

Antonio Eduardo Pereira

**Estudo prospectivo comparativo dos ciclos
de ultra-som 14% e 67% do *WhiteStar* na cirurgia de catarata por
facoemulsificação com a técnica *Nuclear Preslice***

Brasília

2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Alice Mitie Kobayashi Nishiyama - CRB/1-1483

P436e Pereira, Antonio Eduardo.
 Estudo prospectivo comparativo dos ciclos de ultra-som 14% e 67% do *WhiteStar* na cirurgia de catarata por facoemulsificação com a técnica *Nuclear Preslice* / Antonio Eduardo Pereira. -- Brasília : [s.n.], 2007.
 90 f. : il. color.

 Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Medicina, 2007.
 “Orientador: Prof. Dr. Marcos Ávila.”
 Inclui bibliografia.

 1. Facoemulsificação 2. Extração de catarata 3. Ultra-som
 4. Células endoteliais 5. Estudos prospectivos I. Ávila, Marcos.
 II. Título.

CDD 21.ed. 617.742

Antonio Eduardo Pereira

**Estudo prospectivo comparativo dos ciclos
de ultra-som 14% e 67% do *WhiteStar* na cirurgia de catarata por
facoemulsificação com a técnica *Nuclear Preslice***

Tese apresentada à Universidade de Brasília –
Faculdade de Medicina, como requisito parcial,
para obtenção do título de Doutor em Ciências
Médicas.

Área de Concentração: Oftalmologia

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ávila

Brasília

2007

Universidade de Brasília

Magnífico Reitor da UnB

Prof. Dr. Timothy Martin Mulholland

Decano de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Dr. Márcio Martins Pimentel

Diretor da Faculdade de Medicina

Prof. Dr. Paulo Gonçalves de Oliveira

Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Médicas
(Mestrado e Doutorado)

Prof. Dr. Leopoldo Luiz dos Santos Neto

Estudo prospectivo comparativo dos ciclos de ultra-som 14% e 67% do *WhiteStar* na
cirurgia de catarata por facoemulsificação
com a técnica *Nuclear Preslice*

Antonio Eduardo Pereira

A Comissão Examinadora abaixo assinada_____a tese intitulada
Estudo prospectivo comparativo dos ciclos de ultra-som 14% e 67% do *WhiteStar* na
cirurgia de catarata por facoemulsificação com a técnica *Nuclear Preslice*, apresentada e
defendida, em sessão pública, por Antonio Eduardo Pereira, para a obtenção do Grau de
Doutor em Ciências Médicas, da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília.

Prof. Dr. Marcos Pereira de Ávila

Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília

Pós-Graduação Ciências Médicas, Orientador de: Doutorado / Mestrado

Prof. Dr. Procopio Miguel dos Santos

Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília

Prof. Dr. Francisco Eduardo Lopes Lima

Universidade Federal de Goiás – CEROF

Prof^ª. Dr^ª. Maria Regina Catai Chalita

Universidade Federal de São Paulo

Prof. Dr. José Ricardo Costa

Universidade Federal de Goiás – CEROF

Brasília, 6 de dezembro de 2007

Dedicatória

Aos meus pais Antonio e Olga que sempre me apoiaram e lutaram pelo melhor na minha formação.

Ao meu tio Carlos, pelo apoio e incentivo em todos os momentos nesta jornada.

As minhas irmãs Fátima e Roseli, pelo constante estímulo.

A minha amada e querida esposa,

Ana Cláudia

Companheira e incentivadora nesta jornada

As minhas filhas

Ana Gabriela e “....Graça de Deus....”

Fontes de alegria.

Dedicatória

Aos meus sogros, Ida e Joaquim pelo apoio.

Aos queridos cunhados,

Fausto, Vera, Vânia, Rui, Joaquim, Fabiana, João e Cristiane, pelo carinho a mim dispensado.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Marcos Pereira Ávila, amigo e exemplo de dedicação à universidade, por possibilitar meu crescimento através do *Fellow* de retina e vítreo no Centro de Referência em Oftalmologia da Universidade Federal de Goiás (CEROF), Centro Brasileiro de Cirurgia de Olhos (CBCO), e a pós-graduação na Universidade de Brasília.

Ao Prof. Dr. Francisco Eduardo Lopes Lima, pela amizade sincera e revisão neste trabalho.

Ao Prof. Dr. Procopio Miguel dos Santos, pela valiosa revisão neste trabalho.

A Prof^ª. Dr^ª. Maria Regina Catai Chalita pelas valiosas sugestões no exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. José Ricardo Costa, pelo fraterno convívio no meu período de *Fellow* de retina e vítreo (CEROF, CBCO).

Ao Prof. Dr. Leopoldo Magacho dos Santos Silva, pela sua valiosa crítica no exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. David Isaac, amigo e profissional admirável que contribuiu na minha formação profissional.

Ao Dr. Wener Cella, pela amizade cultivada durante o período de *Fellow* de retina e vítreo (CEROF, CBCO), e mantida até o presente.

Ao Dr. Humberto Borges, pela amizade e apoio durante o período de *Fellow* de retina e vítreo (CEROF, CBCO)

Sumário

Dedicatória.....	iv
Agradecimentos.....	vi
Listas.....	ix
Resumo.....	xv
Abstract.....	xvi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1 Cristalino.....	4
2.2 Epidemiologia da catarata.....	4
2.3 Classificação das cataratas.....	5
2.4 Evolução da cirurgia de catarata.....	7
2.5 Técnicas cirúrgicas na facoemulsificação.....	10
2.6 Fontes de energia na facoemulsificação.....	13
2.6.1 Energia Ultra-Sônica.....	13
2.6.1.1 Energia Ultra-Sônica – Modulações no facoemulsificador Sovereign....	15
2.6.2 Energia Sônica.....	17
2.6.3 Energia a Laser.....	17
2.6.4 Outras fontes de Energia.....	18
2.7 Endotélio e Cirurgia de Catarata.....	19
3. CASUÍSTICA E MÉTODOS.....	22
3.1 Sujeitos da pesquisa.....	22
3.1.1 Critérios de inclusão.....	23
3.1.2 Critérios de exclusão.....	23
3.2 Atributos estudados.....	24
3.2.1 Pré-operatório.....	24
3.2.2 Intra-operatório	24
3.2.3 Pós-operatório.....	24
3.3 Avaliações pré e pós-operatórias.....	25
3.4 Procedimento cirúrgico.....	27
3.4.1 Padronização dos materiais cirúrgicos.....	27

3.4.2 Padronização dos parâmetros do facoemulsificador	28
3.5 Facoemulsificação pela técnica <i>Nuclear Preslice</i>	29
3.5.1 Incisão	29
3.5.2 Capsulorrexe, hidrodissociação.....	29
3.5.3 Técnica <i>Nuclear Preslice</i>	29
3.5.4 Aspiração do córtex.....	30
3.5.5 Implante da lente intra-ocular.....	30
3.6 Método estatístico.....	32
4. RESULTADOS.....	34
4.1 Parâmetros pré-operatórios.....	34
4.2 Parâmetros intra-operatórios.....	43
4.3 Parâmetros pós-operatórios	49
4.4 Correlações	56
5. DISCUSSÃO.....	63
5.1 Discussão da metodologia.....	64
5.2 Pré-operatório.....	64
5.3 Intra-operatório	65
5.4 Pós-operatório.....	68
5.4 Correlações.....	70
6. CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXO I – Parecer Comitê de Ética.....	85
ANEXO II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	88
FONTES CONSULTADAS.....	90

Lista de Abreviaturas e Símbolos

AVG% US	Percentual de Ultra-som
®	Marca registrada
CA	Câmara Anterior
CCC	Capsulorrexe Curvilínea Contínua
EPT	Tempo Efetivo de Ultra-som
LIO	Lente Intra-ocular
LOCS	Lens Opacities Classification System
min	minuto
ml	mililitro
mm	milímetro
mm ²	milímetro quadrado
NP	Técnica de facoemulsificação <i>Nuclear Preslice</i>
seg	segundo
US	Ultra-som
µm	mícron

Lista de Tabelas

Tabela 1.	Idade (em anos completos) dos pacientes segundo o ciclo de US utilizado na técnica <i>Nuclear Preslice</i> , médias e resultados da estatística.....	36
Tabela 2.	Acuidade visual corrigida pré-operatória, em LogMar, na técnica <i>Nuclear Preslice</i> , nos ciclos de US 14% e 67%, médias e resultados da estatística	37
Tabela 3.	Paquimetria central corneana pré-operatória (μ) na técnica <i>Nuclear Preslice</i> , segundo os ciclos de US, médias e resultados da estatística.....	38
Tabela 4.	Densidades das células endoteliais pré-operatórias (mm^2) na técnica <i>Nuclear Preslice</i> , segundo o ciclo de US, nos subgrupos, médias e resultados da estatística	39
Tabela 5	Profundidade da câmara anterior (mm) dos olhos operados pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> segundo o ciclo de US, médias e resultados da estatística.....	40
Tabela 6.	Espessura do cristalino (mm) dos olhos operados pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> , segundo o ciclo de US, médias e resultados da estatística	41
Tabela 7.	Comprimento axial (mm) dos olhos operados pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> , segundo o ciclo de US, médias e resultados da estatística	42
Tabela 8.	Tempo efetivo de ultra-som (seg) na técnica <i>Nuclear Preslice</i> , nos ciclos 14% e 67% , segundo os subgrupos, médias e resultados da estatística	44
Tabela 9.	Percentual de ultra-som (AVG%) na técnica <i>Nuclear Preslice</i> , com ciclos 14% e 67%, segundo os subgrupos, médias e resultados da estatística	46
Tabela 10.	Volume de infusão (ml) na técnica <i>Nuclear Preslice</i> nos ciclos 14% e 67%, segundo os subgrupos, médias e resultados da estatística.....	48
Tabela 11.	Acuidade visual pré e pós-operatória de 24 horas, em logMar, na técnica <i>Nuclear Preslice</i> nos ciclos de US 14% e 67%. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística	50

Tabela 12. Paquimetria pré e pós-operatória com 24 horas na técnica <i>Nuclear Preslice</i> nos ciclos de US 14% e 67%. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística	52
Tabela 13. Densidade das células endoteliais (mm^2) na técnica <i>Nuclear Preslice</i> nos ciclos de US 14% e 67%, no pré e pós-operatório de 3 meses. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística	53
Tabela 14. Densidade das células endoteliais (mm^2) na técnica <i>Preslice</i> , ciclo de US 14%, comparativamente no pré e pós-operatório, segundo os subgrupos. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística	54
Tabela 15. Densidade das células endoteliais (mm^2) na técnica <i>Nuclear Preslice</i> ciclo 67%, comparativamente no pré e pós-operatório, segundo os subgrupos. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística	55
Tabela 16. Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e a idade dos pacientes operados pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> , nos ciclos 14% e 67%, resultados da estatística	57
Tabela 17. Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e a profundidade da câmara anterior (mm) dos olhos operados pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> , nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística	58
Tabela 18. Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o comprimento axial (mm) dos olhos operados pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística	59
Tabela 19. Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o tempo efetivo de ultra-som (EPT, seg) nas cirurgias realizadas pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> , nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística	60
Tabela 20. Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o percentual de ultra-som (% US), nas cirurgias realizadas pela técnica <i>Nuclear Preslice</i> , nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística	61

Tabela 21. Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o volume de infusão (ml) utilizado nas cirurgias realizadas pela técnica *Nuclear Preslice*, nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística 62

Lista de figuras e gráficos

Figura 1. Sistema de classificação das opacidades do cristalino na versão III (LOCS III)	7
Figura 2. Representação do comportamento do ultra-som nos modos contínuo, pulso e WhiteStar.....	16
Figura 3. Ultra-som ligado e desligado nos ciclos de ultra-som do Sovereign com WhiteStar.....	16
Figura 4. Técnica <i>Nuclear Preslice</i> - Primeira núcleo - fratura: os choppers são posicionados dentro do saco capsular, a 180° um do outro, sendo puxados por forças vetoras opostas.....	31
Figura 5. Técnica <i>Nuclear Preslice</i> - Segunda núcleo - fratura: um dos <i>choppers</i> mantém-se no centro, e o outro é colocado no equador (de uma metade) e trazido ao seu encontro realizando a 2ª núcleo -fratura	31
Figura 6. Técnica <i>Nuclear Preslice</i> - Terceira núcleo-fratura: um dos <i>choppers</i> mantém-se no centro, e o outro é colocado no equador (da outra metade) e trazido ao seu encontro, realizando a 3ª núcleo-fratura.....	31
Quadro 1. Densidade endotelial estimada nas décadas de vida.....	20
Gráfico 1. Boxplot da variável tempo efetivo de ultra-som (seg) segundo as densidades do núcleo.....	45
Gráfico 2. Boxplot da variável percentual de ultra-som (AVG%) segundo as densidades do núcleo.....	47

Gráfico 3. Boxplot da variável volume de infusão segundo as densidades do núcleo.....49

Resumo

Objetivos: Comparar os ciclos de 14% e 67% de ultra-som ligado, módulo contínuo, com controle manual do pulso, no aparelho de facoemulsificação *Sovereign* com sistema *WhiteStar*, para realização de cirurgia de catarata, utilizando-se a técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice*, nos quesitos: tempo efetivo de ultra-som, percentual de ultra-som, volume de infusão e perda de células endoteliais.

Métodos: Estudo prospectivo, comparativo, incluindo 32 pacientes (38 olhos), com catarata nuclear senil NO3 NC3 e NO4 NC4 (LOCS III), que foram aleatoriamente divididos, por meio de sorteio, em dois grupos: A e B, sendo realizada a cirurgia de catarata por facoemulsificação com a técnica *Nuclear Preslice*, com controle de pulso manual, no grupo A (n= 21) com ciclo 14%; e no grupo B (n= 17), com ciclo 67%. Os grupos A e B foram subdivididos, segundo o grau de opacidade do cristalino em dois subgrupos. No pré-operatório foi realizado exame oftalmológico completo, biometria, paquimetria e microscopia especular, no pós-operatório, além do exame ocular, com avaliação da acuidade visual e paquimetria nas 24 horas após a cirurgia, foi feita a microscopia especular com 3 meses.

Resultados: As cirurgias pelo ciclo de ultra-som 67% apresentaram tempo efetivo de ultra-som significativamente maior do que as cirurgias pelo ciclo de ultra-som 14%, em cataratas mais densas. O percentual de ultra-som no ciclo de ultra-som 67%, em diferentes densidades de cataratas, foi significativamente maior do que no ciclo de ultra-som 14%. Não houve diferenças quanto ao volume de infusão utilizado nas cirurgias. Não se observou diferença estatisticamente significativa na perda de células endoteliais nos diferentes ciclos de ultra-som. Houve correlação significativa entre a perda de células endoteliais e as variáveis: tempo efetivo de ultra-som (EPT) e volume de infusão utilizado na cirurgia, em ambos os ciclos.

Conclusões: O tempo efetivo de ultra-som e o percentual de ultra-som foram menores nas cirurgias com ciclo de ultra-som 14%, em cataratas mais densas. O volume de infusão utilizado nas cirurgias e a perda de células endoteliais foram semelhantes em ambos os ciclos. O tempo efetivo de ultra-som e o volume de infusão utilizado na cirurgia foram correlacionados à perda de células endoteliais.

Abstract

Purpose: To compare the 14% and 67% duty cycles of ultrasound power, continuous module, pulse manual control in the Sovereign phacoemulsification system with WhiteStar power modulation for cataract surgery. The phacoemulsification Nuclear Preslice technique was used to evaluate ultrasound effective time, ultrasound percentage, infusion volume amount and endothelial cell loss.

Methods: This was a prospective and comparative clinical trial in 32 patients (38 eyes) with senile nuclear cataract NO3 and NO4 NC4 (LOCS III) divided in two groups: A and B. To perform the cataract surgery the phacoemulsification with Nuclear Preslice technique was used with manual pulse control, for group A with 14% duty cycle (n=21) and group B with 67% duty cycle (n=17). Both groups were subdivided according to cristaline opaque level in two sub-groups. Preoperative measures included complete ophthalmologic exam, biometry, pachymetry and specular microscopy, postoperative 24 hours pachymetry and visual acuity, specular microscopy was mensured at 3 months follow up.

Results: The surgeries that was used the 67% duty cycle had significantly more ultrasound effective time than the 14% group in more dense cataracts. The ultrasound percentage in the 67% duty cycle, in different cataract densities, was significantly more than in the 14% duty cycle. There was no difference in the infusion volume amount used in the surgeries. There was no difference statistically significant in endothelial cell loss in both ultrasound cycles. There was statistically significant correlation between the endothelial cell loss and the variables: ultrasound effective time (EPT) and infusion volume amount used in surgeries in both cycles.

Conclusions: This clinical trial showed less effective time of ultrasound and ultrasound percentage in the 14% duty cycle for more dense cataracts. The infusion volume amount used and the endothelial cell loss were the same in both cycles. The ultrasound effective time and the infusion volume amount used in the surgery were correlated to endothelial cell loss.

1 INTRODUÇÃO

A técnica de facoemulsificação, para extração de catarata, foi introduzida pelo Dr. Charles Kelman em 1967 (Kelman, 1967). Kelman desenvolveu o equipamento de facoemulsificação a partir de observações feitas num aparelho de ultra-som utilizado por dentistas. A técnica cirúrgica consistia na abertura da cápsula anterior do cristalino seguida pela fragmentação do núcleo pelo ultra-som e aspiração do córtex residual por uma cânula do próprio equipamento. Iniciou-se, dessa forma, a cirurgia em um sistema fechado.

No início, esta técnica foi alvo de muitas críticas, pois o equipamento era grande, pouco eficiente e as complicações corneanas freqüentes (Padilha, 1982). No entanto, a cirurgia de catarata por facoemulsificação evoluiu muito devido aos avanços tecnológicos dos facoemulsificadores, ao aprimoramento das técnicas cirúrgicas e o advento das lentes intra-oculares dobráveis, que proporcionaram redução progressiva no tamanho das incisões e, conseqüente redução do astigmatismo induzido (Shepherd, 1989; Crema et al, 1998).

A modernização dos aparelhos facoemulsificadores aumentou a segurança em relação ao controle da fluídica e à modulação da emissão de energia ultra-sônica durante a cirurgia (Fine et al, 2004). As novas modulações de ultra-som trazem o conceito de “faco frio”, que consiste na utilização da energia ultra-sônica em micropulsos, o que reduz a temperatura ao redor da ponteira de titânio, atingindo níveis máximos de 27°C, eliminando o risco de queimadura da incisão. Tal conceito subentende a realização da facoemulsificação, com diminuição significativa da energia liberada durante o procedimento e, conseqüente redução do dano tecidual, promovendo uma recuperação visual mais rápida (Soscia, 2002; Kwitko, 2007).

Fine et al (2001) relataram que facoemulsificadores com alta tecnologia permitem ao cirurgião modificar sua técnica para produzir melhores resultados, com menor energia ultra-sônica. Nesse sentido, Packer et al (2005) reforçaram a importância do cirurgião compreender os princípios físicos e a dinâmica dos aparelhos facoemulsificadores, para conseguir um maior aproveitamento dos vários parâmetros e diferentes ajustes necessários, com a finalidade de produzir melhores resultados.

Para o cirurgião ter um maior aproveitamento, durante a facoemulsificação, ele deve conhecer a complexa relação das várias formas de energia. Essas formas de energia, usadas para emulsificar o núcleo, são: 1) a energia mecânica, que é produzida pela movimentação longitudinal da ponteira contra o cristalino (efeito britadeira); 2) a energia cavitacional, que é gerada pela movimentação da ponteira em sua porção distal, ou seja, são geradas bolhas de microcavitação que na sua implosão auxiliam na emulsificação do material adjacente, pela produção de calor e pressão intensa, 3) a energia acústica, que é resultado da propagação da onda sônica, através do meio líquido, na frente da ponteira (Seibel, 2007).

A modulação do ultra-som em micropulsos utiliza principalmente a fase inicial da energia cavitacional, que é a transitória, a mais efetiva e menos lesiva às estruturas intra-oculares. Já os módulos contínuo e pulsátil do ultra-som, geram tanto cavitação transitória quanto estável na câmara anterior, aumentando o risco de perda endotelial, além da menor efetividade na emulsificação do núcleo cristalino. Esse melhor aproveitamento da energia ultra-sônica nos permite reduzir o tempo de ultra-som durante a cirurgia. É possível, ainda, modular o tempo de ultra-som ligado e desligado durante o procedimento, aproveitando ao máximo a sua eficiência, dependendo da fase da cirurgia (Oki, 2004).

Em 2006, numa experiência de laboratório, utilizando o doppler, Steinert e Schafer compararam a turbulência ultra-sônica gerada pela ponteira da caneta de facoemulsificação, imersa em um tanque, modulando o ultra-som em contínuo e micropulsos. Os autores demonstraram diminuição da energia acústica com a tecnologia de micropulsos, ou seja, ocorreu menor fluxo de líquido para longe da ponteira com esta modulação. Essa experiência pode explicar algumas observações clínicas, como a estabilidade aumentada dos fragmentos nucleares na ponteira, a emulsificação mais eficiente da catarata e a menor turbulência na câmara anterior durante a facoemulsificação com micropulsos (Steinert, Schafer, 2006; Fishkind et al, 2006).

Fishkind et al (2006) descreveram menor tempo efetivo de ultra-som, menor percentual de ultra-som e menor perda de células endoteliais com a utilização de micropulsos, quando comparado a outros modos de ultra-som.

