

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE MEDICINA

DIOGO PESSOA APRATO AMORIM DE ALEXANDRE

**ACURÁCIA DAS FÓRMULAS BIOMÉTRICAS NA FACECTOMIA COM
IMPLANTE DE LENTE INTRAOCULAR EM UMA POPULAÇÃO LATINO-AMERICANA**

MACEIÓ

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE MEDICINA

DIOGO PESSOA APRATO AMORIM DE ALEXANDRE

**ACURÁCIA DAS FÓRMULAS BIOMÉTRICAS NA FACECTOMIA COM
IMPLANTE DE LENTE INTRAOCULAR EM UMA POPULAÇÃO LATINO-AMERICANA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a coordenação do curso
de Medicina da Universidade Federal
de Alagoas

Orientador: Prof. Dr. João Marcelo
de Almeida Gusmão Lyra

MACEIÓ
2021

Acurácia das fórmulas biométricas na facectomia com implante de lente intraocular em uma população latino-americana

*Documento nos padrões que será enviado para a Revista Brasileira de Oftalmologia e aqui apresentado como TCC para a obtenção do Título de Médico de Diogo Pessoa Aprato Amorim de Alexandre.

Sumário

| | | |
|------------|---|----|
| <u>1.</u> | <u><i>Abstract and keywords</i></u> | 4 |
| <u>2.</u> | <u><i>Resumo e descritores</i></u> | 5 |
| <u>3.</u> | <u><i>Introdução</i></u> | 6 |
| <u>4.</u> | <u><i>Métodos</i></u> | 8 |
| <u>5.</u> | <u><i>Resultados</i></u> | 10 |
| <u>6.</u> | <u><i>Discussão</i></u> | 12 |
| <u>7.</u> | <u><i>Conclusões</i></u> | 14 |
| <u>8.</u> | <u><i>Referências</i></u> | 15 |
| <u>9.</u> | <u><i>Tabelas</i></u> | 18 |
| <u>10.</u> | <u><i>Figuras</i></u> | 20 |
| <u>11.</u> | <u><i>Anexo 1 – Normas da revista</i></u> | 22 |

Abstract and keywords

Purpose: To observe performance of the main traditional IOL power calculation formulas (Barrett, Haigis, Hoffer Q, Holladay 1 e SRK/T) and the recent Kane and Pearl-DGS in different types of eyes in order to assist ophthalmologic surgeons in Latin America to provide better care to their patients with cataracts, thus obtaining results closer to those reported by international literature. **Methods:** Analytical, descriptive, observational, cross-sectional, retrospective study, through the analysis of medical records of patients who underwent cataract surgery with intraocular lens implantation between February 2011 and March 2018, performed in a reference hospital in Brasília. In total, 1242 eyes were included and then separated according to axial length (AL) in the following subgroups: short (< 22.5mm), medium (22.5mm to 25.5mm) and long (> 25.5mm). The expected refractive result using four formulas was calculated and compared with the actual result to obtain the predicted error. **Results:** The mean absolute error (MAE) and the standard deviation (SD) found were equal to $0,410 \pm 0,334$ at Haigis, $0,417 \pm 0,335$ at Hoffer Q, $0,374 \pm 0,311$ at Holladay 1 and $0,610 \pm 0,415$ at SRK/T, in Barrett $0,370 \pm 0,314$, Kane $0,384 \pm 0,322$ and Pearl-DGS $0,360 \pm 0,307$. The Barrett and Pearl-DGS formula had the best performance in short and medium eyes, Barrett, Holladay 1, Kane and Pearl was the best results, while Barret was the best in long eyes. Six formulas showed convergence of predicted error in the value of AL equal to 20 a 25mm. The 42D < K mean < 46D interval showed the smallest predicted refractive errors. All formulas, with exception the SRK/T had a similar performance with ACD around 3 at 3.5mm. **Conclusions:** The population in question presented a behavior like the literature and, due to the sample size, there is the possibility of creating a support system for medical decision that helps the surgeon to select the best formula considering ocular biometrics.

Keywords: Ophthalmology. Cataract. Phacoemulsification. Intraocular lens implantation. Biometry.

Resumo e descritores

Objetivos: Observar o desempenho das principais fórmulas biométricas em diferentes tipos de olhos a fim de testar as fórmulas tradicionais (Barrett, Haigis, Hoffer Q, Holladay 1 e SRK/T) e as novas Kane e Pearl-DGS em simulação para auxiliar os cirurgiões oftalmológicos da América Latina a proverem melhores cuidados aos portadores de catarata, incrementando os resultados esperados. **Métodos:** Estudo analítico, descritivo, observacional, transversal, retrospectivo, por análise de prontuário de pacientes submetidos à cirurgia de catarata com implante de lente intraocular entre fevereiro de 2011 e março de 2018, realizada em hospital de referência de Brasília. Foram incluídos 1242 olhos e então separados de acordo com o comprimento axial nos seguintes subgrupos: curto ($< 22.5\text{mm}$), médio (22.5mm a 25.5mm) e longo ($> 25.5\text{mm}$). O resultado refrativo previsto utilizando 7 fórmulas foi calculado e comparado com o resultado real para obter o erro previsto. **Resultados:** O erro médio absoluto (EMA) e o desvio padrão (DP) encontrados foram iguais a $0,410 \pm 0,334$ na Haigis, $0,417 \pm 0,335$ na Hoffer Q, $0,374 \pm 0,311$ na Holladay 1 e $0,610 \pm 0,415$ na SRK/T, na Barrett $0,370 \pm 0,314$, Kane $0,384 \pm 0,322$ e Pearl-DGS $0,360 \pm 0,307$. A Barrett e Pearl-DGS apresentaram melhor desempenho em olhos curtos e Barrett, Kane, Pearl-DGS e Holladay 1 em médios, enquanto a Barrett foi a melhor em olhos longos. Seis fórmulas apresentaram convergência de erro previsto no valor de AL de 20 a 25mm. O intervalo dito K médio, entre 42 e 46 dioptrias, apresentou os menores erros refrativos previstos. Seis fórmulas tiveram desempenho semelhante com ACD em torno de 3 a 3.5mm. **Conclusões:** A população apresentou comportamento semelhante à literatura e, devido ao tamanho da amostra, há a possibilidade de criação de um sistema de apoio à decisão médica que auxilie o cirurgião a selecionar a melhor fórmula.

