



HOSPITAL DE CLÍNICAS DE PORTO ALEGRE
PROGRAMA DE RESIDÊNCIA

VICTOR ANTONIO KUIAVA

FÓRMULA DE CÁLCULO DE LENTE INTRAOCULAR DESENVOLVIDA POR
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA BIOMETRIA ULTRASSÔNICA

Porto Alegre

2024

VICTOR ANTONIO KUIAVA

**FÓRMULA DE CÁLCULO DE LENTE INTRAOCULAR DESENVOLVIDA POR
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA BIOMETRIA ULTRASSÔNICA**

Trabalho de Conclusão de Residência apresentado ao Programa de Residência do Hospital de Clínicas de Porto Alegre como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Oftalmologia.

Autor: Victor Antonio Kuiava
Orientadora: Diane Marinho Ruschel

Porto Alegre

2024

CIP - Catalogação na Publicação

Kuiava, Victor Antonio
FÓRMULA DE CÁLCULO DE LENTE INTRAOCULAR
DESENVOLVIDA POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
BIOMETRIA ULTRASSÔNICA / Victor Antonio Kuiava. --
2024.
29 f.
Orientador: Diane Marinho Ruschel.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Hospital de
Clínicas de Porto Alegre, RESIDENCIA MÉDICA -
OFTALMOLOGIA, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Oftalmologia. 2. Inteligência Artificial. 3.
Computação Matemática. 4. Implante de Lente
Intraocular. 5. Catarata. I. Ruschel, Diane Marinho,
orient. II. Título.

Agradeço a minha família por todo apoio e suporte ao longo desses anos.

AGRADECIMENTOS

A conclusão desse trabalho não representa o fim de uma jornada de muito trabalho e estudo, mas o início para uma carreira duradoura. Agradeço muito a minha família, mas em especial para o meu irmão Eliseu que ajudou na elaboração do projeto.

RESUMO

Objetivo: Desenvolver um programa inovador de estatística e inteligência artificial destinado ao cálculo de lentes intra-oculares por meio de biometria ultrassônica.

Metodologia: Coleta de dados foi realizada no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, abrangendo casos de facoemulsificação com implante de lente intraocular, em que a escolha da lente foi baseada em biometria ultrassônica. O programa, implementado em Python, Java e PHP, utiliza o método de regressão de Ridge. Duas opções de projeto foram desenvolvidas: um modelo básico, que utiliza apenas variáveis de ceratometria (K1 e K2), tamanho axial e refração alvo final em equivalente esférico; e um modelo avançado, que incorpora, além disso, a refração pré-operatória e a idade do paciente. Para comparação, foi utilizada a fórmula Universal de Barrett II. Resultados: A amostra consistiu em 486 olhos de 313 pacientes, divididos em 350 olhos para a formação do programa e 136 para validação. A taxa de acerto do equivalente esférico, com uma variação de $\pm 0,5$ D, foi de 86% para o modelo básico e 87,5% para o avançado, sem diferença estatisticamente significativa entre eles. Com a fórmula de Barret Universal II, a taxa de acerto foi de 69% com diferença significativa para os dois programas ($p < 0,0001$). O sistema mostrou-se melhor para olhos de tamanhos médios e longos, mas pior para olhos curtos ($\leq 22,00$ mm). Conclusão: O programa desenvolvido representa uma alternativa inovadora na escolha de lentes intra-oculares, especialmente projetada para a biometria ultrassônica.

Palavras chaves: Oftalmologia, Inteligência Artificial, Computação Matemática, Implante de Lente Intraocular, Catarata

ABSTRACT

Objective: Develop an innovative statistics and artificial intelligence program designed to calculate intraocular lenses using ultrasonic biometrics. **Methodology:** Data collection was carried out at the Hospital de Clínicas de Porto Alegre, covering cases of phacoemulsification with intraocular lens implantation, in which the choice of lens was based on ultrasonic biometry. The program, implemented in Python, Java and PHP, uses the Ridge regression method. Two design options were developed: a basic model, which uses only keratometry variables (K1 and K2), axial size and final target refraction in spherical equivalent; and an advanced model, which also incorporates preoperative refraction and the patient's age. For comparison, the Universal Barrett II formula was used. **Results:** The sample consisted of 486 eyes from 313 patients, divided into 350 eyes for program training and 136 for validation. The spherical equivalent hit rate, with a variation of ± 0.5 D, was 86% for the basic model and 87.5% for the advanced model, with no statistically significant difference between them. With the Barret Universal II formula, the success rate was 69% with a significant difference for the two programs ($p < 0.0001$). The system was better for medium and long eyes, but worse for short eyes (≤ 22.00 mm). **Conclusion:** The developed program represents an innovative alternative in choosing intraocular lenses, specially designed for ultrasonic biometry.