Muitos pesquisadores têm relatado que a energia ultra-sônica usada durante a facoemulsificação do núcleo continua sendo uma fonte de perda de células endoteliais e dano tecidual (Hayashi et al, 1996; Dias-Valle, 1998, Wong et al,2000; Topaz et al, 2002; Vargas et al, 2004, O'Brien et al, 2004). Em função disso, o conhecimento do aparelho de facoemulsificação facilita a manipulação adequada dos seus parâmetros, melhorando os resultados cirúrgicos (Ghanem, Mannis, 2003; Vejarano, Tello, 2007).

1.1 OBJETIVOS

Comparar os ciclos de 14% e 67% de ultra-som ligado, módulo contínuo, com controle manual do pulso, no aparelho de facoemulsificação *Sovereign* com sistema *WhiteStar*, para realização de cirurgia de catarata, utilizando-se a técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice*, nos quesitos:

1. Tempo efetivo de ultra-som
2. Percentual de ultra-som
3. Volume de solução salina
4. Perda de células endoteliais

2 Revisão da literatura

2.1 Cristalino

O cristalino é uma lente biconvexa, transparente, composto pela cápsula, o epitélio e a substância própria. Localizado entre a íris e o vítreo, se mantém em posição suspensa por meio de um sistema de fibras chamado de zônula (Medeiros, Gonçalves, 2003).

O cristalino tem origem no ectoderma superficial. As células da região equatorial proliferam e crescem para formar fibras secundárias que se unem centralmente formando o núcleo embriogênico; as fibras mais anteriores formam uma sutura em forma de “Y” e as mais posteriores formam uma sutura em “Y” invertido. O cristalino continua formando fibras ao longo da vida, modificando sua forma, espessura e estruturas (Dantas, Patrão, 1992).

A diminuição da transparência do cristalino denomina-se catarata. Os principais fatores de risco para ocorrência dessa afecção são: idade, doenças metabólicas (diabetes mellitus), os medicamentos (esteróides), radiação ultra-violeta (UV-B), substâncias tóxicas (nicotina), trauma, desnutrição e fatores oculares (Kara-José, Temporini, 2002).

2.2 Epidemiologia da catarata

Em 2002, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estimou 161 milhões de deficientes visuais no mundo, sendo 124 milhões de portadores de baixa visão e 37 milhões de cegos. A catarata continua sendo a principal causa de cegueira tratável no mundo. Estima-se que ela seja responsável por 47,8% dos casos, com um número estimado de 18 milhões de cegos por catarata. Seguem-se como outras causas de cegueira, no mundo, o glaucoma e a degeneração macular relacionada a idade.

Nos países desenvolvidos, a degeneração macular relacionada a idade é a principal causa de cegueira (Resnikoff et al, 2004). Já nos países em desenvolvimento, a

catarata constitui a maior causa de cegueira reversível. Estima-se que a prevalência de cegueira por catarata deva duplicar até 2010, em decorrência do aumento da expectativa de vida da população (Javitt et al, 1996). Dentre os 18 milhões de cegos por catarata no mundo, estima-se que 10 milhões encontram-se na Índia (Resnikoff et al, 2004).

No Brasil, segundo dados do Conselho Brasileiro de Oftalmologia (CBO), na população acima de 50 anos, estima-se 350 mil cegos por catarata, sendo que 95% destes casos são reversíveis com o tratamento cirúrgico (Silva et al, 2004).

2.3 Classificação das cataratas

Em relação a classificação das cataratas, diversos sistemas de classificação subjetivos são descritos na literatura, como: a classificação LOCS (*The Lens Opacities Classification System*) nas versões I a III (Chylack et al, 1988, 1989, 1993) e os sistemas Oxford e Wilmer (Leske, 1996). O LOCS foi desenvolvido para classificar as cataratas senis.

Na classificação LOCS, a lâmpada de fenda é utilizada para identificar a coloração e opacidade nuclear, cortical e subcapsular posterior do cristalino, com a pupila dilatada. LOCS I foi a primeira classificação descrita, apresentando uma escala de zero (sem opacidade) a dois (opacidade definida), para graduar o comprometimento de cada parte anatômica do cristalino (Chylack et al, 1988).

Em 1989, surge a classificação LOCS II, que utilizou quatro imagens-padrão para graduar as opacidades nucleares (NO), cinco imagens para as opacidades corticais (C) e quatro para as subcapsulares posteriores (P) (Chylack et al, 1989).

A classificação LOCS III (1993) (Figura 1) ampliou o número de imagens padrão nas escalas de coloração e opacidade avaliadas. LOCS III fornecia seis imagens de lâmpada de fenda para graduar a coloração (NC1 a NC6) e opacidade do núcleo (NO1 a NO6), cinco imagens obtidas por retroiluminação para a graduação da catarata cortical (C1 a C5), e cinco imagens para catarata subcapsular posterior (P1 a P5). Além de aumentar a escala de graduação das opacidades e colorações do núcleo, também passou a utilizar escala decimal, para qualificar as cataratas que estão nos intervalos das imagens-padrão. Assim, a opacidade e a

coloração do núcleo foram graduadas numa escala decimal, com intervalos regulares, podendo variar de 0,1 a 6,9, e as opacidades do córtex e da cápsula posterior de 0,1 a 5,9 (Chylack et al, 1993). Os autores salientaram que o sistema de classificação LOCS, sistema subjetivo, apresenta boa reprodutibilidade (Chylack et al, 1989; Maraini et al, 1989; Maraini et al, 1991; Chylack et al, 1993).

Em relação aos outros sistemas de classificação, como o sistema Oxford e o sistema Wilmer, ambos utilizam imagens padrão e precisam da análise de um observador. O sistema Oxford baseia-se nas opacidades subcapsulares anteriores e posteriores, corticais e a coloração do núcleo, quantificando as cataratas numa escala de zero a cinco (Sparrow et al, 1986). O sistema Wilmer baseia-se na acuidade visual, densidade e extensão das opacidades (Taylor, West, 1988). Os sistemas subjetivos, na classificação das cataratas mais avançadas, podem apresentar falhas devido a grande variabilidade nas densidades destas cataratas (Chylac, Khu, 2000).

Em relação aos sistemas objetivos, que utilizam escalas contínuas para graduar as densidades das cataratas, o sistema "scheimpflug" analisa e documenta imagens obtidas através de retroiluminação e cortes do segmento anterior do olho. Portanto, este sistema não necessita de um observador (Chylac, Khu, 2000).

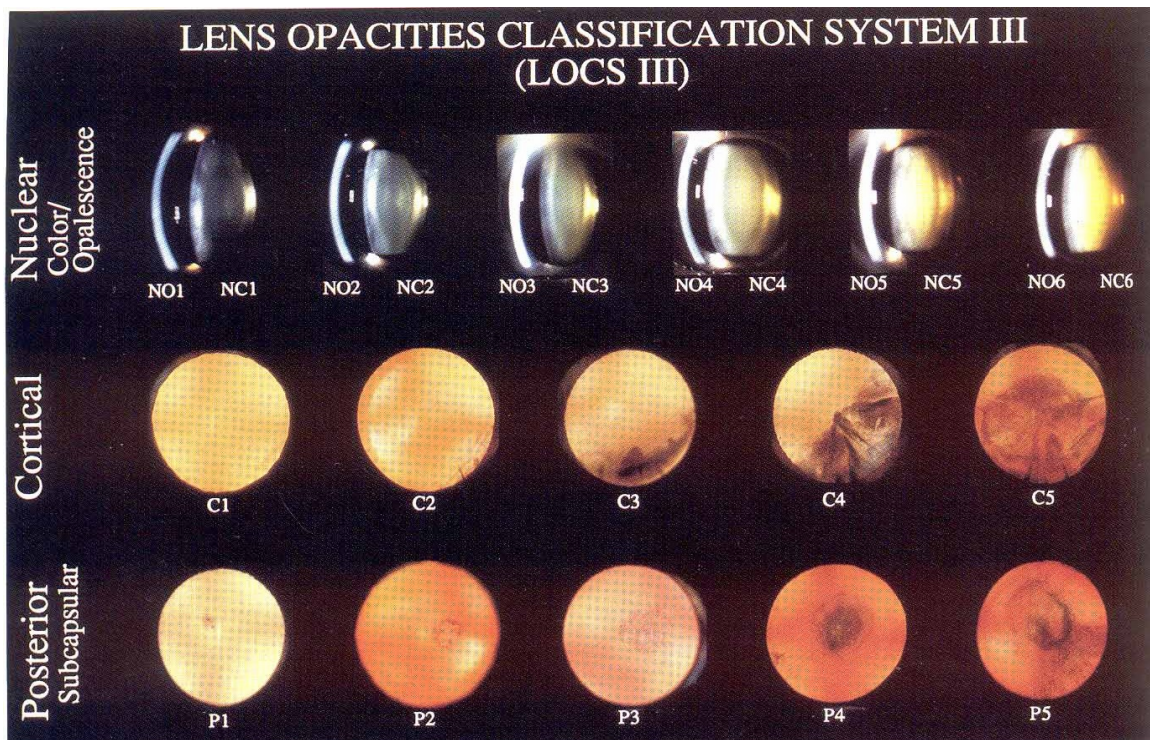


Figura 1 - Sistema de classificação das opacidades do cristalino, versão III (LOCS III). Os padrões de fotografias coloridas devem ser usados pelo examinador para classificar as opacidades do cristalino na lâmpada de fenda, onde NO = opacidade do núcleo, NC = coloração do núcleo, C = opacidade do córtex e P = camada subcapsular posterior.

FONTE: Chylack et al (1993)

2.4 Evolução da cirurgia de catarata

A primeira descrição de uma técnica cirúrgica para catarata foi escrita por Susruta, médico hindu, há aproximadamente 600 anos a.C.. Nesta técnica, denominada Couching, o cirurgião utilizava um instrumento pontiagudo o qual era introduzido pela córnea ou esclera no quadrante temporal, e o cristalino era empurrado para o vítreo (Hirshberg, 1982; Souza, 2006).

Em 1753, Jacques Daviel, oftalmologista francês, propôs a primeira técnica de extração do cristalino para cirurgia de catarata. O cirurgião realizava uma incisão limbar inferior e abertura da cápsula anterior. O núcleo era espremido com manobras de pressão e os restos removidos com cureta, os bordos da incisão eram colocados em

posição, sem sutura. Entretanto, as complicações das técnicas descritas, tais como inflamação importante, alterações pupilares, perda vítrea e opacificação da cápsula posterior, contribuíram para busca de novas alternativas como a remoção do cristalino por inteiro (Emery, 1983).

A remoção do cristalino por inteiro, a cirurgia intracapsular, teve destaque no início do século XX. Diversos avanços, como fórceps, pinças, ventosas, substâncias que produziam a zonulose química, contribuíram para o aprimoramento da técnica (Fasanella, 1963). Com o advento da crioextração do cristalino, a técnica intracapsular popularizou-se mundialmente e teve o auge por volta da década de 1970 (Krwawicz, 1961; Floyd, 1994).

Apesar da recuperação visual, a técnica intracapsular apresentava resultados insatisfatórios, como ametropias, recuperação visual lenta e índices elevados de complicações pós-operatórias (Barraquer et al, 1964; Yannuzzi, 1984; Jaffe et al, 1984).

Com o advento das lentes intra-oculares, implantadas pela primeira vez pelo inglês Harold Hidley em 1949, e aprimoradas por Cornelius Birkhorst na década de 1960, a cirurgia extracapsular voltou a ganhar adeptos (Auffarth, Apple, 2002).

Em 1962, *Charles Kelman* iniciou os primeiros trabalhos para desenvolvimento da facoemulsificação. Esses trabalhos baseavam-se na utilização de diversos modelos de peças para macerar o núcleo, no entanto, as movimentações dos pedaços contra o endotélio e as freqüentes lesões intra-oculares tornaram inviável essa técnica. Após anos de trabalho, Kelman encontrou a resposta, a partir de observações feitas no equipamento de ultra-som utilizado por dentistas para remoção de placas dentárias. Em 1967, apresentou o primeiro equipamento de facoemulsificação, que utilizava a energia ultra-sônica para fragmentar e retirar a catarata por meio de uma pequena incisão, com sistema de irrigação e aspiração (Kelman, 1967).

Esse equipamento era composto de uma caneta, um pedal, mangueiras para irrigação e aspiração e um módulo controlador com bomba. A caneta apresentava um transdutor que criava um campo magnético, gerando a energia ultra-sônica, essa era transmitida a uma ponta de titânio, que apresentava um movimento anteroposterior, a uma freqüência de 40 000 ciclos/segundo. A ponta de titânio era ôca e envolvida por uma luva de silicone. Esse equipamento apresentava um sistema de resfriamento da caneta que impedia o aquecimento da ponta de titânio, e um outro sistema permitia a aspiração da massa emulsificada da catarata. A vantagem desse equipamento consistia no controle

das três operações (ultra-som, irrigação e aspiração) mediante o uso do pedal onde, sobre a pressão do pé, ocorria mudança nos estágios. O primeiro estágio promovia a irrigação, o segundo a aspiração/irrigação e ao terceiro acrescentou-se o ultra-som (Padilha, 1982).

No início, a principal motivação para a facoemulsificação era o tamanho da incisão de 3 mm. No entanto, essa técnica apresentou dificuldades para sua propagação, tais como: o alto custo do equipamento, a curva de aprendizado, as indicações cirúrgicas limitadas e as complicações corneanas freqüentes (Padilha, 1982).

Paralelamente à introdução da facoemulsificação, ocorriam inovações, modificações e desenvolvimento de materiais na cirurgia extracapsular, como as cânulas de irrigação-aspiração mais adequadas, que inicialmente foram descritas por Scheie em 1960, melhoradas por McIntyre 1976 e Simcoe em 1984 (Simcoe, 1979). Em relação às incisões, Richard Kratz em 1977 introduziu o conceito de incisão escleral tunelizada, sendo essa incisão biplanar (Koch, 1991; Ernest, 1991). No entanto, novas modificações surgiram nas incisões, como a incisão escleral triplanar e a "*Frown incision*" (McFarland, 1992; Singer, 1991).

No Brasil, a facoemulsificação foi introduzida em 1975, mostrada inicialmente pelo professor Robert M. Sinsky, e realizada pelos brasileiros: Pedro Moacyr de Aguiar e Afonso Fatorelli, em uma unidade 7007 Cavitron/Kelman (Padilha, 1982). Nesta mesma época, algumas contribuições foram importantes para o aperfeiçoamento da técnica cirúrgica de catarata por facoemulsificação, como a hidrodissociação, a capsulorrexe e as primeiras substâncias viscoelásticas, as quais vieram diminuir o risco deste procedimento (Miller, Stegman, 1980; Masket, 1993).

Em 1980, surgiram as primeiras substâncias viscoelásticas, que possibilitaram aumentar a proteção das estruturas intra-oculares e facilitar as manobras na cirurgia (Miller, Stegman, 1980; Arshinoff, 1999). Faust (1984) introduziu o princípio da hidrodissociação que consistia na colocação de uma cânula abaixo da abertura da cápsula anterior do cristalino, e injetado solução salina para passar por trás do núcleo, separando-o do córtex (Faust, 1984).

Em 1985, Gimbel e Neuhann descreveram a técnica de abertura da cápsula anterior do cristalino, com bordas contínuas, ou seja, a capsulorrexe circular contínua, cujo nome foi modificado para capsulorrexe curvilínea contínua (Gimbel, Neuhann, 1990).

Em 1991, Anis descreveu a técnica de hidrodelineação que consistia na colocação de uma cânula entre o núcleo e epinúcleo, para separá-los através da injeção de solução salina (Anis, 1991).

Com o advento das lentes intra-oculares, a melhora dos facoemulsificadores nos mecanismos de controle eletrônico e as novas técnicas cirúrgicas, que possibilitaram baixos índices de complicações e reabilitação visual mais rápida, a facoemulsificação foi progressivamente ganhando mais adeptos (Rezende, Rezende Filho, 2002).

Diante do exposto, vale ressaltar que a evolução da cirurgia de catarata possibilitou uma redução significativa no tamanho da incisão. Passamos das incisões de 12 mm na cirurgia intracapsular para 10,5 mm na extracapsular e 5,5 a 7,0 mm, no início da facoemulsificação. Com o advento das lentes intra-oculares dobráveis, as incisões foram reduzidas a 3,0 mm e, atualmente, é possível fazer a cirurgia com incisões menores que 1,4 mm (Tsuneoka et al, 2001; Soscia et al, 2002.).

2.5 Técnicas cirúrgicas na facoemulsificação

Os avanços nas técnicas cirúrgicas surgiram da necessidade de métodos nos quais houvesse menor índice de complicações, maior segurança, reprodutibilidade e menor gasto de energia ultra-sônica, ou seja, menor injúria e inflamação da estrutura ocular, e mais rápida reabilitação visual (Fine, 2001). É importante ressaltar que a cirurgia de catarata por facoemulsificação pode ser realizada por diversas técnicas cirúrgicas, que apresentam diferentes graus de dificuldade no aprendizado (Badoza, 1999; Ünal, 2006).

Em 1986, Gimbel apresentou a técnica Dividir para Conquistar (*Divide and Conquer Nucleofractis*. Gimbel, 1991). Essa técnica consiste na emulsificação da parte central do núcleo deixando uma camada fina de núcleo posterior e, com uma espátula e a ponteira do facoemulsificador, esse era dividido em duas metades, sendo então emulsificado e aspirado.

Em 1990, Shepherd propôs realizar um sulco em forma de cruz, o qual servia para dar apoio aos instrumentos (ponteira e espátula) responsáveis pela quebra do núcleo em quatro quadrantes, que eram emulsificados e aspirados. Sua técnica foi chamada *In Situ Nucleofractis* ou *Four-Quadrant Cracking* (Shepherd, 1990).

Em 1991, Fine apresentou a técnica *Chip and Flip* utilizando a hidrodelineação, manobra de injeção de solução salina para separar o núcleo do

epinúcleo (Fine 1992). Com esta manobra era possível delimitar a porção dura do núcleo e removê-la (*Chip*), e com uma espátula empurrar a massa restante (epinúcleo), dando uma cambalhota (*Flip*), e podendo assim ser aspirada. Esta técnica, porém, não permitia tratar núcleos mais duros. Surgiram variantes desta técnica como *Crack and Flip* (Fine et al, 1993), cujo objetivo era usar o epinúcleo para proteger a cápsula posterior durante a emulsificação da porção mais dura do cristalino.

Em 1993, Nagahara apresentou um novo conceito de fratura do núcleo (*Phaco Chop*), que abriu caminho para a conquista de um novo avanço: usar a aspiração do facoemulsificador como o principal instrumento da cirurgia. Sua técnica dispensava a realização de sulcos, diminuindo assim o tempo de uso do ultra-som e, portanto, menor a energia liberada nas estruturas oculares (Hayashi et al, 1994; Zetterström, Laurell, 1995; DeBry et al, 1998; Walkow et al, 2000). A ponteira do facoemulsificador era introduzida no meio do núcleo cristaliniano, fixando-o pela sucção. Um gancho (chamado de *chopper*) era posicionado sob a cápsula posterior, na posição dos ponteiros às 12 horas, e puxado em direção a ponteira, até produzir um corte. Ao se encontrarem, os dois instrumentos eram afastados horizontalmente, dividindo o núcleo em duas porções. A manobra era repetida inúmeras vezes, dividindo o núcleo em pequenos fragmentos, que eram então emulsificados e aspirados (Nagahara, 1993).

Em 1994, Koch e Katzen apresentaram a técnica de *Stop & Chop*, que combinou as técnicas de Gimbel e Nagahara, propondo a realização inicial de um sulco central, para dividir o núcleo em duas metades, as quais eram, então, fragmentadas com o *chopper*, em pequenos pedaços, para facilitar a sua emulsificação.

A técnica de *Phaco Prechop* surgiu inicialmente com os trabalhos de Akahoshi (1998), e consistia na utilização de instrumentos especiais para predividir o núcleo em quatro ou mais partes, dentro do saco capsular, antes da facoemulsificação propriamente dita, permitindo assim uma redução no tempo de ultra-som necessário para a confecção do sulco central. Este autor idealizou, para a realização dessa técnica, uma pinça de ação cruzada (*Akahoshi Prechopper*[®], Asico, Westmont, USA) com vários modelos e um gancho (*Akahoshi Nucleus Sustainer*[®], Asico, Westmont, USA) (Akahoshi, 1999).

A técnica *Nuclear Preslice*, também conhecida por *Null Phaco Chop*, foi outra técnica de *Phaco Prechop* surgida nessa época e difundida por Dodick e Kammann,

que idealizaram *choppers* especiais denominados *Dodick-Kammann Nucleus Chopper*[®] (Katena, Denville, USA) para predividir o núcleo, após a realização da capsulorrexe, hidrodissociação e aspiração do córtex anterior. Os *choppers* eram posicionados dentro do saco capsular a 180° um do outro, sendo puxados por forças vetoras opostas, da periferia para o centro do cristalino, realizando-se a primeira fratura do núcleo. Um dos *choppers* mantinha-se no centro e o outro era colocado no equador e trazido ao seu encontro, realizando-se as fraturas subseqüentes (Dodick, 1999).

Com as técnicas de *Phaco Prechop*, o tempo de ultra-som é reduzido em mais de 50% do requerido pelas técnicas convencionais, com a confecção de sulcos. A divisão do núcleo, prévia à cirurgia, minimiza os movimentos da caneta de facoemulsificação, propiciando menores danos mecânico e térmico à incisão (Akahoshi, 1998).