Descritores: Oftalmologia. Catarata. Facoemulsificação. Implante de lente intraocular. Biometria.

Introdução

A catarata é ocasionada pela opacificação do cristalino,¹ sendo uma das patologias oculares mais comuns do mundo moderno, e uma das maiores causas de cirurgia ocular e cegueira reversível nos países desenvolvidos,^{1,2} além de estatísticas que continuam em crescimento nos últimos anos.³

A facectomia com implante de lente intraocular é a cirurgia realizada para o tratamento da catarata. Trata-se de um procedimento cirúrgico de nível ambulatorial, com excelentes resultados pós-operatórios, tanto em termos de melhoria da qualidade visual quanto de vida.^{2,4} O procedimento mais comumente realizado atualmente é a facectomia por facoemulsificação com implante de lente intraocular, podendo ou não ser auxiliado por *laser* femtosegundo.^{2,5}

No entanto, enquanto a cirurgia historicamente foi desenvolvida com o objetivo de curar a cegueira ocasionada pela opacificação, percebeu-se que os erros refrativos oriundos da alocação de uma lente intraocular (LIO) mal posicionada ou de poder refrativo inadequado, ainda que menos graves que a cegueira, também causavam prejuízos à qualidade de vida do paciente, sobretudo aqueles que eram emétopes antes da cirurgia ou aqueles que resultavam em grandes ametropias ou ainda em anisometropia e até aniseiconia.⁵

Desta maneira, iniciou-se uma nova corrida após a invenção e aplicação das primeiras lentes intraoculares, em busca do aperfeiçoamento da cirurgia para atingir a emetropia bilateral sem correção no maior número de pacientes possível.⁵ Os grandes avanços na área nas últimas décadas se devem tanto ao desenvolvimento de novos desenhos e modelos de lentes intraoculares, sobretudo as tóricas e multifocais,⁶ quanto ao desenvolvimento de equipamentos e fórmulas biométricas mais confiáveis, que permitem prever com boa precisão o poder refrativo ideal da lente intraocular a ser implantada.⁷⁻²⁰

As fórmulas biométricas são divididas em gerações, de acordo com a época em que foram desenvolvidas e as metodologias aplicadas. As fórmulas de terceira geração proporcionaram uma melhor integração de componentes teóricos e baseados em dados, bem como inseriram nos cálculos a medida da queratometria, e assim já obtiveram resultados muito superiores, de maneira que algumas delas são padrões de referência até hoje, a exemplo da SRK/T⁹ e Hoffer Q.¹⁰ Nos últimos 20 anos, com o desenvolvimento da biometria óptica e consequente disponibilidade de mais medidas biométricas, foram

introduzidas novas fórmulas que utilizam estes parâmetros – as fórmulas de quarta geração. Grande parte das fórmulas utilizadas na atualidade, como a Haigis¹¹, Olsen¹², Holladay 2 e Barrett Universal 2 fazem parte deste grupo, configurando a maior parte das fórmulas de alto desempenho atuais, com grande experiência prática e validação pela comunidade médica e científica.¹³

Recentemente existe a tendência do desenvolvimento de novas fórmulas biométricas baseadas em modelos matemáticos e computacionais, sobretudo a inteligência artificial. Enquanto estas fórmulas, largamente baseadas em dados, seguem a tendência do desenvolvimento tecnológico, há muitas controvérsias em relação aos resultados refrativos, sem comprovação significativa da sua superioridade tanto para olhos comuns, onde praticamente todas as fórmulas têm bons resultados, quanto em olhos atípicos, onde todas tendem a apresentar mais erros.¹⁴ Os principais exemplos destas fórmulas são a Hill-RBF¹⁵, Fullmonte¹⁶, Kane¹⁷, Ladas Superformula¹⁸ e PEARL-DGS¹⁹.

Estudos que utilizaram populações latino-americanas são escassos e, em sua maioria, utilizaram bases com poucos indivíduos, o que diminui o poder estatístico e a capacidade de inferir informações de maneira generalizada. Considerando ainda as dificuldades técnicas e socioculturais da região, novos desafios emergem nesta região,²⁰ que resultam em limitações no cuidado da população. Em alguns países ainda se estudam técnicas cirúrgicas consideradas defasadas, como a extração extracapsular sem facoemulsificação,²¹ enquanto em países mais desenvolvidos tecnologias como biometria por *swept source* e laser femtosegundo são de ampla disponibilidade. Tais disparidades são traduzidas em resultados: enquanto o padrão internacional alcançado para a cirurgia de catarata consiste em enquadrar 80% dos pacientes em um equivalente esférico a menos de 0,5 D de distância do alvo,²² as referências latino-americanas apresentam resultados muito mais humildes, atingindo números em torno de 50% dos olhos com erros menores que 0,5 D.²³⁻²⁶

Este estudo realiza a análise de uma grande base de dados de população latino-americana, observando o desempenho de diversas fórmulas biométricas em diferentes tipos de olhos. Esta abordagem tem o intuito de auxiliar os cirurgiões oftalmológicos da América Latina a providenciar melhores cuidados aos seus pacientes portadores de catarata, obtendo assim resultados mais próximos aos relatados pela literatura internacional através do uso das fórmulas biométricas mais apropriadas a esta população.

