



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE MEDICINA

RODOLFO DE LIMA FACHINELLI

**Estimativa da ceratometria média a partir dos dados
biométricos e refração pós-operatórios de olhos de crianças
submetidas à facectomia por catarata congênita e do
desenvolvimento**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Pesquisa e Desenvolvimento (Biotecnologia Médica).

Orientador: Prof. Adj. Antonio Carlos Lottelli Rodrigues

Botucatu - SP

2018

RODOLFO DE LIMA FACHINELLI

Estimativa da ceratometria média a partir dos dados
biométricos e refração pós-operatórios de olhos de crianças
submetidas à facectomia por catarata congênita e do
desenvolvimento

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina, Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre
em Pesquisa e Desenvolvimento
(Biotecnologia Médica).

Orientador: Prof. Adj. Antonio Carlos Lottelli Rodrigues

Botucatu - SP

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Fachinelli, Rodolfo de Lima.

Estimativa da ceratometria média a partir dos dados biométricos e refração pós-operatórios de olhos de crianças submetidas à facectomia por catarata congênita e do desenvolvimento / Rodolfo de Lima Fachinelli. - Botucatu, 2018

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu
Orientador: Antonio Carlos Lottelli Rodrigues
Capes: 40101177

1. Olhos - Acomodação e refração. 2. Ceratometria.
3. Catarata - Cirurgia. 4. Biometria. 5. Cuidados pós-operatórios. 6. Crianças.

Palavras-chave: Biometria; Catarata congênita;
Ceratometria; Comprimento axial; Crescimento ocular.

DEDICATÓRIA

À minha esposa Larissa, pela dedicação, amor, companheirismo e cumplicidade, por ser a grande motivadora do meu desenvolvimento pessoal e profissional.

À minha família, que sempre me apoiou e incentivou, especialmente meus pais, Pedro e Rose, por terem priorizado a educação dos filhos.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Adjunto Dr. Antonio Carlos Lottelli Rodrigues, pelas inúmeras oportunidades de aprendizado ao longo da Residência em Oftalmologia, *Fellow* e Pós-graduação.

Aos professores que contribuíram para minha formação intelectual, estimularam questionamentos e deram bons exemplos de profissionalismo.

À Prof^a. Adj. Dr^a. Cláudia Valéria Seullner Brandão, ao Prof. Dr. Alvio Isao Shiguematsu e ao Prof. Adj. Dr. Wallace Chamon Alves de Siqueira pelas valiosas contribuições que deram para este trabalho.

Aos docentes, colegas de pós-graduação e funcionários do Programa de Pós-graduação em Pesquisa e Desenvolvimento (Biotecnologia Médica), em especial à Janisse.

Ao Prof. Titular Carlos Roberto Padovani, do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP, pelo exemplo de didática e disposição em sala de aula, pelas orientações e análises estatísticas.

Ao aluno Farid Sallum Neto, pós-graduando do Departamento de Bioestatística do Instituto de Biociências de Botucatu – UNESP, pelo auxílio nas análises estatísticas.

À Clariana Lucas pela ajuda na revisão dos textos.

À Andrezza (minha irmã) e às secretárias do Departamento de Oftalmo e Otorrino, Nilse, Flávia e Sônia, pela ajuda imprescindível com a organização dos documentos e agendamento de salas.

A todos os docentes, médicos contratados, *fellows*, residentes e funcionários do Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Faculdade de Medicina de Botucatu- UNESP.

À Faculdade de Medicina de Botucatu – UNESP, onde este trabalho foi realizado.

A todos os pacientes participantes do estudo e seus responsáveis, que permitiram a realização do mesmo e confiaram no pioneirismo e competência da nossa Equipe de Catarata da Oftalmo UNESP.

RESUMO

FACHINELLI, R. L. **Estimativa da ceratometria média a partir dos dados biométricos e refração pós-operatórios de olhos de crianças submetidas à facectomia por catarata congênita e do desenvolvimento** [dissertação de mestrado]. Programa de Pós-graduação em Pesquisa e Desenvolvimento (Biotecnologia Médica), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2018.

Objetivo: Comparar a ceratometria média aferida (K_A) sob narcose em crianças submetidas à facectomia, por catarata congênita ou do desenvolvimento, com a ceratometria média obtida por cálculo teórico (K_C), utilizando o poder dióptrico da lente intraocular (LIO) implantada e dados refracionais e biométricos pós-operatórios, a fim de evidenciar possíveis erros de aferição da K_A devido a narcose. **Métodos:** Estudo retrospectivo realizado a partir da análise de dados coletados de prontuários de pacientes com catarata bilateral, congênita ou do desenvolvimento, que receberam tratamento cirúrgico no HC-FMB. Foram analisados 73 olhos de crianças que possuíam pelo menos um exame pós-operatório completo, cada momento em que determinado olho foi examinado foi considerado um elemento do conjunto amostral, totalizando 165 momentos. K_C foi obtida a partir de fórmula teórica para cálculo de LIO, utilizando os dados biométricos pós-operatórios (AL e ACD), refratometria automatizada pós-operatória e poder dióptrico da LIO implantada. Foi calculada a diferença entre K_A e K_C (Desvio = $K_A - K_C$). Para análise estatística dos desvios encontrados e comparação entre K_A e K_C , foi realizado o teste de associação de Goodman e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. **Resultados:** A média de idade no momento da cirurgia do primeiro olho foi 954,62 dias, com desvio padrão de $\pm 794,14$ dias, mediana de 953 dias, sendo a idade mínima de 44 dias e a máxima de 2659 dias. Vinte e três eram do sexo masculino (62,16%) e 14 eram do sexo feminino (37,84%). K_A variou de 40,62D a 51,50D, com mediana de 45,25D, média de 45,32D e desvio padrão de $\pm 2,37$ D. K_C variou de 39,40D a 52,26D, com mediana de 44,49D, média de 44,54D e desvio padrão de $\pm 2,41$ D. Os desvios (Desvio = $K_A - K_C$) variaram de -2,28D a 3,81D, com mediana de 0,83D, média de 0,79D e desvio padrão de $\pm 1,18$ D. A relação entre K_C e K_A pode ser representada pela equação $K_A = 1,0172 K_C$. **Conclusão:** A comparação entre K_C e K_A em crianças sob narcose evidenciou que há superestimação do valor aferido em relação ao calculado. A análise dos desvios encontrados mostrou tendência para maior superestimação quanto maior a K_A com diferença significativa ($p < 0,05$) nas aferições acima de 44,0D.

Palavras-chave: biometria, ceratometria, crescimento ocular, catarata pediátrica, catarata congênita, comprimento axial, lente intraocular.

ABSTRACT

FACHINELLI, R. L. **Estimation of mean keratometry from biometric data and postoperative eye refraction of children with congenital and developmental cataract submitted to cataract surgery** [master's thesis]. Research and Development Post Graduate Program (Medical Biotechnology), São Paulo State University, Botucatu, 2018.

Purpose: To compare the mean keratometry measured (K_A) in children under anesthesia to receive surgical treatment for congenital or developmental cataract with a mean keratometry obtained by a theoretical formula (K_C), using the implanted intraocular lens (IOL) power value and postoperative refractive and biometric data, in order to check possible observational errors of K_A due to general anesthesia. **Methods:** A retrospective study analysing records of patients with congenital or developmental bilateral cataract who underwent surgical treatment at HC-FMB. Seventy-three children's eyes that had at least one full postoperative exam were analyzed, each time one eye was assessed was considered one element of the sample group, and the total amount was 165 elements. K_C was determined by a theoretical formula for calculating IOL power using postoperative biometric data (AL e ACD), postoperative automatic refractometry and refractive power of the implanted IOL. The K_A observational error value was obtained by subtracting K_C from K_A (Error = $K_A - K_C$). Statistical analysis of the observational errors and the comparison between K_A and K_C were made by Goodman's test and Kruskal-Wallis' non-parametric test. **Results:** the mean age at the moment of the first surgery was of 954,62 days, the standard deviation was $\pm 794,14$ days, the median was 953 days, the minimum age was 44 days and the maximum age was 2659 days. Twenty-three (62,16%) patients were male and 14 (37,84%) female. K_A ranged from 40,62D to 51,50D, the median was 45,25D, the mean was 45,32D and the standard deviation was $\pm 2,37$ D. K_C ranged from 39,40D to 52,26D, the median was 44,49D, the mean was 44,54D and the standard deviation was $\pm 2,41$ D. Observational errors ranged from -2,28D to 3,81D, the median was 0,83D, the mean was 0,79D and the standard deviation was $\pm 1,18$ D. The rate between K_C and K_A can be represented by the equation $K_A = 1.0172 K_C$. **Conclusion:** The comparison between K_C and K_A in children under general anesthesia showed that there is an overestimation of the value measured when compared to the calculated one. The analysis of the observational errors showed there is a tendency to greater overestimation the higher the K_A , with significant difference ($p < 0.05$) in the measurements over 44.0D.

Keywords: biometry, keratometry, eye growth, pediatric cataract, congenital cataract, axial length, intraocular lens.

LISTA DE ABREVIATURAS

a.C.:	antes de Cristo
ACD:	profundidade da câmara anterior
AL:	comprimento axial
C1:	Classe 1
C2:	Classe 2
C3:	Classe 3
C4:	Classe 4
C5:	Classe 5
C6:	Classe 6
CEP:	Comitê de Ética em Pesquisa
d.C.:	depois de Cristo
D:	dioptrias
ELP:	posição efetiva da lente intraocular
FMB:	Faculdade de Medicina de Botucatu
HC	Hospital de Clínicas
IATS:	Infant Aphakic Treatment Study
K:	ceratometria
Ka:	ceratometria aferida por ceratômetro portátil
Kc:	ceratometria calculada por fórmula teórica
LIO:	lente intraocular
LT:	espessura do cristalino
m/s:	metros por segundo
m:	metro
mm:	milímetros
mmHg:	milímetros de mercúrio
P:	poder dióptrico da lente intraocular
PIO:	pressão intraocular
PMMA:	polimetilmetacrilato
PPSUS:	Programa de Pesquisa para o SUS
PVF:	persistência de vítreo fetal
R:	refração autometizada no pós-operatório
RD:	refração pós-operatória desejada
RRAS:	Redes Regionais de Assistência à Saúde
SF:	surgeon fator
SUS:	Sistema Único de Saúde
TCLE:	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TN:	triagem neonatal
TRV:	teste do reflexo vermelho
Unesp:	Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
UNICAMP:	Universidade Estadual de Campinas
Unifesp:	Universidade Federal de São Paulo

USP:

Universidade de São Paulo

V:

distância vértice = 12mm

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVO	11
3 REVISÃO DA LITERATURA	12
3.1 CATARATA CONGÊNITA E DO DESENVOLVIMENTO	12
3.2 DIAGNÓSTICO	13
3.3 TRATAMENTO.....	14
3.4 BIOMETRIA.....	17
3.4.1 COMPRIMENTO AXIAL (AL).....	20
3.4.2 CERATOMETRIA (K).....	21
3.5 A BIOMETRIA NO OLHO EM DESENVOLVIMENTO	23
4 MÉTODO	25
5 RESULTADOS.....	28
6 DISCUSSÃO.....	31
7 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICES.....	41

1 INTRODUÇÃO

O tratamento da catarata infantil é desafiador, trata-se de um olho em crescimento, em um paciente com sistema visual ainda em desenvolvimento, e com necessidade de acompanhamento pós-operatório por tempo prolongado.^{1,2} Houve grande evolução no tratamento cirúrgico da catarata infantil nos últimos 30 anos.³ O implante primário da lente intraocular (LIO) é bem aceito atualmente após o primeiro ano de vida, mas ainda considerado controverso em crianças menores.⁴

Crianças menores que quatro anos de idade são pouco colaborativas para aferição da ceratometria enquanto acordadas. Em condições ideais, são necessários equipamentos portáteis para avaliação com biometria ultrassônica e ceratometria automatizada para cálculo da LIO a ser implantada, o que deve ser realizados sob narcose, preferencialmente no mesmo tempo anestésico da facectomia.⁵

Por esse motivo, o uso de ceratômetro portátil em crianças sob anestesia geral é a melhor abordagem possível para a obtenção dessas medidas.^{5,6} Nessas condições, uma das preocupações dos examinadores é que a falta de fixação no alvo do aparelho durante a aferição possa interferir nos resultados obtidos.^{5,6}

O uso de ceratômetro portátil em pacientes anestesiados em comparação ao uso em pacientes acordados já foi validado em adultos e crianças colaborativas.^{7, 8} Em crianças menores esta comparação não é possível.