Mais recentemente, surgiu a cirurgia de catarata denominada microincisão bimanual (*MICS*). Esta abordagem basicamente divide a incisão de 2,8 mm, que muitos cirurgiões atualmente usam na facoemulsificação coaxial, em duas incisões que têm aproximadamente a metade daquele tamanho. Essa nova possibilidade de se fazer a cirurgia através de duas pequenas incisões de 1,5 mm, requeria adequada irrigação pelo *chopper* para manter a câmara anterior estável (Tsuneoka et al, 2001; Agarwal et al, 2001). A cirurgia microincisional tornou-se possível, pois os facoemulsificadores modernos, através do uso de micropulsos de alta frequência, possibilitaram ao cirurgião trabalhar com a ponteira sem a luva de irrigação, sem que houvesse um significativo aquecimento da ponteira e queimadura da incisão. (Soscia et al, 2002).

Esses avanços tecnológicos envolvendo as modulações no ultra-som e na fluídica dos aparelhos facoemulsificadores possibilitaram a realização dessa técnica microincisional com segurança e eficiência. Novos modelos de lentes intra-oculares e manobras cirúrgicas permitiram a inserção das lentes por incisões menores ou iguais a 2 mm (Weikert, 2006). Wilczynski et al (2006) encontraram uma perda de células endoteliais na técnica de microincisão (*MICS*) semelhante à perda endotelial na facoemulsificação convencional, no entanto, a reabilitação visual foi mais rápida na técnica de microincisão.

Em 2005, durante o Congresso da *American Society of Cataract and Refractive Surgery* (ASCRS), Akahoshi propôs a facoemulsificação coaxial com incisão 2,2 mm, mostrando a técnica para o implante da lente intra-ocular. Essa nova proposta de

microincisão através da facoemulsificação coaxial padrão, na qual a maioria dos cirurgiões já estava habilitada, veio se opor ao desenvolvimento e popularização da técnica de microincisão bimanual, uma vez que esta requer uma curva de aprendizado, com possíveis complicações. Ainda permanece a dúvida de qual das duas técnicas é melhor.

2.6 Fontes de energia na facoemulsificação

2.6.1 Energia Ultra-Sônica

Os avanços na facoemulsificação estão caminhando para a utilização de menor energia ultra-sônica. No início valorizava-se o uso do ultra-som para a fragmentação e emulsificação do núcleo do cristalino; no entanto, as máquinas modernas utilizam diversas tecnologias que permitiram redução do tempo de ultra-som, tais como: altos parâmetros de vácuo e aspiração, microprocessadores, tubos e cassetes de alto vácuo, múltiplos programas, novos modelos e movimentos (oscilatório, torsionais) nas ponteiros, e as várias modalidades de ultra-som (pulso, micropulso, hiperpulse, *burst*) (Fine, 2001; Badoza et al, 2003; Akaishi, Silva, 2006; Zarate, 2007).

Na facoemulsificação ultra-sônica, cristais piezoelétricos convertem energia elétrica em mecânica, que emulsifica o núcleo. Uma ponteira de faco convencional move-se a uma frequência entre 25 a 62 KHz e pela vibração da ponteira de titânio originam-se as energias: térmica e cavitacional. A quantidade de calor gerada é proporcional à frequência da operação. Assim o efeito cavitacional para ondas ultra-sônicas de alta frequência gera mais calor. A energia cavitacional resulta de ondas de pressão que emanam da ponteira em todas as direções. Apesar do aumento da energia cavitacional permitir a facoemulsificação em núcleos duros, podem causar dano ao endotélio corneano e produzir edema de córnea irreversível.

O pedal do facoemulsificador, ao ser acionado, gera impulsos elétricos que induzem vibrações dos cristais piezoelétricos da caneta, produzindo energia mecânica que é transmitida para a ponteira de titânio, levando à movimentação longitudinal desta, com amplitude de 120 micra e frequência média de 40 000 Hz. Ao entrar em contato com a superfície do núcleo, essa vibração da ponteira provoca a sua fragmentação em

pequenas partículas, que serão aspiradas pelo sistema de irrigação e aspiração (Linebarger et al, 1999).

O aquecimento da ponteira é evitado pelo líquido de infusão, sendo que problemas no fluxo, durante a facoemulsificação, como a compressão da luva na incisão cirúrgica, obstrução da ponteira por núcleo ou viscoelástico, velocidade de fluxo e vácuo inadequada, levam ao aquecimento da ponteira, causando queimaduras na incisão, com perda de sua capacidade autosealante, edema de córnea e astigmatismo induzido grave (Fine et al, 2002; Wunder, 2004).

A nova geração de facoemulsificadores desenvolveu tecnologia que permite modulações no poder, com um uso mais eficiente e seguro da energia ultra-sônica nas estruturas oculares. Diminuição significativa no calor produzido durante o ultra-som e redução na energia requerida para extração do cristalino opacificado representam passos importantes para uma cirurgia menos traumática.

Atualmente temos disponível a caneta com modalidade torsional OZil® (Alcon), uma caneta hardware / software que utiliza oscilações ultra-sônicas torsionais de uma ponteira de faco para realizar a emulsificação. As oscilações são de 32 kHz (32 000 vezes por segundo). Essa tecnologia permite maior segurança térmica em comparação a outras canetas de ultra-som longitudinal, menor repulsão e melhor *followability* de corte e ergonomia e confiabilidade aperfeiçoadas. A ponteira de faco oscila na junção orifício/caneta, que se traduz em deslocamento “de um lado para outro” da extremidade distal (Zarate, 2007).

2.6.1.1 Energia Ultra-Sônica – Modulações no facoemulsificador Sovereign

O Sovereign (AMO, Santa Ana, EUA) apresenta uma bomba de fluxo peristáltica e uma caneta de quatro cristais, que permite maior eficiência de emulsificação. Em relação ao ultra-som, apresenta três opções: modo contínuo, modo pulsado, modo *burst*. O controle da potência pode ser linear, conforme excursão do pedal no estágio três, ou fixa, um valor predeterminado (painel).

A tecnologia *WhiteStar* apresenta um sistema de micropulsos, que alternam com intervalos ultracurtos (Figura 2). Esse sistema apresenta três tempos de micropulso

(ultra-som ligado), tais como: 4, 6 e 8 milissegundos, e os intervalos (ultra-som desligado) entre os micropulsos podem ser: 4, 6, 8, 12, 18, 24 e 28 milissegundos. Essa tecnologia de micropulsos pode ser empregada no modo contínuo, modo pulso longo e no modo *burst*. A combinação de micropulsos com intervalos ultracurtos permite uma diminuição do efeito *chattering* (Soriano, 2003). A tecnologia *WhiteStar* no *Sovereign* apresenta dez tipos de combinação entre os micropulsos e os intervalos ultracurtos (Figura 3).

O modo pulso convencional (1 pulso ligado = 50 milissegundos) apresenta um ciclo de trabalho de 50%, ou seja, durante um determinado período com o pedal no estágio três a energia ultra-sônica fica 50% do tempo ligada. Enquanto, o modo micropulso (1 micropulso = 4 a 8 milissegundos) proporciona vantagens, pois os períodos intercalados de ultra-som desligado reduzem a força mecânica repelente da ponteira de faco (*chattering*), que vibra de forma longitudinal. A repulsa ou atração dos fragmentos nucleares da catarata é resultado da relação dos vetores da força mecânica repelente da ponteira de faco e a força atrativa da sucção fluídica (Seibel, 2007).

2.6.2 Energia Sônica

A facoemulsificação sônica (Staar Wave[®], Staar Surgical) é outra opção para eliminar o calor e a injúria térmica na córnea. Ela utiliza uma frequência de 40 a 400 Hz, sem gerar energia térmica ou cavitacional (Fine et al, 2002). Em contraste à ponteira ultra-sônica, a ponteira sônica se move sem mudar sua dimensão em comprimento, além de não apresentar aquecimento, enquanto a ponteira ultra-sônica poder exceder 500° C. Também não gera efeito cavitacional. A caneta e a ponteira, as mesmas, podem ser usadas para ambas as modalidades sônica e ultra-sônica, que podem ser alternadas no pedal, conforme se necessite de mais ou menos energia para a emulsificação do núcleo. Para manter a câmara anterior estável mantém-se um balanço positivo entre os fluxos de infusão e aspiração, quando ocorre a desocclusão da ponteira. Isto impede a ocorrência de *surge* (instabilidade da câmara anterior, devido à desocclusão súbita da ponteira) neste sistema (Fine et al, 2002; Wunder, 2004).

A tecnologia NeoSoniX[®](Alcon, Forth Worth, EUA) representa uma modalidade híbrida, envolvendo frequência sônica (movimentos oscilatórios de baixa frequência) em combinação com a facoemulsificação ultra-sônica de alta frequência.

A ponteira com movimento oscilatório, no sistema NeoSoniX[®](Alcon), permite oscilação sônica ($\pm 2^\circ$ de oscilação a 100 Hz), sem gerar energias térmica e cavitacional. Os movimentos da caneta mantêm o córtex reposicionado na ponteira, e uma remoção mais eficiente dos fragmentos nucleares (Akaishi, Silva, 2006).

2.6.3 Energia a Laser

A tecnologia a laser, incluindo o erbium: Yag (Phacolase[®], Zeiss-Meditec) e o neodýmium: Yag (Dodick Photolysis[®]) permitem eliminar a energia térmica e reduzir o poder durante a cirurgia (Höh, Fischer, 2000). No entanto, a eficácia do laser é limitada às cataratas com densidades nucleares de 0 a 3+ e o tempo de facoemulsificação com o laser, apesar de depender da experiência do cirurgião, tende a ser mais longo que com o ultra-som. A principal vantagem da extração da catarata a laser é a ausência da energia térmica, eliminando o risco de queimadura da incisão. A energia do pulso varia de 5 a 50 mJ e a frequência varia de 10 a 100 Hz.

O aparelho Neodymium: Yag Photolysis representa uma modalidade de baixa energia para a extração da catarata. Os valores de energia liberada são comparáveis aos encontrados na faco ultra-sônica, utilizando-se modulações no ultrassom. No entanto o tempo total de cirurgia varia de acordo com a densidade da catarata, variando de 2,14 minutos para núcleos com esclerose de 1+ para 9,8 minutos em núcleos com densidade 3+.

2.6.4 Outras fontes de Energia

A tecnologia Aqualase[®] (Alcon) é um sistema para a extração do cristalino, baseado na emissão de pulsos de solução salina. Para isto, utiliza pulsos de solução salina balanceada aquecida a 60° C (134° F), com frequência de 50 a 100 Hz para dissolver a catarata, com frequência de pulsos de 10 a 50 PPS. Esses pulsos de 4 microlitros são absorvidos pelo fluido aquoso circundante, proporcionando segurança em relação as estruturas intra-oculares. Não há movimento mecânico de ponteira no olho, sendo a aplicação direta no cristalino, ou seja, o jato é refletido da ponteira para dispersar o fluido. Em relação ao micro pulso de energia, quanto mais longo o pulso maior será a energia no pulso, ou seja, o jato será mais forte. Enquanto a energia é aplicada, a pressão na câmara anterior aumenta (Noble, 2007).

Essa modalidade pode demonstrar vantagens em relação à segurança e prevenção de opacificação de cápsula posterior secundária, além de menores chances de romper a cápsula durante a cirurgia, eliminando os riscos térmicos na incisão. No entanto, ainda é limitada pela densidade do núcleo a ser emulsificado, sendo indicada para cataratas de 0 a 3+ (Fine et al, 2002; Olson, 2004; Wunder, 2004).

2.7 Endotélio e Cirurgia de Catarata

A principal função do endotélio corneano é manter a transparência da córnea. O endotélio mantém a transparência da córnea por meio de dois mecanismos: agindo como barreira à entrada de fluidos e a bomba ativa de transporte de íons e água para fora do estroma corneano. O endotélio, camada mais interior da córnea, é formado por uma única camada de células interdigitadas, pobremente aderidas entre si e à sua membrana basal, a membrana de Descemet. As células endoteliais apresentam formas hexagonais, regulares, e estão dispostas em um padrão mosaico (Power, Neves, 1996; Vieira et al, 1999).

A densidade endotelial, no nascimento, é aproximadamente de 3800 células/mm², no adulto varia de 2000 a 3000 células/mm². Essa densidade, no decorrer da vida, apresenta um decréscimo, podendo chegar a menos da metade por volta dos 70 anos (Waring et al, 1982; Davson et al, 1995). Além do decréscimo natural da densidade endotelial, outras condições podem acelerar esse processo, tais como: uveíte, glaucoma, rejeições no transplante de córnea, trauma ocular, córnea guttata, distrofia endotelial de Fuchs, pseudo-esfoliação, cirurgia intra-ocular (Chamon, Belfort Jr, 1996). O mosaico endotelial, após cirurgia de catarata sem complicações, apresenta estabilização de suas alterações em dois a três meses depois da cirurgia (Galin et al, 1979; Schultz et al, 1986).

Paralelamente ao decréscimo da densidade endotelial, natural ou por outras condições, ocorre preenchimento dos espaços vazios pela hiperplasia das células remanescentes, portanto, é importante destacar que o endotélio humano não apresenta a capacidade de regeneração, ou seja, renovação por multiplicação celular (Steinert, 1995). Assim, quando há perda celular, as células adjacentes migram, aumentam seu tamanho e mudam sua morfologia para cobrir a área lesionada (Matsuda et al, 1984; Tuft, Coster, 1990).

Abib (2000) mostrou os valores da densidade endotelial estimada para cada década de vida, a média e o desvio padrão, conforme mostra o quadro a seguir:

Quadro 1 – Densidade endotelial estimada nas décadas de vida

Densidade Endotelial Estimada	Décadas de Vida									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+2d.p.	3.722	3.433	3.384	3.221	3.148	2.890	3.030	2.972	2.983	3.022
+1d.p.	3.339	3.230	3.109	2.979	2.862	2.617	2.655	2.587	2.530	2.543
Média	3.156	3.027	2.834	2.737	2.576	2.344	2.280	2.202	2.077	2.070
-1d.p.	2.873	2.824	2.559	2.495	2.290	2.071	1.905	1.817	1.624	1.594
-2d.p.	2.590	2.621	2.284	2.253	2.004	1.798	1.530	1.432	1.171	1.118

d.p.= desvio padrão

Fonte: Abib, 2000.

A transparência da córnea depende de um número mínimo de 400 a 700 células endoteliais/mm², sem espaços livres entre si, sendo que esse número pode variar de acordo com o funcionamento da bomba endotelial e da pressão intra-ocular (Klice et al, 1988; Abib, 2003).

A morfologia das células endoteliais da córnea muda com a idade, pois com o decréscimo da densidade endotelial ocorre uma hiperplasia, ou seja, quanto maior o decréscimo das células endoteliais maior será o tamanho das células remanescentes (polimegatismo), que assumem formatos diversos (pleomorfismo) para preenchimento dos espaços vazios (Steinert, 1995).

O grau de pleomorfismo e polimegatismo, das células endoteliais, é um indicativo de estresse endotelial ou sofrimento, podendo estar relacionado com diminuição da reserva funcional do endotélio (Abib, 2000).

As células endoteliais podem ser avaliadas por meio da lâmpada de fenda ou microscópio especular, sendo esse último considerado a modalidade semiológica mais objetiva para avaliação endotelial (Abib, 2000).

Em 1968, Maurice descreveu o primeiro microscópio especular. O equipamento utiliza uma fonte de luz com ângulo de incidência fixo e um conjunto óptico que magnifica e capta a imagem refletida (Abib, 2000). O microscópio

especular pode ser de contato ou de não-contato, conforme a maneira de captar a imagem. A reprodutibilidade do exame é boa em ambos os equipamentos.

A função endotelial pode ser avaliada pela mensuração da espessura corneana, ou seja, pela paquimetria (Mishima, 1982; Zetterstrom, 1995). A espessura corneana na região central varia de 500 a 570 μ m, aumentando sua espessura em direção à periferia (660 a 760 μ m) (Milani, Kara-José, 1996). A espessura corneana aumenta transitoriamente após injúria das células endoteliais que ocorre durante a cirurgia intra-ocular (Abib, 2003). A paquimetria pode ser realizada pelos métodos ópticos, de microscopia especular e ultra-sônico (Rocha, 1995). A paquimetria ultra-sônica é método de fácil execução, precisa e portátil (Weiner, 1999; Oliveira et al,2001).

A perda de células endoteliais, que ocorre decorrente da cirurgia da catarata, pode levar a descompensação da córnea e conseqüentemente ao transplante. É importante ressaltar que a perda de células endoteliais é mais acentuada em pacientes operados e a descompensação da córnea pode ocorrer imediatamente após a cirurgia ou nos próximos anos (Bourne et al, 1994; Soong, 1999; Kwitko, 2000; Ishikawa, 2002).

Na cirurgia de catarata por facoemulsificação, diversos fatores, em graus diferentes, podem lesar o endotélio, tais como: a localização e o tamanho da incisão, o tipo de técnica de facoemulsificação, a turbulência ultra-sônica e movimentação de fluidos na câmara anterior, toque no endotélio (fragmentos do núcleo, lente intra-ocular, instrumentos), o colapso da câmara anterior, inflamação exacerbada, aumento da pressão intra-ocular (Hayashi et al, 1996; Pirazzoli et al,1996; Diaz-Valle et al, 1998; Elvira et al, 1999; Kwitko, 2003; Abib, 2007).

3 CASUÍSTICA E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido no Hospital de Olhos de Mato Grosso do Sul (Campo Grande, MS). O estudo foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (Projeto: 099/06 – Anexo) da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP).

3.1 Sujeitos da pesquisa

Foi realizado um estudo prospectivo, do tipo ensaio clínico randomizado, em uma amostra de pacientes com diagnóstico de catarata e indicação cirúrgica. Trinta e dois pacientes (38 olhos) foram selecionados, sendo 10 do sexo masculino e 22 do feminino, com idades entre 60 e 87 anos.

Os pacientes considerados aptos para cirurgia foram informados sobre os cuidados pré e pós-operatórios da cirurgia de catarata. Depois de concordarem em participar do protocolo de pesquisa, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo).

Os pacientes selecionados foram aleatoriamente divididos, por meio de sorteio, em dois grupos: A e B, sendo realizada a cirurgia de catarata por facoemulsificação com a técnica *Nuclear Preslice*, no grupo A (n= 21) com ciclo 14%; e no grupo B (n= 17), com ciclo 67%. Os grupos A e B foram subdivididos, segundo o grau de opacidade do cristalino, em dois subgrupos. Portanto, obteve-se os grupos e subgrupos:

- Grupo A (ciclo 14%)
 - Subgrupo A2: corresponde à classificação LOCS III NO3 NC3 (densidade nuclear 2+)
 - Subgrupo A3: corresponde à classificação LOCS III NO4 NC4 (densidade nuclear 3+)

- Grupo B (ciclo 67%)
 - Subgrupo B2: corresponde à classificação LOCS III NO3 NC3 (densidade nuclear 2+)
 - Subgrupo B3: corresponde à classificação LOCS III NO4 NC4 (densidade nuclear 3+)

As cirurgias foram realizadas por cirurgião experiente (autor da proposta), no centro cirúrgico ambulatorial do Hospital de Olhos MS, no período de novembro a dezembro de 2006. O acompanhamento pós-operatório foi de três meses.

3.1.1 Critérios de inclusão

Foram considerados como critérios de inclusão os pacientes com:

- Catarata nuclear NO3 NC3 e NO4 NC4, segundo a classificação LOCS III (*The Lens Opacities Classification System III*) descrita por Chylack et al (1993) (Figura 1).
- Possibilidade de retorno aos exames por, pelo menos, três meses.

3.1.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos desse estudo os pacientes com um dos critérios abaixo:

- Presença de doenças oculares que pudessem causar dano às células endoteliais, tais como, córnea guttata, distrofia endotelial de Fuchs, pseudo-esfoliação, glaucoma, olhos com história anterior de uveíte,
- Cirurgia prévia do segmento anterior no olho estudado, olho seco;
- Falta de cooperação do paciente e impossibilidade de anestesia local;
- Falta de condições clínicas, ou seja, portadores de hipertensão arterial descompensada, diabetes mellitus e outras doenças sistêmicas;

- Pacientes com complicações intra e pós-operatórias, tais como: ruptura de cápsula posterior com perda vítrea, descentração da lente intra-ocular, descolamento da membrana de Descemet, inflamação exacerbada no pós-operatório com hipertensão ocular, uma vez que tais complicações poderiam interferir nos resultados analisados neste estudo.

3.2 Atributos estudados

3.2.1 Pré-operatório

Foram avaliados, no pré-operatório, os atributos relacionados a homogeneidade entre os grupos, tais como: idade dos pacientes, medida da acuidade visual corrigida, profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, comprimento axial do olho, paquimetria ultra-sônica e densidade das células endoteliais.

3.2.2 Intra-operatório

Foram avaliados os seguintes atributos no intra-operatório:

- Tempo efetivo de ultra-som (*EPT*), definido como o tempo de ultra-som gasto, se 100% da potência tivesse sido usada (Fine et al, 2001)
- Percentual de ultra-som (*AVG%*)
- Volume de infusão na cirurgia

3.2.3 Pós-operatório

Foram avaliados os seguintes atributos no pós-operatório:

- paquimetria ultra-sônica após 24 horas da cirurgia;
- medida da acuidade visual corrigida após 24 horas da cirurgia;
 - densidade das células endoteliais no nonagésimo dia pós-operatório;
 - redução percentual ($\Delta\%$) das células endoteliais, definida como: $\Delta\% = (\text{Pós} - \text{Pré}) \times 100 / \text{Pré}$ (Pré = pré-operatório, Pós = pós-operatório).

