

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JONATHAN BARBIERI HAUSCHILD

ACURÁCIA BIOMÉTRICA NO CÁLCULO DO IMPLANTE DE LENTES
INTRAOCULARES SENSAR 1 (AAB00) NA CIRURGIA DE CATARATA POR
FACOEMULSIFICAÇÃO UTILIZANDO UM BIÔMETRO DE INTERFEROMETRIA
PARCIAL DE RAIOS INFRAVERMELHOS ACOPLADO A UM TOMÓGRAFO DE
CÓRNEA COM SISTEMA DE ANÉIS DE PLÁCIDO E DUAL-SCHEIMPFLUG
(GALILEI G6)

CURITIBA
2020

JONATHAN BARBIERI HAUSCHILD

ACURÁCIA BIOMÉTRICA NO CÁLCULO DO IMPLANTE DE LENTES
INTRAOCULARES SENSAR 1 (AAB00) NA CIRURGIA DE CATARATA POR
FACOEMULSIFICAÇÃO UTILIZANDO UM BIÔMETRO DE INTERFEROMETRIA
PARCIAL DE RAIOS INFRAVERMELHOS ACOPLADO A UM TOMÓGRAFO DE
CÓRNEA COM SISTEMA DE ANÉIS DE PLÁCIDO E DUAL-SCHEIMPFLUG
(GALILEI G6)

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Especialização em Segmento Anterior e Glaucoma, Setor de Otorrinolaringologia e Oftalmologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em segmento anterior e glaucoma.

Orientador: Prof. Dr. Glauco Reggiani Mello

CURITIBA
2020

TERMO DE APROVAÇÃO
JONATHAN BARBIERI HAUSCHILD

Acurácia biométrica no cálculo do implante de lentes intraoculares Sensor 1 (AAB00)
na cirurgia de catarata por facoemulsificação utilizando um biômetro de
interferometria parcial de raios infravermelhos acoplado a um tomógrafo de córnea
com sistema de anéis de plácido e Dual-Scheimpflug (Galilei G6)

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Pós-Graduação
em Segmento Anterior e Glaucoma, Setor de Cirurgia de Cabeça e Pescoço,
Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de
Especialista em Segmento Anterior e Glaucoma.

Prof. Dr. Glauco Reggiani Mello
Orientador – Departamento Oftalmo-Otorrinolaringologia, UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PARANÁ

CURITIBA, 30 de novembro de 2020.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A catarata constitui a principal causa de cegueira reversível no mundo e caracteriza-se pela perda de transparência do cristalino. Para definir o poder dióptrico da lio a ser implantada em uma cirurgia de catarata, devem ser obtidas medidas das estruturas do globo ocular através do exame de biometria. Atualmente a biometria por interferometria óptica representa o método mais moderno e preciso para obtenção de medidas biométricas

METODOLOGIA: Foram utilizados dados coletados retrospectivamente de prontuários de pacientes que realizaram cirurgia de facoemulsificação com implante de lente intraocular no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná no ano de 2018. Critérios de inclusão para este estudo foram, cirurgia de facoemulsificação sem complicações, com implante de lio sensor 1 (AAB00) no saco capsular e biometria realizada no Galilei G6. Foi utilizada a fórmula Barrett Universal II com a constante A sendo considerada 119 para a Lio Sensor 1. Após 6 semanas de pós operatório foi calculado equivalente esférico e calculados constantes personalizadas para cada olho, variando a constante original até que o equivalente esférico predito pela fórmula fosse igual ao equivalente obtido na refração pós operatória.

RESULTADO: Obteve-se uma constante de 118,93 e após a correção dos equivalentes esféricos para 4 metros encontrou-se 119,04. Houve, portanto, pouca diferença para a constante já usada no serviço. Em ambas as constantes o erro refracional de até 0,25 ocorreu em 35% dos casos.

CONCLUSÃO: Necessitamos de amostra mais extensa, através da avaliação dos casos dos anos seguintes, para podermos comprovar melhores resultados. Até o momento a diferença é pequena e não é válida para mudanças na rotina cirúrgica.

Palavras-chave: catarata, biometria, interferometria, facoemulsificação

ABSTRACT

INTRODUCTION: Cataracts are the main cause of reversible blindness in the world and are characterized by the loss of transparency of the lens. In order to define the dioptric power of the lio to be implanted in a cataract surgery, the measurements of the structures of the eyeball must be obtained through biometric examination. Currently, biometric optical interferometry represents the most modern and accurate method for obtaining biometric measurements.