2 OBJETIVO

O presente estudo propõe comparar a ceratometria média aferida (K_A) sob narcose em crianças submetidas à facectomia, por catarata congênita ou do desenvolvimento, com a ceratometria média obtida por cálculo teórico (K_C), utilizando o poder dióptrico da lente intraocular (LIO) implantada e dados refracionais e biométricos pós operatórios, a fim de evidenciar possíveis erros de aferição da K devido a narcose.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 CATARATA CONGÊNITA E DO DESENVOLVIMENTO

Catarata é o termo utilizado para designar qualquer opacidade que atinja o cristalino. Embora sua ocorrência seja rara, a catarata pediátrica é responsável por 5% a 20% da cegueira em crianças no mundo, sendo a principal causa tratável ou prevenível.⁹ Estima-se a existência de 200.000 crianças cegas no mundo por catarata, e que a cada ano 20.000-40.000 crianças nascem com catarata congênita.¹⁰

A catarata pediátrica pode ser classificada de acordo com o tempo de aparecimento em: congênita, quando seu aparecimento ocorre dentro dos três primeiros meses de vida; ou do desenvolvimento, quando ocorre após este período. Outros consideram como catarata congênita aquela presente ao nascimento, infantil aquela que se desenvolve até os dois anos de vida e juvenil aquela que se apresenta até a primeira década de vida.^{1, 11} Quanto mais precoce seu aparecimento, maior será seu potencial ambliogênico. Uma criança com catarata congênita total bilateral não operada antes dos três meses de vida desenvolverá nistagmo e será deficiente visual ou legalmente cega por toda a vida. Sendo assim, a detecção e o tratamento precoces são de extrema importância para o prognóstico visual da criança.¹²

Quanto à etiologia das cataratas congênicas e do desenvolvimento, existem diferenças entre as cataratas bilaterais e unilaterais. Na maioria dos casos bilaterais, causas genéticas são as mais comuns, com heranças autossômicas dominantes em até 75% dos casos, podendo ainda apresentar heranças ligadas ao cromossomo X ou autossômicas recessivas.¹³ Podem também ter como causa doenças sistêmicas, como galactosemia, doença de Wilson, hipocalcemia, diabetes, síndromes genéticas (principalmente trissomia do cromossomo 21) ou estar relacionada a infecções maternas, principalmente no primeiro trimestre de gestação, como rubéola, toxoplasmose, toxocaríase, citomegalovírus e outras.^{13, 14}

Em contraste, a maioria das cataratas unilaterais é de causa desconhecida. Podem estar associadas a disgenesias locais e oculares, tais como persistência de vascularização

fetal, lenticone posterior ou lentiglobus. Trauma também é uma importante causa de catarata em crianças e deve ser considerado nos casos de catarata unilateral.^{13, 14}

3.2 DIAGNÓSTICO

O Teste do Reflexo Vermelho (TRV) é a forma mais adequada para detecção precoce da catarata em crianças.¹⁵ O teste pode ser realizado por médicos utilizando oftalmoscópio ou por paramédicos utilizando um *pen torch*.¹⁶ A catarata congênita é a causa mais frequente de alteração do TRV nas maternidades.¹⁷ No Brasil o TRV é obrigatório ao nascimento em 17 das 27 unidades federativas, mediante leis estaduais, e do Distrito Federal. Faz-se necessária uma lei nacional que torne obrigatório o exame em todo o território brasileiro.¹⁸

A detecção precoce de alteração no TRV é importante, mas não garante que a criança receba tratamento precoce. No Brasil os recém-nascidos com alteração no teste têm dificuldades em chegar aos centros de referência para receber tratamento devido à falta de organização de uma rede assistencial.¹⁸

No ano de 2007, o “Projeto Reflexo Vermelho” viabilizou o TRV e organizou seu fluxo na região de Botucatu, Centro-Oeste do Estado de São Paulo.¹⁹ No Estado de São Paulo, em junho de 2014, baseados na definição das Redes Regionais de Assistência à Saúde (RRAS), estabelecida pelo sistema público de saúde do Brasil, o “Sistema Único de Saúde” (SUS), seis Hospitais Universitários do Estado de São Paulo, três no interior (HC FMB UNESP – Botucatu, HC USP – Ribeirão Preto e HC UNICAMP – Campinas) e três na capital (Hospital São Paulo – UNIFESP, HC – USP e Santa Casa), e a Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, através de sua Coordenadoria Estadual do Programa Nacional de Triagem Neonatal (TN), uniram-se com o objetivo de estabelecer um fluxo de encaminhamento para recém-nascidos com reflexo vermelho alterado/duvidoso em todo o Estado de São Paulo e iniciaram o “Projeto Implantação da Linha de Cuidado do Exame do Olhinho no Estado de São Paulo” com financiamento do “Programa de Pesquisa para o SUS” (PPSUS- SP2014).²⁰ Este “Projeto” foi transformado no “Programa de Triagem Ocular do Estado de São Paulo” pela Secretaria de Estado da Saúde em março de 2016 e com base em suas diretrizes foi instituído, pela resolução nº 19, de 01 de Março de 2016, publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo, o “Protocolo de Diagnóstico, Tratamento e Seguimento da Triagem Ocular –Teste do Olhinho– Teste do Reflexo Vermelho no Estado de São Paulo”, a ser realizado em todos os

estabelecimentos de saúde da rede, vinculados ou não ao Sistema Único de Saúde. Por essa resolução, todas as maternidades públicas ou privadas do Estado de São Paulo estão obrigadas a não só realizar o TRV, mas também a dar encaminhamento adequado aos recém-nascidos com teste alterado/duvidoso, respeitando etapas e prazos estabelecidos pelo protocolo. Com essa resolução, o Estado de São Paulo deu um importante passo na prevenção de cegueira na infância.^{12, 21}

A catarata e outras afecções que levam à alteração do reflexo vermelho podem estar presentes no nascimento ou se manifestar posteriormente.¹⁹ Dessa forma, o “Protocolo de Diagnóstico, Tratamento e Seguimento da Triagem Ocular –Teste do Olhinho– Teste do Reflexo Vermelho no Estado de São Paulo” preconiza a realização do exame também aos 4, 6 e 12 meses e aos 2 anos de idade.^{12, 21}

3.3 TRATAMENTO

O tratamento da catarata infantil possui características que o diferem do tratamento da catarata no adulto. Trata-se de um olho em crescimento, em um paciente com sistema visual ainda em desenvolvimento, em que o tratamento não se resume à cirurgia.^{1, 2} Em cataratas totais ou opacidades que atingem a área pupilar, não há dúvidas na indicação de cirurgia. Já em cataratas com opacidades pequenas, que atingem parcialmente a área pupilar (catarata polar anterior, por exemplo), ou nas cataratas que não são totalmente opacas (catarata lamelar, por exemplo), a indicação cirúrgica deve ser avaliada por um profissional experiente. Nesses casos a cirurgia pode ser mais deletéria para o desenvolvimento visual da criança que a própria opacidade.^{1, 11, 22, 23}

Até a década de 50, o tratamento da catarata pediátrica era realizado pela técnica de discisão ou agulhamento, descrita pelo médico romano Aurelius Cornelius Celsus (25 a.C. – 50 d.C.) e redescoberta por Percival Potts em 1775 (*apud* Scheie, 1960).²⁴ A técnica consistia em abertura da cápsula anterior do cristalino para que seu conteúdo fosse absorvido. Esse processo de absorção gerava grande reação inflamatória, com formação de membranas, glaucoma e descompensação da córnea. Em 1957 Constenbader e Albert afirmaram que não viam uma única criança se beneficiar com o procedimento.²⁵ Uma variação dessa técnica era

a extração linear, que consistia em abertura da cápsula anterior seguida de irrigação da câmara anterior para remoção do máximo possível de material cristalino.²⁶

No início da década de 60, com a popularização do uso dos microscópios, Scheie despertou e repopularizou a técnica de aspiração, que consistia em punção do cristalino com agulha de 19 Gauge e aspiração de seu conteúdo. Há relatos de prática de técnica de aspiração por Antilus no século IV d.C., no Japão no século XV e na Itália no século XVIII.²⁴

A técnica de extração intracapsular, amplamente utilizada em adultos até meados da década de 1980, era desfavorável nos pacientes pediátricos, porque a força necessária para romper a zônula gerava alto risco de perda vítrea, além de complicações relacionadas à cicatrização da grande incisão necessária para remoção do cristalino inteiro.²⁷

Na década de 70, o desenvolvimento de sistemas automatizados de corte e sucção do vítreo (vitrectomos) proporcionou o desenvolvimento da lensectomia. Nessa técnica, o cristalino era abordado via *pars plana* com a sonda de vitrectomia, seu conteúdo e as porções centrais da cápsula anterior e posterior eram aspirados pelo vitrectomo. Posteriormente a técnica sofreu alterações com a abordagem limbar descrita por Calhoun e Harley em 1975²⁸, e via *pars plicata* descrita por Peyman em 1978.²⁹

Em 1981, Taylor mostrou que a abertura da cápsula posterior associada à ampla vitrectomia anterior, abaixo desta abertura, reduzia drasticamente a necessidade de reintervenções para desobstrução do eixo visual. Mesmo na ausência da cápsula posterior, as células epiteliais remanescentes do cristalino podem se proliferar no vítreo anterior denso da criança e promover obstrução do eixo visual se não for realizada a vitrectomia anterior.³⁰

Estabeleceram-se assim os passos indispensáveis na cirurgia de catarata pediátrica moderna: abertura da cápsula anterior, aspiração do conteúdo cristalino, capsulotomia posterior e ampla vitrectomia anterior.¹²

Após a remoção da catarata, o próximo desafio é a reabilitação visual e tratamento da ambliopia com correção refracional adequada, estimulação visual e oclusão (quando indicada).^{30, 31} A ausência do cristalino (afacia) gera alta hipermetropia e quanto menor o olho, maior a hipermetropia gerada. Um bebê afácico, com poucos meses de vida, ficará hipermetrope de aproximadamente +20,00D para a correção com óculos.³²

Os óculos são facilmente ajustáveis às mudanças refracionais que ocorrem nos olhos em crescimento, mas óculos para afacia são pesados, provocam um fator magnificação de 20 a 30%, reduzem o campo visual e causam distorção das imagens por efeito prismático. Também são inadequados para a correção de afacia unilateral pela diferença no tamanho da imagem formada pelo sistema óptico de cada olho.^{33, 34}

O uso de lentes de contato na correção da afacia não provoca redução no campo visual, distorções ou magnificação das imagens, proporcionando boa correção da hipermetropia, principalmente nos casos de afacia unilateral.⁴ Possui como limitação o alto custo das lentes, dificuldade de manipulação pelos pais, e o mau uso pode causar graves complicações para a superfície ocular e córnea.^{4, 34}