Métodos

Estudo analítico, descritivo, observacional, transversal, por análise de prontuário de pacientes submetidos à cirurgia de catarata com implante de lente intraocular entre fevereiro de 2011 e março de 2018, realizada no Hospital de Olhos de Brasília (HOB). Tal pesquisa foi autorizada pela direção do hospital e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), da Universidade Federal de Alagoas (Ufal) com CAAE: 89418718.9.0000.5013 e parecer 2.682.568, conforme determina a Resolução CNS 196/96.

Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados seguindo em parte o editorial publicado por Hoffer et al.²⁹, o qual orienta sobre as melhores práticas em estudos de fórmulas de LIOs. Assim, foram incluídos pacientes com catarata submetidos à cirurgia de facectomia com implante de lente intraocular em pelo menos um olho, que passaram por avaliação pré-operatória utilizando biometria por interferometria óptica (IOL Master 500®) e pós-operatória com refratometria. No caso de cirurgia bilateral, foi selecionado de forma aleatória apenas um olho do paciente.

Foram excluídos pacientes com complicações intraoperatórias e pós-operatórias, presença de patologias oculares prévias ou peri-operatórias, dados da biometria por interferometria incompletos, ausência de informações clínicas ou cirúrgicas no prontuário, acuidade visual pós-operatória pior do que 20/40 e ausência do exame de refração entre 30 e 180 dias da avaliação pós-operatória.

Foram coletadas informações dos prontuários de 5124 pacientes, sendo avaliados 7403 olhos, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão obteve-se o total de 1242 olhos elegíveis. Os olhos selecionados foram então separados de acordo com o comprimento axial nos seguintes subgrupos: curto (< 22.5mm), médio (22.5mm a 25.5mm) e longo (> 25.5mm).

O cálculo do poder das lentes intraoculares foi realizado por meio das seguintes fórmulas: Haigis¹¹, Holladay 1⁸, SRK/T⁹ e Hoffer Q¹⁰, Barret, Kane¹⁷ e PEARL-DGS¹. Seus resultados foram computados e tabulados em planilha do Excel para realização da análise estatística. Em seguida, as fórmulas foram comparadas a partir dos valores da conversão dos erros negativos para positivos e registradas suas médias absolutas, sempre buscando o alvo próximo de zero, como orientado por Hoffer et al.²⁹

Para análise estatística foram utilizadas as bibliotecas SciPy, pandas, NumPy e a linguagem Python, onde realizou-se a análise descritiva das variáveis (profundidade da

câmara anterior – ACD, comprimento axial – AL, as medidas de K1 e K2 que foram agrupadas no valor de K que representa a queratometria medida da curvatura da superfície anterior da córnea, bem como a idade. As diferenças no erro absoluto entre as fórmulas foram avaliadas por meio do teste de Friedman. No caso de um resultado significativo, a análise *post hoc* foi realizada usando o teste de Wilcoxon. Após a correção de Bonferroni para comparações múltiplas, um valor *P* inferior a 0,0071 foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Foram observados idade, gênero, ACD, AL, medidas queratométricas K (K1 e K2) e erro absoluto das fórmulas: Barrett, Haigis, Hoffer Q, Holladay 1, SRK/T, Kane¹⁷ e PEARL-DGS¹.

Dentre o total de 1242 pacientes, o gênero feminino representou 55,15% dos casos e 38,81% foram do gênero masculino. A idade média no momento da cirurgia foi 67,36 anos. Quanto aos olhos selecionados de forma aleatória 62,48% correspondeu ao olho direito e 37,52% ao olho esquerdo, sendo um único olho incluído no estudo para cada paciente.

Na análise das variáveis, o valor médio do ACD foi igual a 3,08 com desvio padrão (DP) de $\pm 0,37$, do AL $23,43 \pm 0,99$, do K foi igual a $43,97 \pm 1,56$. Em se tratando do comprimento axial (AL), 16,51% (n=205) da amostra foram de olhos curtos, 80,35% (n=998) de olhos médios e 3,14% (n=39) de olhos longos.

Foram considerados apenas os modelos de lentes mais frequentes com a seguinte distribuição: SN60WF (n=260; 20,93%), AR40E (n=257; 20,69%), AAB00 (n=240; 19,32%), ZMB00 (n=159; 12,80%), ZCB00 (n=125; 10,06%), SN6AD1 (n=119; 9,58%), e SA60AT (n=82; 6,60%).

Ao utilizar a fórmula Barrett para o cálculo do poder de convergência das LIOs, foi obtido um erro médio absoluto (EMA) de $0,370 \pm 0,314$. Utilizando-se a fórmula de Haigis, o EMA foi $0,410 \pm 0,334$. No caso da fórmula de Hoffer Q, se obteve $0,417 \pm 0,335$, e para a fórmula Holladay 1 um erro de $0,374 \pm 0,311$. Kane alcançou um EMA de $0,384 \pm 0,322$ e a fórmula Pearl-DGS $0,360 \pm 0,307$. Por fim, o cálculo a partir da SRK/T demonstrou um erro de $0,610 \pm 0,415$ (Tabela 2). O equivalente esférico a menos de $\pm 0,5D$ de distância do alvo pode ser observado na Tabela 2 e os resultados foram de 73,8% na Barrett, 68% dos olhos na fórmula Haigis, 67,7% na Hoffer Q, 72,9% na Holladay 1, 73,2% na Kane, 74,7% na Pearl-DGS e 45,8% na SRK/T.

A figura 1 mostra o erro médio absoluto (EMA) e a percentagem de olhos com erro previsto menor que $\pm 0,25D$, $\pm 0,5D$, $\pm 1,0D$ para os intervalos de comprimento axial curto, médio e longo, respectivamente.

A população em estudo teve maior prevalência de olhos com comprimento axial médio, seguida por olhos curtos e por último, os longos.