Keywords: Ophthalmology, Artificial Intelligence, Mathematical Computing, Intraocular Lens Implantation, Cataract

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do projeto.....	23
Figura 2 - Distribuição dos Erros de Equivalente Esférico entre os Olhos Analisados com Comparação de Significância entre os Programas.....	24
Figura 3 - Distribuição dos Erros de Equivalente Esférico entre os Olhos Longos Analisados com Comparação de Significância entre os Programas.....	25
Figura 4 - Distribuição dos Erros de Equivalente Esférico entre os Olhos Curtos Analisados com Comparação de Significância entre os Programas.....	26
Figura 5 - Layout do Programa Computacional para Cálculo de Lente Intraocular (aiLIO)...	27
...	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de parâmetros do programa	28
Tabela 2 - Tabela dos dados biométricos dos dois grupos utilizada olhos longos e curtos.....	28
Tabela 3 - Tabela de acertos dos programas por equivalente esférico e subgrupos de olhos longos e curtos.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LIO	Lente Intraocular
IA	Inteligência Artificial
aiLIO	artificial intelligence Lente Intraocular

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivos específicos	13
2	MÉTODOS	14
3	REVISÃO DA LITERATURA	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
	REFERÊNCIAS	20
	APÊNDICE A –FIGURAS	22
	APÊNDICE B - TABELAS	27

1 INTRODUÇÃO

A catarata destaca-se como uma das principais causas de cegueira visual reversível no mundo, com grande impacto em países subdesenvolvidos (1- 4). A cirurgia de catarata consiste na remoção do cristalino opacificado e no implante de uma lente intra ocular (LIO); um elemento crucial nesse processo é a escolha do poder da LIO (5-7).

Tradicionalmente, as fórmulas de cálculo da lente intraocular são baseadas em medidas biométricas estáticas, como o comprimento axial do olho e a curvatura da córnea (8). Contudo devido a melhoras no desenvolvimento de programas de inteligência artificial e com a evolução das fórmulas de cálculo de lentes intra oculares tradicionais houve grande aprimoramento nas fórmulas de cálculo de lente intra oculares através da utilização da biometria óptica com destaque para marcas como o IOLMaster, Aladdin e demais equipamentos.

Biômetros ópticos são equipamentos de alto custo e nem sempre disponíveis em centros oftalmológicos de países subdesenvolvidos que ainda utilizam biômetros ultrassônicos para determinação do tamanho axial do olho (9-10)

Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) surge como uma revolucionária aliada à oftalmologia, principalmente para melhor caracterizar os dados de uma população específica atendida em um determinado hospital. A capacidade da IA de analisar grandes conjuntos de dados, aprender padrões complexos e adaptar-se dinamicamente às características únicas de cada paciente tem impulsionado o desenvolvimento de programas (11-12).

Exemplos de aplicações da IA na medicina são vários como na ajuda na identificação histológica de neoplasias mamárias, tumores de pele (11-12) . Na oftalmologia auxiliam na identificação de lesões de fundo de olho no exame de retinografia (13). Fórmulas que se utilizam de inteligência artificial têm grande confiabilidade nos resultados entregues pós cirúrgicos (8, 14 - 15).

Esses programas utilizam algoritmos avançados, redes neurais e técnicas de aprendizado de máquina para processar uma ampla gama de dados biométricos, proporcionando uma abordagem personalizada e de alta precisão no cálculo do poder da lente intraocular ainda mais para populações específicas de cada região do mundo (9)

Foi desenvolvido um programa de inteligência artificial para realizar regressões matemáticas para auxiliar na escolha de lente intraocular de pacientes avaliados com biometria ultrassônica.

1.1 JUSTIFICATIVA

No Hospital de Clínicas de Porto Alegre, assim como em outras instituições que utilizam biometria ultrassônica, há uma carência de fórmulas que incorporem os benefícios da inteligência artificial para o cálculo de lentes intraoculares.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Criar um software de inteligência artificial que ajuda na precisão do cálculo e escolha de lentes intraoculares.

1.2.2 Objetivos específicos

Avaliar a margem de erro na escolha do equivalente esférico pós operatório, comparado com a escolha pré operatória e pela fórmulas tradicionalmente usadas.

2 MÉTODOS

2.1. COLETA DE DADOS

A coleta foi obtidas de pacientes adultos submetidos a cirurgia de facoemulsificação no Hospital de Clínicas de Porto Alegre, durante o período de março de 2021 a dezembro de 2023.

Variáveis utilizadas foram: idade, refração estática ou dinâmica pré operatória, acuidade visual pré operatória, ceratometria, comprimento axial, lente intra ocular utilizada no momento da cirurgia, equivalente esférico pré operatório, refração estática ou dinâmica pós operatória e acuidade visual pós operatória corrigida.