Na América do Norte e Europa a empresa Bausch & Lomb® disponibiliza a lente de contato Silsoft Plus®, fabricada em elastômero de silicone, disponível em até +32,0D, é uma lente que permite uso prolongado, podendo ser retirada apenas uma vez por semana. No Brasil estão disponíveis apenas lentes de contato em hidrogel com dioptria máxima de +25,0, que devem ser removidas diariamente. Devido ao alto custo, necessidade de trocas frequentes e indisponibilidade de material adequado, as lentes de contato são uma opção pouco viável para o tratamento da afacia em países em desenvolvimento.^{18, 33}

O implante da lente intraocular (LIO) no mesmo ato cirúrgico da facectomia (implante primário) é bem aceito atualmente após o primeiro ano de vida. Há controvérsias em relação ao implante em crianças menores, devido às dificuldades técnicas impostas pelo tamanho do olho e à elevada taxa de obstrução do eixo visual, o que leva à necessidade de novas intervenções cirúrgicas.⁴ Quando indicado o implante primário, pratica-se hipocorreção com implante de LIO de valor mais baixo que o calculado para emetropia no momento da cirurgia. O paciente deve receber correção da hipermetropia residual no pós-operatório com óculos.³⁵

Tanto o poder refrativo dos óculos quanto o das lentes de contato precisa ser atualizado no seguimento pós-operatório devido ao crescimento ocular, a cada três meses no primeiro ano de vida e a cada seis meses após o primeiro ano de vida.^{18, 33}

Um estudo multicêntrico realizado nos Estados Unidos da América (EUA), o *Infant Aphakic Treatment Study* (IATS), realizou comparação entre dois grupos de crianças menores que sete meses de idade tratadas cirurgicamente por catarata unilateral, um grupo recebeu implante primário de LIO e o outro grupo era de pacientes afácicos tratados com lentes de contato. Após seguimento de cinco anos, o estudo mostrou que o resultado visual foi semelhante para ambos os grupos, o custo hospitalar referente ao tratamento cirúrgico e reintervenções foi 5% maior no grupo do implante primário da LIO, devido ao maior número de reintervenções para desobstrução do eixo visual neste grupo; e o custo para a família foi maior que o dobro para os pacientes afácicos, devido ao alto custo das lentes de contato.⁴

3.4 BIOMETRIA

O termo biometria foi originalmente utilizado por Whewell no século XIX para calcular a expectativa de vida. Biometria é um método de se aplicar matemática à biologia. Em Oftalmologia, o termo representa o conjunto de medidas utilizadas para o cálculo da LIO a ser implantada em paciente que será submetido à facectomia. O poder refrativo do olho depende primariamente do poder refracional da córnea, do cristalino, do índice de refração dos meios intraoculares e do comprimento axial do olho. Para o planejamento da cirurgia de catarata, para que se obtenha o resultado refracional desejado no pós-operatório, deve-se conhecer o poder refrativo da córnea, o comprimento axial do olho e as condições do meio intraocular (catarata densa, afacia, cirurgia de vitrectomia prévia, presença de óleo de silicone na câmara vítrea, presença de lente intraocular).³⁶

A primeira lente intraocular foi implantada pelo médico inglês Harold Ridley em 1949. Era uma LIO rígida feita de polimetilmetacrilato (PMMA), material acrílico que compunha os para-brisas de blindados e aviões usados na Segunda Guerra Mundial.³⁷ Ridley observou que alguns pilotos que se acidentaram em campo de batalha apresentavam estilhaços desse material alojados de forma inerte no meio intraocular. A partir dessa observação, foi desenvolvida LIO em PMMA baseada no formato e dimensões do cristalino humano, sem levar em conta índice de refração ou poder dióptrico da mesma. O primeiro implante foi realizado em uma paciente de 45 anos, com um resultado refracional pós-operatório miópico de cerca de -18,0D.³⁷

Em 1967, com a disponibilidade do ultrassom modo A para a medida do comprimento axial (AL) do olho, Fyodorov e colaboradores desenvolveram a primeira fórmula teórica (também chamadas “de Primeira Geração”). As fórmulas teóricas de Primeira Geração eram baseadas em fórmulas clássicas de vergência de óptica geométrica aplicada a uma redução esquemática do olho humano.^{38, 39} A maioria das fórmulas modernas é baseada nas fórmulas teóricas, o poder (P) da LIO é escolhido como variável da fórmula, e calculado com o uso das aferições de ceratometria (K) e comprimento axial do olho (AL), refração pós-operatória desejada (RD) e distância vértice (V, distância da lente corretora à superfície do olho, geralmente um valor fixo de 12mm). Algumas fórmulas podem utilizar a profundidade de câmara anterior (ADC) no cálculo. A única variável que não pode ser mensurada no pré-operatório é a posição efetiva da lente intraocular (ELP).¹³

Equação teórica baseada em fórmulas clássicas de vergência:

$$P = (1336/[AL-ELP]) - (1336/[1336/\{1000/([1000/RD] - V) + K\} - ELP]).^{40}$$

A ELP é o termo utilizado para designar a posição que a LIO ocupará dentro do olho após a cirurgia. Mais especificamente, a distância entre o epitélio da córnea e o plano principal da LIO. Nas fórmulas teóricas, ou de Primeira Geração, a ELP era transformada em um valor constante de 4,0mm para todos os pacientes e tipos de lentes disponíveis. A medida da ACD pré-operatória mostrou acurácia reduzida para estimar a ELP em implantes de lente no saco capsular. O grande desafio das próximas gerações de fórmulas desenvolvidas foi melhorar a estimativa da ELP, para que o resultado refracional pós-operatório planejado fosse também mais preciso.⁴¹

A análise dos resultados pós-operatórios permitiu que alguns autores elaborassem as fórmulas de regressão, aplicando fatores de correção na estrutura das fórmulas teóricas a partir de análise de regressão linear. A mais famosa dessas fórmulas foi a SRK proposta por Sanders, Retzlaff e Kraff. Por sua simplicidade, essa fórmula foi amplamente utilizada até meados da década de 90. Ainda nos dias de hoje é uma fórmula bastante útil para o entendimento da relação entre as variáveis utilizadas para o cálculo da LIO.¹³

Fórmula SRK:

$$P = A - 0,9K - 2,5AL;$$

onde P é o poder dióptrico da LIO, A é uma constante que depende do modelo da LIO, K é a ceratometria média e AL é o comprimento axial.^{40, 42}

A constante A foi proposta para substituir o uso da ACD ou valores fixos para estimar a ELP. É um valor fornecido por cada fabricante e para cada modelo de LIO, baseado nos resultados obtidos com o implante daquela LIO. Apesar de ser chamado de constante, é um valor sujeito a muitas variações, que podem depender da LIO, do cirurgião (técnica e posição da incisão, por exemplo), aparelhos e forma de fazer a biometria. De acordo com os autores, é recomendável personalizar a constante A para cada cirurgião, uma vez que este sempre utilize o mesmo modelo de LIO, mesma técnica cirúrgica, mesma técnica de biometria e mesmo biômetro.^{13, 40}

As fórmulas de Segunda Geração surgiram no início dos anos 80, quando Hoffer e Binkhorst, de forma independente, substituíram o valor constante de ACD, utilizado em suas respectivas fórmulas de Primeira Geração, por um valor de ACD baseado no AL. Hoffer concluiu em seu estudo que a ACD aferida no pós-operatório era diretamente proporcional ao AL ($ACD = 0,29AL - 2,93$). E a fórmula Binkhorst II alterou o ACD em função do AL ($ACD = AL/23,45ACD$).^{13, 43}

Em 1988, após a publicação da fórmula de Holladay, os autores da fórmula SRK se reuniram e adicionaram um fator de correção para a constante A, criando a fórmula SRK-II, se juntando às de Segunda Geração. O fator de correção para a constante A dependeria do AL aferido.^{13, 44}

As fórmulas de Segunda Geração se baseavam em um único fator de correção para a ACD na tentativa de melhorar a predição da ELP. Já as fórmulas de Terceira Geração utilizaram dois fatores de correção para a ACD. Holladay inaugurou a Terceira geração de fórmulas em 1988 ao utilizar o conceito de altura corneana de Fyodorov (distância do endotélio da córnea ao plano da íris), baseado na K e no AL.^{40, 45} O valor de ACD proposto nessa fórmula era a soma da altura corneana, espessura da córnea (0,56mm), e a distância da íris ao plano principal da LIO. Esse último fator foi denominado *Surgeon Factor* (SF). O SF não era um valor conhecido, deveria ser calculado para cada cirurgião após uma série de cirurgias utilizando-se sempre o mesmo modelo de LIO.⁴⁶

Em 1990 os autores da SRK entraram para a Terceira Geração com a fórmula SRK/T. Era semelhante à fórmula de Holladay, mas ao invés de utilizarem o SF, os autores utilizaram a constante A para criar um fator de compensação que seria adicionado à altura corneana de Fyodorov para o cálculo de ACD.¹³

Em 1993 Hoffer publicou sua fórmula de Terceira Geração, a fórmula Hoffer Q. Nesta fórmula o autor propôs uma personalização de ACD para cada modelo de LIO, baseada nos valores de AL e K aferidos, sem utilizar o conceito de altura corneana de Fyodorov.¹³

As fórmulas de Quarta Geração foram propostas na segunda metade da década de 90, tendo como principais exemplares as fórmulas Holladay II e Haigis. A primeira utiliza algumas variáveis adicionais como diâmetro corneano horizontal (branco a branco), espessura do cristalino, ACD pré-operatório, idade do paciente e refração pré-operatória. A segunda não utiliza a K para estimar ELP, para isso usa três constantes (a0, a1 e a2) baseadas nas mediadas de ACD pré-operatório e AL.⁴⁷

Fórmulas que no passado foram amplamente utilizadas, como SRK II e outras mais antigas, hoje são consideradas obsoletas. Nenhuma fórmula se mostrou útil em todas as circunstâncias.⁴⁸ Com tantas opções de fórmulas para o cálculo da LIO, a precisão do resultado em adultos é considerada relativamente fácil em olhos normais com comprimento axial entre 22mm e 26mm, e os maiores erros ocorrem nos casos extremos, com olhos mais curtos (<22mm) ou mais longos (>26mm). Em olhos curtos (<22mm) as fórmulas mais indicadas são Haigis, Hoffer Q e Holladay 2. Em olhos longos (>26mm) as fórmulas Haigis e SRK/T trazem resultados mais precisos.⁴⁹

3.4.1 COMPRIMENTO AXIAL (AL)

O AL é considerado a variável mais importante no cálculo da LIO. Um erro de aferição de 1,0mm no comprimento do olho a ser operado pode provocar erro no valor da LIO a ser implantada de 2,5D a 3,0D. Pode ser aferido com o uso de ultrassom modo A pelos métodos de contato ou imersão, ou por métodos ópticos baseados em interferometria de coerência óptica.⁵⁰

O método ultrassonográfico é baseado na propagação de um pulso de onda mecânica (ultrassom) da superfície anterior da córnea até o epitélio pigmentado da retina. Conhecendo-se o tempo necessário para essa onda se propagar e a velocidade de propagação do som nos meios intraoculares, calcula-se a distância percorrida.⁵⁰

Dentre os métodos ultrassonográficos o método de contato tem menor acurácia por promover depressão da córnea durante a aferição, enquanto que no método de imersão a sonda não toca o olho do paciente e produz resultados comparáveis aos métodos ópticos.⁵⁰