Observou-se que em olhos curtos as fórmulas Holladay 1, Barrett, Hoffer Q, Haigis e as novas de Kane e Pearl-DGS mostram desempenho semelhante no valor do EMA e na

percentagem de olhos com visão $\pm 0.5D$, sendo melhor desempenho com Pearl-DGS e Barrett, essa com intervalo mais estreito inferindo menor variação nos resultados da fórmula sobre os dados, conforme figura 5(a). A fórmula SRK/T teve pior desempenho em olhos curtos.

No caso dos olhos com AL médio, a Pearl-DGS, Holladay 1 e Kane permaneceram com melhor performance em ambos os parâmetros analisados somado a Barrett, a última, porém, com maior intervalo de cauda levemente maior. Neste tamanho de olho as melhores marcas foram obtidas pelas fórmulas Haigis e Hoffer Q, também de acordo com o EMA e a refração. A SRK/T manteve-se como a pior escolha vista na figura 5(b).

Por fim, em olhos longos foram obtidos melhores resultados de EMA com a Barrett novamente com intervalo estreito embora apresente cauda mais larga que a Kane, em sequência com desempenho intermediário de percentagem de olhos $\pm 0.5D$ com a Pearl-DGS e Kane. Depois vieram as fórmulas Haigis, Hoffer Q, Holladay 1. A fórmula SRK/T apresentou os piores valores tanto de EMA quanto de erro refrativo previsto e maiores intervalos de confiança aumentando a imprecisão das análises conforme visto na figura 5(c).

As figuras 2, 3 e 4 mostram gráficos com a comparação entre erro previsto e medidas oculares – AL, K médio e ACD, respectivamente. As seis fórmulas, com exceção da SRK/T apresentaram convergência de erro previsto no valor de AL igual à 21 a 25 mm, enquanto a maior divergência entre elas ocorreu em olhos longos ($AL > 26mm$), como mostrado na Figura 2. Os valores de K médio menores que 42D demonstraram grande variação no erro previsto em todas as fórmulas estudadas. Sendo o intervalo de 42D a 46D que apresentou menores erros refrativos previstos, com destaque para a SRK/T que permaneceu discrepante das demais (Figura 3).

De acordo com a profundidade da câmara anterior, todas as fórmulas tiveram desempenho semelhante, menos SRK/T, com ACD em torno de 3 a 3.5mm, a partir desses valores os resultados tiveram maior variação entre elas. Com valores de ACD menores que 3mm, as fórmulas Holladay 1, Barrett, Kane e Pearl-DGS apresentaram erro mais baixo e como variação mínima. No caso de olhos com ACD maior que 3.5 mm a Holladay1, Pearl-DGS e Barrett também foram melhores. Novamente SRK/T obteve os resultados mais díspares (Figura 4).

Discussão

As características populacionais deste estudo foram semelhantes a outros latino-americanos e globais, nos quais o gênero feminino representa a maioria dos pacientes e a faixa etária média submetida à cirurgia de catarata é de idosos confirmando a expectativa epidemiológica.^{13,23}

De acordo com o tamanho do olho, usando como base o comprimento axial, a distribuição encontrada neste estudo foi semelhante à encontrada por Kane et al. e Darcy et al.^{16,27} Nos estudos realizados por Melles et al. e Cooke et al. também houve maior prevalência de olhos médios, entretanto a quantidade de olhos longos foi maior que a de curtos.^{13, 28}

Observou-se que a fórmula com melhor desempenho geral, para olhos curtos e médios foi a Kane, Pearl-DGS, além das já conhecidas Haigis, Barrett, Hoffer Q, Holladay 1, mediante o erro médio absoluto e aos relatos internacionais do padrão da cirurgia de catarata. Já nos casos de olhos longos, os melhores resultados foram atingidos por meio da Barrett seguido da Kane, Pearl-DGS, seguido com Haigis, Hoffer Q e Holladay 1 como mostrado na Figura 2.

No que diz respeito às fórmulas avaliadas, Melles et al. obteve melhor desempenho geral com ambas as LIOs estudadas por meio da Haigis, tanto de acordo com o EMA quanto com a percentagem de olhos com visão boa ($\pm 0.5D$), seguida pela Holladay 1, SRK/T e Hoffer Q. Para olhos curtos, Haigis e SRK/T apresentaram os melhores resultados e o pior foi com a Hoffer Q. Contudo, no caso de olhos com comprimento axial médio, dentre as fórmulas avaliadas, Melles encontrou a SRK/T apresentado melhor desempenho e a Holladay 1 o pior nesse tipo de olho. Com relação aos olhos longos, a performance das fórmulas foi semelhante a encontrada neste estudo.¹³ Pode-se observar na Figura 3 que a distribuição do erro previsto de acordo com os valores de K médio encontradas na população em questão foi semelhante à observada por Melles, tendo melhores resultados em valores de K médio entre 42D e 46D.

Com relação à profundidade da câmara anterior, todas as fórmulas tiveram desempenho ruim em valores $< 3\text{mm}$, porém a partir desse valor passam a apresentar comportamentos semelhantes, sendo a partir desse comprimento de câmara anterior estreito as fórmulas de Holladay 1, Barrett e as novas Kane e Pearl-DGS apresentaram menor erro absoluto. Dentre as fórmulas apresentadas, Melles encontrou que a Haigis foi melhor nos casos com $\text{ACD} \geq 2.75\text{mm}$, enquanto em nossa amostra tal desempenho só foi

observado em olhos com ACD $\geq 2.5\text{mm}$ com todas as fórmulas a exceção da SRK/T (Figura 4).