2.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Idade acima de 18 anos
- Pacientes submetidos a cirurgia de facoemulsificação que realizaram a avaliação pré operatório da escolha da lente intra ocular com a ecobiometria ultrassônica no HCPA ou através de exame externo
- Acompanhamento oftalmológico pós operatório mínimo de 30 dias da data da cirurgia
- Implante de lente intra ocular modelada MA60AC da empresa Alcon
- Acuidade visual corrigida com refração pós operatória entre o período de 30 a 90 dias melhor ou igual a 20/30 (0,6)

2.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- Ausência dos dados de ceratometria, tamanho axial, lente intra ocular utilizada, refração pós operatória foram excluídos da coleta
- Cirurgias combinadas com outros procedimentos como vitrectomia, transplante ou trabeculectomia.
- Complicações intra operatórias como: ruptura da cápsula posterior, perda vítrea, fragilidade zonular com implante de anel endocapsular, impossibilidade de implante lente em saco capsular
- Complicações pós operatórias como: endoftalmite, erros biométricos que necessitam de troca de lente intraocular também foram excluídos

2.4 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE COMPUTACIONAL

Foi desenvolvido um programa com inteligência artificial em linguagem python, JAVA e PHP. Através da programação em python uma fórmula de regressão em Ridge foi desenhada. Os dados coletados foram randomizados e foram criados dois grupos, um com 75% dos dados para a formulação do banco de dados do programa e o segundo grupo com 25% para avaliação estatística.

A fórmula funcionou com dois modelos de regressão: um para cálculos com os valores mínimos para cálculo da lente, como a ceratometria, tamanho axial e equivalente esférico desejado e outro estendido que também irá considerar a refração pré operatória e idade do paciente.

A análise estatística foi realizada através da comparação dos valores dos equivalentes esféricos encontrados, dos descritos em prontuários e aqueles esperados pela fórmula Barrett Universal através da entrada de dados de ceratometria e tamanho axial. A avaliação considerou erros de equivalente esférico maiores de 0,5, 1 e 1,5 dioptrias.

Para uma interface de utilização interativa e prática foi proposto o desenvolvimento de um site para utilização da fórmula matemática. O programa foi nomeado de aiLIO (*artificial intelligence Lente Intraocular*).

2.5 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através da tabulação dos dados em planilha de tabelas do *Google Sheets* que posteriormente foram utilizadas na análise do programa computacional GraphPad Prisma 10.1.2. Foram utilizados cálculos para avaliar se os dados eram paramétricos ou não paramétricos, sendo utilizado o teste T para cálculos paramétricos e o teste de Mann-Whitney para os não paramétricos (16).

3 REVISÃO DA LITERATURA

A catarata é caracterizada pela opacidade do cristalino, resultando em redução da acuidade visual, ofuscamento e, em casos avançados, cegueira (2). Sua prevalência aumenta com o envelhecimento, sendo associada a fatores de risco como traumas oculares, infecções, uso de medicamentos, exposição a radiações ionizantes, entre outros (3).

Clinicamente, a catarata manifesta-se por uma redução progressiva e indolor da acuidade visual, com variações na velocidade de progressão entre os indivíduos. Em certos subtipos, a opacidade do cristalino pode levar ao aumento do poder refracional, causando miopização, o que, paradoxalmente, melhora a visão de perto em alguns casos (4).

O diagnóstico baseia-se no exame biomicroscópico com lâmpada de fenda, que evidencia a opacidade do cristalino. Uma catarata é considerada clinicamente significativa quando a opacidade interfere não apenas na acuidade visual mensurada, mas também na qualidade de vida do paciente. Assim, a indicação cirúrgica surge quando os sintomas comprometem as atividades diárias do indivíduo (17).

Estudos demonstram benefícios funcionais significativos após a cirurgia. Por exemplo, uma análise de dados do sistema Medicare indicou uma redução de 16% no risco de quedas com fratura de quadril em pacientes submetidos à cirurgia de catarata (18). Em relação à avaliação pré-operatória, não há necessidade de exames laboratoriais ou de imagem adicionais em pacientes sistemicamente assintomáticos. Uma metanálise revelou que exames pré-operatórios de rotina aumentam os custos sem reduzir eventos adversos intra ou pós-operatórios (19).

O tratamento definitivo para a catarata é a remoção cirúrgica do cristalino. Em países desenvolvidos, a técnica de escolha é a facoemulsificação associada ao implante de lente intraocular. Este procedimento utiliza energia ultrassônica para fragmentar o cristalino opacificado, aspirar os fragmentos e manter a câmara anterior por meio de irrigação contínua (2).