- Correlação entre redução percentual ($\Delta\%$) das células endoteliais com: idade dos pacientes, tempo efetivo de ultra-som, percentual de ultra-som, volume de infusão na cirurgia, profundidade da câmara anterior e comprimento axial dos olhos operados

3.3 Avaliações pré e pós-operatórias

Os pacientes, no pré-operatório, foram submetidos aos seguintes exames:

- Avaliação clínica e risco cirúrgico pelo médico clínico.
- Exame oftalmológico:
 - Acuidade visual com correção óptica, utilizando-se a escala de Snellen. Foi feita a conversão da acuidade visual medida para o equivalente LogMar (logaritmo do ângulo mínimo de resolução) para obtenção da acuidade visual dos grupos no pré e no pós-operatório,
 - Exame biomicroscópico com lâmpada de fenda (Topcon 7E, Tokyo, Japan). Foi feita a avaliação da opacidade do cristalino por meio do Sistema de Classificação das Opacidades do Cristalino - LOCS III (Chylack et al, 1993). A avaliação e classificação das cataratas foram feitas por dois examinadores experientes. Nos casos em que houve disparidade na classificação, a opinião de um terceiro examinador foi requerida.
 - Medida da pressão intra-ocular com tonômetro de aplanção (Haag-Streit, Koeniz, Switzerland),
 - Oftalmoscopia indireta (oftalmoscópio indireto, Keeler, Windsor, UK) para avaliação do fundo do olho.
 - Biometria ultra-sônica (PacScan[®] Series 300A, Sonomed, New York, EUA) para cálculo da lente intra-ocular, além de mensurações do comprimento axial do olho, profundidade da câmara anterior e espessura do cristalino. As mensurações biométricas dos olhos estudados foram feitas sempre pelo mesmo examinador, sendo obtidas

cinco medidas centrais na córnea e considerada a média aritmética entre elas, para cada uma das variáveis estudadas.

- Paquimetria ultra-sônica (PacScan[®] Series 200P, Sonomed, New York, EUA) para avaliação da espessura da córnea central no pré-operatório e 24 horas após a cirurgia. As mensurações foram feitas sempre pelo mesmo examinador, treinado que desconhecia a técnica cirúrgica empregada nos pacientes, sendo obtidas cinco medidas centrais na córnea e calculada a média aritmética entre elas.

- Microscopia especular (Specular Microscope SP-01, CSO, Scandicci Firenze - Italia) realizada no pré-operatório e 90 dias após a cirurgia para a contagem das células endoteliais. As avaliações foram feitas pelo mesmo examinador, treinado, que desconhecia a técnica cirúrgica empregada nos pacientes. Foram captadas cinco imagens com boa nitidez da área corneana central dos pacientes integrantes do estudo, para avaliar a regularidade do mosaico endotelial. Realizadas cinco mensurações centrais com contagem das células endoteliais em cada uma delas. Para análise da densidade endotelial, foi considerado o valor mínimo e máximo de células endoteliais e calculada a média aritmética entre eles.

As avaliações pós-operatórias foram feitas nos dias 1, 7, 15, 30 e 90, sendo os exames oftalmológicos realizados sempre por dois examinadores. No retorno do primeiro dia, foi avaliada a acuidade visual corrigida e a paquimetria ultra-sônica. No retorno de 90 dias, foi avaliada a microscopia especular.

O tratamento pós-operatório foi feito com colírios de gatifloxacino 0,3% (Zymar[®], Allergan, Guarulhos, Brasil), quatro vezes ao dia, durante 10 dias, e acetato de prednisolona 1,0% (Pred Fort[®], Allergan, Guarulhos, Brasil), inicialmente de quatro em quatro horas, com redução progressiva, por 30 dias.

3.4 Procedimento cirúrgico

As cirurgias foram feitas pelo mesmo cirurgião, experiente e habilitado na técnica, sendo que ele só sabia qual ciclo utilizar no momento da cirurgia. A escolha do ciclo cirúrgico foi aleatória, sendo que a primeira e a segunda cirurgia do dia eram sorteadas, e as duas remanescentes seguiam a escala, de tal forma que, num dia cirúrgico, igual número de cirurgias era realizado com ambos os ciclos.

A dilatação pupilar foi realizada 30 minutos antes da cirurgia, com os colírios de Tropicamida (Mydracyl[®] 1%, Alcon, São Paulo, Brasil) e Cloridrato de Fenilefrina (Fenilefrina[®] 10%, Allergan, Guarulhos, Brasil); instilando-se cada colírio três gotas no olho a ser operado.

Foi utilizada anestesia local peribulbar com xylocaína a 2% (AstraZeneca, Cotia, Brasil), 4 ml,. Utilizou-se o baroftalmo por 15 minutos antes do início da cirurgia.

Em relação a assepsia, foi utilizado colírio de iodopovidine a 5% (OPHTHALMOS, São Paulo, SP), solução tópica de polivinilpirrolidona a 5% e campo plástico estéril descartável para proteção dos cílios.

O aparelho facoemulsificador usado foi Sovereign[®] 6.0 com sistema *White Star*[®] (AMO, Santa Ana, EUA). Durante as cirurgias foram padronizados a altura do frasco, a solução salina e o viscoelástico utilizados, além dos seguintes parâmetros no facoemulsificador: vácuo, aspiração (*flow rate*) e ultra-som.

Foram avaliados durante o procedimento: potência média de ultra-som, tempo efetivo do ultra-som (EPT) e volume de infusão. Estes parâmetros foram comparados nos ciclos de ultra-som, sendo os resultados submetidos à análise estatística.

3.4.1 Padronização dos materiais cirúrgicos

Em relação aos materiais utilizados na cirurgia, foram padronizados:

- Microscópio cirúrgico Leica M500 (Heerbrugg, Switzerland)
- Facoemulsificador Sovereign[®] 6.0, WhiteStar[®] (AMO, Santa Ana, EUA)
- Microtip 20G, 30° (AMO, Santa Ana, EUA)
- *Choppers* (Dodick-Kammann Nucleus Chopper[®], Katena, Denville, EUA)

- Lente intra-ocular: *Sensar*[®] (AMO, Santa Ana, EUA)
- Viscoelástico- Metilcelulose 2%, *Ophthalmos*[®] (Brasil)
- Solução salina balanceada (*AQSIA*[®], BAUSCH&LOMB, Rochster, EUA)
- Carbacol intra-ocular 0,01%, *Ophthalmos*[®] (Brasil)

3.4.2 Padronização dos parâmetros do facoemulsificador

Em relação aos parâmetros da facoemulsificação, foram padronizados:

- Ultra-som
 - Potência linear
 - Potência máxima 30% sem oclusão da ponteira
 - Potência máxima 30% com oclusão da ponteira
 - Liberação de potência *WhiteStar*[®] com ciclo 14% e 67%
- Aspiração com facoemulsificação
 - linear
 - modo sem oclusão da ponteira 44 cm³/min
 - modo com oclusão da ponteira 16 cm³/min
- Vácuo com facoemulsificação
 - Panel
 - 300 mmHg
 - Limiar 150 mmHg com oclusão ponteira
- Altura do frasco 76 cm

Em relação aos parâmetros da irrigação/aspiração, foram padronizados:

- Aspiração
 - Panel
 - 36 cm³/min
- Vácuo
 - Linear
 - 500
- Altura do frasco 76 cm

Os pulsos de ultra-som eram controlados de forma manual pelo cirurgião.

Em relação aos parâmetros utilizados nesse estudo, o ciclo de ultra-som (US) 14% apresenta a relação de 4 milissegundos de ultra-som ligado para 24

milissegundos desligado. O ciclo de ultra-som 67% apresenta a relação de 8 milissegundos de ultra-som ligado para 4 milissegundos desligado. O coeficiente entre tempo de US ligado (lig. US) e a soma de tempo do US ligado (lig. US) mais o tempo do US desligado (deslig. US) é chamado ciclo de trabalho (DC) (Badoza et al, 2003).

$$DC = \frac{\text{lig. US}}{\text{lig. US} + \text{deslig. US}}$$

3.5 Facoemulsificação pela técnica *Nuclear Preslice* (Dodick, 1999)

3.5.1 Incisão

Os pacientes foram submetidos à incisão límbica temporal com lâmina de safira (Huco[®], Witzerland) de 2,75 mm, em ambos os olhos (na posição de 10 horas no olho direito e de duas horas no olho esquerdo). Em seguida, preenchimento da câmara anterior com viscoelástico (Metilcelulose a 2%, Ophthalmos[®] - Brasil) e incisão acessória (paracentese) a 80° da incisão principal, com lâmina de safira (Huco[®], Witzerland) de 1,0 mm.

3.5.2 Capsulorrexe, hidrodissociação

A capsulorrexe foi realizada através da incisão principal, utilizando-se uma pinça Utrata, em sentido horário, com diâmetro aproximado de 5,5 mm. A hidrodissociação foi realizada com a cânula 25 gauge.

3.5.3 Técnica *Nuclear Preslice*

Foi utilizada a técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice*, seguindo a descrição de Dodick (1999), que consiste:

- Na aspiração do córtex anterior delimitando a capsulorrexe;
- Introdução dos *choppers* (Dodick-Kammann Nucleus Chopper[®], Katena, Denville, EUA), através da incisão principal e paracentese;
- Os *choppers* são posicionados no equador do cristalino, abaixo da cápsula anterior, a 180° um do outro. São então trazidos um de encontro ao outro da

periferia para o centro do cristalino, realizando-se a primeira núcleo-fratura (cristalino dividido em duas metades- Figura 4);

- Um dos *choppers* mantém-se no centro e o outro é colocado no equador (de uma metade) e trazido ao seu encontro, realizando a segunda núcleo-fratura. Posicionando-se o chopper novamente, realiza-se a terceira núcleo-fratura. Temos o núcleo dividido em quatro quadrantes (Figuras 5 e 6);
- Utilizando-se os parâmetros descritos, os quadrantes são emulsificados

3.5.4 Aspiração do córtex

A aspiração do córtex foi realizada pela incisão principal, utilizando-se a caneta de irrigação-aspiração automatizada.

3.5.5 Implante da lente intra-ocular

Foram utilizadas lentes intra-oculares acrílicas (*Sensar*[®], AMO, EUA). Todas as lentes foram implantadas no saco capsular com injetor (*Unfolder Emerald*[®], AMO, EUA), através da incisão principal. Foi utilizado, após implante da lente, carbacol intra-ocular 0,01% (*Ophthalmos*) na câmara anterior.

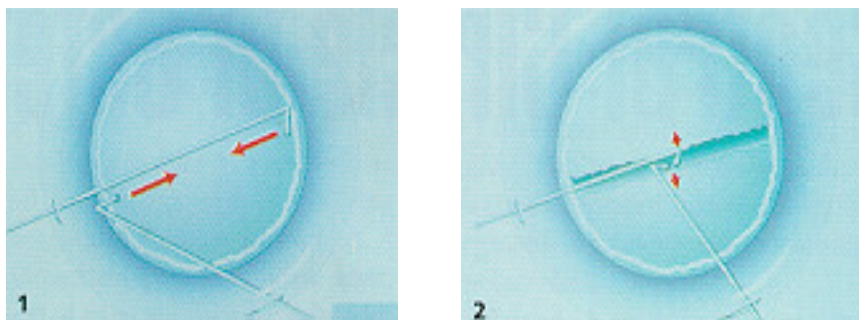


Figura 4 - Técnica Nuclear Preslice- Primeira núcleo-fratura: os chopppers são posicionados dentro do saco capsular, a 180° um do outro, sendo puxados por forças vetoriais opostas.

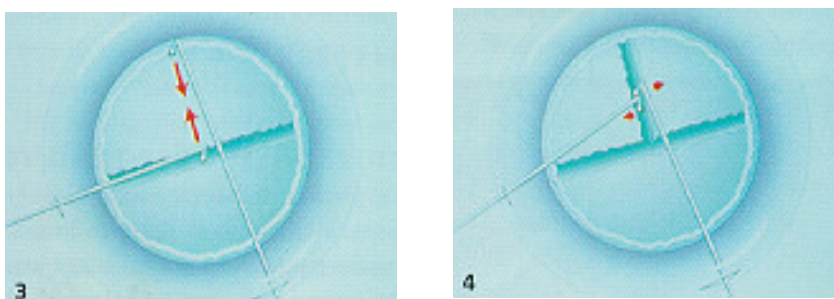


Figura 5 - Técnica Nuclear Preslice- Segunda núcleo-fratura: um dos *choppers* mantém-se no centro, e o outro é colocado no equador (de uma metade) e trazido ao seu encontro, realizando a 2ª núcleo-fratura.

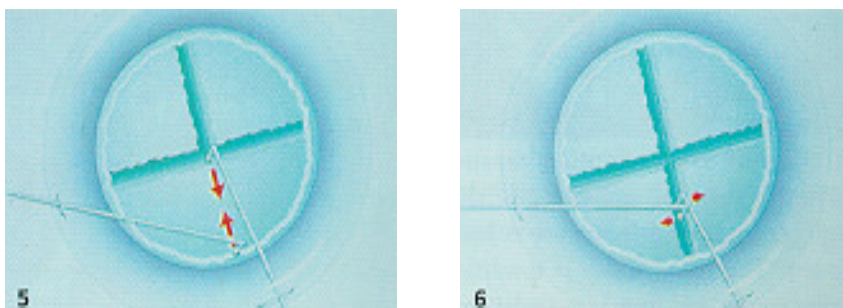


Figura 6: Técnica Nuclear Preslice- Terceira núcleo-fratura: um dos *choppers* mantém-se no centro, e o outro é colocado no equador (da outra metade) e trazido ao seu encontro, realizando a 3ª núcleo-fratura. Temos o núcleo do cristalino dividido em quatro quadrantes.

3.6 Método estatístico

Os dados obtidos foram analisados por meio de:

- Testes não paramétricos:
 - Mann-Whitney (Siegel, 1975), para duas amostras independentes
 - Kruskal- Wallis (Siegel, 1975), para “k” amostras independentes, complementado quando necessário pelo teste de Comparações Múltiplas (Holander, 1973).
 - Wilcoxon (Siegel, 1975), para duas amostras não-independentes
 - Correlação de Spearman,

Os testes não paramétricos utilizados levaram em consideração a natureza das variáveis estudadas.

- Teste de Mann-Whitney foi aplicado para:
 - Avaliar a homogeneidade entre os grupos no pré-operatório
 - Comparação entre os grupos das variáveis intra-operatórias
- Teste de Kruskal- Wallis foi aplicado para:
 - Avaliar possíveis diferenças entre os subgrupos
- Teste de Wilcoxon foi aplicado para:
 - Avaliar possíveis diferenças entre os períodos pré e pós-operatório, dentro de cada subgrupo
- Teste de Correlação de Spearman foi aplicado para:
 - Avaliar correlação das variáveis.

O nível de significância para rejeição da hipótese de nulidade foi fixado sempre em um valor menor ou igual a 0,05 (5%). Quando a estatística calculada apresentou significância, usamos um asterisco (*) para caracterizá-la; caso contrário, isto é, não significante, usamos NS.

Para avaliar diferenças entre os subgrupos do pré ao pós-operatório, preferimos definir a seguinte variável:

$$\Delta\% = \frac{\text{Pós} - \text{Pré}}{\text{Pré}} \times 100$$

Em relação ao $\Delta\%$, o sinal negativo significou diminuição do valor da variável no período pós-operatório, enquanto o sinal positivo significou um aumento do valor da variável no mesmo período.

Os testes não paramétricos independem da distribuição dos dados nas amostras e não utilizam as médias como parâmetros para cálculo dos testes, sendo assim, foram apresentados à média como dado adicional.

4. RESULTADOS

4.1 Parâmetros pré-operatórios

Inicialmente compararam-se os dois grupos em relação à idade dos pacientes, acuidade visual corrigida, paquimetria central da córnea, densidade das células endoteliais, profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino e comprimento axial, com a finalidade de verificar a homogeneidade entre eles, no pré-operatório.

Trinta e oito cirurgias foram realizadas, seguindo o protocolo proposto, sendo no grupo do ciclo de ultra-som (US) 14%, seis pacientes do sexo masculino (31,6%) e treze do feminino (68,4%). No ciclo de US 67%, quatro pacientes eram do sexo masculino (33,3%) e nove do feminino (66,7%). As tabelas de 1 a 7 mostram os valores individuais, as médias, e análise dos resultados pelo teste de Mann-Whitney, das seguintes variáveis: idade dos pacientes, acuidade visual corrigida, paquimetria central da córnea, densidade das células endoteliais, profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino e comprimento axial, nos grupos A (ciclo de US 14%) e B (ciclo de US 67%).

A tabela 1 mostra as idades dos pacientes segundo o ciclo de US utilizado na técnica *Nuclear Preslice*. O grupo A (21 olhos) apresenta pacientes com idade média de 69,3 e o grupo B (17 olhos) apresenta pacientes com idade média de 71,6. De acordo com o teste estatístico, não existe diferença significativa entre os grupos (p -valor = 0,48).

A tabela 2 mostra a acuidade visual corrigida pré-operatória. O teste estatístico mostrou que não houve diferença significativa entre os pacientes dos grupos A e B (p -valor= 0,67).

A tabela 3 mostra a paquimetria central da córnea nos grupos A e B. O teste estatístico mostrou que não houve diferença significativa entre os grupos.

A tabela 4 mostra a densidade de células endoteliais pré-operatória, segundo a densidade das cataratas operadas, nos grupos A e B. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos e subgrupos, quanto à densidade de células endoteliais pré-operatória.

As tabelas 5 a 7 mostram, respectivamente, a profundidade da câmara anterior, a espessura do cristalino e o comprimento axial dos olhos operados em ambos os grupos. Pela análise estatística, não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Foi observado, por meio do teste de Mann-Whitney, que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos A e B quanto às variáveis pré-operatórias estudadas. Assim sendo, os grupos foram considerados homogêneos.

TABELA 1 - IDADES (EM ANOS COMPLETOS) DOS PACIENTES SEGUNDO O CICLO DE US UTILIZADO NA TÉCNICA *NUCLEAR PRESLICE*, MÉDIAS E RESULTADOS DA ESTATÍSTICA

Ciclo de US	Idades	
	14%	67%
	64	78
	64	73
	77	64
	77	76
	73	60
	73	70
	70	65
	70	67
	60	76
	60	68
	62	76
	73	87
	63	64
	71	83
	72	83
	72	65
	68	62
	66	
	78	
	73	
	70	
Médias	69,3	71,6

Teste de Mann – Whitney

Z calc= - 0,721 **NS** p = 0,48

Tabela 2 – Acuidade visual corrigida pré-operatória, em LogMar, na técnica *Nuclear Preslice*, nos ciclos de US 14% e 67%, médias e resultados da estatística

Ciclo US	Acuidade Visual	
	14%	67%
	0,48	0,48
	0,48	0,48
	0,48	0,70
	0,48	0,48
	0,60	1,00
	0,60	0,60
	0,60	0,48
	0,60	0,48
	1,00	0,60
	0,48	0,70
	0,70	1,00
	1,30	1,30
	1,00	0,60
	1,30	0,60
	1,00	1,30
	1,0	1,0
	0,60	1,0
	1,30	
	1,00	
	0,60	
	1,30	
Médias	0,80	0,75

Teste de Mann – Whitney

Z calc= -0,453 **NS** p= 0,67

Tabela 3 – Paquimetria central corneana pré-operatória (μ) na técnica *Nuclear Preslice* segundo o ciclo de US, médias e resultados da estatística

Ciclo US	Paquimetria	
	14%	67%
	536	545
	533	565
	558	518
	556	549
	500	510
	561	530
	549	516
	558	589
	510	547
	543	525
	528	545
	550	490
	555	516
	535	534
	500	528
	500	499
	535	560
	545	
	492	
	469	
	533	
Médias	530,8	533,3

Teste de Mann – Whitney

Z calc= -0,176 **NS** p= 0,87

Tabela 4 – Densidades das células endoteliais pré-operatórias (mm^2) na técnica *Nuclear Preslice* segundo o ciclo de US, nos subgrupos, médias e resultados da estatística

Ciclo US	14%		67%	
	A ₂	A ₃	B ₂	B ₃
	2809	2462	2061	2730
	2476	2308	2518	1918
	2583	1876	2315	1399
	2510	2096	2631	2490
	2183	2004	2196	1993
	2524	2670	2188	1641
	2430	2514	2532	2300
	2092	1745	2261	2501
	2194	2066	2333	
	2223	2333		
	2310			
Média	2394,0	2207,4	2337,2	2121,5

A₂: núcleo 2+ A₃: núcleo 3+ B₂: núcleo 2+ B₃: núcleo 3+

Teste de Mann – Whitney

Grupo A: A₂ X A₃

Grupo B: B₂ X B₃

Z calc= -1,48 **NS** p = 0,14

Z calc= -1,06 **NS** p = 0,31

A₂ = A₃

B₂ = B₃

Teste de Mann – Whitney

(A₂ + A₃) X (B₂ + B₃)

Z calc= - 0,352 **NS** p= 0,73

(A₂ + A₃) = (B₂ + B₃)

Teste de Kruskal- Wallis

A₂ X A₃ X B₂ X B₃

X² calc= 3,26 **NS** p= 0,35

A₂ = A₃ = B₂ = B₃

Tabela 5 – Profundidade da câmara anterior (mm) dos olhos operados pela técnica *Nuclear Preslice* segundo o ciclo de US, médias e resultados da estatística

Ciclo US	Profundidade da CA	
	14%	67%
	2,73	3,35
	2,82	2,53
	3,40	2,73
	3,54	2,44
	3,10	3,02
	3,02	3,21
	3,16	3,11
	3,35	3,00
	3,20	3,06
	3,31	2,32
	3,30	3,21
	3,06	3,50
	3,06	2,73
	2,92	2,6
	2,35	2,4
	2,39	3,41
	2,30	2,83
	3,40	
	3,54	
	2,63	
	2,82	
Médias	3,0	2,9

Teste de Mann – Whitney

Z calc= -0, 837 **NS** p – valor = 0,41

Tabela 6 - Espessura do cristalino (mm) dos olhos operados pela técnica *Nuclear Preslice* segundo o ciclo de US, médias e resultados da estatística

Ciclo US	Espessura cristalino	
	14%	67%
	4,89	3,87
	4,73	5,6
	3,77	4,33
	3,77	4,17
	4,40	4,43
	3,26	3,61
	3,67	3,92
	4,79	3,43
	3,88	4,12
	3,90	4,51
	4,79	3,97
	3,46	3,8
	3,87	4,33
	3,00	4,4
	4,50	4,3
	4,56	3,8
	4,49	3,62
	3,77	
	3,77	
	4,23	
	3,61	
Médias	4,1	4,1

Teste de Mann – Whitney

Z calc= - 0,294 **NS**

p= 0,78

Tabela 7 - Comprimento axial (mm) dos olhos operados pela técnica *Nuclear Preslice* segundo o ciclo de US, médias e resultados da estatística

Ciclo US	Comprimento axial	
	14%	67%
	22,35	23,17
	22,40	22,95
	24,33	21,92
	24,09	23,12
	23,51	24,14
	23,56	23,75
	23,03	23,37
	23,03	23,11
	23,06	22,35
	23,00	22,11
	23,51	23,37
	22,98	22,40
	22,28	21,82
	22,93	22,23
	22,23	22,16
	22,35	23,60
	22,09	25,35
	23,75	
	22,59	
	22,16	
	25,30	
Médias	23,1	23,0

Teste de Mann – Whitney

Z calc= - 0, 250 **NS** p= 0,81

4.2 Parâmetros intra-operatórios

A tabela 8 apresenta o tempo efetivo de ultra-som nas cirurgias realizadas pela técnica *Nuclear Preslice* com ciclos de ultra-som (US) 14% e 67%. Observou-se pela análise dos resultados que cataratas com densidade nuclear 2+ não apresentaram tempos efetivos de ultra-som significativamente diferentes entre os ciclos estudados.