METHODOLOGY: Data were collected retrospectively from medical records of patients who underwent phacoemulsification surgery with intraocular lens implantation at Hospital de Clínicas, Federal University of Paraná in 2018. Inclusion criteria for this study were uncomplicated phacoemulsification surgery, with implantation of IOL Sensor 1 (AAB00) in the capsular bag and biometrics performed on the Galilei G6. The Barrett Universal II Formula with constant A was used, being considered 119 for IOL Sensor 1. After 6 weeks postoperatively, the spherical equivalent was calculated and customized constants were calculated for each eye, varying the original constant up to the spherical equivalent predicted by formula equal to the equivalent obtained in the postoperative refraction.

RESULT: A new constant of 118.93 was obtained and after correction of the spherical equivalents for 4 meters, 119.04 was found. There was, therefore, little difference to the constant already used in the service. In both constants, the refractive error of up to 0.25 occurred in 35% of cases.

CONCLUSION: We need a larger sample, through the evaluation of the cases of the following years, to prove better results. So far the difference is small and does not apply to changes in the surgical routine.

Keywords: cataract, biometrics, interferometry, phacoemulsification

LISTA DE TABELAS

<u>TABELA 1</u> - FATORES OCULARES DE EXCLUSÃO	10
<u>TABELA 2</u> - COMPARATIVO ENTRE CONSTANTES A	12
<u>TABELA 3</u> – ACURÁCIA	12

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	8
1.2	JUSTIFICATIVA	8
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	11
4	APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	13
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
6	REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

A catarata constitui a principal causa de cegueira reversível no mundo e caracteriza-se pela perda de transparência do cristalino. Geralmente manifesta-se após os 60 anos de idade com piora progressiva da qualidade de visão. A idade avançada apresenta-se como o maior fator de risco, mas outros aspectos como uso de medicações corticosteroides, tabagismo, diabetes, radiação local, trauma e cirurgia ocular podem predispor ou acelerar seu aparecimento. (DOMINGUES VO et al.,2015).

Segundo a OMS, a incidência anual está estimada em 0,3% ao ano, ou seja, aproximadamente 600 mil novos casos no Brasil a cada ano. A correção cirúrgica é o único meio que dispomos para reabilitação visual dos pacientes portadores de catarata, e o procedimento consiste na extração cirúrgica do cristalino opacificado e sua substituição por uma lente intraocular (LIO) de material biologicamente inerte.^{1,2,3} O implante da LIO deve ser feito preferencialmente no saco capsular, onde não terá contato com tecido metabolicamente ativo e constitui uma barreira importante entre os segmentos anterior e posterior do olho. A lente deverá ter poder refracional semelhante ao cristalino e seu valor em dioptrias calculado no pré-operatório, com objetivo de manter o foco do sistema ótico ocular, podendo inclusive corrigir erros refracionais prévios a cirurgia. (RODRIGUES FW et al.,2015; FEIJÓ B et al., 2017)

1.1 OBJETIVOS

Avaliação da acurácia do cálculo do poder dióptrico da Lente Intraocular Sensar AR40E implanta da cirurgia de facoemulsificação do cristalino com base em dados obtidos por Biômetro de interferometria ótica acoplado a tomógrafo de córnea Dual-Scheimpflug e Placido (Galilei G6).

1.2 JUSTIFICATIVA

O erro biométrico constitui em uma das principais causas de erro refracional do pós operatório do paciente submetido a cirurgia de catarata. A constante da lente intraocular está diretamente relacionada a essa cálculo. Adaptando uma nova

constante para o serviço em específico, os resultados pós operatórios terão mais sucesso e o paciente mais satisfeito com o resultado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Para definir o poder dióptrico da LIO a ser implantada em uma cirurgia de catarata, devem ser obtidas medidas das estruturas do globo ocular através do exame de biometria. O método mais tradicional de obtenção de dados biométricos é o baseado em ultrassom, ou ecobiometria, que utiliza uma onda de ultrassom com amplificação linear para determinar a medida do comprimento axial do olho, espessura do cristalino e profundidade da câmara anterior. (RODRIGUES FW et al., 2015; FEIJÓ B et al., 2017; MARTINS FCR et al., 2009; KRONBAUER et al., 2006; MONTEIRO EL et al., 2001).