A escolha da lente intraocular é crucial para o sucesso do procedimento. Historicamente, a biometria ultrassônica era usada para determinar o comprimento axial do olho e calcular o poder da lente. Atualmente, novas tecnologias de biometria óptica, combinadas com algoritmos avançados e inteligência artificial, oferecem maior precisão na escolha da lente, otimizando os resultados visuais pós-operatórios (5).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Num total de 313 pacientes foram utilizados 350 olhos para a construção do programa e 136 para a validação do programa. A média de idade em foi de 72 anos, sendo 142 homens e 171 mulheres. A média de tamanho axial no grupo de banco de dados foi 23,19 mm, com uma ceratometria média 43,59 x 44,16. No grupo de teste foi de 23,27 mm, com uma ceratometria de 43,30 x 44,53 Dp (Tabela 2).

Foram desenvolvidos outros modelos de regressão com base em regressão linear, logarítmica, árvore de decisão, regressão elástica de Net, contudo as mesmas não obtiveram resultados satisfatórios ou apresentavam erros na hora de desenvolver o programa computacional as mesmas não foram elaboradas para o desenvolvimento do programa.

Na análise estatística a aiLIO avançado teve um acerto de 87,5% entre +/-0,5 dp, o básico 86% e a Fórmula de Barrett Universal II 69%; as duas versões do programa não tiveram diferença estatisticamente significativa ($p=0,99$). Comparando o programa com a Fórmula Barret Universal foi encontrado diferença estatística nos dois grupos no número total de erros do equivalente esférico ($p<0,0001$), havendo menor número de erros refracionais com o uso da nova fórmula (Figura 2 e Tabela 3)

Na análise de subgrupos de olhos longos ($\geq 24,00$ mm) não houve diferença significativa nas duas versões do aiLIO ($p=0,96$), mas sim comparando com a Barret Universal II Formula. A aiLIO avançada com 76,9% de acerto ($p<0,0001$) e a aiLIO básica 80,7% ($p<0,0001$), a Barret atingiu 65% (Figura 3).

Nos olhos curtos ($\leq 22,00$ mm) não houve diferença entre as duas versões do aiLIO ($p=0,98$), mas a Fórmula de Barrett se mostrou melhor para calcular olhos curtos com acerto de 50% ($p<0,05$) (Figura 4).

No aspecto estético do programa foi criado com JAVA um layout intuitivo e simples para a utilização, foi utilizado um sistema de conversão de “,” para “.” para cálculo do sistema. Os valores do *target* refracional pós operatório foram colocados em uma sessão de *chatbox* variando de +1,00 a -2,00 com intervalos de 0,5 dioptrias. Os resultados são apresentados em uma tabela inferior sendo que o único valor que é arredondado é o valor da lente sugerida (Figura 5)

Através da inteligência artificial foi possível criar um programa de regressão de Ridge que quando comparados com a fórmula de Barrett foi melhor no resultado geral e no subgrupo de pacientes com olhos longos, mas inferior aos olhos curtos. Cálculos para olhos curtos são desafiadores e envolvem outros critérios no momento de escolha da lente, como a posição

efetiva da lente intraocular, medida da profundidade da câmara anterior e probabilidade de córneas mais curvas (10, 17).

Somado a isso devido aos critérios aplicados na seleção de pacientes poucos pacientes com tamanhos axiais extremos principalmente para olhos curtos (<22,00mm), sendo somente 35 olhos utilizados ao total do estudo.

A simplicidade de dados de entrada na utilização da fórmula desenvolvida é uma vantagem considerando a efetividade de uso da fórmula em serviços de oftalmologia pelo mundo (10). Todos os valores utilizados na elaboração são dados fundamentais e facilmente obtidos através de uma consulta oftalmológica e através de aparelhos de ceratometria e de biometria.

Valores adicionais como a profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, posição efetiva da lente são valores adicionais úteis na hora de calcular a lente (10). Contudo, como a pesquisa se desenvolveu através da busca de dados em prontuários os mesmos muitas vezes não estão registrados, portanto não poderíamos utilizá-los eles como dados obrigatórios para o desenvolvimento, trariam dificuldades se fossem aplicados na fórmula.

A biometria ultrassônica quando comparada com a óptica em casos que o exame é de boa qualidade e realizado em boas condições e com qualidade boa e excelente são comparáveis, com pouca diferença nos resultados entre um e outro (9). Grande enfoque, atualmente, está no desenvolvimento e aprimoramento de aparelhos automatizados para de biometria óptica que auxiliam no cálculo de lentes premium com maior precisão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho traz como vantagem aprimorar os dados de cálculos das lentes intra oculares para serviços de oftalmologia que dependem da biometria ultrassônica e não dispõem de biômetros ópticos de alto custo