O teste de comparações múltiplas mostrou que as cirurgias de catarata pelo ciclo 67% apresentaram tempo efetivo de ultra-som significativamente maior do que as cirurgias pelo ciclo 14% nas cataratas com densidade nuclear 3+ (tabela8, gráfico 1).

A tabela 9 mostra o percentual de ultra-som (AVG%) utilizado em ambos os ciclos de ultra-som, segundo os subgrupos (A2, A3, B2, B3) das cataratas operadas. Os valores médios observados foram, respectivamente, 1,6% e 1,7% para o ciclo de US 14%, e 3,7% e 7,7% para o ciclo 67%. De acordo com o teste estatístico, não houve diferença significativa ($p\text{-valor}=0,54$) no percentual de ultra-som utilizado nos grupos A2 (núcleo 2+) e A3 (núcleo 3+). Porém, para o ciclo de ultra-som 67%, observou-se diferença significativa, sendo que o grupo B3 (densidade nuclear 3+) apresentou maior AVG% do que o grupo B2 (densidade nuclear 2+). Ao se comparar o AVG%, entre os subgrupos, notou-se diferença significativa ($p\text{-valor} < 0,001$) sendo que os subgrupos B2 e B3 (ciclo de US 67%) apresentaram maior AVG%.

Ao observar os boxplots de cada AVG% dos grupos (gráfico 2), nota-se que existe diferença entre as distribuições dos grupos. Pois apenas os boxplots do A2 e A3 se interceptam, os outros estão separados.

Tabela 8 – Tempo efetivo de ultra-som (seg) na técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos 14% e 67%, segundo os subgrupos, médias e resultados da estatística

Ciclo US EPT	14%		67%	
	A2	A3	B2	B3
	1,08	2,67	1,66	5,07
	0,69	2,27	0,92	16,77
	1,38	1,80	1,32	5,08
	1,04	1,81	1,37	6,60
	0,55	2,12	0,64	6,20
	0,45	1,36	0,74	5,67
	1,40	1,69	1,02	7,01
	1,12	2,96	1,21	5,90
	0,72	3,71	0,78	
	0,61	2,27		
	0,91			
Médias	0,9	2,3	1,1	7,3

A2: núcleo 2+ A3: núcleo 3+ B2: núcleo 2+ B3: núcleo 3+

Teste de Mann – Whitney

Grupo A: A2 X A3
Z calc= - 3,61* p < 0,001

Grupo B: B2 X B3
Z calc= - 3,47* p < 0,001

A2 ≠ A3

B2 ≠ B3

Teste de Mann – Whitney

(A2 + A3) X (B2 + B3)

Z calc= - 1,6 **NS** p = 0,11

(A2 + A3) = (B2 + B3)

Teste de Kruskal- Wallis

A2 X A3 X B2 X B3

X² calc= 29,96* p < 0,001
A2 = B2; A3 ≠ B2; A2 ≠ B3; A3 ≠ B3

Teste de Mann – Whitney

Técnica A: A2 X B2

Técnica B: A2 X B3

Z calc= - 1,02 p = 0,33

Z calc= -3,63 p < 0,001

A2 = B2

A2 ≠ B3

Técnica A: A3 X B2

Técnica B: A3 X B3

Z calc= -3,51 p < 0,001

Z calc= -3,55 p < 0,001

A3 ≠ B2

A3 ≠ B3

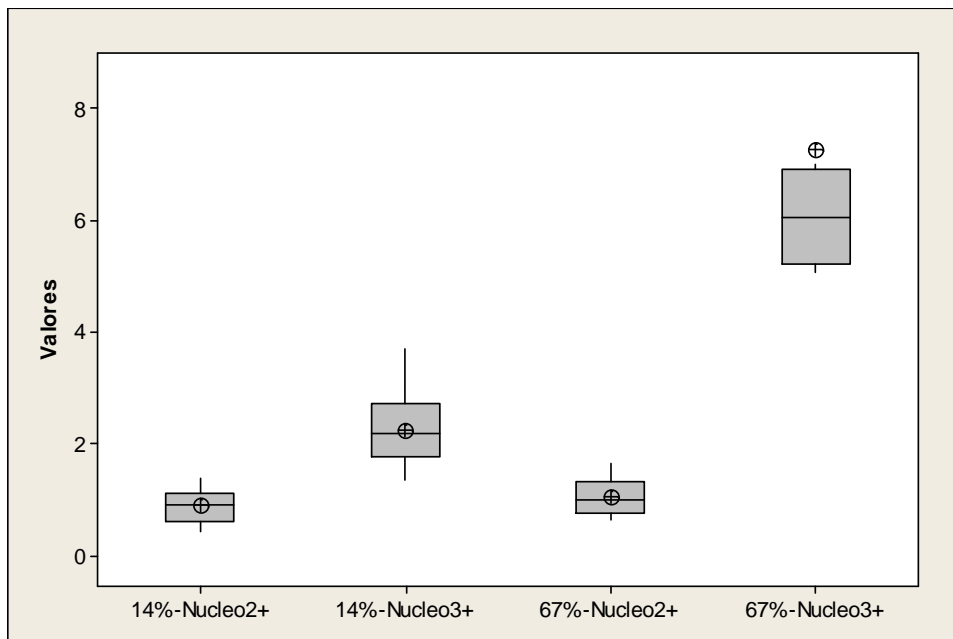


Gráfico 1 - Boxplot da variável tempo efetivo de ultra-som (seg) segundo as densidades do núcleo

Tabela 9 – Percentual de ultra-som (AVG%) na técnica Nuclear Preslice com ciclo 14% e 67%, segundo os subgrupos, médias e resultados da estatística

Ciclos US Percentual US	14%		67%	
	A2	A3	B2	B3
	2,1	2,1	5,4	7,4
	1,3	1,7	2,5	9,5
	2,2	1,4	3,4	7,0
	1,9	1,2	4,4	6,4
	1,5	2,0	3,8	7,1
	1,5	0,9	3,0	9,4
	1,5	1,6	4,6	8,1
	1,5	1,6	3,2	6,9
	1,4	2,5	3,2	
	1,9	2,2		
	1,2			
Médias	1,6	1,7	3,7	7,7

A2: núcleo 2+ A3: núcleo 3+ B2: núcleo 2+ B3: núcleo 3+
 Teste de Mann – Whitney

Grupo A: A2 X A3

Z calc= -0,64 **NS**

A2 = A3

Grupo B: B2 X B3

p= 0,54 Z calc= - 3,47* p < 0,001

B2 ≠ B3

Teste de Mann – Whitney

(A2 + A3) X (B2 + B3)

Z calc= - 5,23* p < 0,001

(A2 + A3) ≠ (B2 + B3)

Teste de Kruskal- Wallis

A2 X A3 X B2 X B3

X² calc= 30,01* p < 0,001

A2,A3 ≠ B2; A2,A3 ≠ B3

Teste de Mann – Whitney

Técnica A: A2 X B2

Z calc= - 3,77 p < 0,001

A2 ≠ B2

Técnica A: A3 X B2

Z calc= -3,68 p < 0,001

A3 ≠ B2

Técnica B: A2 X B3

Z calc= -3,78 p < 0,001

A2 ≠ B3

Técnica B: A3 X B3

Z calc= -3,49 p < 0,001

A3 ≠ B3

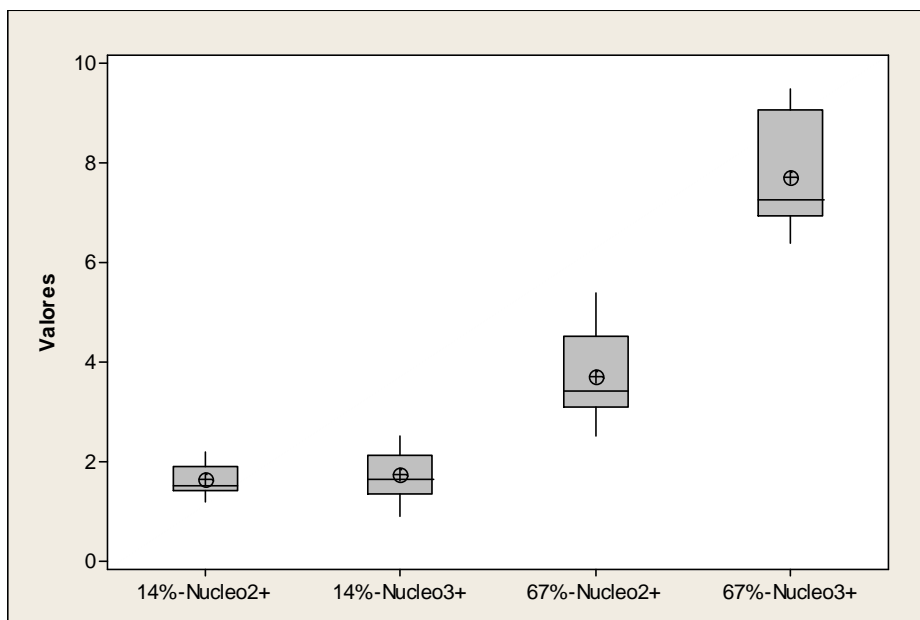


Gráfico 2 - Boxplot da variável percentual de ultra-som (AVG%) segundo as densidades do núcleo

A tabela 10 apresenta o volume de infusão utilizado durante as cirurgias. Observou-se no ciclo de US 14% um consumo médio de solução salina, segundo os subgrupos A2 e A3, de 115,5 ml e 178 ml, respectivamente. O ciclo de 67% teve um consumo médio de solução salina, segundo os subgrupos B2 e B3, de 108,9 ml e 171,3 ml, respectivamente. De acordo com os teste de Mann-Whitney houve diferença significativa nos volumes de infusão intragrupos em ambos os ciclos (p-valores < 0,001 em ambos), sendo que em ambos os ciclos o volume de infusão é maior para os núcleos 3+.

O gráfico 3 mostra os *boxplots* para cada grupo. Observou-se a presença de alguns *boxplots* que se coincidem, ou seja, não se diferenciam.

Tabela 10 – Volume de infusão (ml) na técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos 14% e 67%, segundo os subgrupos, médias e resultados da estatística

Ciclo de US Volume	14%		67%	
	A2	A3	B2	B3
	110	170	130	160
	140	180	110	200
	130	150	100	170
	90	190	90	180
	100	180	130	170
	80	190	100	160
	140	180	110	170
	150	200	110	160
	130	170	100	
	100	170		
	100			
Médias	115,5	178,0	108,9	171,3
	A2: núcleo 2+	A3: núcleo 3+	B2: núcleo 2+	B3: núcleo 3+

Teste de Mann – Whitney

Grupo A: A2 X A3

Grupo B: B2 X B3

Z calc= - 3,86* p < 0,001

Z calc= - 3,5* p < 0,001

A2 ≠ A3

B2 ≠ B3

Teste de Mann – Whitney

(A2 + A3) X (B2 + B3)

Z calc= - 0,66 **NS** p = 0,51

Teste de Kruskal- Wallis

X² calc =28,33* p < 0,001

A2 = B2; A3 ≠ B2; A2 ≠ B3, A3 = B3

Teste de Mann – Whitney

Técnica A: A2 X B2

Técnica B: A2 X B3

Z calc= -0,54 p 0,58

Z calc= -3.65 p < 0,001

A2 = B2

A2 ≠ B3

Técnica A: A3 X B2

Técnica B: A3 X B3

Z calc= -3,70 p < 0,001

Z calc= -1,32 p 0,20

A3 ≠ B2

A3 = B3

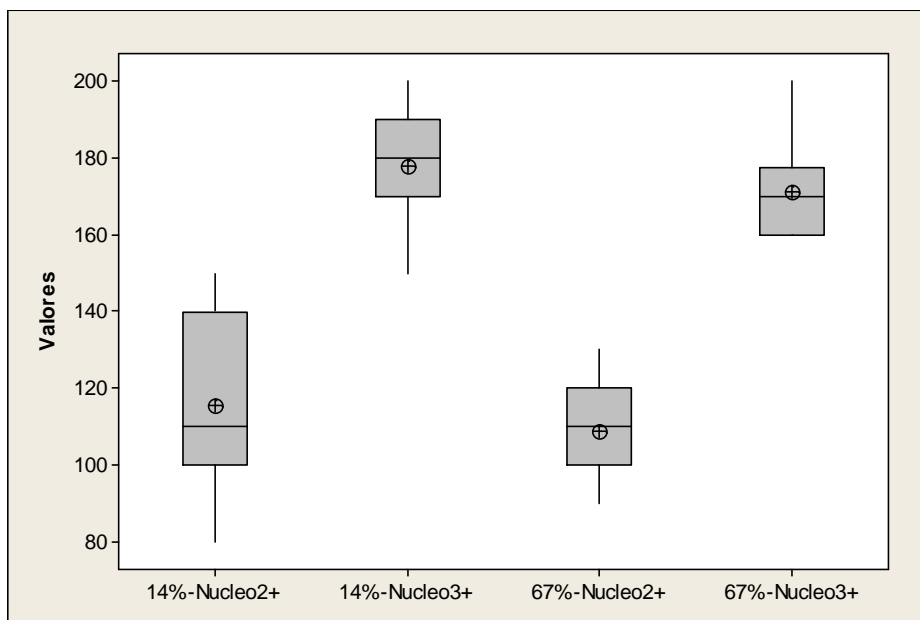


Gráfico 3 - Boxplot da variável volume de infusão segundo as densidades do núcleo

4.3 Pós-operatório

A tabela 11 apresenta a diferença entre as acuidades visuais, pré e pós-operatória de 24 horas nos pacientes dos dois grupos estudados. Em ambos os ciclos, há diferença entre a acuidade visual pré-operatória e pós-operatória (p -valores $< 0,001$). Ambos os ciclos apresentam um acréscimo percentual estatisticamente significativo na acuidade visual pós-operatória em relação à pré-operatória. Contudo, não há diferença significativa, no acréscimo da acuidade visual, dos ciclos de US 14% e 67% (p -valor = 0,72).

Tabela 11 – Acuidade visual pré e pós-operatória 24 horas, em logMar, na técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos de US 14% e 67%. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística

Ciclo US	14%			67%		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
Ac. Visual	0,48	0,18	-0,63	0,48	0,00	-1,00
	0,48	0,00	-1,00	0,48	0,00	-1,00
	0,48	0,10	-0,79	0,70	0,10	-0,86
	0,48	0,10	-0,79	0,48	0,10	-0,79
	0,60	0,10	-0,83	1,00	0,18	-0,82
	0,60	0,00	-1,00	0,60	0,10	-0,83
	0,60	0,18	-0,70	0,48	0,00	-1,00
	0,60	0,00	-1,00	0,48	0,00	-1,00
	1,00	0,00	-1,00	0,60	0,10	-0,83
	0,48	0,00	-1,00	0,70	0,10	-0,86
	0,70	0,10	-0,86	1,00	0,10	-0,90
	1,30	0,10	-0,92	1,30	0,70	-0,46
	1,00	0,30	-0,70	0,60	0,10	-0,83
	1,30	0,18	-0,86	0,60	0,30	-0,50
	1,00	0,30	-0,70	1,30	0,30	-0,77
	1,00	0,30	-0,70	1,00	0,30	-0,70
	0,60	0,10	-0,83	1,00	0,18	-0,82
	1,30	0,18	-0,86			
	1,00	0,48	-0,52			
	0,60	0,00	-1,00			
	1,30	0,00	-1,00			
Média	0,80	0,10	-0,84	0,75	0,20	-0,82

Teste de Wilcoxon

Ciclo de US 14%: Pré X Pós
Z calc= - 4,0* p < 0,001

Pré ≠ Pós

Ciclo de US 67%: Pré X Pós
Z calc= -3,63* p < 0,001

Pré ≠ Pós

Teste de Mann – Whitney - $\Delta\%$ ac. visual: Ciclo de US 14% x 67%

Z calc= - 0,373NS p= 0,72

Ciclo de US 14% = Ciclo de US 67%

A tabela 12 mostra as paquimetrias pré e pós-operatórias (24 horas) para cada ciclo de ultra-som. De acordo com o teste de Teste de Wilcoxon há diferença significativa entre o pré e o pós-operatório em ambos os ciclos (p-valor < 0,001). Entretanto, não houve diferença significativa nas paquimetrias entre os ciclos (p-valor =0,47), com 24 horas.

A tabela 13 apresenta a densidade das células endoteliais pré e pós-operatória, as médias e a variação percentual ($\Delta\%$) em ambos os ciclos estudados. A variação percentual média dos ciclos 14% e 67% foram 9% e 10%, respectivamente. Observou-se que houve diferença significativa entre as densidades de células pré e pós-operatória (p-valores < 0,001), sendo que, em ambos os ciclos, a densidade após a cirurgia foi menor. Entretanto, não há diferença significativa entre a redução das densidades das células endoteliais dos dois ciclos de ultra-som (p-valor =0,79), ou seja, a perda de células endoteliais não foi significante diferente entre os dois ciclos.

A tabela 14 mostra a contagem das células endoteliais e a variação percentual no ciclo 14%, no pré e no pós-operatório, segundo a densidade dos núcleos. A análise pelo teste de Wilcoxon mostrou uma diminuição significativa no pós em relação ao pré-operatório, tanto para o núcleo 2+ como para o 3+. Também, notou-se diferença significativa entre a variação da densidade de células para as diferentes densidades de núcleos (p-valor =0,05), sendo que os pacientes com densidade do núcleo 3+ apresentaram maior perda de células do que os de densidade do núcleo 2+.

A tabela 15 apresenta a densidade das células endoteliais pré e pós-operatória no ciclo 67%, as médias e a variação percentual ($\Delta\%$), segundo a densidade dos núcleos. De acordo com o teste de Wilcoxon, há diferença significativa entre as densidades das células pré e pós-operatórias em ambas as densidades de núcleo (p-valor < 0,01, p-valor=0,01). Notou-se diferença significativa (teste de Mann-Whitney) entre a variação da densidade de células para as diferentes densidades dos núcleos (p-valor =0,02), sendo que os pacientes com densidade do núcleo 3+ apresentaram maior perda de células do que os de densidade do núcleo 2+.