Já de acordo com Darcy et al., os resultados foram semelhantes aos que encontramos, sendo, dentre as fórmulas estudadas, a Holladay 1 com melhor performance geral, em olhos curtos e médios a exceção das novas fórmulas. A Haigis apresentou desempenho insatisfatório em olhos médios comparado, porém foi a melhor em olhos longos. Enquanto a Holladay 1 ficou em último lugar em olhos longos junto da Haigis.²⁷

Dentre as fórmulas analisadas neste estudo, Kane et al. também encontrou menor EMA com a fórmula Holladay 1, porém, a SRK/T atingiu melhor desempenho quanto ao resultado dióptrico $\pm 0.5\text{ D}$.¹⁶ Entretanto, em estudo mais recente, Kane et al. obteve o mesmo EMA com a Holladay 1 e a Haigis, porém esta apresentou maior desvio padrão e melhor desempenho de acordo com o erro previsto. A SRK/T teve o próximo melhor desempenho a partir do EMA, mas menor porcentagem de olhos com $\pm 0.5\text{D}$. Por fim, a Hoffer Q apresentou maior erro médio absoluto e porcentagem de olhos com visão boa próxima à Holladay 1.¹⁷

Assim como evidenciado anteriormente, Kane et al. encontrou melhores resultados com a Haigis e a SRK/T em olhos com comprimento axial longo e, em olhos curtos e médios, a Holladay 1 permaneceu com melhor desempenho.¹⁷

De acordo com Cooke et al., utilizando biometria por interferometria óptica, foram alcançados os seguintes resultados: a Haigis foi melhor, seguida pela Holladay 1, Hoffer Q e SRK/T, todas com ambos os parâmetros congruentes. Demonstrou melhor desempenho para olhos curtos com a Haigis e a Holladay 1, enquanto para olhos longos tal resultado foi atingido pela Haigis e pela SRK/T, mantendo o padrão encontrado.²⁸

Deve-se destacar o fato de que mais de 90% dos pacientes apresentaram um resultado de equivalente esférico entre $\pm 1.0\text{D}$ em todas as fórmulas estudadas. Além disso, a quantidade de pacientes entre $\pm 0.5\text{D}$ variou de 64% a 69%, mostrando melhores resultados que os apresentados em trabalhos latino-americanos semelhantes.

Conclusões

Os resultados encontrados neste estudo foram compatíveis com os relatados da literatura médica em populações latino-americanas e mundiais no tocante a estatística descritiva e no teste de algumas fórmulas e mostrou boa acurácia para as fórmulas de Barrett, Pearl-DGS, Kane e Holladay 1, trazendo consigo resultados capazes de guiar a escolha da fórmula utilizada na população estudada com melhor embasamento. Menção deve ser feita ao resultado da SRK/T que se mostrou discrepantes em muitos dos parâmetros analisados, que pode suscitar a presença de problema de implementação ou uso da fórmula na base com relação aos dados da população que foi usada a LIO ou na testagem.

Além disso, o estudo apresenta relevância devido ao número de olhos estudados e à heterogeneidade da amostra analisada. Traduzindo-se, como esperado pelo princípio da raridade da interação biológica, que seus resultados podem ser generalizáveis a outras populações.

Assim, há a possibilidade de criação de um sistema algorítmico de apoio à decisão médica que auxilie o cirurgião a selecionar a melhor fórmula considerando a biometria ocular, já que a acurácia das fórmulas muda de acordo com o parâmetro.

Referências

1. Song P, Wang H, Theodoratou E, Chan KY, Rudan I. The national and subnational prevalence of cataract and cataract blindness in China: a systematic review and meta-analysis. *J Glob Health*. [periódico na internet]. 2018 [citado 2020 Ago 12]; 8(1): [cerca de 18 p.]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6005639/>
2. Wu AM, Wu CM, Tseng VL, Greenberg PB, Giacconi JA, Yu F, et al. Characteristics Associated With Receiving Cataract Surgery in the US Medicare and Veterans Health Administration Populations. *JAMA Ophthalmol*. 2018; 136(7):738-745.
3. Gollogly HE, Hodge DO, Sauver JLS, Erie JC. Increasing incidence of cataract surgery: population-based study. *J Cataract Refract Surg*. 2013;9(9):1383-1389.
4. Ni W, Li X, Hou Z, Zhang H, Qiu W, Wang W. Impact of cataract surgery on vision-related life performances: the usefulness of Real-Life Vision Test for cataract surgery outcomes evaluation. *Eye (Lond)*. 2015;29(12):1545-1554.
5. DAVIS G. The Evolution of Cataract Surgery. *Mo Med*. 2016;113(1):58-62.
6. Silva SR, Evans JR, Kirthi V, Ziaei M, Leyland M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev*. [periódico na internet]. 2016 [citado 2020 Ago 12]; 12(12): [cerca de 101 p.]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27943250/>
7. Retzlaff J. A new intraocular lens calculation formula. *J Am Intraocul Implant Soc*. 1980; 6(2):148-152.
8. Holladay JT, Musgrove KH, Prager TC, Lewis JW, Chandler TY, Ruiz RS. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg*. 1988;14(1):17-24.
9. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg*. 1990;16(3):333-340.
10. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: A comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg*. 1993;19(6):700-712.
11. Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2000;238(9):765-773.