REFERÊNCIAS

- 1- Fernández-Vigo JI, Serrano González-Peramato MT, Nunila Gómez-de-Liaño C, Sánchez-Guillén I, Fernández-Vigo JÁ, Macarro-Merino A. Glistening on intraocular lenses: A review. *Arch Soc Esp Ophthalmol (Engl Ed)*. 2023 Sep;98(9):493-506. doi: 10.1016/j.oftale.2023.06.016. Epub 2023 Jun 25. PMID: 37369324.
- 2- Delbarre M, Froussart-Maille F. Sémiologie et formes cliniques de la cataracte chez l'adulte (Signs, symptoms, and clinical forms of cataract in adults). *J Fr Ophtalmol*. 2020 Sep;43(7):653-659. French. doi: 10.1016/j.jfo.2019.11.009. Epub 2020 Jun 22. PMID: 32586638.
- 3- Gali HE, Sella R, Afshari NA. Cataract grading systems: a review of past and present. *Curr Opin Ophthalmol*. 2019 Jan;30(1):13-18. doi: 10.1097/ICU.0000000000000542. PMID: 30489359.
- 4-Lee CM, Afshari NA. The global state of cataract blindness. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017 Jan;28(1):98-103. doi: 10.1097/ICU.0000000000000340. PMID: 27820750.
- 5 -Dick HB, Gerste RD. Future Intraocular Lens Technologies. *Ophthalmology*. 2021 Nov;128(11):e206-e213. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.12.025. Epub 2020 Dec 26. PMID: 33373617.
- 6 -Chung J, Bu JJ, Afshari NA. Advancements in intraocular lens power calculation formulas. *Curr Opin Ophthalmol*. 2022 Jan 1;33(1):35-40. doi: 10.1097/ICU.0000000000000822. PMID: 34854826.
- 7 - Lapp T, Wacker K, Heinz C, Maier P, Eberwein P, Reinhard T. Cataract Surgery-Indications, Techniques, and Intraocular Lens Selection. *Dtsch Arztebl Int*. 2023 May 30;120(21):377-386. doi: 10.3238/arztebl.m2023.0028. PMID: 36794457; PMCID: PMC10413970.
- 8 -SANTOS, Mateus Lins dos. Modelos computacionais baseados em inteligência artificial e estatística para o apoio à decisão médica na escolha das fórmulas biométricas em catarata. 2022. 103 f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional do Conhecimento) – Instituto de Computação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.
- 9 -Khorrani-Nejad M, Khodair AM, Khodaparast M, Babapour Mofrad F, Dehghanian Nasrabadi F. Comparison of the ocular ultrasonic and optical biometry devices in the different quality measurements. *J Optom*. 2023 Oct-Dec;16(4):284-295. doi: 10.1016/j.optom.2023.05.001. Epub 2023 Aug 9. PMID: 37567838; PMCID: PMC10518768.
- 10 - Sramka M, Slovak M, Tuckova J, Stodulka P. Improving clinical refractive results of cataract surgery by machine learning. *PeerJ*. 2019 Jul 2;7:e7202. doi: 10.7717/peerj.7202. PMID: 31304064; PMCID: PMC6611496.
- 11 - KUIAVA, Victor Antonio et al. Desenvolvimento de sistema estruturado de inteligência artificial para apoio no diagnóstico de patologias oftalmológicas mais relevantes. *Pesquisa Clínica e Biomédica*, v. 41, n. 1, 2021.
- 12 - Kuiava, VA; Kuiava, EL; Chielle, EO; De Bittencourt, FM Algoritmo de Inteligência Artificial para Diagnóstico Histopatológico de Câncer de Pele. *Clin. Biomédica. Res*. 2020, 40
- 13 - Kuiava, V.A., Kuiava, E.L., Chielle, E.O. and Syllós, R. (2021). “Desenvolvimento de sistema estruturado com inteligência artificial para apoio no diagnóstico de patologias oftalmológicas mais relevantes”. *Clinical and Biomedical Research*, v. 41, n. 1.
- 14 - LADAS, J.G. et al. A 3-D “Super Surface” Combining Modern Intraocular Lens Formulas to Generate a “Super Formula” and Maximize Accuracy. *JAMA Ophthalmol.*, v. 133, n. 12, 2015.

15 - SAVINI, G. et al. Comparison of 13 formulas for IOL power calculation with measurements from partial coherence interferometry. *Br. J. Ophthalmol.*, publicação online, 2020.

16 -Kuiava EL, Kuiava VA, Chielle EO, Navarini D. Sistema computacional automático para geração de relatórios epidemiológicos a partir de dados do datasus. *Braz. J. Hea. Rev. (Internet)*. 2020 Dec. 2;3(6):17549-58. Available from: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/20855>

17 -Hoffer KJ. Biometry of 7,500 cataractous eyes. *Am J Ophthalmol*. 1980 Sep;90(3):360-8. doi: 10.1016/s0002-9394(14)74917-7. PMID: 7425052.

18 - Tseng VL, Yu F, Lum F, Coleman AL. Risk of fractures following cataract surgery in Medicare beneficiaries. *JAMA*. 2012 Aug 1;308(5):493-501. doi: 10.1001/jama.2012.9014. PMID: 22851116.