Atualmente a biometria por interferometria óptica representa o método mais moderno e preciso para obtenção de medidas biométricas, com a vantagem de não necessitar do contato entre o aparelho e a superfície ocular e permitir o alinhamento do eixo óptico com a área macular. (MONTEIRO EL et al., 2001; KENT C et al., 2010). Hoje estão disponíveis diversos equipamentos de diferentes fabricantes baseados nesta tecnologia, que apesar de apresentarem valores estatisticamente semelhantes apresentam pequenas variações que podem interferir no poder final da LIO a ser implantada e conseqüentemente na refração final do paciente.

Diversos fatores influem na acurácia do cálculo do valor dióptrico da lente intraocular implantada durante a cirurgia de facoemulsificação. (KENT C et al., 2010). Erros na obtenção de dados biométricos geralmente correspondem a até dois terços dos casos, mas diferenças entre populações, diferenças entre materiais e modelos de lentes intraoculares e técnica cirúrgica utilizada também podem afetar de sobremaneira os resultados refracionais pós-operatórios. (KENT C et al., 2010; HOFFER KJ et al., 2017; HOFFER KJ et al., 2017; OLIVERA F et al., 2010; SERPE CC et al., 2015).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do HC/UFPR. Foram utilizados dados coletados retrospectivamente de prontuários de pacientes que realizaram cirurgia de facoemulsificação com implante de lente intraocular no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná no ano de 2018. Foram avaliados dados pré-operatórios de biometria (diâmetro axial - AL, ceratometria – K1 e K2, profundidade de câmara anterior - ACD, espessura de cristalino - LT e distância branco-a-branco - WTW), acuidade visual com e sem correção, comorbidades sistêmicas e oftalmológicas. Dados pós-operatórios como modelo, poder e local de implante de lente intraocular utilizada, complicações operatórias, acuidade visual e refração.

Os critérios de inclusão para este estudo foram, cirurgia de facoemulsificação sem complicações, com implante de LIO Sensar 1(AAB00) no saco capsular e biometria realizada no Galilei G6. Foram excluídos olhos com complicações operatórias, presença de doenças ou cirurgias oculares prévias que acarretassem alteração ou não confiabilidade da refração, além de olhos com medidas biométricas atípicas detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores oculares de exclusão

Diâmetro axial <21,5mm ou > 25mm	Presença de ceratocone
K médio <40 ou >47	Cicatrizes/ Opacidades corneanas
LT < 2 mm	Cirurgia ocular prévia
AV < 20/40	

Inicialmente foi utilizada a fórmula Barrett Universal II, disponível no site da Asia Pacific Association of Cataract and Refractive Surgeons com a constante A otimizada disponível no site da User Group for Laser Interference Biometry, sendo considerada 119 para a LIO Sensar 1.

A refração pós-operatória foi avaliada pelo menos 6 semanas após a cirurgia e os equivalentes esféricos obtidos foram corrigidos para a distância de 4 metros. A refração pós operatória foi avaliada pelo menos após 6 semanas no pós operatório e os equivalentes esféricos obtidos foram corrigidos para a distância de 4 metros (distância padrão utilizada para a projeção de optotipos no Centro da Visão). Foram

calculados constantes personalizadas para cada olho, considerando os equivalentes esféricos e os corrigidos para 4 metros.

Na otimização das constantes foi utilizado um método que consiste na personalização da constante A para cada olho. Para isto, variava-se a constante original até que o equivalente esférico predito pela fórmula fosse igual ao equivalente obtido na refração pós operatória. Após, calculou-se constante média entre todos os olhos como constante padrão para a população.

2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Foram incluídos 100 olhos com implante de Sensor 1. Todas as medidas biométricas foram obtidas com Galilei G6 e utilizadas inicialmente a constante A otimizada disponível no site do User Group for Laser Interference Biometry para a Sensor (119). Para a obtenção de uma nova constante otimizada foi feita a média das constantes personalizadas, obtendo-se uma constante de 118,93, mas após a correção dos equivalentes esféricos para 4 metros, encontrou-se 119,04. A seguir foi avaliado o erro médio aritmético das novas, além da utilizada anteriormente, conforme tabela 2. A dispersão do erro refrativo está exposta na Figura 1.