12. Olsen T. Prediction of the effective postoperative (intraocular lens) anterior chamber depth. **J Cataract Refract Surg.** 2006;32(3):419-424.
13. Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of Intraocular Lens Calculation Formulas. **Ophthalmology.** 2017;125(2):169-178.
14. Siddiqui AA, Devgan U. Intraocular lens calculations in atypical eyes. **Indian J Ophthalmol.** 2017;65(12):1289-1293.
15. Warren EH, Haag-Streit AG. Hill-RBF Calculator. Versão 2.0 [software]. 2016 [citado 2020 Ago 15]. Disponível em: <http://rbfcalculator.com>.
16. Kane JX, Heerden AV, Atik A, Petsoglou C. Accuracy of 3 New Methods for Intraocular Lens Power Selection. **J Cataract Refract Surg.** 2017;43(3):333-339.
17. Connell BJ, Kane JX. Comparison of the Kane formula with existing formulas for intraocular lens power selection. **BMJ Open Ophthalmology** [periódico da internet]. 2019 [citado 2020 Ago 15]; 4(1): [cerca de 6 p.]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332146100_Comparison_of_the_Kane_formula_with_existing_formulas_for_intraocular_lens_power_selection
18. Ladas JG, Siddiqui AA, Devgan U, Jun A. A 3-D “Super Surface” Combining Modern Intraocular Lens Formulas to Generate a “Super Formula” and Maximize Accuracy. **JAMA Ophthalmol.** 2015; 133(12):1431-1436.
19. Savini G, Maita MD, Hoffer KJ, Næser K, Schiano-Lomoriello D, Vagge A, et al. Comparison of 13 Formulas for IOL Power Calculation With Measurements From Partial Coherence Interferometry. **Br J Ophthalmol.** [periódico da internet]. 2020 [citado 2020 Ago 15];0: [cerca de 6 p.]. Disponível em: <https://bjo.bmj.com/content/early/2020/06/09/bjophthalmol-2020-316193>
20. Ferreira GA, Schaal LF, Ferro MD, Rodrigues ACL, Khandekar R, Schellini SA. Outcomes of and barriers to cataract surgery in Sao Paulo State, Brazil. **BMC Ophthalmol.** 2017;17(1):259.
21. Ruiz FFC, Suárez JTF. Variación del estado Refractivo y Agudeza Visual, en pacientes sometidos a Cirugía de Cataratas por las técnicas de Facoemulsificación y Extracción Extracapsular con implante de lente Intraocular Esféricas, atendidos en la Clínica Ojo Sano de la Ciudad de Managua, de Enero del 2015 a Junio del 2016 [tese]. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; 2017.

22. Hahn U, Krummenauer F, Kölbl B, Neuhann T, Schayan-Araghi K, Schmickler S, et al. Determination of Valid Benchmarks for Outcome Indicators in Cataract Surgery: A Multicenter, Prospective Cohort Trial. *Ophthalmology*. 2011;118(11):2105-2112.
23. Medina KAM. Evaluación visual posterior a la cirugía de catarata en el Hospital Central FAP, 2018 [tese]. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal; 2019.
24. Nodales EMB, Paneque RJ, González IS, Pérez SB, Fernández MM, Reyes AD. et al. Defectos esféricos residuales: diferencias entre el valor dióptrico del lente antes y después de la operación de catarata. *Acta Med Cuba*. 2017;18(1).
25. Granados JFD, Araque R, Rodríguez MF, Cifuentes D. Resultados Refractivos y Selección del Poder del Lente Intraocular en Cirugía de Catarata por Facoemulsificación. *Rev. Soc. Colombiana Oftalmol*. 2016;49(1): 16-23.
26. Rodrigues FW, Vidal LLC, Mendonça ALR, Silva RE. Ocular biometry, mathematical estimation and spherical variation after facetectomy. *Rev Bras Oftalmol*. 2015;74(6):350-354.
27. Darcy K, Gunn D, Tavassoli S, Sparrow J, Kane JX. Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10 930 eyes from the UK National Health Service. *J **Cataract** Refract Surg*. 2020;46(1):2-7.
28. Cooke DL, Cooke TL. Prediction accuracy of preinstalled formulas on 2 optical biometers. *J **Cataract** Refract Surg*. 2016;42(3):358-362.
29. Hoffer KJ, Aramberri J, Haigis W, Olsen T, Savini G, Shammas HJ, et al. Protocols for Studies of Intraocular Lens Formula Accuracy. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(3):403- 405.

Tabelas

Tabela 1. Variáveis consideradas no estudo e para fórmulas e suas respectivas média, desvio padrão, valores mínimo e máximo, 1º, 2º e 3º quartil.

| | Média | Desvio Padrão | Mínimo | 25% | 50% | 75% | Máximo |
|-----------------|-------|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|
| Idade | 67.36 | 8.72 | 36.00 | 62.00 | 67.00 | 73.00 | 92.00 |
| AL | 23.43 | 0.99 | 20.86 | 22.76 | 23.36 | 24.01 | 27.85 |
| ACD | 3.08 | 0.37 | 2.15 | 2.83 | 3.07 | 3.33 | 4.12 |
| K | 43.97 | 1.56 | 39.59 | 42.92 | 43.94 | 45.01 | 48.18 |
| WTW | 11.97 | 0.43 | 9.90 | 11.70 | 12.00 | 12.30 | 13.30 |
| Dioptria | 21.30 | 2.58 | 13.00 | 20.00 | 21.50 | 23.00 | 27.50 |

ACD: Profundidade da Câmara Anterior; AL: Comprimento Axial; WTW Distância Branco a Branco

Tabela 2. Testes estatísticos utilizados para comparar o erro médio absoluto das fórmulas.

| Teste | Fórmulas | Estatística | P-value | Bonferroni | |
|-----------------|------------------------|-------------|---------|------------|-------|
| Friedman | | - | 506,4 | 0.000 | 0.000 |
| Wilcoxon | Barrett vs Haigis | 323.597,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Barrett vs HofferQ | 313.837,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Barrett vs Holladay1 | 379.692,0 | 0.621 | 0.999 | |
| Wilcoxon | Barrett vs Kane | 350.584,5 | 0.005 | 0.108 | |
| Wilcoxon | Barrett vs Pearl_DGS | 356.364,0 | 0.669 | 0.999 | |
| Wilcoxon | Barrett vs SRKT | 163.493,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Haigis vs HofferQ | 366.945,0 | 0.133 | 0.999 | |
| Wilcoxon | Haigis vs Holladay1 | 323.567,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Haigis vs Kane | 342.749,0 | 0.001 | 0.013 | |
| Wilcoxon | Haigis vs Pearl_DGS | 314.762,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Haigis vs SRKT | 204.138,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | HofferQ vs Holladay1 | 278.251,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | HofferQ vs Kane | 325.404,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | HofferQ vs Pearl_DGS | 297.899,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | HofferQ vs SRKT | 214.695,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Holladay1 vs Kane | 363.930,0 | 0.082 | 0.999 | |
| Wilcoxon | Holladay1 vs Pearl_DGS | 370.5150 | 0.222 | 0.999 | |
| Wilcoxon | Holladay1 vs SRKT | 167.358,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Kane vs Pearl_DGS | 339.848,0 | 0.000 | 0.006 | |
| Wilcoxon | Kane vs SRKT | 194.365,0 | 0.000 | 0.000 | |
| Wilcoxon | Pearl_DGS vs SRKT | 161.561,0 | 0.000 | 0.000 | |