19 - Keay L, Lindsley K, Tielsch J, Katz J, Schein O. Routine preoperative medical testing for cataract surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Jan 8;1(1):CD007293. doi: 10.1002/14651858.CD007293.pub4. PMID: 30616299; PMCID: PMC6353242.

APÊNDICE A – FIGURAS

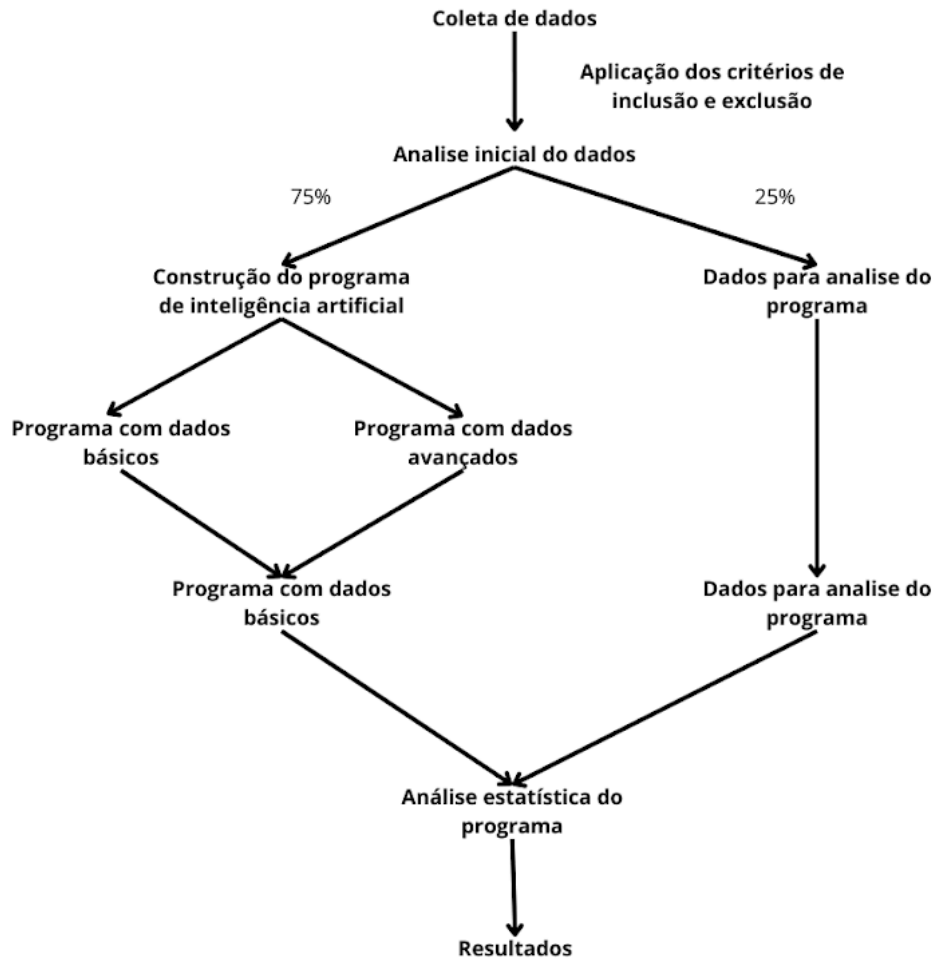


Figura 1. Fluxograma do projeto