Tabela 2 Comparativo entre Constantes A

Constante	Erro médio	Desvio Padrão	Erro	Preditivo	Erro	Preditivo
			Absoluto		Absoluto	Médio
119	0,03	0,63	0,49		0,37	
118,93	0,07	0,63	0,5		0,38	
119,04	0	0,63	0,49		0,37	

Tabela 3. Acurácia

Constante	Erro entre -0,25 e 0,25D	Erro entre -0,5 e 0,5D
119	35 olhos (35%)	61 olhos (61%)
118,93	35 olhos (35%)	62 olhos (62%)
119,04	35 olhos (35%)	62 olhos (62%)

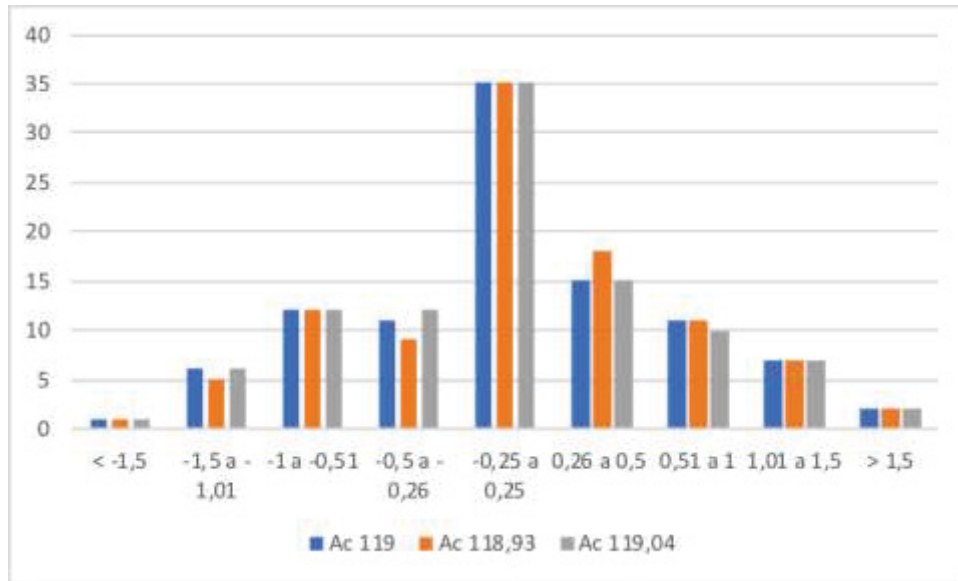


Figura 1. Diferença do erro refracional predito e obtido

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente dispomos de biômetros que minimizam erros por serem automáticos e padronizados, além de não depender da habilidade de um técnico para a medição. Diversos estudos tiveram objetivo de demonstrar a reprodutibilidade e confiabilidade dos diferentes biômetros ópticos. O GALILEI G6 é um biômetro que utiliza interferometria parcial de raios infravermelhos acoplado a um tomógrafo de córnea com dupla câmera de Scheimpflug e sistema de anéis de Plácido. Versões anteriores do aparelho avaliavam apenas o segmento anterior e poder corneano, e não possuíam capacidade de medida de comprimento axial do olho, por isso era preciso outra fonte de medição para completar as informações biométricas necessárias para os cálculos das lentes intraoculares.

Um trabalho de Savini (2011) comparou resultados de ceratometria obtidos com o GALILEI com dados de topografia corneana com discos de Plácido, e aplicou os dados em distintas fórmulas para cálculo de LIO (SRK/T, Hoffer Q e Holladay I), utilizando em todos os casos valores de comprimento axial medidas com ultrassonografia por imersão. Apesar de valores ceratométricos diferentes, não se apresentou diferença estatística entre os dois métodos e concluiu que o GALILEI possui excelentes resultados para o cálculo de LIO, inclusive mais acurado que outro aparelho de Scheimpflug, o Pentacam, possivelmente por incorporar os anéis de Plácido.

Outros estudos compararam os valores de biometria do GALILEI a outros biômetros de interferometria disponíveis no mercado. Ventura (2017) realizou a comparação dos dados de ceratometria (K), comprimento axial (AL) e profundidade de câmara anterior (ACD) com o aparelho IOLMaster 500, e os aplicou na fórmula de Haigis para obter os valores de LIO. Todos os valores biométricos e de poder de LIO apresentaram uma forte correlação positiva, sem diferença estatística, além de todos os 88 olhos incluídos no estudo apresentaram erro refrativo menor que 1.00 dioptria, sendo que 84,09% o erro foi menor de 0.50 D.