Tabela 3. Comparação dos resultados dos estudos

| Dados | | Haigis | Hoffer Q | Holladay 1 | SRK/T | Barrett | Kane | Pearl-DGS | |
|------------------------------------|-----------------|--------------|----------|------------|-------|---------|-------|-----------|-------|
| Melles et al. ¹³ | EMA | 0.338 | 0.369 | 0.351 | 0.360 | 0.311 | * | * | |
| | DP | 0.437 | 0.473 | 0.453 | 0.463 | 0.404 | * | * | |
| | Erro | ±0.25 | 46.1% | 42.5% | 44.7% | 43.3% | 49.8% | * | * |
| | previsto | ±0.5 | 77.1% | 73% | 75% | 74% | 80.8% | * | * |
| (n=18501) | (%) | ±1.0 | 97.3% | 96.2% | 96.8% | 96.5% | 97.8% | * | * |
| Darcy et al. ²⁷ | EMA | 0.405 | 0.410 | 0.397 | 0.403 | 0.390 | 0.377 | * | |
| | DP | 0.521 | 0.527 | 0.512 | 0.522 | 0.505 | 0.490 | * | |
| | Erro | ±0.25 | 39.9% | 39% | 40.2% | 39.9% | 41.7% | 42.6% | * |
| | previsto | ±0.5 | 69% | 68.1% | 69.6% | 69.1% | 70.7% | 72.0% | * |
| (n=10930) | (%) | ±1.0 | 94.3% | 94% | 94.4% | 93.9% | 94.7% | 95.2% | * |
| Kane et al. ¹⁷ | EMA | 0.358 | 0.381 | 0.358 | 0.369 | 0.385 | * | * | |
| | DP | 0.480 | 0.499 | 0.475 | 0.489 | 0.190 | * | * | |
| | Erro | ±0.25 | 45.5% | 40.3% | 45.1% | 44.7% | 43.5% | * | * |
| | previsto | ±0.5 | 75.5% | 73.6% | 73.4% | 72.1% | 72.3% | * | * |
| (n=3241) | (%) | ±1.0 | 96.1% | 95.5% | 96.1% | 95.9% | 94.5% | * | * |
| Cooke et al. ²⁸ | EMA | 0.319 | 0.341 | 0.326 | 0.346 | * | * | * | |
| | DP | 0.401 | 0.432 | 0.414 | 0.440 | * | * | * | |
| | Erro | ±0.25 | - | - | - | - | * | * | * |
| | previsto | ±0.5 | 79.8% | 77% | 79.5% | 75.1% | * | * | * |
| (n=1079) | (%) | ±1.0 | 98.7% | 97.4% | 98.7% | 98.1% | * | * | |
| Base atual | EMA | 0.410 | 0.417 | 0.374 | 0.610 | 0.370 | 0.384 | 0.369 | |
| | DP | 0.334 | 0.335 | 0.311 | 0.415 | 0.314 | 0.322 | 0.307 | |
| | Erro | ±0.25 | 38.6% | 37.5% | 41.9% | 21.3% | 43.6% | 42.3% | 42.9% |
| | previsto | ±0.5 | 68% | 67.7% | 72.9% | 45.8% | 88.9% | 73.2% | 74.7% |
| (n=1242) | (%) | ±1.0 | 93.9% | 93.8% | 95.8% | 83.7% | 95.6% | 95.6% | |

EMA = Erro Médio Absoluto; DP = Desvio Padrão; *Dados não abordados do artigo de origem

Figuras

Figura 1. Porcentagem de olhos por faixa de erro médio absoluto nos grupos de olhos com comprimento axial curto (a), médio (b) e longo (c) respectivamente.