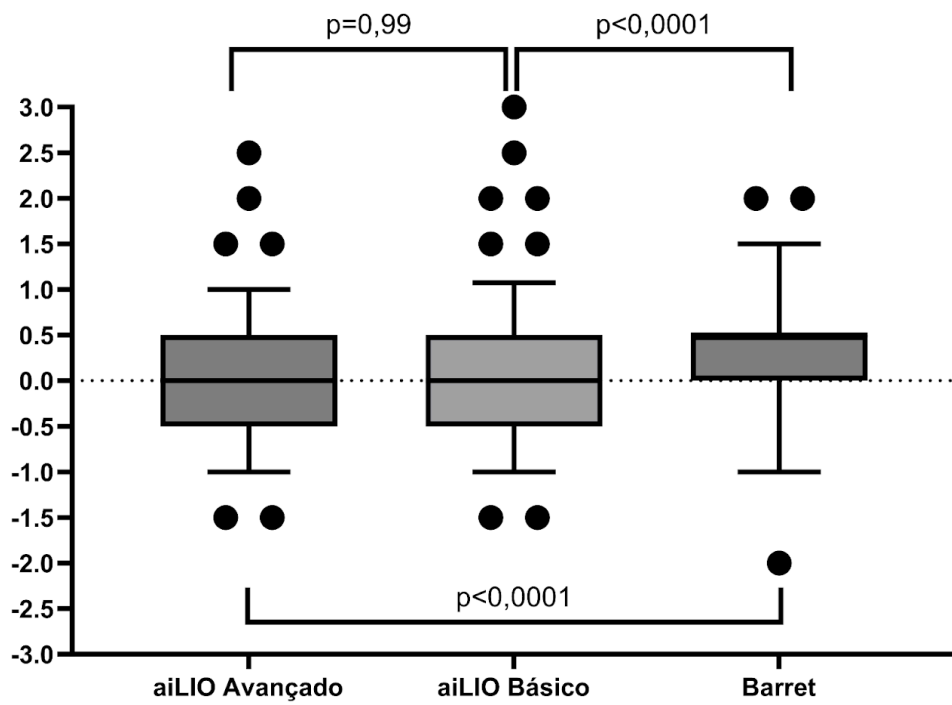


Figura 2 - Distribuição dos Erros de Equivalente Esférico entre os Olhos Analisados com Comparação de Significância entre os Programas.

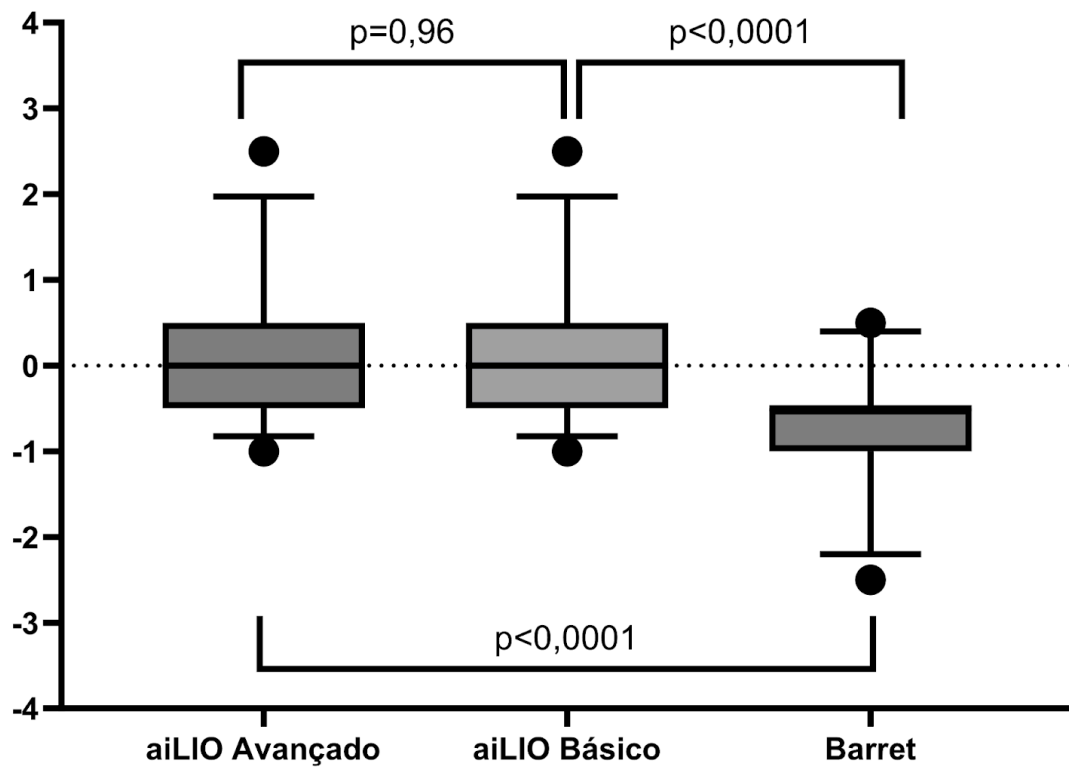


Figura 3 - Distribuição dos Erros de Equivalente Esférico entre os Olhos Longos Analisados com Comparação de Significância entre os Programas.