O método óptico usa princípios de interferometria para aferir a distância da superfície anterior da córnea até a retina. Possuem a vantagem de ser um método de não contato em que o paciente deve fixar o alvo fornecido pelo aparelho. Estudos não detectaram diferença estatística entre a aferição por métodos ópticos e o método ultrassonográfico de imersão.^{50, 51}

Em crianças colaborativas, geralmente maiores que quatro anos de idade, o uso do método óptico é uma boa opção para aferição do AL. Crianças menores geralmente precisam ser examinadas em centro cirúrgico sob narcose. Nesses casos são necessários equipamentos portáteis e apenas biômetros ultrassônicos estão disponíveis. A técnica de imersão é a mais indicada, as medidas por técnica de contato mostraram AL significativamente menor em crianças, provavelmente devido à maior elasticidade da córnea que pode ser facilmente indentada.⁵²

3.4.2 CERATOMETRIA (K)

A ceratometria (K) é considerada a segunda variável mais importante no cálculo da LIO. Erros de aferição na K podem provocar alteração no poder calculado da LIO de 0,9D, praticamente uma taxa de 1:1. Para sua aferição, considerando a córnea um espelho convexo esférico, um anel de tamanho conhecido é refletido na superfície da córnea e a partir do tamanho dessa imagem o raio de curvatura desse “espelho” é determinado em milímetros, podendo ser convertido em dioptrias. Em córneas com astigmatismo regular o meridiano de curvatura mais plana é perpendicular ao meridiano mais curvo. A média aritmética entre o valor aferido da curvatura do meridiano mais plano e valor aferido da

curvatura do meridiano mais curvo fornece a ceratometria média. Nesse método, não é possível analisar a curvatura posterior da córnea (face endotelial), estabelece-se uma relação fixa em que o raio de curvatura da superfície posterior da córnea é considerado 1,2mm menor que o aferido na superfície anterior, para estimativa final do seu poder dióptrico.⁵³

Vários autores descreveram o comportamento da K ao longo do desenvolvimento ocular. É bem documentado na literatura que crianças menores que seis meses de idade apresentam K significativamente mais curvo (maiores valores em dioptrias),^{32, 54} Esse é também o comportamento ceratométrico de crianças com catarata.⁵ Ehlers e colaboradores obtiveram média de 47,50D para recém-nascidos a termo e média de 43,69D para crianças entre dois e quatro anos de idade. Nesse estudo, concluíram que a curvatura da córnea atinge o padrão adulto próximo aos três anos de idade.⁵⁵ Isenberg e colaboradores avaliaram a curvatura da córnea em 200 recém-nascidos com o uso de topógrafo portátil, reportaram valor médio de 48,5D ao nascimento, 44,0D aos 3 meses de vida e 43,0D aos 6 meses.⁵⁶ Hoffer obteve valores de K em 7500 olhos adultos fáticos e relatou média de 43,81D, com desvio padrão de 1,6D.⁵⁷

A aferição da K em crianças menores que três a quatro anos é difícil de ser realizada com o paciente acordado e a aferição da K com ceratômetro portátil em pacientes anestesiados está sujeita a uma série de fatores que podem causar erros de aferição. Estes fatores incluem decúbito dorsal, alinhamento do aparelho com o eixo visual, quebra do filme lacrimal e uso de lágrimas artificiais, uso de blefarostatos, e a aferição sem que o paciente esteja fixando o alvo do aparelho.^{7, 58}

Lam e colaboradores estudaram o efeito da postura e uso de lágrima artificial na ceratometria aferida por ceratômetro portátil.⁸ Os autores tentaram simular condições cirúrgicas colocando pacientes em decúbito dorsal, com e sem o uso de lágrimas artificiais e solicitando ao paciente examinado que não olhasse para o alvo do aparelho durante o exame. Neste estudo, foram observadas as maiores diferenças entre a aferição do ceratômetro e topógrafo convencional quando o paciente foi examinado em decúbito dorsal com instilação de lágrimas artificiais. A diferença média observada foi menor que 0,5D.⁸

Rogers e colaboradores compararam a medida de ceratômetro portátil em consultório, com crianças acordadas e em posição sentada com a aferição em centro cirúrgico após anestesia geral para cirurgia de estrabismo.⁷ Os autores encontraram alto coeficiente de correlação entre as medidas dos pacientes acordados e sob anestesia geral, concluindo que as técnicas de aferição podem ser equivalentes.⁷

3.5 A BIOMETRIA NO OLHO EM DESENVOLVIMENTO

Durante o crescimento do olho normal, o aumento do AL é compensado pelo concomitante aplanamento da córnea^{32, 60} e diminuição do poder refrativo do cristalino de aproximadamente +34,4D ao nascimento para aproximadamente +18,8D na idade adulta.⁶¹ Em crianças pseudofácicas, se a LIO implantada no momento da cirurgia for calculada para emetropia, ocorrerá grande miopização durante o crescimento ocular.^{7, 62}

Na tentativa de minimizar essa “miopização” pratica-se a hipocorreção com o implante de LIO de poder menor que o encontrado a partir das medidas de K e AL no momento da cirurgia. Dessa forma a criança inicialmente apresenta hipermetropia no olho operado, com diminuição progressiva da hipermetropia, podendo atingir emetropia ou miopia ao final do crescimento ocular.⁶³

Não há consenso em qual fórmula utilizar para o cálculo da LIO a ser implantada.⁶⁴ As fórmulas normalmente utilizadas foram desenvolvidas para olhos adultos e produzem resultados imprecisos e variáveis em crianças.⁶⁵⁻⁶⁷

O quanto de hipermetropia residual deve ser deixado também gera dúvidas. Existem autores que recomendam cálculo da LIO para emetropia no momento da cirurgia e redução de 20% no valor encontrado em crianças menores de oito meses de idade; e redução de 10% em crianças entre dois e três anos.⁶⁴ Outros propõem tabelas com hipermetropia residual que pode variar de +12,0D e +0,5D em idades entre três meses a 14 anos.⁶⁸

MacClatchey e colaboradores realizaram uma série de estudos em pacientes pediátricos que receberam tratamento cirúrgico por catarata e propuseram um programa de computador chamado “*Pediatric IOL Calculator*”. Esses estudos são de grande valia e são muito utilizados para a predição de refrações futuras e auxílio na escolha da LIO a ser

implantada nas diferentes idades.⁶⁹ No entanto, suas amostras incluíram olhos com fatores que podem influenciar no crescimento ocular, tais como glaucoma, pacientes com catarata unilateral e pacientes afácicos. Utilizaram ainda valores fixos de K e valores de LIO estimados por modelos matemáticos para estimar AL através da refração.⁷⁰

A maioria das crianças não é colaborativa para realização dos exames biométricos que permitem o cálculo da LIO a ser implantada, exigindo que o mesmo seja feito sob narcose. Para isso são necessários equipamentos portáteis para que o exame seja realizado preferencialmente no mesmo ato anestésico em que será realizada a facectomia. No entanto, não há disponibilidade destes equipamentos na maioria dos centros que realizam facectomias em crianças, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil. Em termos práticos, os cirurgiões que não possuem esses equipamentos baseiam-se em tabelas com medidas biométricas de olhos normais distribuídas por faixa etária para a escolha do poder dióptrico da LIO a ser implantada. Porém, olhos normais possuem características biométricas diferentes de olhos com catarata.⁷¹

Lottelli-Rodrigues apresentou em sua tese de livre docência, estudo realizado em crianças com catarata bilateral, congênita ou do desenvolvimento, que receberam implante primário de LIO e, a partir de análises de regressão linear de dados biométricos e refracionais pós-operatórios, propôs modelos para o crescimento ocular e formas para prever refrações futuras no implante primário de LIO em crianças.¹²

Em seus resultados o autor sugere que a melhor forma de estimar a LIO a ser implantada para atingir uma refração alvo futura é estimar K e AL para a idade desejada, utilizando os modelos propostos a partir de K e AL aferidos no momento da cirurgia, e aplicar os valores estimados nas fórmulas utilizadas em adultos (SRK/T para menores de seis meses e Hoffer Q ou SRK/T para maiores que seis meses).¹²

4 MÉTODO

Em 2011, iniciou-se no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu – Unesp (HC-FMB) o protocolo de estudo “Implante Primário de LIO para Tratamento da Catarata Congênita e do Desenvolvimento” para tratamento da afacia de crianças operadas com cataratas uni e bilaterais. Neste estudo os pacientes são submetidos a exame sob narcose imediatamente antes da cirurgia e periodicamente durante o acompanhamento pós-operatório até que apresentem idade para colaborar com a realização dos exames em consultório.¹²

Este protocolo de estudo iniciado em 2011 continua em andamento, com inclusão de novos pacientes mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos pais ou responsáveis legais, e com o seguimento pós-operatório dos pacientes já operados. Os exames pós-operatórios de pacientes menores que quatro anos, ou que não colaboram para realização em consultório, são realizados periodicamente no centro cirúrgico, sob narcose. Todas as cirurgias e exames foram realizados pelo mesmo cirurgião.

Em crianças menores de um ano de idade, o seguimento com repetição dos exames pós-operatórios sob narcose é realizado rotineiramente a cada três meses. Em crianças maiores que um ano os exames sob narcose são realizados a cada seis meses, até que a criança permita a realização dos mesmos em consultório. Todos os dados obtidos nas aferições descritas acima são coletados sistematicamente e armazenados em banco de dados do programa Microsoft Excel®, como parte desse protocolo de estudo. Este valioso banco de dados permite o desenvolvimento de inúmeros subprojetos.

O presente estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Medicina de Botucatu (FMB) sob parecer número 2.370.246 como subprojeto do protocolo de estudo citado acima.

Foi realizada análise retrospectiva a partir de dados obtidos no protocolo descrito. Foram incluídos todos os olhos de crianças com catarata bilateral, congênita e do desenvolvimento, que receberam tratamento cirúrgico no HC-FMB entre 2011 e 2017, e com pelo menos um exame pós-operatório completo. Foram excluídos olhos com diâmetro corneano horizontal menor que 10 mm, persistência de vítreo fetal (PVF) ou que

apresentassem outras alterações oculares além da catarata (glaucoma, doenças ou lesões coriorretinianas).

Os dados coletados foram sexo, idade da criança no momento da facectomia e no momento dos exames pós-operatórios e poder dióptrico da LIO implantada na cirurgia e medidas coletadas nos exames pós-operatórios de rotina: ceratometria média aferida (K_A), comprimento axial (AL), profundidade da câmara anterior (ACD) e refração automatizada (R).

Foram incluídos neste estudo 37 pacientes com catarata bilateral, 36 destes tiveram inclusão dos dois olhos, um paciente teve apenas um dos olhos preenchendo os critérios de inclusão. Sendo assim, foram analisados 73 olhos em vários momentos em que foram examinados. Cada momento foi considerado com um elemento do conjunto amostral, totalizando 165 momentos.

A partir dos dados biométricos obtidos nos exames sob narcose, foi realizado cálculo indireto da ceratometria média (K_C) para cada momento. Para esse cálculo a variável K_C foi isolada na equação teórica descrita abaixo, baseada nas fórmulas clássicas de vergência:^{40, 45}

$$K_C = 1 / \left(\frac{1}{\left[\frac{1,337}{\left(\frac{AL}{1000} \right) - \left(\frac{ELP}{1000} \right)} \right] - \left[P + \frac{1,336}{\left[\frac{1}{R} \right] - \left(\frac{ELP}{1000} \right) + V} \right]} \right) + \left(\frac{ELP}{1000} \right) / 1,336 \right);$$

onde: P é poder dióptrico da LIO que foi implantada; AL é o comprimento axial aferido no momento analisado; ELP foi considerada a medida pós-operatória da ACD pseudofácica aferida no momento analisado; R é equivalente esférico da auto refração aferida no momento analisado; V é a distância da correção óptica até o plano da Córnea = 0,012 (m); e K_C é a ceratometria média a ser calculada.

