O. Natural Course of Intraocular Pressure after Cataract Surgery with Sodium Chondroitin Sulfate 4%–Sodium Hyaluronate 3% (Viscoat). *Ophthalmol.*, v.112, n.10, p.1714-1718, 2005.

RAVALICO, G.; TOGNETTO, D.; PALOMBA, M.A.; LOVISATO, A.; BACCARA, F. Corneal endothelial function after extracapsular cataract and phacoemulsification. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.23, p. 1000-1005, 1997.

RODRIGUES, G.N. *Estudo clínico da facoemulsificação em cães, com e sem implante de lente intra-ocular em piggback*. Botucatu, 2004. 175f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SALVI, T.; SOONG, B.; KUMAR, N. HAWKSWORTH. Central corneal thickness changes after phacoemulsification cataract surgery. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.33, n.8, p. 1426-1428, 2007.

TETZ, M.R.; HOLZER, M.P.; LUNDBERG, K.; AUFFARTH, G.U.; BURK, R.O.; KRUSE, F.E. Clinical results of phacoemulsification with the use of Healon5 or Viscoat. *J. Cataract Refract. Surg.*, v.27, n.3, p. 416-420, 2001.

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.347-353, 1996.

ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.