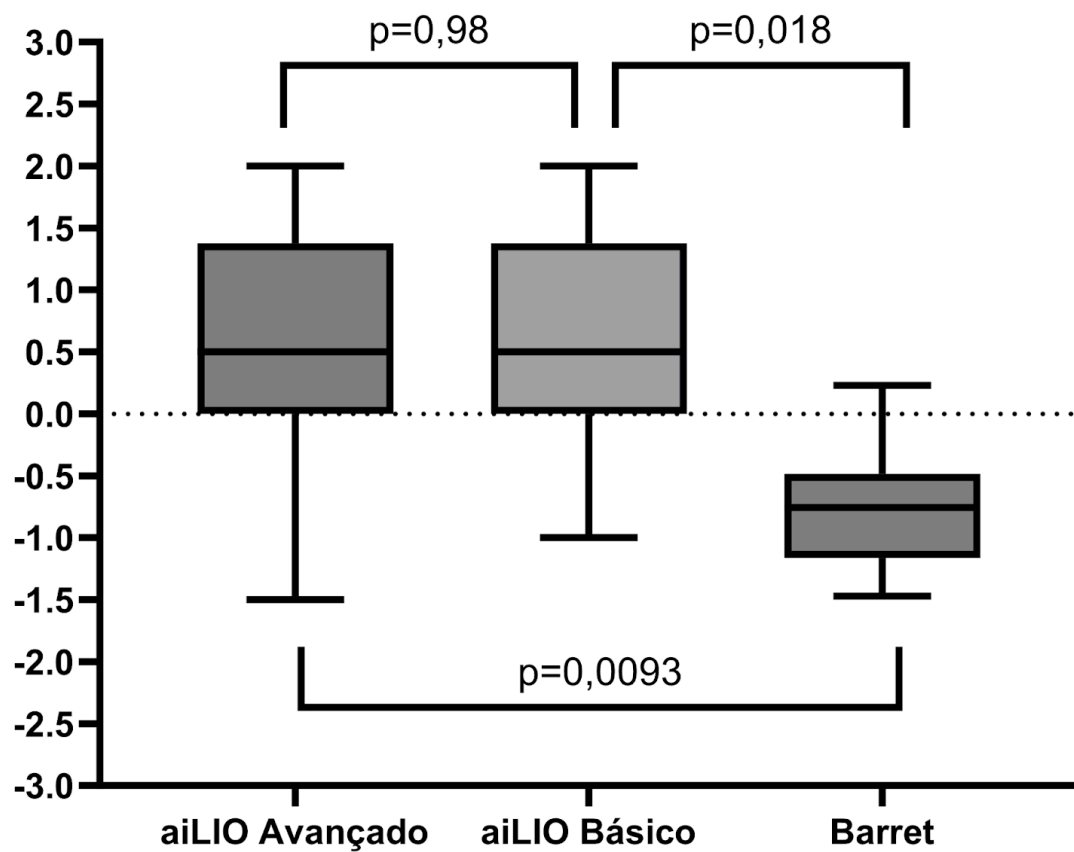


Figura 4 - Distribuição dos Erros de Equivalente Esférico entre os Olhos Curtos Analisados com Comparação de Significância entre os Programas.

aiLIO – Artificial Intelligence LIO
Sistema de Cálculo de Lentes Intraoculares
com Biometria Ultrassônica

[sobre](#)

K1 <i>i</i>	43	IDADE	69
K2 <i>i</i>	44,5	ESFÉRICO	-2
TAMANHO	23,80	CILINDRO	-1
PODER	-0,5 ▾	EIXO	180

Cálculo Básico **Cálculo Avançado**

PODER	LENTE
-1.0	20.275
<i>+</i> -0.5	20.00 <i>★</i> <i>i</i>
0.0	20.016

20.14556376185348 valor sem arredondamento.

SAIR **LIMPAR**

Figura 5 - Layout do Programa Computacional para Cálculo de Lente Intraocular (aiLIO).

APÊNDICE B - TABELAS

Parâmetro	Valor
alpha	0,04393970561
fit_intercept	true
max_iter	100
random_state	1234
tol	0,0001

Tabela 1 - Tabela de parâmetros do programa

	BANCO				TESTE			
	Média	Min.	Max.	DP	Média	Min.	Max.	DP
KER								
K1	43,59	39	48	1,58	43,3	39,75	47,75	1,45
K2	44,16	40	49,5	1,65	44,53	41	49,75	1,98
Tamanho	23,19	20,41	28,05	0,98	23,27	21,43	29,04	1,08
* ≤ 22,00	7,7% (n=27)				5,8% (n=8)			
* ≥ 24,00	15,7% (n=55)				19,1% (n=26)			

Tabela 2 - Tabela dos dados biométricos dos dois grupos utilizadas

Todos os dados			
aiLIO			
Varição em dioptrias	Avançado	Básico	Barret
≤ 0,5	87,50%	86%	69%
≤ 1	95,50%	94,10%	93,30%

≤ 1,5	98,50%	97%	99,20%
>1,5	100%	100%	100%
Total	n=136	n=136	n=136
Olhos longo (≥ 24,00mm)			
aiLIO			
Varição em dioptrias	Avançado	Básico	Barret
≤ 0,5	76,90%	80,70%	65%
≤ 1	96,15%	96,15%	96,15%
≤ 1,5	96,15%	96%	100%
>1,5	100%	100%	100%
Total	n=26	n=26	n=26
Olhos curtos (≤ 22,00 mm)			
aiLIO			
Varição em dioptrias	Avançado	Básico	Barret
≤ 0,5	50%	50%	50%
≤ 1	62,50%	75%	75%
≤ 1,5	87,50%	87,50%	100%
>1,5	100%	100%	100%
Total	n=8	n=8	n=8

Tabela 3 - Tabela de acertos dos programas por equivalente esférico e subgrupos de olhos longos e curtos