O erro ou desvio da aferição realizada pelo ceratômetro portátil Retinomax K-plus 2[®] foi calculado da seguinte forma:

$$\text{Erro} = K_A - K_C;$$

considerou-se o desvio positivo quando $K_A > K_C$; e negativo quando $K_A < K_C$.

Para análise estatística a amostra foi distribuída em seis classes em intervalos de 2,0D, de acordo com a K_A , da seguinte maneira:

- Classe 1 (C1): K_A entre 40,01D e 42,00D;
- Classe 2 (C2): K_A entre 42,01D e 44,00D;
- Classe 3 (C3): K_A entre 44,01D e 46,00D;
- Classe 4 (C4): K_A entre 46,01D e 48,00D;
- Classe 5 (C5): K_A entre 48,01D e 50,00D;
- Classe 6 (C6): K_A entre 50,01D e 52,00D.

Para análise estatística dos desvios encontrados e comparação entre K_A e K_C , foi realizado o teste de associação de Goodman envolvendo contrastes entre e dentro de populações binomiais^{73, 74} e o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.⁷⁵

5 RESULTADOS

Das 37 crianças incluídas, a média de idade no momento da cirurgia do primeiro olho foi 954,62 dias, com desvio padrão de $\pm 794,14$ dias, mediana de 953 dias, sendo a idade mínima de 44 dias e a máxima de 2659 dias. Vinte e três eram do sexo masculino (62,16%). A faixa etária dos pacientes no momento de cada cirurgia é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Faixa etária dos pacientes no momento em que cada cirurgia foi realizada.

Faixa etária	Número de cirurgias (olhos operados)	
Menor que 1 ano de idade	26	35,62%
Entre 1 e 3 anos de idade	17	23,29%
Entre 3 e 5 anos de idade	18	24,66%
Maior que 5 anos de idade	12	16,44%
Total de cirurgias	73	100%

As medidas descritivas de K_A , K_C e dos desvios segundo a classe de K_A são exibidas na Tabela 2. A distribuição dos desvios em positivo ($K_A > K_C$) e negativos ($K_A < K_C$), segundo a classe de K_A encontram-se na Tabela 3.

A análise estatística não evidenciou diferença significativa entre as classes de K_A . O que se pôde observar é uma tendência para erros positivos ($K_A > K_C$) quanto maior a K_A , com diferença significativa nas classes C3, C4, C5 e C6, quando comparados o número de desvios negativos e positivos (Tabela 3, Gráfico 1).

A relação entre K_A e K_C pode ser representada pela equação $K_A = 1,0172K_C$ obtida pelo diagrama de dispersão. Neste diagrama também se encontra a reta obtida com a bissetriz que representaria a igualdade entre as variáveis ($K_A=K_C$). (Gráfico 2)

Tabela 2. Medidas descritivas de K_A , K_C e dos desvios segundo a classe de K_A .

Medidas Descritivas						
Classe	Variável	Valor mínimo	Mediana	Valor máximo	Média	Desvio padrão
C1	K_A	40,62	41,94	42,00	41,73	0,45
	K_C	39,68	41,60	44,15	41,42	1,24
	Desvios	-2,21	0,35	1,26	0,30	0,99
C2	K_A	42,12	43,17	44,00	43,09	0,58
	K_C	39,40	42,38	45,91	42,47	1,42
	Desvios	-2,22	0,48	3,14	0,62	1,22
C3	K_A	44,06	45,22	46,00	45,16	0,56
	K_C	41,92	44,50	47,40	44,51	1,25
	Desvios	-2,28	0,80	3,14	0,65	1,12
C4	K_A	46,12	46,61	48,00	46,79	0,56
	K_C	43,37	45,71	47,67	45,74	1,15
	Desvios	-1,17	0,87	3,52	1,05	1,22
C5	K_A	48,12	49,31	49,87	49,11	0,62
	K_C	45,56	47,90	49,57	47,88	0,98
	Desvios	-0,01	1,22	2,56	1,23	0,72
C6	K_A	50,50	51,03	51,50	50,99	0,36
	K_C	46,69	49,60	52,26	49,56	1,78
	Desvios	-1,32	1,59	3,81	1,44	1,73
Total	K_A	40,62	45,25	51,50	45,32	2,37
	K_C	39,40	44,49	52,26	44,54	2,41
	Desvios	-2,28	0,83	3,81	0,79	1,18
Valor de p:	p>0,05					

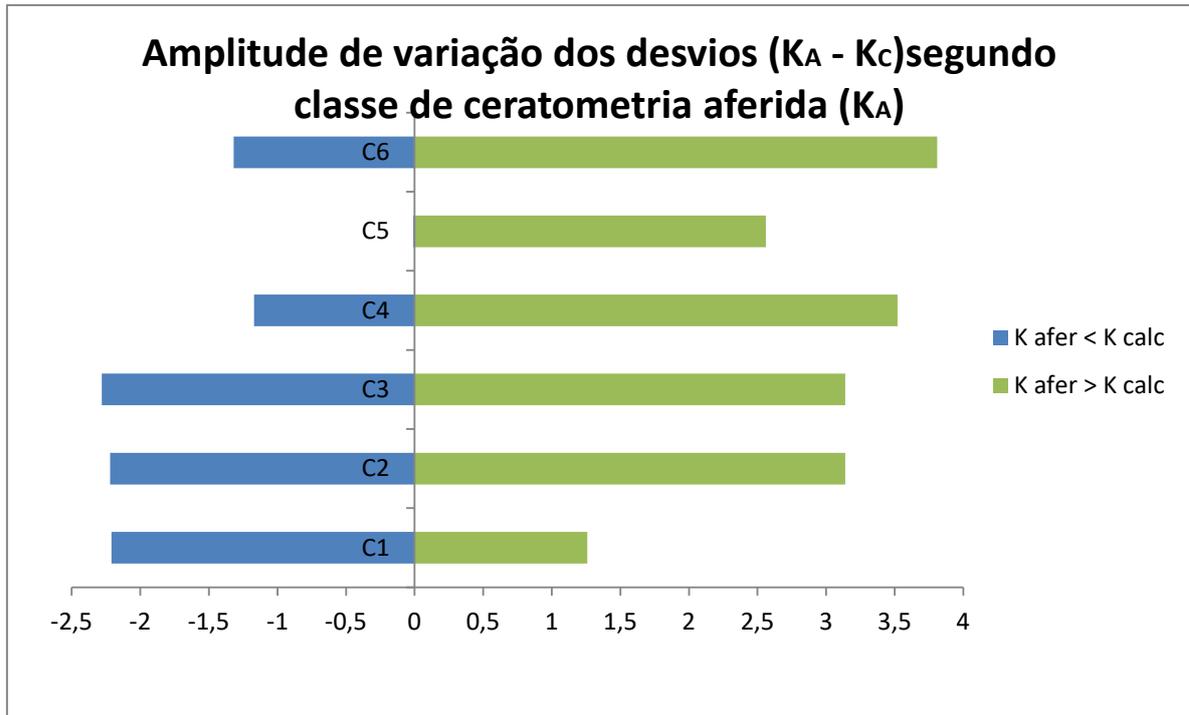
*Unidade: dioptrias (D).

Tabela 3. Distribuição dos desvios segundo a classe de ceratometria aferida (K_A).

Classe de K_A	Desvios ($K_A - K_C$)		Total
	Negativo ($K_A < K_C$)	Positivo ($K_A > K_C$)	
C1 (40,01D † 42,00D)	3 (27,3%) aA	8 (72,7%) aA	11
C2 (42,01D † 44,00D)	15 (34,9%) aA	28 (65,1%) aA	43
C3 (44,01D † 46,00D)	16 (28,6%) aA	40 (71,4%) aB	56
C4 (46,01D † 48,00D)	7 (20,6%) aA	27 (79,4%) aB	34
C5 (48,01D † 50,00D)	1 (7,7%) aA	12 (92,3%) aB	13
C6 (50,01D † 52,00D)	1 (12,5%) aA	7 (87,5%) aB	8
Total	43 (26,06%)	122 (73,94%)	165

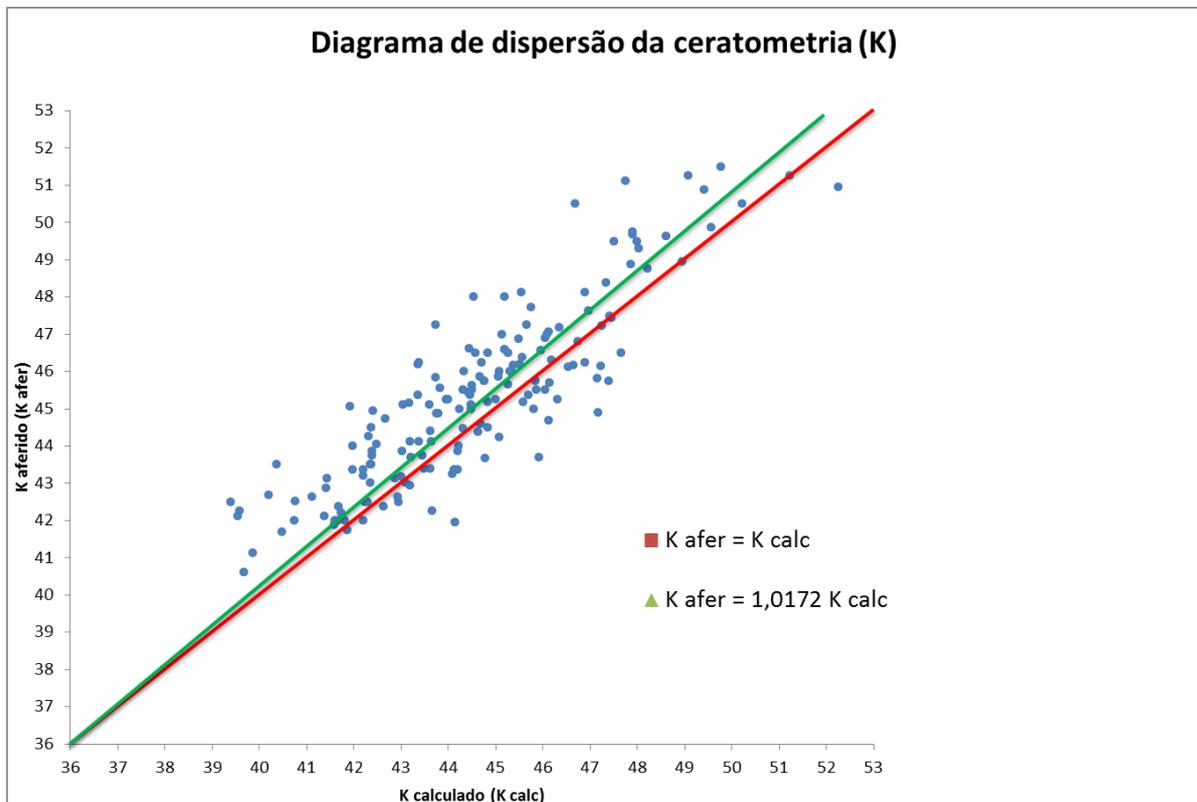
*As letras minúsculas junto de cada valor representam a comparação entre as classes e as letras maiúsculas representam a comparação entre os erros positivos e negativos dentro de cada classe, letras iguais indicam $p>0,05$ e diferentes $p<0,05$.