Tabela 12 – Paquimetria (μ) pré e pós-operatória com 24 horas na técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos de US 14% e 67%. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística

Ciclo US Paquimetria	14%			67%		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
	536	603	0,13	545	582	0,07
	533	582	0,09	565	593	0,05
	558	576	0,03	518	561	0,08
	556	586	0,05	549	664	0,21
	500	583	0,17	510	561	0,10
	561	597	0,06	530	579	0,09
	549	578	0,05	516	560	0,09
	558	590	0,06	589	616	0,05
	510	549	0,08	547	570	0,04
	543	557	0,03	525	573	0,09
	528	572	0,08	545	590	0,08
	550	604	0,10	490	545	0,11
	555	600	0,08	516	536	0,04
	535	582	0,09	534	591	0,11
	500	540	0,08	528	588	0,11
	500	545	0,09	499	559	0,12
	535	580	0,08	560	621	0,11
	545	583	0,07			
	492	592	0,20			
	469	553	0,18			
	533	577	0,08			
Médias	530,8	577,6	0,09	533,3	581,7	0,09

Teste de Wilcoxon

Ciclo 14%: Pré X Pós

Z calc= - 4,01* p < 0,001

Pré \neq Pós

Ciclo 67%: Pré X Pós

Z calc= -3,62* p < 0,001

Pré \neq Pós

Teste de Mann-Whitney - $\Delta\%$ paquimetria: Ciclo 14% x 67%

Z calc= - 0,71 **NS** p= 0,47

Ciclo 14% = Ciclo 67%

Tabela 13 – Densidade das células endoteliais (mm^2) na técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos de US 14% e 67%, no pré e pós-operatório de 3 meses. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística

Ciclo US	14%			67%		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
	2809	2682	-0,05	2061	1918	-0,07
	2476	2555	0,03	2518	2421	-0,04
	2583	2491	-0,04	2315	2115	-0,09
	2510	2608	0,04	2631	2477	-0,06
	2183	2074	-0,05	2196	2009	-0,09
	2524	2403	-0,05	2188	2020	-0,08
	2430	2169	-0,11	2532	2378	-0,06
	2092	1842	-0,12	2261	2094	-0,07
	2194	1989	-0,09	2333	2128	-0,09
	2223	1992	-0,10	2730	2347	-0,14
	2310	2120	-0,08	1918	1722	-0,10
	2462	2240	-0,09	1399	1050	-0,25
	2308	2072	-0,10	2490	2266	-0,09
	1876	1680	-0,10	1993	1847	-0,07
	2096	1834	-0,13	1641	1534	-0,07
	2004	1875	-0,06	2300	1985	-0,14
	2670	2353	-0,12	2501	2229	-0,11
	2514	2531	0,01			
	1745	1013	-0,42			
	2066	1840	-0,11			
	2333	2107	-0,10			
Médias	2305,1	2117,6	-0,09	2235,7	2031,8	- 0,1

Teste de Wilcoxon

Z calc= - 3, 77* p < 0,001

Z calc= - 3, 62* p < 0,001

Pré ≠ Pós

Pré ≠ Pós

Teste de Mann – Whitney - $\Delta\%$ da densidade das células: Ciclo 14% x 67%

Z calc= - 0,588 **NS** p = 0,79

Ciclo 14% = Ciclo 67%

Tabela 14 – Densidade das células endoteliais (mm^2) na técnica *Nuclear Preslice* ciclo de US 14%, comparativamente no pré e pós-operatório, segundo os subgrupos. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística

Ciclo US	14%					
	A2			A3		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
	2809	2682	-0,05	2462	2240	-0,09
	2476	2555	0,03	2308	2072	-0,10
	2583	2491	-0,04	1876	1680	-0,10
	2510	2608	0,04	2096	1834	-0,13
	2183	2074	-0,05	2004	1875	-0,06
	2524	2403	-0,05	2670	2353	-0,12
	2430	2169	-0,11	2514	2531	0,01
	2092	1842	-0,12	1745	1013	-0,42
	2194	1989	-0,09	2066	1840	-0,11
	2223	1992	-0,10	2333	2107	-0,10
	2310	2120	-0,08			
Média	2394	2265,9	-0,06	2207,4	1954,5	-0,12

A2: núcleo 2+ A3: núcleo 3+

Teste de Wilcoxon – 14%

A2 : Pré X Pós

A3 : Pré X Pós

Z calc= -25,78* p < 0,01

Z calc= -2,70* p < 0,01

Pré ≠ Pós

Pré ≠ Pós

Teste de Mann – Whitney - $\Delta\%$ da densidade das células: A2 x A3

Z calc= - 1,98*

p = 0,05

A2 ≠ A3

Tabela 15 - Densidade das células endoteliais (mm^2) na técnica *Nuclear Preslice* com ciclo 67%, comparativamente no pré e pós-operatório, segundo os subgrupos. Valores da diferença percentual ($\Delta\%$) calculada, médias e resultados da estatística

Ciclo US	67%					
	B2			B3		
	Pré	Pós	$\Delta\%$	Pré	Pós	$\Delta\%$
	2061	1918	-0,07	2730	2347	-0,14
	2518	2421	-0,04	1918	1722	-0,10
	2315	2115	-0,09	1399	1050	-0,25
	2631	2477	-0,06	2490	2266	-0,09
	2196	2009	-0,09	1993	1847	-0,07
	2188	2020	-0,08	1641	1534	-0,07
	2532	2378	-0,06	2300	1985	-0,14
	2261	2094	-0,07	2501	2229	-0,11
	2333	2128	-0,09			
Médias	2337,2	2173,3	-0,07	2121,5	1872,5	-0,12

B2: núcleo 2+ B3: núcleo 3+

Teste de Wilcoxon – Ciclo US 67%

B2: Pré X Pós

Z calc= - 2,67* p < 0,01

Pré ≠ Pós

B3: Pré X Pós

Z calc= - 2,52* p = 0,01

Pré ≠ Pós

Teste de Mann – Whitney- $\Delta\%$ da densidade das células: B2 x B3

Z calc= - 2,39*

p= 0,02

B2 ≠ B3

4.4 Correlações

A tabela 16 mostra a correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e a idade dos pacientes nos grupos com ciclos US 14% e 67%. A análise dos resultados pelo teste de correlação de Spearman não mostrou correlação entre a perda de células endoteliais e a idade.

A tabela 17 correlaciona a percentagem de perda de células endoteliais ($\Delta\%$) com a profundidade câmara anterior (mm) dos olhos operados nos ciclos US 14% e 67%. De acordo com o teste de correlação de Spearman, não se encontrou uma correlação estatisticamente significativa entre a perda de células endoteliais e a profundidade câmara anterior (mm).

A tabela 18 mostra a correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) com o comprimento axial (mm) dos olhos operados pela técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos US 14% e 67%. A análise dos resultados pelo teste de correlação de Spearman não mostrou correlação entre a perda de células endoteliais e o comprimento axial (mm).

A tabela 19 mostra a correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o tempo efetivo de ultra-som (EPT, em segundos) nas cirurgias realizadas nos ciclos US 14% e 67%. O teste de correlação de Spearman mostrou correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) com o tempo efetivo de ultra-som em ambos os ciclos. Em relação ao tempo efetivo de ultra-som a correlação foi positiva, ou seja, quanto maior o tempo efetivo de ultra-som maior foi a perda de células endoteliais.

A tabela 20 apresenta a correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o percentual de ultra-som (% US) nas cirurgias realizadas nos ciclos US 14% e 67%. A análise dos resultados pelo teste de correlação de Spearman não mostrou correlação estatisticamente significativa.

A tabela 21 correlaciona a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) com o volume de infusão (ml) utilizado nas cirurgias realizadas nos ciclos US 14% e 67%. De acordo com o teste de correlação de Spearman encontrou-se uma correlação estatisticamente significativa. A perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o volume de infusão (ml) mostraram correlação positiva, assim, quanto maior o volume de infusão maior é a perda de células.

Tabela 16 - Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e a idade dos pacientes operados pela técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos 14% e 67%, resultados da estatística

Ciclo US	14%		67%	
	Idade	$\Delta\%$	Idade	$\Delta\%$
	64	-5,0	78	-7,0
	64	3,0	73	-4,0
	77	-4,0	64	-9,0
	77	4,0	76	-6,0
	73	-5,0	60	-9,0
	73	-5,0	70	-8,0
	70	-11,0	65	-6,0
	70	-12,0	67	-7,0
	60	-9,0	76	-9,0
	60	-10,0	68	-14,0
	62	-8,0	76	-10,0
	73	-9,0	87	-25,0
	63	-10,0	64	-9,0
	71	-10,0	83	-7,0
	72	-13,0	83	-7,0
	72	-6,0	65	-14,0
	68	-12,0	62	-11,0
	66	1,0		
	78	-42,0		
	73	-11,0		
	70	-10,0		
Coeficiente de correlação	0,05		0,18	
P-valor	0,98		0,48	

Correlação de Spearman

Ciclo 14%: Idade X $\Delta\%$ Ciclo 67%: Idade X $\Delta\%$
 R_s calc= 0,05 **NS** $p= 0,98$ R_s calc= 0,18 **NS** $p= 0,48$

Tabela 17 - Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e a profundidade da câmara anterior (mm) dos olhos operados pela técnica *Nuclear Preslice*, nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística

Ciclo US	14%		67%	
	Prof CA	$\Delta\%$	Prof CA	$\Delta\%$
	2,73	-5,0	3,35	-7,0
	2,82	3,0	2,53	-4,0
	3,4	-4,0	2,73	-9,0
	3,54	4,0	2,44	-6,0
	3,1	-5,0	3,02	-9,0
	3,02	-5,0	3,21	-8,0
	3,16	-11,0	3,11	-6,0
	3,35	-12,0	3	-7,0
	3,2	-9,0	3,06	-9,0
	3,31	-10,0	2,32	-14,0
	3,3	-8,0	3,21	-10,0
	3,06	-9,0	3,5	-25,0
	3,06	-10,0	2,73	-9,0
	2,92	-10,0	2,6	-7,0
	2,35	-13,0	2,4	-7,0
	2,39	-6,0	3,41	-14,0
	2,3	-12,0	2,83	-11,0
	3,4	1,0		
	3,54	-42,0		
	2,63	-11,0		
	2,82	-10,0		
Coefficiente de Correlação	0,15		- 0,35	
P -valor	0,53		0,17	

Correlação de Spearman

Ciclo US 14%: Profundidade CA X $\Delta\%$

R_s calc = 0,15 NS $p = 0,53$

Ciclo US 67%: Profundidade CA X $\Delta\%$

R_s calc = - 0,35 **NS** $p = 0,17$

Tabela 18 - Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o comprimento axial (mm) dos olhos operados pela técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística

Ciclo US	14%		67%	
	C. axial	$\Delta\%$	C. axial	$\Delta\%$
	22,35	-5,0	23,17	-7,0
	22,40	3,0	22,95	-4,0
	24,33	-4,0	21,92	-9,0
	22,23	4,0	23,12	-6,0
	23,51	-5,0	24,14	-9,0
	23,56	-5,0	23,75	-8,0
	23,03	-11,0	23,37	-6,0
	23,03	-12,0	23,11	-7,0
	23,06	-9,0	22,35	-9,0
	23,00	-10,0	22,11	-14,0
	23,51	-8,0	23,37	-10,0
	22,98	-9,0	22,40	-25,0
	22,28	-10,0	21,82	-9,0
	22,93	-10,0	22,23	-7,0
	24,09	-13,0	22,16	-7,0
	22,35	-6,0	23,60	-14,0
	22,09	-12,0	25,35	-11,0
	23,75	1,0		
	22,59	-42,0		
	22,16	-11,0		
	25,30	-10,0		
Coeficiente de correlação	0,11		- 0,03	
P-valor	0,64		0,90	

Correlação de Spearman

Ciclo US 14%: Compr. axial X $\Delta\%$

R_s calc= 0,11 **NS** p = 0,64

Ciclo US%: Compr. axial X $\Delta\%$

R_s calc= -0,03 **NS** p = 0,90

Tabela 19 – Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o tempo efetivo de ultra-som (EPT, seg) nas cirurgias realizadas pela técnica *Nuclear Preslice*, nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística

Ciclo US	14%		67%	
	EPT	$\Delta\%$	EPT	$\Delta\%$
	1,08	-5,0	1,66	-7,0
	0,69	3,0	0,92	-4,0
	1,38	-4,0	1,32	-9,0
	1,04	4,0	0,64	-6,0
	0,55	-5,0	1,37	-9,0
	0,45	-5,0	0,74	-8,0
	1,40	-11,0	1,02	-6,0
	1,12	-12,0	1,21	-7,0
	0,72	-9,0	0,78	-9,0
	0,61	-10,0	5,07	-14,0
	0,91	-8,0	5,08	-10,0
	2,67	-9,0	16,77	-25,0
	2,27	-10,0	6,60	-9,0
	1,80	-10,0	6,20	-7,0
	1,81	-13,0	5,67	-7,0
	2,12	-6,0	7,01	-14,0
	1,36	-12,0	5,90	-11,0
	1,69	1,0		
	2,96	-42,0		
	3,71	-11,0		
	2,27	-10,0		
Coeficiente de Correlação	-0,49		-0,61	
P-valor	0,02		0,009	

Correlação de Spearman

Ciclo US 14%: Tempo X $\Delta\%$	Ciclo US 67%: Tempo X $\Delta\%$
R_s calc = - 0,49* p = 0,02	R_s calc = - 0,61* p = 0,009

Tabela 20 - Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o percentual de ultrassom (AVG%) nas cirurgias realizadas pela técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística

Ciclo US	14%		67%	
	AVG%	$\Delta\%$	AVG%	$\Delta\%$
	2,1	-5,0	5,4	-7,0
	1,3	3,0	2,5	-4,0
	2,2	-4,0	3,4	-9,0
	1,9	4,0	4,4	-6,0
	1,5	-5,0	3,0	-9,0
	1,5	-5,0	3,8	-8,0
	1,5	-11,0	4,6	-6,0
	1,5	-12,0	3,2	-7,0
	1,4	-9,0	3,2	-9,0
	1,9	-10,0	7,4	-14,0
	1,2	-8,0	9,5	-10,0
	2,1	-9,0	7,0	-25,0
	1,7	-10,0	6,4	-9,0
	1,4	-10,0	7,1	-7,0
	1,2	-13,0	9,4	-7,0
	2,0	-6,0	6,9	-14,0
	0,9	-12,0	8,1	-11,0
	1,6	1,0		
	1,6	-42,0		
	2,5	-11,0		
	2,2	-10,0		
Coeficiente de Correlação	0,19		- 0,43	
P-Valor	0,41		0,08	

Correlação de Spearman

Ciclo 14: AVG% X $\Delta\%$ Ciclo 67: AVG% X $\Delta\%$
 R_s calc = 0,19 **NS** $p = 0,41$ R_s calc = - 0,43 **NS** $p = 0,08$

Tabela 21 - Correlação entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e o volume de infusão (ml) utilizado nas cirurgias, realizadas pela técnica *Nuclear Preslice* nos ciclos de US 14% e 67%, resultados da estatística

Ciclo US	14%		67%	
	Volume	$\Delta\%$	Volume	$\Delta\%$
	110	-5,0	130	-7,0
	140	3,0	110	-4,0
	130	-4,0	100	-9,0
	90	4,0	90	-6,0
	100	-5,0	130	-9,0
	80	-5,0	100	-8,0
	140	-11,0	110	-6,0
	150	-12,0	110	-7,0
	130	-9,0	100	-9,0
	100	-10,0	160	-14,0
	170	-8,0	200	-10,0
	180	-9,0	170	-25,0
	150	-10,0	180	-9,0
	190	-10,0	170	-7,0
	180	-13,0	160	-7,0
	190	-6,0	170	-14,0
	180	-12,0	160	-11,0
	200	1,0	160	
	170	-42,0		
	170	-11,0		
	170	-10,0		
Coeficiente de Correlação	- 0,58		- 0,52	
P-Valor	< 0,001		0,03	

Correlação de Spearman

Ciclo 14%: Volume X $\Delta\%$

Ciclo 67%: Volume X $\Delta\%$

R_s calc = - 0,58* $p < 0,001$

R_s calc = - 0,52* $p = 0,03$

5. DISCUSSÃO

A facoemulsificação pode ser considerada como o último avanço na cirurgia de catarata. A sua evolução foi decorrente da contínua busca por técnicas e tecnologias cada vez mais eficazes para emulsificação do núcleo. Todos esses avanços observados nas últimas décadas têm possibilitado a redução da quantidade de energia dissipada dentro do olho e reabilitação visual mais rápida. Em função disso, o conhecimento do aparelho de facoemulsificação facilita a manipulação adequada dos parâmetros, melhorando os resultados (Fine et al, 2001). A partir dessa reflexão este estudo buscou conhecer os resultados obtidos nos ciclos de 14% e 67% de ultra-som ligado, módulo contínuo, com controle manual do pulso, no aparelho de facoemulsificação *Sovereign* com sistema *WhiteStar*, utilizando-se a técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice*.

Dentre as várias técnicas de facoemulsificação, é importante ressaltar as técnicas que utilizam a quebra mecânica do núcleo em pequenos fragmentos, tais como, as técnicas de *Phaco Chop* e suas variantes. Isto reduz o tempo e o percentual de ultra-som utilizado, principalmente nas cataratas de maior densidade, diminuindo o dano endotelial (Pirazzoli et al, 1996; Ram et al, 1998; Sebban, 2002). A técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice* utiliza choppers para a quebra mecânica do núcleo em fragmentos, assim, ocorre redução do tempo de ultra-som (Dodick,1999; Pereira et al, 2006). É importante ressaltar que a quantidade de energia ultra-sônica utilizada durante a emulsificação do núcleo está relacionada à perda de células endoteliais (Wong et al,2000).

Os parâmetros utilizados no aparelho de facoemulsificação *Sovereign* com *WhiteStar* foram padronizados e escolhidos de acordo com a experiência do cirurgião. A padronização dos materiais em todas as cirurgias visou diminuir as variáveis que pudessem interferir com a perda de células endoteliais.

No modo contínuo com *WhiteStar* (micropulsos), a energia é liberada em intervalos regulares, conforme o ciclo de trabalho escolhido. O controle da potência escolhido neste estudo foi linear, pois proporcionou maior controle ao cirurgião, conforme excursão do pedal no estágio três.

5.1 Discussão da metodologia

5.2 Pré-operatório

Para seleção dos pacientes, o diagnóstico da densidade dos núcleos foi realizado na lâmpada-de-fenda. Em função disso, optou-se pela classificação LOCS III (Chylack et al, 1993), pois essa classificação reproduz melhor as cataratas em diferentes estágios de opacificações (Davison, Chylack, 2003). Neste estudo, a experiência dos oftalmologistas na avaliação pré-operatória foi um critério importante, pois visou diminuir os erros de seleção nos grupos, assim procurou-se obter maior homogeneidade na classificação da densidade nuclear. Quando houve divergência na avaliação, a opinião de um terceiro avaliador foi solicitada, buscando-se minimizar qualquer erro na classificação (Leske et al, 1996). Segundo Hayashi et al (1996) o aumento na coloração do núcleo das cataratas está relacionado com sua maior dureza, sendo este um fator importante para a perda endotelial na facoemulsificação.

Para atender ao objetivo proposto neste estudo, compararam-se os grupos no pré-operatório, em relação aos parâmetros idade, acuidade visual, paquimetria central corneana, densidade das células endoteliais, profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino e comprimento axial dos olhos operados.

No que concerne à idade, verificou-se que os grupos tiveram média de idade de 69,3 anos (grupo A) e 71,6 anos (grupo B). Não houve diferença significativa entre os grupos (p -valor = 0,48), ou seja, os grupos eram semelhantes nessa característica, o que era de se esperar uma vez que a cirurgia de catarata é mais comum nesta faixa etária. Esse resultado corrobora com o estudo de Jaffe (1994).

Ishikawa (2002) avaliou retrospectivamente a prevalência e os fatores de risco que levaram a diminuição da densidade endotelial antes da cirurgia. Foram estudados 1.304 olhos de pacientes submetidos à cirurgia de catarata. Foram

considerados fatores de risco: doenças corneanas, glaucoma de ângulo fechado, pseudo-exfoliação, história de trauma, doença crônica pulmonar e aumento da densidade nuclear. Em função disso o autor salientou a importância do cirurgião identificar no pré-operatório aqueles pacientes que apresentam risco para uma baixa reserva de células endoteliais e realizar um planejamento cirúrgico bem detalhado. Na seleção dos pacientes, foram excluídos portadores de alterações endoteliais, tais como, distrofia endotelial de Fuchs e córnea guttata, ou que tinham outras doenças oculares, pois essas condições estão relacionadas a maior perda de células endoteliais após a cirurgia de catarata (Bourne et al, 1994; Diaz-Valle, Sanchez, 1998; Kwitko, 2000). Também foram excluídos os portadores de diabetes mellitus, já que são mencionadas alterações endoteliais nesses pacientes (Schultz et al, 1984; Abib, 2000, 2001).

Walkow et al (2000), avaliaram a relação da perda de células endoteliais com a localização da incisão e alguns parâmetros pré e intra-operatórios. Os autores não encontraram correlação significativa entre a perda de células endoteliais e os parâmetros: idade, profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, intensidade do ultra-som e localização da incisão. No entanto, observaram que a perda de células endoteliais foi maior nos olhos com maior tempo de facoemulsificação e menor comprimento axial. Neste estudo não se encontrou correlação entre os parâmetros biométricos e a perda de células endoteliais, mas encontrou-se correlação entre a perda de células endoteliais e o tempo efetivo de ultra-som, em ambos os grupos.

5.3 Intra-operatório

Fine et al (2001) relatou que facoemulsificadores com alta tecnologia permitem ao cirurgião modificar sua técnica para produzir melhores resultados, com menor energia ultra-sônica. Nesse sentido, Packer et al (2005) reforçou a importância do cirurgião compreender os princípios físicos, a dinâmica da facoemulsificação para se ter um maior aproveitamento dos vários parâmetros e diferentes ajustes do aparelho de facoemulsificação, com a finalidade de produzir melhores resultados.