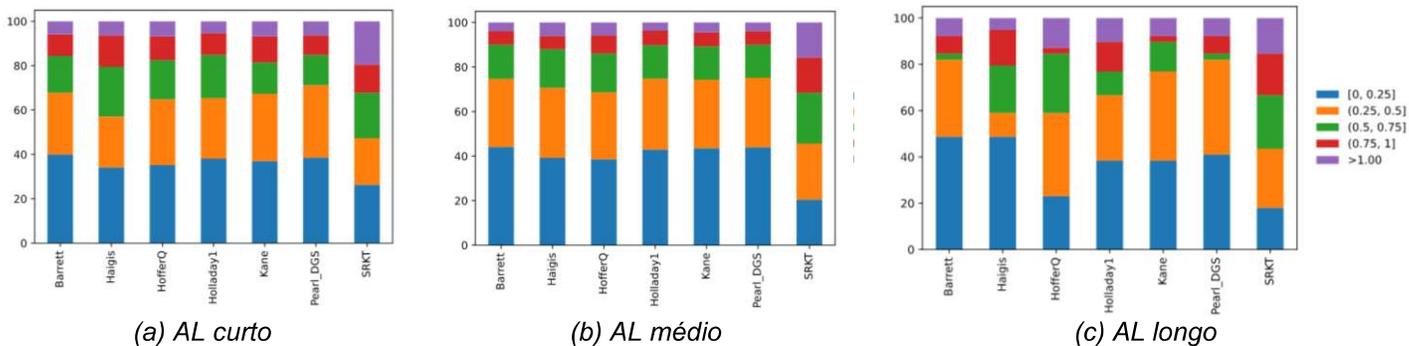


Figura 2. Erro previsto versus comprimento axial

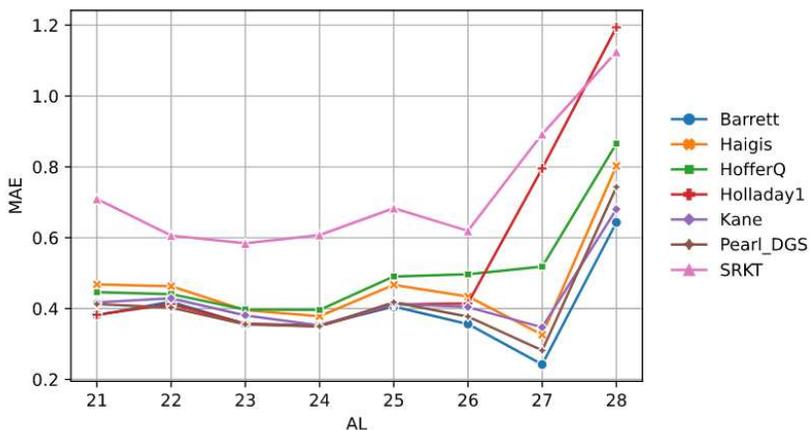


Figura 3. K médio versus Erro médio previsto

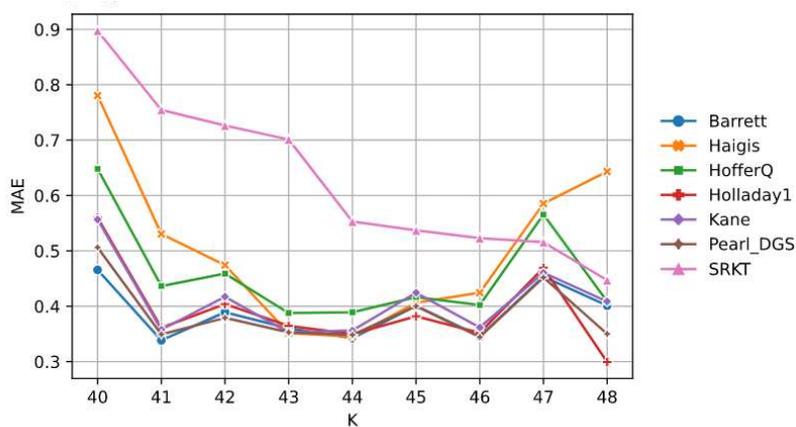


Figura 4. Erro previsto versus Profundidade da Câmara Anterior

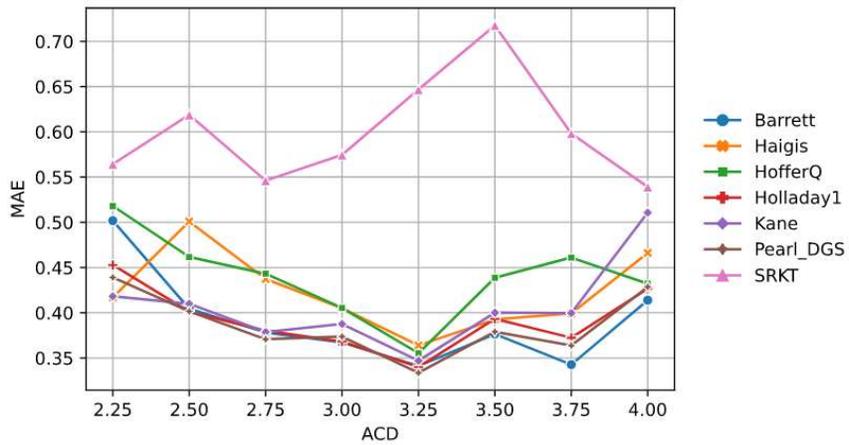
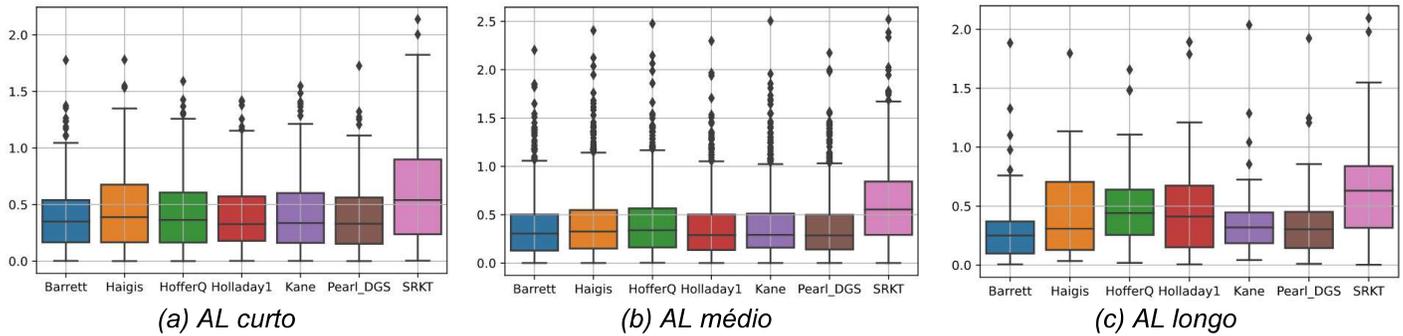


Figura 5. Boxplot do EMA por Comprimento Axial



Anexo 1 – Normas da revista

Arquivos Brasileiros de Oftalmologia: <https://www.scielo.br/revistas/abo/pinstruc.htm>

Revista Brasileira de Oftalmologia: <https://www.scielo.br/revistas/rbof/pinstruc.htm>