Gráfico 1. Amplitude de variação dos desvios segundo a classe de ceratometria aferida (K_A).



*Unidade: dioptrias (D).

Gráfico 2: Diagrama de dispersão de K_A e K_C . A reta em verde representa K_C em função de K_A , e a reta vermelha representa a igualdade entre K_C e K_A .



6 DISCUSSÃO

O tratamento cirúrgico da catarata congênita e do desenvolvimento tem como objetivo primordial desobstruir o eixo visual e prevenir o desenvolvimento de ambliopia no olho em desenvolvimento. Defendemos que o implante primário da LIO e correção do residual hipermetrópico com óculos, aos moldes do protocolo apresentado,¹² é a melhor opção de correção de afacia, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Aprimorar a biometria e o cálculo da LIO a ser implantada no olho em desenvolvimento visa minimizar e tornar mais previsíveis os erros refrativos na idade adulta.

Equipamentos portáteis para ceratometria, biometria e refratometria em centro cirúrgico representam as condições ideais para implante primário da LIO como tratamento da afacia em crianças com catarata congênita e do desenvolvimento. Estudos que compararam a aferição de K em consultório, com pacientes acordados, com a aferição em pacientes anestesiados em centro cirúrgico, ou simulando tais condições em pacientes acordados, mostraram que as medidas são comparáveis e intercambiáveis.^{7,8}

Na amostra do estudo, todas as aferições foram realizadas em centro cirúrgico com o paciente sob anestesia geral. Como não havia possibilidade de realizar as medidas nos mesmos pacientes em consultório pela pouca idade e/ou falta de colaboração, optamos por utilizar os dados pós-operatórios para calcular a ceratometria de forma indireta. Não foram publicados estudos semelhantes com o objetivo de averiguar a precisão das medidas ceratométricas sob narcose em pacientes com a mesma faixa etária deste estudo. A forma proposta para tal averiguação (cálculo teórico da ceratometria) também é inédita.

Nesse cálculo contamos com o uso da óptica geométrica aplicada à uma simplificação esquemática do olho (fórmula clássica de vergência), para obter de forma indireta a ceratometria média que deveria ter sido aferida pelo ceratômetro naquele momento, para aquele conjunto de dados biométricos e refracionais. As aferições biométricas e refracionais utilizadas no cálculo parecem sofrer menor influência com o paciente sob narcose que a ceratometria, mas também podem ser fonte de erros.

Escolhemos uma equação teórica para o cálculo indireto da ceratometria (K_c) porque a partir das fórmulas de Segunda Geração os valores de ACD ou ELP passaram a ser

estimados por um ou mais fatores preditivos, enquanto que nas equações teóricas a ELP era substituído por um valor fixo.^{13, 40} A equação teórica é imprecisa para estimar o poder dióptrico da LIO a ser implantada em paciente fáticos, justamente porque possui duas variáveis desconhecidas, o poder da LIO e a ELP que só pode ser medida após o implante da LIO. No presente estudo, o cálculo foi realizado com dados pós-operatórios, a LIO implantada já possuía poder dióptrico conhecido e considerando a ACD pseudofácica como sendo a ELP, apenas uma variável era desconhecida, a K.

Em teoria a ELP é a distância da superfície da córnea ao plano principal da LIO. O uso de ACD pseudofácica fornece um valor discretamente menor para ELP. A posição do plano principal da LIO depende de seu modelo e poder dióptrico. Na publicação da fórmula Hoffer Q, por exemplo, o autor utilizou em sua amostra modelo de LIO cujo plano principal localiza-se a uma distância de 10% de sua espessura, posteriormente à sua face anterior. A espessura da LIO depende de seu poder dióptrico. Para esse modelo de LIO, Hoffer encontrou que o plano principal variava de 0,04mm (LIO de 10D) a 0,11mm (LIO de 30D), com média de 0,07mm.¹³ Em nosso estudo optamos por considerar a LIO implantada como uma lente fina e ACD pseudofácica como ELP, reconhecemos que essa consideração pode ser um fonte de imprecisão que necessita ser investigada em estudos futuros.

O uso de ceratômetro automático portátil já foi validado por vários autores em comparação com aparelhos convencionais, em pacientes acordados.⁷⁶⁻⁷⁸ Em estudo com crianças em idade escolar Rogers e colaboradores não encontraram diferenças entre as medidas realizadas com os pacientes acordados e sob anestesia geral.⁷ Nesse estudo, a média da diferença encontrada pelo autor entre a K aferida com o paciente acordado e a K aferida sob narcose foi maior que 0,50D em 13 (24%) dos 55 olhos analisados.

Em nosso estudo, a média dos desvios se aproximou de 0,50D em C1 (0,31D), C2 (0,62D) e C3 (0,65D). Nos grupos com ceratometria maior (C4, C5 e C6) a média dos desvios foi maior que 1,0D. Quando K_A foi maior que 44,0D (C3, C4, C5 e C6), houve diferença significativa ($p < 0,05$) no número absoluto de desvios quando comparados os desvios positivos e negativos dentro de cada classe, com uma tendência para mais desvios positivos quanto maior a K_A . Os estudos da literatura^{7, 8} concluem que a ceratometria aferida sob narcose é comparável a ceratometria com fixação, no entanto estas publicações incluíram

crianças maiores com ceratometrias mais planas, o presente estudo corrobora com a literatura, pois também não encontrou diferença significativa em faixas de ceratometria abaixo de 44,00D. Em nosso estudo, apenas nas faixas de ceratometria acima de 44,00D é que as diferenças começaram a ficar significativas. Não há na literatura publicações semelhantes, utilizando a mesma faixa etária de pacientes e ceratometrias mais elevadas, para compararmos estes resultados.

A relação entre K_A e K_C , expressa pela fórmula $K_A = 1,0172K_C$, mostra que a aferição tende a superestimar as medidas em 1,72% quando comparada com o cálculo teórico. Isso também explica o fato de que quanto maior os valores de K_A , maior a superestimação encontrada, chegando a níveis significativos em ceratometrias aferidas maiores que 44,0D.

7 CONCLUSÃO

A comparação entre K_C e K_A em crianças sob narcose evidenciou que há tendência para superestimação do valor aferido em relação ao calculado. A análise dos desvios encontrados mostrou para maior superestimação quanto maior a K_A com diferença significativa ($p < 0,05$) nas aferições acima de 44,0D.

REFERÊNCIAS

1. Pandey SK, Wilson ME, Trivedi RH, Izak AM, Macky TA, Werner L, et al. Pediatric cataract surgery and intraocular lens implantation: current techniques, complications, and management. *Int Ophthalmol Clin*. 2001;41(3):175-96.
2. Forbes BJ, Guo S. Update on the surgical management of pediatric cataracts. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2006;43(3):143-51.
3. Wilson ME Jr, Bartholomew LR, Trivedi RH. Pediatric cataract surgery and intraocular lens implantation: practice styles and preferences of the 2001 ASCRS and AAPOS memberships. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(9):1811-20.
4. Plager DA, Lynn MJ, Buckley EG, Wilson ME, Lambert SR; Infant Aphakia Treatment Study Group. Complications in the first 5 years following cataract surgery in infants with and without intraocular lens implantation in the Infant Aphakia Treatment Study. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(5):892-8.
5. Trivedi RH, Wilson ME. Keratometry in pediatric eyes with cataract. *Arch Ophthalmol*. 2008 Jan;126(1):38-42.
6. Capozzi P, Morini C, Piga S, Cuttini M, Vadalà P. Corneal curvature and axial length values in children with congenital/infantile cataract in the first 42 months of life. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(11):4774-8.
7. Rogers DL, et al. Corneal power measurements in fixating versus anesthetized nonfixating children using a handheld keratometer. *J AAPOS*. 2010 Feb;14(1):11-4.
8. Lam AKC, Chan R, Chiu R. Effect of posture and artificial tears on corneal power measurements by handheld automated keratometer. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30:645-52.
9. Gilbert C, Foster A. Childhood blindness in the context of VISION 2020—the right to sight. *Bull World Health Organ* 2001; 79(3): 227–232.
10. Foster A, Gilbert C, Rahi J. Epidemiology of cataract in childhood: a global perspective. *J Cataract Refract Surg* 1997; 23(Suppl 1): 601–604.
11. Sinskey RM, Karel F, Dal Ri EJ. Management of cataracts in children. *Cataract Refract Surg*. 1989;15(2):196-200.
12. Lottelli-Rodrigues AC. Crescimento Ocular de Crianças com Catarata Bilateral Submetidas à Facectomia com Implante Primário de Lente Intraocular. [tese

- livredocência]. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Medicina, Botucatu. 2016.
13. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:700–12.
 14. Pandey SK, Wilson ME. Etiology and morphology of pediatric cataract. In: Wilson ME, Trivedi RH, Pandey, SK. *Pediatric cataract surgery*. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins; 2005. p. 6-9.
 15. Red reflex examination in infants. Section on Ophthalmology. American Academy of Pediatrics. *Pediatrics*. 2002;109(5):980-1.
 16. Pon JA, Bevin TH, Herbison P, Taylor BJ, Sanderson G. A novel instrument for assessing the retinal red reflex for nonophthalmic health professionals. *Clin Exp Optom*. 2005;88(3):160-4.
 17. Meier P, Sterker I, Tegetmeyer H. Leucocoria in childhood. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2006;223(6):521-7.
 18. Rodrigues ACL, Oliveira DF. Catarata pediátrica. In: Carvalho KM, Zin A, Ventura LM, editoras. *Prevenção da cegueira e deficiência visual na infância*. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2016. p. 47-57.
 19. Rodrigues ACL, Prado RB, Miguel L. Implantação do exame do reflexo vermelho em crianças da região do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Botucatu - SP - Brasil. *Arq Bras Oftalmol*. 2012;75:337-40.
 20. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo [Internet]. Programa de pesquisa para o SUS tem resultado de chamada. 2014. Disponível em: [//www.fapesp.br/8742](http://www.fapesp.br/8742)
 21. Diário Oficial do Estado de São Paulo. No 40–DOE-03/03/16–seção 1–p.42. Disponível em: ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpseesp/bibliote/informe_eletronico/2016/iels.mar.16/Iels40/E_R-SS-19_010316.pdf
 22. Basti S, Greenwald MJ. Principles and paradigms of pediatric cataract management. *Indian J Ophthalmol*. 1995;43(4):159-76.
 23. Hiles DA, Biglan AW. Indications for infantile cataract surgery. *Int Ophthalmol Clin*. 1977;17(4):39-45.