Fishkind et al (2006), compararam os resultados da facoemulsificação no aparelho Sovereign (sistema 4,0) e no Sovereign com *WhiteStar*, através de um estudo prospectivo, randomizado, com a técnica de facoemulsificação Dividir e Conquistar. O

estudo foi realizado em quatro centros cirúrgicos ambulatoriais, com cinco cirurgiões, sendo avaliados o tempo efetivo de ultra-som, o percentual de ultra-som, o volume de solução salina, a paquimetria e a perda de células endoteliais. Os autores encontraram tempo efetivo de ultra-som e perda de células endoteliais significativamente menores no aparelho Sovereign com *White Star* ($6,67 \pm 8,2$ segundos e $-319 \pm 634,2$ células/mm² para Sovereign com *White Star*; $8,59 \pm 9,3$ segundos e $-430,3 \pm 594,6$ células/mm² para Sovereign-sistema 4,0).

O tempo efetivo de ultra-som é o tempo gasto se 100% da potência tivesse sido usada. Em nosso estudo, os tempos efetivos de ultra-som médios nas cirurgias de catarata realizadas pelo ciclo 14%, respectivamente nos núcleos 2+ e 3+ foram de 0,9 e 2,3 segundos, e 1,1 e 7,3 segundos para o ciclo 67%. A diferença observada foi estatisticamente significativa, ou seja, as cirurgias pelo ciclo 67% gastaram maior tempo efetivo de ultra-som nos núcleos com densidade 3+. É interessante notar que as cataratas com núcleo 2+, operadas nos ciclos 14% e 67%, não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

Na literatura, algumas pesquisas comparam diferentes modalidades de ultra-som. Badoza et al (2003) estudaram o tempo e percentual de ultra-som usando as modalidades de ultra-som *burst* e pulsátil, em núcleos de diferentes densidades. Encontraram com o modo *burst* menor tempo e percentual de ultra-som, especialmente em núcleos com densidade maior. Faria et al (2000), utilizando o aparelho Legacy[®], observaram os resultados do sistema *burst* no tempo e percentual de ultra-som durante a facoemulsificação, por meio das técnicas Dividir e Conquistar e *Stop & Chop*. O tempo médio de ultra-som, com o sistema *burst*, foi de 0,82 minutos e, sem este sistema, foi de 1,80 minutos, sendo a diferença significativa. O percentual de ultra-som foi de 19,34% com o sistema *burst*, e 30,79% sem este sistema.

Fine et al (2004) avaliaram o tempo efetivo de ultra-som, acuidade visual (24 horas de pós-operatório) e edema de córnea em cataratas de diferentes densidades operadas nas máquinas facoemulsificadoras com e sem as novas tecnologias. As máquinas facoemulsificadoras avaliadas foram Legacy[®] (NeoSoniX), Storz Millenium (*Phaco burst*), Staar Wave (Sonic Wave), Sovereign (*White Star*), utilizando técnicas de *Chop* horizontal e vertical. Os resultados referentes a tempo efetivo de ultra-som,

acuidade visual (24 horas de pós-operatório) e edema de córnea tiveram desempenho significativamente melhor com as novas tecnologias. No entanto, a tecnologia Sonic Wave do facoemulsificador Staar Wave não apresentou melhora no seu desempenho. A comparação dos resultados do presente estudo com esse trabalho ficou prejudicada em virtude da ausência de especificações relacionadas à densidade das cataratas operadas.

Pereira et al (2006), utilizando o aparelho Legacy[®] com sistema *burst*, observaram num estudo prospectivo randomizado, um percentual de ultra-som de 11,8% e 13,9% nas cirurgias, sendo esses os valores médios observados, respectivamente nos núcleos 2+ e 3+ para a técnica *Stop & Chop*, e 6,5% e 7,3% para *Preslice*, ou seja, as cirurgias pela técnica *Stop & Chop* apresentaram um percentual de ultra-som significativamente maior. Neste estudo, prospectivo e randomizado, observou-se, utilizando o aparelho Sovereign com *White Star* e a técnica *Preslice*, um percentual de ultra-som de 1,6% e 1,7% nas cirurgias, sendo esses os valores médios observados, respectivamente nos núcleos 2+ e 3+ para o ciclo de 14%, e 3,7% e 7,7% para o ciclo 67%. No entanto, a comparação desses resultados fica prejudicada, pois cada máquina facoemulsificadora apresenta o seu algoritmo o que impossibilita uma padronização adequada entre as máquinas (Fine et al., 2004).

Vários estudos na literatura têm considerado o uso de maior volume de infusão, durante a cirurgia, como um fator de risco para o endotélio corneano (Hayashi et al, 1994; Kohlhaas et al, 1998; Diaz-Valle et al, 1998; Kwitko, 2000).

Centurion (2000) mencionou que a dinâmica de fluídos que ocorre na facoemulsificação, necessária para remoção dos fragmentos emulsificados, resfriamento da ponteira e manutenção do volume da câmara anterior, é responsável pelo maior consumo de solução de irrigação. Neste estudo, observou-se um consumo médio de solução salina nas cirurgias em torno de 115,5 ml e 178 ml, respectivamente nos núcleos 2+ e 3+ para o ciclo de 14%, e 108,9 ml e 171,3 ml para o ciclo 67%, sendo encontrada diferença significativa no consumo, em relação à consistência das cataratas operadas.

Hayashi et al (1994) observaram um volume de infusão médio utilizado nas cirurgias em torno de 200 ml para ambas as técnicas, comparando os procedimentos com e sem quebra do núcleo (*Nuclear cracking procedures*). Esses autores destacam que, com a técnica de quebra do núcleo, o tempo de ultra-som foi mais curto e resultou em menor injúria às células endoteliais.

5.4 Pós-operatório

Nesta pesquisa, em ambos os ciclos de ultra-som, observou-se diferença significativa na variação das medidas paquimétricas no pós-operatório de 24 horas, ou seja, a média de paquimetria pós-operatória foi significativamente maior do que a pré-operatória. No entanto, não ocorreu diferença significativa entre os ciclos de ultra-som. Fishkind et al (2006) compararam os resultados da facoemulsificação no aparelho Sovereign (sistema 4,0) com o Sovereign com *White Star*, encontrando medidas paquimétricas significativamente maiores, após três meses de pós-operatório, no grupo do Sovereign (sistema 4,0).

Em relação à acuidade visual, foi utilizada a conversão para a tabela logMar (Holladay, 1997). Encontrou-se uma média da acuidade visual pós-operatória de 0,1 (logMar) para o ciclo 14%, e 0,2 (logMar) para o ciclo 67%. Observou-se, em ambos os ciclos, um acréscimo percentual estatisticamente significativo na acuidade visual pós-operatória em relação à pré-operatória. No pós-operatório, não houve diferença significativa entre os grupos.

Olson (2004) avaliou, em um estudo prospectivo, os resultados de 18 pacientes que foram submetidos à cirurgia de facoemulsificação bimanual (21 *gauge*) com o facoemulsificador Sovereign com *White Star*. No intra-operatório, o tempo efetivo de ultra-som foi de 1,4 seg. \pm 1,3 e o percentual de ultra-som de 2,4% \pm 0,9%, sendo esses os valores médios observados. No pós-operatório de 24 horas, a acuidade visual não corrigida foi igual ou melhor do que 20/40 em sete pacientes, e igual ou melhor do que 20/25 em quatro pacientes, os outros sete pacientes tiveram outros problemas não relacionados ao procedimento. O autor destaca a importância da modalidade de ultra-som *WhiteStar*, que minimiza o efeito térmico da ponteira na incisão cirúrgica. Os microintervalos com o ultra-som desligado garantem o resfriamento da ponteira, possibilitando maior proteção térmica (Soscia et al, 2002; Donnenfeld et al, 2003). Neste estudo, não apresentou nenhuma complicação associada à queimadura da incisão pela ponteira de facoemulsificação, apesar do uso da luva na ponteira.

Kwitko (2000) mencionou que a descompensação corneana é uma das principais complicações pós-operatórias na cirurgia de catarata, nesse sentido, algumas pesquisas demonstraram que o dano endotelial causado pela facoemulsificação depende

de uma combinação de fatores per e pós-operatórios (Jousse et al, 2000; Walkow et al, 2000)

Existem diversos estudos na literatura, a respeito da perda de células endoteliais após facoemulsificação, no entanto, os resultados não são homogêneos, variando de 3% a 23% a perda das células. Estes estudos comparam diferentes viscoelásticos e técnicas cirúrgicas (Sugar et al, 1978; Hayashi et al, 1994; Zetterström, Laurell, 1995; Lavery et al, 1995; Pirazzoli et al, 1996; Diaz-Valle et al, 1998; Kohlhaas et al, 1998; Vajpayee et al, 2000; Walkow et al, 2000; Alió et al, 2002; Miyata et al, 2002).

Neste estudo, observou-se uma redução significativamente na densidade endotelial, em ambos os ciclos de ultra-som, após a cirurgia. A média de percentagem de perda das células endoteliais, após três meses, foi semelhante em ambas os ciclos de ultra-som (9 % para o ciclo 14% e 10% para o ciclo 67%). Esses resultados, provavelmente, poderiam ser explicados pelo trabalho de Oki (2004), que numa experiência de laboratório, comparou a onda de pressão gerada pela ponteira da caneta de facoemulsificação em diferentes modulações de ultra-som. O autor demonstrou que a modulação de micropulso (67% e 33% ultra-som ligado) apresentaram menor onda de pressão do que no pulso curto (30% ultra-som ligado), Nesse sentido o autor conclui que a redução da onda de pressão para o endotélio corneano pode reduzir a lesão endotelial.

Hayashi et al (1994) encontraram uma perda celular de 10,4% e 17,2%, respectivamente para as técnicas de facoemulsificação com e sem quebra do núcleo. Walkow et al (2000), avaliaram a relação da perda de células endoteliais com a localização da incisão, mostraram uma perda celular central de 8,5%, no quadrante lateral de 11,9%, e no quadrante superior de 11,4%. Concluíram que o local da incisão corneoescleral pode ser escolhido de acordo com o astigmatismo pré-operatório, sem induzir efeitos adversos sobre o endotélio corneano.

Hayashi et al (1994) citou a dureza do núcleo como um dos principais fatores de risco para o dano endotelial, que pode também ser influenciado pelo toque dos fragmentos nucleares, densidade do núcleo, tempo de ultra-som utilizado na cirurgia e volume de infusão.

5.4 Correlações

Neste estudo, não se encontrou correlação estatisticamente significativa entre a perda de células endoteliais ($\Delta\%$) e as variáveis: idade dos pacientes, percentual de ultra-som, profundidade da câmara anterior e comprimento axial dos olhos operados. No entanto, encontrou-se correlação positiva estatisticamente significativa entre a perda de células endoteliais e as variáveis tempo efetivo de ultra-som (EPT, seg.) e o volume de infusão (ml), ou seja, quanto maior o tempo efetivo de ultra-som (EPT, seg.) ou o volume de infusão (ml) maior a perda de células endoteliais. Esses resultados concordam com os dados da literatura que maior tempo efetivo de ultra-som e maior volume de infusão são fatores lesivos para o endotélio (Wong et al,2000).

Hayashi et al (1996) mostraram correlação entre perda endotelial e idade avançada, diâmetro pupilar pequeno, dureza e tamanho do núcleo, volume de infusão e tempo prolongado de ultra-som, num estudo prospectivo em 843 olhos. Walkow et al (2000) apontaram que olhos com comprimento axial pequeno e tempo prolongado de ultra-som como fatores de risco significantes para a perda endotelial nas cirurgias.

Singh et al (2001), mencionaram correlação positiva entre a perda de células endoteliais e o volume de infusão usado nas cirurgias, em um estudo com 167 pacientes que apresentavam cataratas duras, no entanto, não encontraram relação positiva entre a perda de células endoteliais e a energia dissipada.

Em relação às soluções de irrigação, Joussem et al (2000) não notaram influência das soluções sobre o endotélio corneano, no entanto, notaram influência das soluções na paquimetria corneana no primeiro pós-operatório. Também notaram que as córneas irrigadas com solução salina balanceada (BSS Plus, Alcon) apresentaram menos edema do que as irrigadas com solução de Ringer (Salvia).

Outros autores, tais como Zetterström, Laurell (1995) e Pereira et al (2006) não observaram correlação positiva entre a variação da densidade de células endoteliais e a energia ultra-sônica total empregada na facoemulsificação endocapsular.

6. CONCLUSÕES

No presente estudo e nas condições em que foi realizado, pode-se concluir que:

1. O tempo efetivo de ultra-som (EPT) no ciclo de ultra-som 67%, em cataratas mais densas, foi significativamente maior do que no ciclo de ultra-som 14%. Porém, em ambos os ciclos de ultra-som, não se observaram diferença estatisticamente significante em cataratas menos densas.
2. O percentual de ultra-som no ciclo de ultra-som 67% foi significativamente maior do que no ciclo de ultra-som 14%, em diferentes densidades de cataratas.
3. O volume de infusão utilizado na cirurgia foi significativamente maior nas cataratas mais densas em ambos os ciclos. Não se observou diferença estatisticamente significante quanto ao volume utilizado nos diferentes ciclos de ultra-som.
4.
 - a. A perda de células endoteliais no pós-operatório foi significante em ambos os ciclos de ultra-som e em cataratas mais densas do que nas menos densas. No entanto, não se observou diferença significante na perda de células endoteliais nos diferentes ciclos de ultra-som.
 - b. Houve correlação significante entre a perda de células endoteliais e as variáveis: tempo efetivo de ultra-som (EPT) e volume de infusão utilizado na cirurgia, em ambos os ciclos.

REFERÊNCIAS

Abib FC. Microscopia especular da córnea: manual e atlas. Rio de Janeiro: Revinter. 2000.140p.

Abib FC. Avaliação da córnea na facectomia. In: Padilha M. Catarata. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003. p.79-92.

Abib FC. A. Microscopia especular de córnea. In: Centurion V, Nicolli C, Villar-Kuri J. El libro del cristalino de las americas. São Paulo: Editora Santos: 2007; p.141-51.

Akahoshi T. Phaco Prechop: manual nucleofracture prior to phacoemulsification. Operative Techn Cataract Refract Surg. 1998;1:69-91.

Akahoshi T. Understanding ophthalmic viscosurgical devices to optimize their use in cataract surgery and complication.[CD-ROM]. Annual meeting of the American Cataract Ref. Surg. 2005.

Akaishi L, Silva RVA, Avaliação do desempenho da tecnologia NeoSonix TM em cirurgias de catarata. [periódico na internet]. 2006 Jun [acesso em 2007 Jun 11]; 69(3):389-393. Disponível em: <http://www.scielo.br>

Alió JL, Mulet E, Shalaby AM, Attia WH. Phacoemulsification in the anterior chamber. J Cataract Refract Surg. 2002;28(1):67-75.

Anis A. Understanding hydrodelineation: the tem and related procedure. Ocular Surg News. 1991;9:136-8.

Argawal A, Argawal S, Narang S. Pankonit phacoemulsification through a 0,9 mm corneal incision. J Cataract Refract Surg 2001;27(10):1548-1552.

Arshinoff AS. Dispersive-cohesive viscoelastic soft Shell technique. J Cataract Refract Surg. 1999;25:167-73.

Auffarth GU, Apple DJ. History of the development of intraocular lenses. Ophthalmologie. 2002; 98(11):1017-28.

Badoza D, Fernandez Mendy J, Ganly M. Phacoemulsification using the burst mode. J Cataract Refract Surg. 2003; 29(6):1101-5.

Badoza DA, Jure T, Zunino LA, Argento CJ. State-of-the-art phacoemulsification performed by residents in Buenos Aires, Argentina. J Cataract Refract Surg. 1999; 25(12):1651-1655.

Barraquer J, Troutman C, Rutllán J, Binkhorst RD. Cirugía del segmento anterior del ojo; Barcelona, España, Ed. Continental, 1964. p.130-145.

Bourne WM, Kaufman HE. Endothelial damage associated with intraocular lenses. Am J Ophthalmol. 1976;81(4):482-5.

Bourne WM, Nelson LR, Hodge DO. Continued endothelial cell loss ten years after lens implantation. Ophthalmology. 1994;101(6):1014-23.

Chamon W, Belfort Jr R. Microscopia especular. In: Belfort Jr R, Kara-Jose N. Córnea clínica – Cirúrgica. São Paulo: Rocca. 1996. p.139-46

Centurion V. Faco Total. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2000.

Chylack LT, Leske, MC, Sperduto, R, Khu P, McCarthy D. Lens opacities classification system. Arch Ophthalmol. 1988;106(3):330-4.

Chylack LT, Leske MC, McCarthy D, Khu P, Kashiwagi T, Sperduto R. The lens opacities classification system II (LOCS II). Arch Ophthalmol. 1989;107(7):991-7.

Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. The lens opacities classification system III. The Longitudinal study of Cataract Study Group. Arch Ophthalmol. 1993;111(6):831-6.

Chylack LT Jr, Khu PM. Subjective classification and objective quantitation of human cataract. In: Jabobiec FA. Principles and practice of ophthalmology. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2000. p.1449-62.

Crema AS, Walsh A, Yamane R. Astigmatismo induzido aps facoemulsificação através de incisões auto-selantes escleral superior e corneana temporal. Arq Bras Oftalmol. 1998;61(1):96-9.

Dantas AM, Patrão AL. Revisão Anátomo-Fisiológica do Aparelho Visual. In: Rodrigues MLV. Oftalmologia Clínica. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 1992. p.14-49.

Davison JA, Chylack LT. Clinical application of the Lens Opacities Classification System III in the performance of phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2003;29(1):138-45.

DeBry P, Olson RJ, Crandall AS. Comparison of energy required for phaco-chop and divide and conquer phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 1998;24(5):689-92.

Diaz-Valle D, Benitez del Castillo Sanchez JM, Castillo A, Sayagues O, Moriche M. Endothelial damage with cataract surgery techniques. J Cataract Refract Surg. 1998;24(7):951-5.

Dodick J. Null-phaco chop. Advances in technique & technology. Rev Ophthalmol. 1999; Suppl(4):10A-11.

Donnenfeld ED, Olson RJ, Solomon R, Finger PT, Biser SA, Perry HD, et al. Efficacy and wound-temperature gradient of whitestar phacoemulsification through a 1.2 mm incision. J Cataract Refract Surg. 2003;29(6):1097-100.

Elvira JC, Hueso JR, Martinez-Toldos J, Mengual E, Artola A. Induced endothelial cell loss in phacoemulsification using topical anesthesia plus intracameral lidocaine. J Cataract Refract Surg. 1999;25(5):640-2.

Emery JM, McIntyre DJ. History of extracapsular cataract surgery. In: Emery JM, McIntyre DJ, eds. Extracapsular cataract surgery. St.Louis: C.V. Mosby; 1983. p.3-7.

Ernest PH, Kiessling LA, Lavery KT. Relative strength of cataract incision in cadaver eyes. J Cataract Refract Surg. 1991;17(Suppl):668-71.

Faria MAR, Diniz RM, Uchôa UBC, Uchôa RAC. Vantagens na utilização do sistema Burst na facoemulsificação. Rev Bras Oftalmol. 2000;59(1):18-20.

Fasanella RM. Modern advances in cataract surgery. Philadelphia: Lippincott; 1963.

Faust KJ. Hydrodissection of soft nuclei [abstract]. Am Intraocular Implant Soc J. 1984;10:75.

Fine IH. Cortical cleaving hydrodissection. J Cataract Refract Surg. 1992;18(5):508-12.

Fine IH, Maloney WF, Dillman DM. Crack and flip phacoemulsification technique. J Cataract Refract Surg. 1993;19(6):797-802.

Fine IH, Packer M, Hoffman RS. Use of power modulations in phacoemulsification. Choo-choo chop and flip phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2001;27(2):188-97.

Fine IH, Packer M, Hoffman RS. New phacoemulsification technologies. J Cataract Refract Surg. 2002;28(6):1054-60.

Fine IH, Packer M, Hoffman RS. Power modulations in new phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2004; 30:1014-1019.

Fishkind W, Bakewell B, Donnenfeld ED, Rose AD, Watkins LA, Olson RJ. Comparative clinical trial of ultrasound phacoemulsification with and without the WhiteStar system. J Cataract Refract Surg. 2006;32(1):45-49.

Floyd P. History of cataract surgery. In: Albert DM, Frederick AJ, editors. Principle and practice of ophthalmology: clinical practice. Philadelphia: WB Saunders; 1994. p.606-13.

Galin MA, Lin LL, Fetherolf E, Obstbaum SA, Sugar A. Time analysis of corneal endothelial cell density after cataract extraction. Am J Ophthalmol. 1979;88(1):93-6.

Ghanem VC, Mannis MJ. O professor e o estudante na facoemulsificação: os dez princípios para o sucesso. Arq. Brás. Oftalmol.2003; 66:93-9.

Gimbel HV, Neuhann T. Development, advantages, and methods of the continuous circular capsulorhexis technique. J Cataract Refract Surg. 1990;16 (1):31-7.

Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Corneal endothelial cell loss after phacoemulsification using nuclear cracking procedures. *J Cataract Refract Surg.* 1994; 20(1):44-7.

Hayashi K, Hayashi H, Nakao F, Hayashi F. Risk factors for corneal endothelial injury during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 1996; 22:1079-84.

Hirshberg J. Ophthalmology in India. In: Hirshberg J. *History of ophthalmology.* Bonn: Wayeborgh; 1982. p.36-42.