O GALILEI foi também comparado ao Lenstar LS900 por Shin (2016), usando os valores de K, AL, ACD, espessura cristaliniana (LT) e diâmetro corneano (WTW), demonstrando que os valores obtidos de K e ACD não tiveram diferença, enquanto AL, LT e WTW apresentaram pequenas diferenças, clinicamente insignificante e todos tiveram boas correlações entre aparelhos. Quanto aos valores de LIO, foram

usadas as fórmulas SRK/T, Holladay I, Hoffer Q e Haigis, e foi encontrado valores de LIO semelhantes com dados dos dois aparelhos. Além disso, testou a reprodutibilidade dos resultados do GALILEI, encontrando alto índice de correlação, baixo desvio padrão e coeficiente de variação entre seus resultados.

Jung (2017) testou a reprodutibilidade e concordância entre o GALILEI G6 e o IOLMaster 700, comparando valores de K, espessura central de córnea (CCT), ACD, WTW, AL e LT, e valores de LIO com as fórmulas SRK/T, Haigis e Hoffer Q. Foi demonstrado que ambos os instrumentos possuem boa reprodutibilidade de resultados, não apresentando diferença estatística apesar de concluir que resultados dos IOLMaster 700 foram discretamente melhores. Entre os valores obtidos, foram encontrados resultados de AL comparáveis, além de ACD, Ks, WTW e LT sem diferença estatística. Alguns valores como Kf, K médio e CCT apresentaram uma pequena diferença, possivelmente sem relevância clínica. Na escolha da LIO, ambos tiveram bons resultados e pouca diferença, com IOLMaster 700 apresentando diferença menor que 0.5 D em 85% dos casos e GALILEI em 80% dos casos.

O GALILEI oferece diferentes valores de poder refrativo corneano para o cálculo da LIO, com K simulado (simK), Total Corneal Power (TCP) 1, 2 e IOL. O simK o valor do raio corneano e o índice de refração ceratométrico de 1,3375. Já o TCP 1 utiliza o índice de refração corneano de 1,376 e o plano da superfície anterior da córnea para a distância focal. O TCP 2 por sua vez considera o mesmo plano do TCP 1, mas aplica o índice de refração do aquoso (1,336), enquanto o TCP IOL utiliza o mesmo índice do aquoso, mas considera o plano da superfície posterior da córnea para a distância de foco.

Savini (2018) comparou os poderes corneanos fornecidos pelo GALILEI para o cálculo da LIO, demonstrando que todos os valores foram similares quando usados nas fórmulas de SRK/T, Hoffer Q, Haigis e Holladay 1, mas advertiu que as constantes da Lio devem ser ajustadas para cada uma das medidas de poder corneano. Neste estudo, inclusive, demonstrou que as constantes das LIOs devem ser otimizadas para cada população e fórmula, ao obter constantes diferentes entre grupos italianos e japoneses usados no estudo.

A técnica cirúrgica pode variar para cada cirurgião, mas melhorias técnicas como pequenas incisões e a capsulorrexe circunferencial contínua possibilitaram uma melhor predição e estabilidade do posicionamento da LIO no saco capsular e assim uma predição da refração pós-operatória, entretanto vários autores

recomendam a otimização das constantes utilizadas para o cálculo do poder dióptrico da LIO.

As constantes fornecidas pelas fabricantes não são frequentemente atualizadas e muitas ainda disponibilizam apenas constantes baseadas na ecobiometria. A otimização destas constantes é possível através da reavaliação de dados de pacientes já operados. Recomenda-se então, inicialmente utilizar constante já otimizadas disponibilizadas em sites por grupos como User Group for Interference Biometry (ULIB) e IOL Con, e após alguns casos recalculer uma nova constante personalizada para cada cirurgião. Essa constante também pode ser calculada para determinada população ou serviço que compreenda um maior número de cirurgiões, como propomos neste trabalho.

Após os cálculos de uma nova constante para a Sensor 1 (AAB00) para nosso serviço, encontramos um valor igual a 118,93. Para o cálculo, dependemos da refração pós operatória, que deve ser realizada após 4 a 10 semanas da cirurgia e preferencialmente realizada a uma distância de 6 metros. Em nosso serviço dispomos de aparelhos distanciados em 4 metros, e por isso devemos corrigir o equivalente esférico antes de recalculer as constantes. Após a correção, a nova constante obtida foi de 119,04. Após a revisão dos erros refracionais preditos comparados com os reais, percebeu-se pouca variabilidade em relação a nova constante e a já utilizada pelo serviço (119,0), em ambas o erro refracional de até 0,25 ocorreu em 35% dos pacientes.