24. Scheie HG. Aspiration of congenital or soft cataracts: a new technique. *Am J Ophthalmol*. 1960;50:1048-56.
25. Costenbader FD, Albert DG. Conservatism in the management of congenital cataract. *AMA Arch Ophthalmol*. 1957;58(3):426-30.
26. McCaslin MF. Discissions and linear extractions. *Int Ophthalmol Clin*. 1977;17(4):47-9.
27. Ryan SJ, Blanton FM, von Noorden GK. Surgery of congenital cataract. *Am J Ophthalmol*. 1965;60(4):583-7.
28. Calhoun JH, Harley RD. Theroto-extractor in pediatric ophthalmology. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1975;73:292-305.
29. Peyman GA, Raichand M, Goldberg MF. Surgery of congenital and juvenile cataracts: a pars plicata approach with the vitrophage. *Br J Ophthalmol*. 1978;62(11):780-3.
30. Taylor D. Choice of surgical technique in the management of congenital cataract. *Trans Ophthalmol Soc U K*. 1981;101(1):114-7.
31. Machemer R, Parel JM, Buettner H. A new concept for vitreous surgery. I. Instrumentation. *Am J Ophthalmol*. 1972;73(1):1-7.
32. Gordon RA, Donzis PB. Refractive development of the human eye. *Arch Ophthalmol*. 1985;103(6):785-9.
33. Trivedi, RH, Wilson ME. Aphakia. In: Wilson ME, Trivedi RH, Pandey, SK. *Pediatric cataract surgery*. Philadelphia: Lipincott Williams & Wilkins; 2005. p. 270-7.
34. Wilson ME, Pandey SK, Thakur J. Paediatric cataract blindness in the developing world: surgical techniques and intraocular lenses in the new millennium. *Br J Ophthalmol* 2003;87:14-19.
35. Medsinghe A, Nischal KK. Pediatric cataract: challenges and future directions. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:77-90. doi: 10.2147/OPHTH.S59009. eCollection 2015.
36. Astbury N., Ramamurthy B. How to avoid mistakes in biometry, *Community Eye Health*. 2006 Dec; 19(60): 70–71.
37. Apple DJ, Sims J. Harold Ridley and the invention of the intraocular lens. *Surv Ophthalmol*. 1996 Jan-Feb;40(4):279-92.
38. Howes FW. Patient Workup for Cataract Surgery: Chapter 5.3, *Ophthalmology*, 4th Edition | Myron Yanoff, Jay Duker
39. Khurana AK. Intraocular Lenses: Optical aspects and Power calculation: Chapter 9, *Theory and Practice of Optics and Refraction*, 2nd edition A. K. Khurana.

40. Shahzad HSF. Biometry for Intra-Ocular Lens (IOL) power calculation. AAO EyeWiki, 2015. Disponível em:
[http://eyewiki.aao.org/Biometry_for_IntraOcular_Lens_\(IOL\)_power_calculation#Axial_length_.28AL.29](http://eyewiki.aao.org/Biometry_for_IntraOcular_Lens_(IOL)_power_calculation#Axial_length_.28AL.29)[http://eyewiki.aao.org/Biometry_for_IntraOcular_Lens_\(IOL\)_power_calculation#Axial_length_.28AL.29](http://eyewiki.aao.org/Biometry_for_IntraOcular_Lens_(IOL)_power_calculation#Axial_length_.28AL.29). Acesso em 20 set. 2017.
41. Olsen T, Corydon L, Gimbel H. Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm. *J Cataract Refract Surg* 1995;21:313–9.
42. Sanders D, Retzlaff J, Kraff M. Comparison of the accuracy of the Binkhorst, Colenbrander, and SRK implant power prediction formulas. *Am Intra-Ocular Implant Soc J* 1981; 7:337-340.
43. Binkhorst RD. Intraocular lens power calculation manual. A guide to the author's TI 58/59 IOL power module. 2nd ed. New York: Richard D Binkhorst; 1981
44. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC. Comparison of the SRK II formula and other second generation formulas. *J Cataract Refract Surg*. 1988 Mar;14(2):136-41.
45. Fyodorov SN, Kolinko AI, Kolinko AI. Estimation of optical power of the intraocular lens. *Vestn Oftalmol* 1967;80:27–31
46. Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, Musgrove KH, Lewis JW, Ruiz RS. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg*. 1988 Jan;14(1):17-24.
47. Telles A. Ecobiometria e cálculo da lente intraocular In: Rezende, F. *Cirurgia da catarata*. Rio de Janeiro. Cultura Médica: Guanabara Koogan, 2010, 3ªEd, cap 9, p. 63-88.
48. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34: 368–376.
49. Hoffer KJ, Savini G. IOL Power Calculation in Short and Long Eyes. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2017 Jul-Aug;6(4):330-331.
50. Bhardwaj V, Rajeshbhai GP. Axial Length, Anterior Chamber Depth-A Study in Different Age Groups and Refractive Errors. *Journal of Clinical And Diagnostic Research*. 2013;7(10):2211–12.
51. Montés-Micó R, Carones F, Buttacchio A, et al. Comparison of Immersion Ultrasound, Partial Coherence Interferometry, and Low Coherence Reflectometry for Ocular Biometry in Cataract Patients. *Journal of Refractive Surgery*. 2011:1–7.

52. Trivedi RH, Wilson ME. Prediction error after pediatric cataract surgery with intraocular lens implantation: Contact versus immersion A-scan biometry. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Mar;37(3):501-5.
53. Lowe RF, Clark BA. Posterior corneal curvature. *Br J Ophthalmol* 1973;57:464–70.
54. Asbell PA, Chiang B, Somers ME, Morgan KS. Keratometry in children. *CLAO J*. 1990;16(2):99-102.
55. Ehlers N, Sorensen T, Bramsen T, Poulsen EH. Central corneal thickness in newborns and children. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1976;54(3):285-290.
56. Isenberg SJ, Del Signore M, Chen A, Wei J, Christenson PD. Corneal topography of neonates and infants. *Arch Ophthalmol*. 2004;122(12):1767-1771.
57. Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol*. 1980;90(3):360-368.
58. Lam AKC, Chan R, Chiu R. Effect of instrument rotation on handheld keratometry. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:2590.
59. Shea CJ, Westfall KC, MacKenzie T, Bateman JB. Comparison of measured astigmatic retinoscopies from different lid specula. *J AAPOS* 2001;5:357-60.
60. Vasavada AR, Raj SM, Nihalani B. Rate of axial growth after congenital cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 2004;138(6):915-24.
61. Brown NP, Koretz JF, Bron AJ. The development and maintenance of emmetropia. *Eye (Lond)*. 1999;13(Pt 1):83-92.
62. Jasman AA, Shaharuddin B, Noor RM, Ismail S, Ghani ZA, Embong Z. Prediction error and accuracy of intraocular lens power calculation in pediatric patient comparing SRK II and Pediatric IOL Calculator. *BMC Ophthalmology* 2010, 10:20
63. Dahan E, Drusedau MUH. Choice of lens and dioptric power in pediatric pseudophakia. *J Cataract Refract Surg*. 1997;23:618-23.
64. Serafino M, Trivedi RH, Levin AV, Wilson ME, Nucci P, Lambert SR, et al. Use of the Delphi process in paediatric cataract management. *Br J Ophthalmol*. 2016;100(5):611-5. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307287. Epub 2015 Sep 29.
65. Kekunnaya R, Gupta A, Sachdeva V, Rao HL, Vaddavalli PK, Om Prakash V. Accuracy of intraocular lens power calculation formulae in children less than two years. *Am J Ophthalmol*. 2012;154(1):13-9.e2.
66. Mezer E, Rootman DS, Abdolell M, Levin AV. Early postoperative refractive outcomes of pediatric intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30(3):603-10.

67. Nihalani BR, Vander Veen DK. Comparison of intraocular lens power calculation formulae in pediatric eyes. *Ophthalmology*. 2010;117(8):1493-9. doi: 10.1016/j.ophtha.2009.12.031. Epub 2010 May 13.
68. Trivedi RH, Wilson ME. Pediatric cataract: preoperative issues and considerations. In: *Guide*, Wilson ME, Saunders RA, Trivedi RH, editors. *Pediatric ophthalmology: current thought and a practical*. Heidelberg: Springer; 2009. p. 311-24.
69. McClatchey SK. Intraocular lens calculator for childhood cataract. *J Cataract Refract Surg*. 1998;24(8):1125-9.
70. McClatchey SK, Parks MM. Theoretic refractive changes after lens implantation in childhood. *Ophthalmology*. 1997;104(11):1744-51.
71. Silva VF. Implante primário de lente-intraocular para o tratamento da catarata congênita e do desenvolvimento [dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina de Botucatu; 2014.
72. McClatchey SK, Hofmeister EM. The optics of aphakic and pseudo-phakic eyes in childhood. *Surv Ophthalmol*. 2010;55:174-82.
73. Goodman LA. Simultaneous confidence intervals for contrasts among multinomial populations. *Annals of Mathematical Statistics*, v. 35, n. 2, p. 716-725, 1964.
74. Goodman LA. On simultaneous confidence intervals for multinomial proportions. *Technometrics*, v. 7, n. 2, p. 247-254, 1965.
75. Zar JH. *Biostatistical analysis*, 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2009. 994 p.
76. Lam AKC. A hand-held keratometer. *Ophthalmic Physiol Opt* 1995; 15:227-230.
77. Noonan CP, Rao GP, Kaye SB, et al. Validation of a handheld automated keratometer in adults. *J Cataract Refract Surg* 1998; 24:411-414.
78. Leyland M, Benjamin L. Clinical assessment of a hand-held automated keratometer in cataract surgery. *Eye* 1997; 11:854-857.

APÊNDICES

Apêndice A – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 1 (primeiro exame pós operatório).

Momento da cirurgia		Momento 1						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K _A (D)	K _C (D)	Erro (K _A -K _C)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
326	19,5	1232	46,49	45,27	1,22	21,72	3,7	2,125
349	20,5	1232	46,56	45,97	0,59	21,38	3,68	1,75
302	21,5	532	44,48	44,32	0,16	22,46	4,74	1
302	18	532	44,41	43,62	0,79	22,79	4,71	3,125
434	22	622	43,25	44,09	-0,84	20,84	4,85	6,125
441	24,5	622	42,5	42,95	-0,45	20,22	4,69	7,25
972	16	1154	43,37	44,20	-0,83	22,25	4,9	5,625
972	19	1154	43,37	44,13	-0,76	21,67	4,6	5
99	25,5	247	44,24	45,08	-0,84	18,96	3,79	7,25
99	29,5	247	44,94	42,41	2,53	18,55	3,27	7,125
61	29	193	43,69	45,91	-2,22	19,14	4,16	4,625
61	29	193	42,69	40,21	2,48	19,69	3,21	5,25
61	25,5	166	50,94	52,26	-1,32	17,94	4	5,75
61	28,5	166	51,5	49,77	1,73	17,61	3,65	6,5
2003	27	2227	43,37	41,97	1,40	20,85	4,08	3,25
2003	25	2227	45,18	44,84	0,34	21	4,14	1,625
953	24	1184	45,5	46,06	-0,56	19,96	4,23	4,875
953	24,5	1184	45,5	44,32	1,18	19,99	4,2	5,875
162	30	268	42,37	41,68	0,69	18,71	4,33	9,375
2659	13	3078	44,25	42,31	1,94	25,28	4,12	1,125
2659	14	3078	44,06	42,48	1,58	24,8	4,2	1,375
2364	27,5	2722	44,69	46,12	-1,43	20,48	5	2,25
2364	24,5	2722	45,44	44,42	1,02	20,89	4,02	2,5
1831	26	2215	42,5	42,29	0,21	21,35	4,11	2,125
1831	28	2215	43	43,10	-0,10	21,1	3,99	0,5
1829	17,5	2215	40,62	39,68	0,94	24,66	4,77	2,5
1829	15,5	2215	41,12	39,87	1,25	25,33	4,82	2,25
85	23	205	45,25	43,96	1,29	19,68	4,24	8,125
85	29	205	45,19	45,60	-0,41	19,11	4,05	4,75
2574	24	2876	42	41,65	0,35	23,29	4,65	-0,75
2574	26	2876	42,12	39,56	2,56	23,1	4,17	-0,375
133	30	336	47	45,14	1,86	17,39	2,78	7,75
133	29	336	47,24	47,26	-0,02	17,41	2,89	7
1362	17	1726	43,75	43,46	0,29	22,93	4,57	3,375
1362	18	1726	44,12	43,63	0,49	22,54	4,5	3,5

*Equivalentente esférico da refratometria automatizada.

Apêndice A (continuação) – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 1 (primeiro exame pós operatório).