Höh H, Fischer E. Pilot study on erbium laser phacoemulsification. *Ophthalmology.* 2000; 107(6):1053-61.

Holladay JT. Proper method for calculating average visual acuity. *J Refract Surg.* 1997;13:388-91.

Hollander M, Wolfe DA. *Nonparametric statistical methods.* New York: John Wiley Sons; 1973.

Ishikawa A. Risk factors for reduced corneal endothelial cell density before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(11):1982-92.

Jaffe, N.S. *Cataract Surgery and its Complications.* Fourth Edition. The C.V. Mosby Company. Saint Louis, 1984.

Javitt, JC, W F, West ST. Blindness due to cataract each year: epidemiology and prevention. *Ann Rev Public Health,* 1996; 17: 159-77.

Joussen AM, Barth U, Cubuk H, Koch HR. Effect of irrigating solution and irrigation temperature on the cornea and pupil during phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26(3):392-7.

Kara-José N, Temporini ER. Catarata e Cegueira – Epidemiologia e Prevenção. In: Arieta CEL. *Cristalino e Catarata.* Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2002. p.49-56.

Kara-Jose N, Avaikian A, Lower L, Rocha AM, Cursino M, Alves MR. Facoeemulsificação versus extração extracapsular manual do cristalino: análises de custo. *Arq Bras Oftalmol.* 2004; 67:481-9.

Kelman CD. Phacoemulsification and aspiration. A new technique of cataract removal: a preliminary report. *Am J Ophthalmol.* 1967;64 (1):23-5.

Klice SD, Bauerman RW. Structure and function of the cornea. In: Kaufman HE, Baron BA, McDonald MB and Waltman SR. *The cornea.* Churchill, New York, 1988; 1:3-54.

Koch PS, Katzen LE. Stop and chop phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 1994; 20(5):566-70.

Koch DD, Liu JF. Multilamellar hydrodissection in phacoemulsification and planned extracapsular surgery. *J Cataract Refract Surg.* 1991;17: 366-371.

Kohlhaas M, Klemm M, Kammann J, Richard G. Endothelial cell loss secondary to two different phacoemulsification techniques. *Ophthalmic Surg Lasers.* 1998; 29(11):890-5.

Krwawicz T. Intracapsular extraction of intumescent cataract by application of low temperature. *Br J Ophthalmol.* 1961;45:279-83.

Kwitko S. Endotélio e cirurgia da catarata: grandes desafios. *Arq Bras Oftalmol.* 2000;63(3):235-9.

Kwitko S. Endotélio e cirurgia da catarata- grandes desafios. In: Padilha M. *Catarata.* Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003. p.93-100.

Kwitko S. Faco frio. In: Centurion V, Nicolli C, Villar-Kuri J. *El libro del cristalino de las americas.* São Paulo: Editora Santos: 2007; p.549-52.

Lavery KT, McDermott ML, Ernest PH, Edelhauser HF, Kiessling LA, Holley G. Endothelial cell loss after 4 mm cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 1995; 21(3):305-8.

Leske MC, Chylack LT, Wu SY, Schoenfeld E, He Q, Friend J, Wolfe J. Incidence and progression of nuclear opacities in the Longitudinal Study of Cataract. *Ophthalmology*. 1996; 103(5):705-12.

Linebarger EJ, Hardten DR, Shah GK, Lindstrom RL. Phacoemulsification and modern cataract surgery. *Surv Ophthalmol*. 1999;44(2):123-47.

Maraini G, Pasquini P, Tomba MC, Bonacini M, Stazi MA, Rosmini F, et.al. An independent evaluation of the lens opacities classification system II (LOCSII). *Ophthalmology*. 1989;96:611-5.

Maraini G, Pasquini P, Sperduto RD, Bonancini M, Carieri MP, Corona R, et.al. The effect of cataract severity and morphology on the reliability of the lens opacities classification system II (LOCSII). *Invest. Ophthalmol Vis Sci*. 1991;32:2401-3.

Mamalis N. Is smaller better? *J Cataract Refract Surg*. 2003; 29(6):1049-50.

Masket S. Postoperative complications of capsulorhexis. *J Cataract Refract Surg*. 1993;19(6):721-4.

Matsuda M, Suda T, Manabe R. Serial alterations in endothelial cell shape and pattern after intraocular surgery. *Am J Ophthalmol*. 1984; 98(3):313-9.

Medeiros A, Gonçalves ER. Cristalino – Embriologia, Anatomia e Biomicroscopia. In: Padinha MA. *Catarata*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003. p.241-3.

McFarland M. The clinical history of sutureless surgery: the first modern sutureless cases. In: Gills MR, Martins RG, Sanders DR, editors. *Sutureless cataract surgery: an evolution toward minimally invasive technique*. Thorofe, NJ: Slack; 1992. p.3-5.

McIntyre D. The coaxial cannula system. *Contact Intraocul Lens Med J*. 1976;2(2):50.

Milani JAA, Kara-José N. Paquimetria. In: Belfort Jr R. Kara-José N. *Córnea Clínica – Cirúrgica*. São Paulo: Rocca. p.135-8.

Miller D, Stegmann R. Use of Na-hyaluronate in human anterior segment surgery. J Am Intraocul Implant Soc. 1980; 6(1):13-5.

Mishima S. Clinical investigations on the corneal endothelium- XXXVIII Edward Jackson Memorial Lecture. Am J Ophthalmol. 1982; 93(1):1-29.

Miyata K, Maruoka S, Nakahara M, Otani S, Nejima R, Samejima T, et al. Corneal endothelial cell protection during phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2002;28(9):1557-60.

Nagahara K. Phaco chop (vídeo). Seattle: American Society of Cataract and Refractive; may 1993.

Noble DM. Facoemulsificación con acualase: In: Centurion V, Nicolli C, Villar-Kuri J. El libro del cristalino de las Americas. São Paulo: Editora Santos: 2007; p.539-42.

O'Brien TP, Jabbur NS, Myrowitz E, Wexler JL. Outcome of second surgery. In: LASIK cases aborted due to flap complications. Journal Cataract Refract Surg 2004; 30(5): 993-9.

Oki K. Measuring rectilinear flow within the anterior chamber in phacoemulsification procedures. J Cataract Refract Surg. 2004; 30(8).

Oliveira JPA, Moro F, Soubhia FS, Noletto SN, Vieira Netto M. Comparação entre a espessura corneana obtida pelo método do orbscan II e paquímetro ultrassônico. Ver Bras Oftalmol. 2001; 60(5):338-343.

Olson RJ. Clinical experience with 21-gauge manual microphacoemulsification using Sovereign WhiteStar Technology in eyes with dense cataract. J Cataract Refract Surg. 2004;30(1):168-72.

Padilha MA. Cirurgia de catarata pela técnica de facoemulsificação. Rev Bras Oftalmol. 1982;41(1):21-51.

Packer M, Fishkind WJ, Fine IH, Seibel BS, Hoffman RS. The physics of phaco: a review. J Cataract Refract Surg. 2005; 31(2):424-431.

Pereira AC, Porfírio F, Freitas LL, Belfort R. Ultrasound energy and endothelial cell loss with stop-and-chop and nuclear preslice phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2006; 32(10): 1661-6.

Pirazzoli G, D'Eliseo D, Ziosi M, Acciarri R. Effects of phaco emulsification time on the corneal endothelium using phacofracture and phaco chop techniques. *J Cataract Refract Surg.* 1996;22(7):967-9.

Power WJ, Neves RA. Anatomia e fisiologia da córnea. In: Belfort Jr R, Kara-Jose N. *Córnea Clínica - Cirúrgica.* São Paulo: Rocca, 1996. p.1-16.

Ram J, Wesendahl TA, Auffarth GU, Apple DJ. Evaluation of in situ fracture versus phaco chop techniques. *J Cataract Refract Surg.* 1998; 24(11):1464-8.

Rezende F, Rezende Filho F. Histórico. In: Rezende F. *Cirurgia de catarata.* Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2002. p.3-8.

Riddle JS. Microincision Phaco: not ready for the big time. *Rev Ophthalmol.* 2004;11(3):44-7.

Resnikoff S, Pascolini D, Etya'Ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, PokhareL GP, & Mariotti SP. *Bulletin of the World Health Organization* 2004; 82:844-851.

Rocha FJ. Paquimetria óptica e ultrassônica. *Arq Bras Oftalmol* 1995;58:492-4.

Sebban I. Phaco one-chop nucleotomy. *Journal Cataract Refr Surg;* 2002; 28(8): 1325-9.

Seibel B. *Facodinâmica.* 4.ed. Rio de Janeiro: Editora: Cultura Médica.2007.

Siegel S. *Estatística não paramétrica: para as ciências do comportamento*> São Paulo: Mc Graw Hill; 1975 .

Scheie HG. Aspiration of congenital or soft cataracts: a new technique. *Am J Ophthalmol.* 1960;50:1048-56.

Schultz RO, Matsuda M, Yee RW, Edelhauser HF, Schultz KJ. Corneal endothelial changes in type I and type II diabetes mellitus. *Am J Ophthalmol* 1984;98:401-10.

Schultz RO, Glasser DB, Matsuda M, Yee RW, Edelhauser HF. Response of the corneal endothelium to cataract surgery. *Arch Ophthalmol*. 1986;104(8):1164-9.

Shepherd JR. In situ fracture. *J Cataract Refract Surg*. 1990;16(4):436-40.

Shepherd JR. Correction of preexisting astigmatism at the time of small incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1989; 15:55-7.

Simcoe CW. Simplified extracapsular extraction. *Am J Intraocul Implant Soc*. 1979;5(2):154-5.

Singer JA. Frown incision for minimizing induced astigmatism after small incision cataract surgery with rigid optic intraocular lens implantation: principles and techniques. *J Cataract Refract Surg*. 1991; 17(Suppl):677-88.

Singh R, Vasavada AR, Janaswamy G. Phacoemulsification of brunescant and black cataracts. *J Cataract Refract Surg*. 2001; 27(11):1762-9.

Soong KH. Aphakic and pseudophakic corneal edema. In: Brightbill FS. *Corneal surgery: theory, technique and tissue*. 3rd ed. St. Louis: Mosby;1999. p.237-46.

Soriano, ED. Sovereign, AMO Prestige e Storz Millenium. In: Padinha MA. *Catarata*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003. p.241-3.

Soscia W, Howard JG, Olson RJ. Bimanual phacoemulsification through 2 stab incisions: a wound temperature study. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28(6):1039-43.

Soscia W, Howard JG, Olson RJ. Microphacoemulsification with WhiteStar: a wound-temperature study. *J Cataract Refract Surg*. 2002; 28(6):1044-6.

Souza EV, Rodrigues MLV, Souza NV. The history of cataract surgery. *Medicina (Ribeirão Preto)* 2006; 39(4):587-90.

Sparrow JM, Bron AJ, Brown NA, Ayliffe W, Hill AR. The Oxford Clinical Cataract Classification and Grading System. *Int Ophthalmol.* 1986;9(4):207-25.

Steinert RF. Surgical anatomy, pathogenesis and classification of cataracts. In: Steinert RF. *Cataract surgery: technique, complications and management.* Philadelphia: Saunders; 1995. p. 7-8.

Steinert RF, Schafer ME. Ultrasonic generated fluid velocity with sovereign white micropulse and continuous phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(2):284-7.

Sugar J, Mitchelson J, Kraff M. The effect of phacoemulsification on corneal endothelial cell density. *Arch Ophthalmol.* 1978;96(3):446-8.

Taylor HR, West SK. A simple system for the clinical grading of lens opacities. *Lens Res.* 1988;5:175-81.

Topaz M, Motiei M, Assia E, Meyerstein D, Meyerstein N, Gedanken A. Acoustic cavitation in phacoemulsification chemical effects modes of action and cavitation index. *Ultrasound Med Biol.* 2002;28(6):775-84.

Tsuneoka H, Shiba T, Takahashi Y. Feasibility of ultrasound cataract surgery with a 1.4 mm incision. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(6):934-40.

Tuft SJ, Coster DJ. The corneal endothelium. *Eye* 1990;4(Pt 3):389-424.

Ünal M, Yücel I, Sarici A, Artunay O, Devranoglu K, Akar Y, Altın M. Phacoemulsification with topical anesthesia: resident experience. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(8):85-90.

Vajpayee RB, Kumar A, Dada T, Titiyal JS, Sharma N, Dada VK. Phaco-chop versus stop-and-chop nucleotomy for phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26(11):1638-41.

Vargas LG, Peng Q, Apple DJ, Escobar-Gomez M, Pandey SK, Arthur SN, Hoddinott DS, et al. Evaluation of 3 modern single piece foldable intraocular lenses: Clinicopathological study of posterior capsule opacification in a rabbit model. *J Cataract Refract Surg.* 2002; 28(7): 1241-50.

Vejarano LF, Tello A. Facioemulsificação: equipos y sistemas. In: Centurion V, Nicolli C, Villar-Kuri J. *El libro del cristalino de las americas.* São Paulo: Editora Santos: 2007; p.167-174.

Vieira LA, Lima ALH, Cunha M, Mascaro V. Conceitos Básicos e Clínicos de Doenças Externa e Córnea. In: Lima ALH, Dantas MCN, Alves MR. *Doenças externas oculares e córneas.* Rio de Janeiro: Cultura Médica. 1999. p. 1-56.

Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26(5):727-32.

Waring III GO, Bourne WM, Edelhauser HF, Kenyon KR. The corneal endothelium: normal and pathologic structure and function. *Ophthalmology.* 1982;89(6):531-90.

Weikert MP. Update on bimanual microincisional cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006 Feb;17(1):62-7.

Weiner MJ. Tonometry and pachymetry. In: Brightbill Fs. *Corneal surgery: theory, technique, tissue.* 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1999. p.97-100.

Wilczynski M, Drobniowski I, Synder A, Omulecki W. Evaluation of early corneal endothelial cell loss in bimanual microincision cataract surgery (MICS) in comparison with standard phacoemulsification. *Eur J Ophthalmol.* 2006;16(6):798-803.

Wong T, Hingorani M, Lee V. Phacoemulsification time and power requirements in phaco chop and divide and conquer nucleofractis techniques. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26(9):1374-8.

Wunder H. Phaco: Get more power with even less energy. *Rev Ophthalmol.* 2004;11(3):58-60.

Yannuzzi LA. A perspective on the treatment of aphakic cystoid edema. *Surv Ophthalmol.* 1984; 28: 540-53.

Zarate FA. Ultrasonido Torsional. In: Centurion V, Nicolli C, Villar-Kuri J. El libro del cristalino de las americas. São Paulo: Editora Santos: 2007; p.579-82.

Zetterström C, Laurell CG. Comparison of endothelial cell loss and phacoemulsification energy during endocapsular phacoemulsification surgery. J Cataract Refract Surg. 1995;21(1):55-8.

ANEXO I



**UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO E
DA REGIÃO DO PANTANAL - UNIDERP**

PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Ficha para avaliação de projeto (*)
Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos Projeto: 099/06

Núcleo de pesquisa:

Saúde e Qualidade de Vida

Título do projeto:

Avaliação de diferentes modulações da energia ultra-sônica para cirurgia de catarata pela técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice*

Linha de pesquisa:

Coordenador do projeto:

Prof. Dr Antonio Eduardo Pereira

Duração do projeto: Início: Dezembro 2006

Término: Março de 2007

PARECER DO COMITÉ

Classificar cada item como suficiente ou insuficiente	Não se aplica	Sim	Não
1. Consentimento livre e informado	()	(X)	()
2. Garantia do anonimato	()	(X)	()
3. Informação dos objetivos da pesquisa	()	(X)	()
4. Garantia do uso autorizado do material coletado para pesquisa e estudo correlatos	()	(X)	()
5. Observância das normas de biossegurança	()	()	()
6. Destino dos resultados finais da pesquisa	()	()	(X)
7. Explicitação dos riscos e benefícios individuais e coletivos	()	(X)	()

Parecer: () Aprovado (X) Aprovado com ressalvas () Pendente () Não Aprovado

Justificativa do parecer (usar folhas anexas, se necessário):

LEGENDA



Bolsa-pesquisa solicitada
Bolsa-pesquisa docente



Doutor(a)
Mestre
Especialista



**UNIVERSIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO E
DA REGIÃO DO PANTANAL - UNIDERP**

PROPP - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

O trabalho de pesquisa tem como objetivo "avaliar o uso de diferentes modulações de energia ultra-sônica e a perda de células endoteliais na cirurgia por facoemulsificação, por meio de parâmetros pré, intra e pós-operatórios, utilizando a técnica *Nuclear Preslice*".

Para tanto o pesquisador pretende realizar um estudo prospectivo em 40 pacientes, com idades entre 50 e 85 anos e portadores de catarata, que aceitarem participar do estudo. Após assinarem o TCLE serão divididos em 2 grupos. Aleatoriamente serão submetidos ao procedimento pelo mesmo cirurgião e na mesma clínica, utilizando ciclos de 14% (grupo A) e 67% (grupo B) de ultra-som no modo contínuo.

Os participantes serão acompanhados por 3 meses no pós operatório.

Como indicador para nível de dano causado à córnea será avaliada a contagem de células endoteliais após a facoemulsificação e a energia dissipada durante o procedimento, bem como a turbulência e movimentação de fluidos na câmara anterior

Análise:

Trabalho embasado em literatura atual e pertinente.

A justificativa do trabalho é convincente.

Em relação à metodologia, segue a observação:

Os procedimentos já são utilizados por oftalmologistas conforme opção do profissional. Não se trata de nova técnica, apenas será avaliado se há diferença no índice de complicações e inflamação das estruturas oculares e mais rápida reabilitação visual entre os dois parâmetros de modulação utilizados. Foi incluído o TCLE completo, com endereço e telefone do pesquisador.

A população do estudo está bem delimitada e existe a concordância do responsável pela instituição onde será realizado (o próprio pesquisador).

Faltou apenas deixar firmado que os dados resultantes poderão ser publicados em órgão de divulgação científica.

Parecer:

Trabalho relevante e que considero apto ao desenvolvimento, desde que seja incluído no TCLE o destino dos dados resultantes do estudo, uma vez que não apresenta pendências éticas.

Data: 14 / 06 / 06

Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
CEP - UNIDERP

LEGENDA



Bolsa-pesquisa solicitada
Bolsa-pesquisa docente



Doutor(a)
Mestre
Especialista

ANEXO II**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Título do projeto: “Avaliação de diferentes modulações da energia ultra-sônica para cirurgia de catarata pela técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice*”

Investigador: Dr. Antonio Eduardo Pereira

CEMED-UNIDERP

Av. Afonso Pena, 3338 – CEP: 79002-075

Campo Grande-MS Fone:67-3324-4000

Introdução

Antes de concordar em participar deste estudo é importante que você leia e entenda as explicações dos procedimentos, benefícios, riscos, desconforto e precauções do estudo.

O trabalho do qual você está fazendo parte tem como objetivo avaliar os resultados e a eficácia da cirurgia de catarata, por meio de diferentes modulações de ultra-som.

As modulações de micropulso (ultra-som), já são bem estabelecidas e escolhidas pela preferência do cirurgião, realizadas há vários anos, porém nunca foram comparadas entre si.

Para sua inclusão no estudo, antes da cirurgia de catarata, é necessária a realização dos exames de: biometria (pelo qual se calcula o grau da lente intra-ocular, que irá substituir a catarata); microscopia especular (onde se contam as células da superfície do olho) e paquimetria (para avaliar a espessura da córnea, que é a camada mais anterior do olho). Todos estes exames são rotineiramente realizados em oftalmologia, através de uma sonda que é encostada na superfície do olho, após aplicação de colírio anestésico. A microscopia especular é feita através de uma imagem, onde são contadas as células da superfície do olho. Estes exames serão repetidos no pós-operatório.

O benefício deste estudo é identificar com qual modulação de micropulso (ultra-som) há menor quantidade de energia utilizada e perda de células da superfície do olho (córnea).

Todo o acompanhamento pós-operatório será feito por profissionais médicos, nos dias 1°, 7°, 15°, 30° e 90° pós-operatórios.

A qualquer momento você terá nossa garantia de receber respostas ou esclarecimentos acerca dos procedimentos, riscos e benefícios. O principal investigador neste estudo é a Dr. Antonio Eduardo Pereira, que pode ser encontrada no endereço acima. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)-UNIDERP.

É garantida a liberdade de retirada de seu consentimento a qualquer momento, deixando de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição.

Fica também assegurado o sigilo de sua identificação assim como a manutenção do caráter confidencial relacionado à sua privacidade.

O paciente em questão tem o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais da pesquisa.

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo, o participante tem o direito a tratamento médico na instituição.

Consentimento

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Avaliação de diferentes modulações da energia ultra-sônica para cirurgia de catarata pela técnica de facoemulsificação *Nuclear Preslice*”

Discuti com a Dr. Antonio Eduardo Pereira sobre a minha decisão em participar deste estudo. Ficam claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, com seus desconfortos e riscos, além de as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal

Data __/__/__

Assinatura da testemunha

Data __/__/__

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data __/__/__

FONTES CONSULTADAS

Ferreira ABH. Dicionário eletrônico Aurélio Século XXI. Rio de Janeiro: Nova Fronteira; 2000.

Rother ET, Braga MER. Como elaborar sua tese: estrutura e referências. São Paulo; 2001.86p.

Siegel S. Estatística não-paramétrica- para as Ciências do Comportamento. São Paulo: McGrau-Will; 1975.350p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.