Alguns pontos são justificáveis para a pequena diferença encontrada. Talvez uma das mais claras seja o número de cirurgiões distintos e o grau de experiência entre eles, visto que as cirurgias foram realizadas entre residentes, fellowships e chefes de serviço, interferindo no erro refrativo.

Apesar da pequena diferença nos resultados obtidos, sabe-se que a amostra utilizada foi pequena e não é suficiente para comprovar resultados. Sugere-se, por isso, uma análise de amostra mais extensa, incluindo pacientes operados nos anos seguintes a 2018 para uma melhor reavaliação da constante utilizada em nosso serviço. Além disso, sugere-se, como foi realizado no estudo de Lei Zheng, divisões em subgrupos de AXL diferentes, para avaliar constantes separadas em cada grupo, onde foi encontrado constantes diferentes em cada grupo de AXL, principalmente em olhos maiores com AXL acima de 26 mm.

5 REFERÊNCIAS

1. Domingues VO, Lawall ARN, Battestin B, De Lima PM, Ferreira SH, Morais CF. Catarata senil: uma revisão de literatura. *Rev Med Saude Brasilia*. 2015; 5 (1): 135-144.
2. Ramos, LJ; Ramos ICO. Epidemiologia e Classificação da Catarata. *In: Faria, MAR; Nosé, W. Catarata*. Rio de Janeiro: **Cultura Médica**, 2015. p. 15-20.
3. Ottaiano JAA, Ávila MP, Umbelino CC, Taleb AC. As condições de Saúde Ocular no Brasil 2019. **Conselho Brasileiro de Oftalmologia** . São Paulo, 1ª Edição, 2019.
4. Rodrigues FW, Vidal LLC, Mendonça ALR, Silva RE. Biometria ocular, estimativa matemática e variação esférica pós-facectomia. *Rev Bras Oftalmol*. 2015; 74 (6): 350-4.
5. Feijó B, Ferreira T, Zabala L, Guerra P, Gonçalves C, Couceiro J, Simões F, Bom ST, Silva AS, Ribeiro F. Comparação de metodologias actuais para cálculo da potência da lente intra-ocular. *Oftalmologia*. 2017; 41: pp. 000-000
6. Martins FCR, Miyaji ME, Lima VL, Rehder JRCL. Biometria ultrassônica no cálculo do poder dióptrico de lentes intraoculares: estudo comparativo dos métodos de contato e de imersão. *Rev Bras Oftalmol*. 2009; 68 (4): 212-5.
7. Kronbauer AL, Kronbauer FL, Kronbauer CL. Estudo comparativo das medidas ecobiométricas pelos métodos de imersão e contato. *Arq Bras Oftalmol*. 2006;69(6):875-80.
8. Monteiro EL, Allemann N. Biometria Óptica. *Arq Bras Oftalmol* 2001; 64: 367-70.
9. Kent C. Another step closer: Lens constant customization. *Review of Ophthalmology* Jan 2010. Disponível em <https://www.reviewofophthalmology.com/article/another-step-closer-lens-constant-customization>
10. Hoffer KJ, Savini G. Effect of Gender and Race on Ocular Biometry. *Int Ophthalmol Clin*. 2017 Summer;57(3):137-142.
11. Hoffer KJ, Savini G. Clinical Results of the Hoffer H-5 Formula in 2707 Eyes: First 5th-generation Formula Based on Gender and Race. *Int Ophthalmol Clin*. 2017 Fall;57(4):213-219.
12. Olivera F. Avaliação dos métodos biométricos do olho humano empregados no cálculo do poder dióptrico da lente intra-ocular. Tese (Doutorado) Universidade

- Federal de São Paulo. **Escola Paulista de Medicina**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Visuais. 2010.
13. Serpe CC. Influência dos fatores corneanos no cálculo biométrico para a cirurgia de catarata. Dissertação (Mestrado) – **Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências da Saúde**. 2015.
 14. Carvalho LM. Metodologia de otimização de lentes intraoculares monofocais e multifocais modeladas computacionalmente em modo não sequencial com base em algoritmo genético. **Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais**. Curso de Engenharia Elétrica. 2014.