Momento da cirurgia		Momento 1						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K _A (D)	K _C (D)	Erro (K _A -K _C)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
1122	8	1417	50,87	49,42	1,45	22,7	3,57	3,5
1122	12	1417	50,5	50,23	0,27	21,51	4,16	3,875
225	27	380	43,87	44,20	-0,33	19,88	4,24	4,875
196	27,5	380	44,5	44,83	-0,33	19,5	4,19	5,25
1322	16	1679	47,19	46,35	0,84	21,51	4,15	4,75
1322	20	1679	46,81	46,75	0,06	20,95	4,1	3,375
1215	18	1543	46,5	44,83	1,67	21,67	3,75	3,75
1215	19,5	1543	46,18	45,39	0,79	21,5	4,01	3,125
951	17	1154	45,75	45,85	-0,10	22,19	4,43	3
873	19	1154	45,37	45,70	-0,33	21,17	4,07	4,25
1946	13	2171	45,5	45,87	-0,37	23,07	4,63	3,5
1974	14	2171	45,87	44,68	1,19	22,87	4,56	4,375
44	29	248	41,87	41,59	0,28	19,41	3,24	5,125
1976	25	2401	42,51	40,75	1,76	21,74	3,96	2,75
2011	26	2401	42,645	41,12	1,53	21,51	3,87	2,25
157	27	249	46,5	44,58	1,92	18,81	4,48	8,875
151	27	249	48	44,54	3,46	18,93	4,49	8,5
1592	29	2698	47	46,10	0,90	19,29	3,46	2,25
1592	28,5	2698	47,25	45,67	1,58	18,87	3,35	4,25
1003	17	1255	43,87	43,02	0,85	22,43	4,24	4,625
1073	18,5	1255	43,5	42,36	1,14	22,3	4,45	4,875
898	25	1087	42,93	43,19	-0,26	20,8	3,73	3
891	24	1087	43,17	43,00	0,17	20,73	3,97	4,5
1200	19	1516	50,5	46,69	3,81	21,02	4,1	3,875
1208	15	1516	51,25	49,09	2,16	21,07	4,15	4,25
532	16,5	889	41,75	41,87	-0,12	23,5	4,81	4
602	17,5	890	42	40,74	1,26	23,55	4,63	4
973	23	861	43	42,36	0,64	21,89	4,18	2,625
1022	20,5	861	43,87	42,38	1,49	21,82	4,28	4,625
448	23,5	707	41,7	40,49	1,21	21,47	4,25	5,25
99	30	176	48,39	47,35	1,04	17,69	3,19	6
1434	18	1636	44,99	44,49	0,50	21,58	4,31	5,125
1636	21,5	1831	45	45,80	-0,80	21,16	4,85	3,875
93	27	190	47,44	47,46	-0,02	18,24	3,75	7
93	29	190	47,25	43,73	3,52	18,01	2,61	6,75

*Equivalente esférico da refratometria automatizada.

Apêndice B – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 2 (segundo exame pós operatório).

Momento da cirurgia		Momento 2						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K _A (D)	K _C (D)	Erro (K _A -K _C)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
326	19,5	1638	46,25	44,70	1,55	22,08	3,7	1,625
349	20,5	1638	46,37	45,56	0,81	21,8	3,68	0,875
434	22	883	43,38	43,50	-0,12	21,5	5,01	4,875
441	24,5	883	41,94	44,15	-2,21	20,59	4,86	5,375
972	16	1496	44,5	42,36	2,14	23,3	4,9	4,5
972	19	1496	44,6	44,68	-0,08	21,93	4,6	3,75
61	29	284	44,13	43,39	0,74	19,91	3,88	3,375
61	25,5	608	49,5	48,01	1,49	19,85	4,11	2,25
61	28,5	608	49,5	47,52	1,98	19,07	4,09	3,625
953	24	1367	46,31	46,18	0,13	20,16	4,5	4,625
953	24,5	1367	45,81	47,16	-1,35	19,95	4,54	4,25
162	30	407	42,12	41,37	0,75	18,98	3,42	6,5
162	29,5	407	44	41,99	2,01	18,89	3,36	6,5
2364	27,5	3028	45,06	41,92	3,14	20,91	4,01	2,625
2364	24,5	3028	45,12	43,05	2,07	20,83	3,46	2,875
1831	26	2468	43,12	42,88	0,24	21,48	4,29	1,5
1831	28	2468	43,37	42,20	1,17	21,2	4,16	1,375
85	23	450	45,69	46,14	-0,45	21,29	5,07	2,5
85	29	450	46,17	46,65	-0,48	20,53	4,76	-0,125
133	30	442	45,65	45,27	0,38	17,52	2,61	6,75
133	29	442	46,59	45,19	1,40	17,69	2,64	6,875
1122	8	1627	51,25	51,23	0,02	22,57	4,46	2,875
1122	12	1627	51,12	47,76	3,36	22,61	3,57	2,5
225	27	701	42,5	42,24	0,26	20,64	4,23	4
196	27,5	701	44,87	43,79	1,08	20,44	4,37	3,25
951	17	1308	46,89	46,06	0,83	22,24	4,41	2,625
873	19	1308	46,14	47,22	-1,08	21,26	4,33	3
157	27	318	46	44,33	1,67	18,74	3,7	7,5
151	27	318	45,87	45,06	0,81	18,61	3,69	7,375
1003	17	1459	43,38	43,63	-0,25	22,35	4,38	4,5
1073	18,5	1459	43,69	43,22	0,47	22,35	4,54	4,125
898	25	1284	42,63	42,94	-0,31	21,14	3,84	2,375
891	24	1285	43,2	42,20	1,00	21,19	4,22	4,25
99	30	331	48,75	48,22	0,53	18,42	3,39	2,875
93	29,5	331	47,62	46,96	0,66	18,95	3,91	3,5
1434	18	1831	44,9	47,18	-2,28	21,75	6,12	5

*Equivalente esférico da refratometria automatizada.

Apêndice C – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 3 (terceiro exame pós-operatório).

Momento da cirurgia		Momento 3						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K _A (D)	K _C (D)	Erro (K _A -K _C)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
434	22	1674	45,15	43,18	1,97	22,58	5,09	2
441	24,5	1674	42,21	41,73	0,48	21,34	4,88	5,125
972	16	1785	43,68	44,79	-1,11	23,24	4,9	2,375
972	19	1785	44,74	42,68	2,06	22,9	4,6	2,875
61	29	522	43,5	40,36	3,14	21,03	4,08	2,75
61	29	522	42,5	39,40	3,10	20,1	3,33	4,875
61	25,5	804	45,75	44,76	0,99	20,64	4,36	3
61	28,5	804	49,75	47,90	1,85	19,27	4,1	2,5
2003	25	3214	45,83	43,73	2,10	21,69	4,03	0,25
953	24	1549	45,56	43,83	1,73	20,8	4,4	4,375
953	24,5	1549	45,37	44,46	0,91	20,84	4,41	3,375
162	30	646	42,25	43,67	-1,42	19,32	3,85	4,5
162	29,5	646	43,13	41,44	1,69	19,2	3,63	6,5
85	23	660	44,37	44,63	-0,26	22,22	5,05	0,875
85	29	660	46	45,34	0,66	21,64	4,78	-3
133	30	659	46,87	45,49	1,38	17,89	2,92	6
133	29	659	48	45,19	2,81	17,99	2,93	6,5
951	17	1496	46	45,07	0,93	22,25	4,12	3,125
873	19	1496	46,25	46,89	-0,64	21,37	4,27	2,875
157	27	620	45,75	47,40	-1,65	18,88	4,54	6,5
151	27	620	46,12	46,54	-0,42	18,9	4,69	7,5
99	30	519	47,49	47,41	0,08	19,15	3,78	1,625
93	29,5	519	47,06	46,13	0,93	19,32	3,78	2,5

*Equivalente esférico da refratometria automatizada.

Apêndice D – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 4 (quarto exame pós-operatório).

Momento da cirurgia		Momento 4						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K _A (D)	K _C (D)	Erro (K _A -K _C)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
434	22	1911	43,5	42,35	1,15	22,94	5,17	1,875
441	24,5	1911	42,87	41,41	1,46	21,72	4,95	4,375
61	29	949	44,12	43,18	0,94	20,73	4,13	1,25
61	29	949	42	42,20	-0,20	20,77	4,11	2
61	25,5	804	45,75	44,76	0,99	20,64	4,36	3
61	28,5	804	49,68	47,90	1,78	19,27	4,1	2,5
2003	27	3555	44,87	43,76	1,11	21,7	3,94	-1,5
2003	25	3555	45,25	43,99	1,26	21,79	3,64	-1
953	24	1765	45,25	45,01	0,24	20,52	4,4	4,25
953	24,5	1765	45,12	44,49	0,63	20,7	4,25	3,5
162	30	1002	42	41,80	0,20	19,95	3,85	3,875
162	29,5	1002	42	41,60	0,40	19,54	3,85	5,75
85	23	939	46,19	43,37	2,82	22,65	4,48	-0,125
85	29	939	46,24	43,37	2,87	22,73	4,36	-5,5
133	30	861	45,37	43,36	2,01	18,35	3,04	6,25
133	29	861	48,12	45,56	2,56	18,35	3,07	5,25
951	17	1679	45,62	44,51	1,11	22,32	4,07	3,375
873	19	1679	46,19	45,50	0,69	21,65	3,98	2,875

*Equivalente esférico da refratometria automatizada.

Apêndice E – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 5 (quinto exame pós-operatório).

Momento da cirurgia		Momento 5						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K _A (D)	K _C (D)	Erro (K _A -K _C)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
61	29	1244	44	44,22	-0,22	20,78	4,16	0,125
61	29	1244	42,25	39,58	2,67	21,05	4,08	3,375
61	25,5	958	48,12	46,90	1,22	20,22	4,26	2,25
61	28,5	958	48,87	47,87	1,00	19,27	3,93	2,125
953	24	1948	45,12	43,60	1,52	20,68	3,96	4,125
953	24,5	1948	45	44,24	0,76	20,78	4,01	3
85	23	5953	46	45,30	0,70	23,1	5,01	-2,875
85	29	5953	46,62	44,44	2,18	22,61	4,84	-5,5
133	30	1079	45,5	44,51	0,99	18,26	2,96	5,5
133	29	1079	47,72	45,76	1,96	18,53	2,83	3,875

*Equivalente esférico da refratometria automatizada.

Apêndice F – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 6 (sexto exame pós-operatório).

Momento da cirurgia		Momento 6						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K _A (D)	K _C (D)	Erro (K _A -K _C)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
61	29	1461	43,75	42,39	1,36	21,17	4,13	0,5
61	29	1461	42,37	42,64	-0,27	21,07	4,08	0,5
61	25,5	1140	49,62	48,61	1,01	20,39	4,31	0
61	28,5	1140	49,87	49,57	0,30	19,33	4	0,375
133	30	1247	45,25	46,31	-1,06	18,34	3,11	4,125
133	29	1247	46,5	47,67	-1,17	18,46	3,08	3,125

*Equivalente esférico da refratometria automatizada.

Apêndice G – Olhos selecionados para o estudo, dados do momento da cirurgia e dados do momento 7 (sétimo exame pós-operatório).

Momento da cirurgia		Momento 7						
Idade (dias)	LIO implantada (D)	Idade (dias)	K_A (D)	K_C (D)	Erro ($K_A - K_C$)	AL (mm)	ACD (mm)	Auto-refração* (D)
61	25,5	1489	48,94	48,95	-0,01	20,6	4,28	-1,25
61	28,5	1489	49,31	48,03	1,28	19,62	3,95	0,625

*Equivalente esférico da refratometria automatizada.