

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO YUZO GAPSKI YAMAMOTO

COMPARAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO CÁLCULO BIOMÉTRICO DE OITO DIFERENTES FÓRMULAS A PARTIR DE DADOS OBTIDOS POR UM BIÔMETRO ÓTICO DE INTERFEROMETRIA PARCIAL DE RAIOS INFRAVERMELHOS ACOPLADO A UM TOMÓGRAFO DE CÓRNEA COM SISTEMA DE ANÉIS DE PLÁCIDO E DUAL-SCHIMPFLUG (GALILEI G6).

CURITIBA

2020

GUSTAVO YUZO GAPSKI YAMAMOTO

COMPARAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO CALCULO BIOMÉTRICO DE OITO DIFERENTES FÓRMULAS A PARTIR DE DADOS OBTIDOS POR UM BIÔMETRO ÓTICO DE INTERFEROMETRIA PARCIAL DE RAIOS INFRAVERMELHOS ACOPLADO A UM TOMÓGRAFO DE CÓRNEA COM SISTEMA DE ANÉIS DE PLÁCIDO E DUAL-SCHIMPFLUG (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

GUSTAVO YUZO GAPSKI YAMAMOTO

COMPARAÇÃO DA PREVISIBILIDADE DO CALCULO BIOMÉTRICO DE OITO DIFERENTES FÓRMULAS A PARTIR DE DADOS OBTIDOS POR UM BIÔMETRO ÓTICO DE INTERFEROMETRIA PARCIAL DE RAIOS INFRAVERMELHOS ACOPLADO A UM TOMÓGRAFO DE CÓRNEA COM SISTEMA DE ANÉIS DE PLÁCIDO E DUAL-SCHIMPFLUG (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, 24 de NOVEMBRO de 2020.

RESUMO

Este estudo de desenho transversal retrospectivo tem como objetivo avaliar o resultado visual obtido em cirurgias de facoemulsificação do cristalino com o implante de duas lentes diferentes (AAB00 e AR40e) realizadas em um hospital escola integralmente público do Brasil. Também avaliamos o desempenho preditivo de oito diferentes fórmulas a partir de dados biométricos do Galilei G6. Através da revisão de prontuários foram selecionados 100 olhos com implante da lente AAB00 e 30 olhos com a AR40e. A acuidade visual sem correção com a AAB00 atingiu valores de 20/30 em 67% dos pacientes, com correção esse valor chegou a 94%. Em relação a lente AR40e, esses mesmos valores foram de 60% e 97%. Quando avaliados a variabilidade dos resultados, detectamos que a LIO AR40e apresenta menor variabilidade e maior previsibilidade em relação a AAB00 em todas as fórmulas testadas. Quando avaliadas para a lente AR40e com constante A de 118,7, as melhores fórmulas foram a Kane, EVO Formula e Barrett Universal 2 (BU2), nesta ordem. Para a lente AAB00 as melhores foram BU2, EVO e Hill-RBF 2.0, respectivamente. Além do comparativo entre fórmulas diferentes, também comparamos a fórmula BU2 com e sem a inclusão do LT e WTW como variáveis. Concluímos que o LT e WTW melhora o desempenho preditivo da BU2, apesar disso, para a LIO AR40e as fórmulas de Kane e a EVO Formula foram superiores e devem ser utilizadas.

Palavras-chave: Catarata, Biometria Ocular, Galilei G6, Fórmulas biométricas.

ABSTRACT

This is a retrospective transverse study aiming to evaluate the visual outcomes of cataract surgery with two different intraocular lenses (AAB00 and AR40e) performed at a public hospital in Brazil. We also evaluated the predictive performance of eight different formulas using the Galilei G6 for ocular biometry. Through medical record review 100 eyes implanted with AAB00 and 30 eyes with AR40e were selected. Uncorrected visual acuity in AAB00 group was 20/30 or better in 67% of patients, best corrected visual acuity reached 20/30 or better in 94%. In the AR40e group, 20/30 or better was achieved in 60% and 97% respectively. When searching for variance in the results, we detected that the AR40e had lower variance and Mean Absolute Error compared to AAB00 in all formulas. The best formulas for the AR40e, using A-constant of 118.7, were the Kane formula, EVO Formula and Barrett Universal 2 (BU2) respectively. For the AAB00 the best were BU2, EVO and Hill-RBF 2.0. Besides comparing those different formulas, we compared the results of the BU2 with or without LT and WTW as variables. Our conclusion is that the LT and WTW does improve the BU2 performance for both lenses, despite that, for the AR40e the Kane and EVO Formula were superior and should be used.

Keywords: Cataract, Ocular biometry, Galilei G6, IOL calculation, IOL formulas.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	OBJETIVOS	<u>9</u>
1.2	JUSTIFICATIVA.....	<u>9</u>
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A catarata é a principal causa de cegueira e baixa visão no mundo, e apesar da tentativa continua em desenvolver tratamentos clínicos e farmacológicos, a sua correção cirúrgica é o único tratamento eficaz até o momento. A cirurgia de catarata consiste na extração cirúrgica do cristalino opacificado e sua substituição por uma lente intraocular (LIO) de material biologicamente inerte para compensar o poder do cristalino removido. O poder da LIO a ser implantada pode ser calculado e selecionada individualmente para cada paciente, podendo inclusive corrigir erros refracionais prévios a cirurgia.

Para calcular o poder dióptrico da LIO a ser implantada em uma cirurgia de catarata devemos utilizar medidas das estruturas do globo ocular, obtidas através do exame de biometria, e medidas da curvatura corneana (ceratometria) que serão inseridas como variáveis nas fórmulas existentes para cálculo biométrico. Hoje com os aparelhos diagnósticos e fórmulas disponíveis podemos atingir níveis de precisão dentro de 0,5 dioptrias (D) em mais de 85% dos pacientes. Com resultados cada vez melhores e previsíveis é cada vez mais real a possibilidade de oferecer aos pacientes boa acuidade visual sem necessidade de óculos ou outras correções óticas.

Disponíveis no mercado temos inúmeros aparelhos de diagnóstico biométrico, com diversas tecnologias diferentes. O GALILEI G6 é o único biômetro que utiliza a tecnologia de Interferometria de Coerência Parcial de ondas infravermelhas (PCI) acoplado a um tomógrafo de córnea com dupla câmera de Scheimpflug em conjunto com anéis de Plácido, e foi recentemente adquirido pelo Centro de Referência em

Oftalmologia (CRO) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (HC-UFPR).

Apesar de vários trabalhos já constatarem excelente performance diagnóstica do GALILEI G6 para cirurgia de catarata, não temos nenhum trabalho que avalie seus resultados em um serviço exclusivamente público e gratuito pelo Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro em cirurgias realizadas por médicos residentes em treinamento.

1.1 OBJETIVOS

Pretendemos avaliar os resultados pós operatórios obtidos nas cirurgias de catarata com implante de dois modelos diferentes de lente intraocular realizadas no ano de 2018 pelos médicos residentes do Centro de Referência em Oftalmologia (CRO) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (HC-UFPR) utilizando o biômetro GALILEI G6 e fórmula Barrett Universal 2. Pretendemos também comparar a performance biométrica desta fórmula com outras disponíveis no próprio biômetro ou gratuitamente em plataformas digitais.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os pacientes com catarata apresentam cada vez maiores expectativas em relação ao resultado visual final pós operatório de forma que pequenos erros refrativos podem causar grande insatisfação além de um menor ganho em qualidade de vida e custos com óculos e lentes de contato. A avaliação de nossos resultados pós operatórios e a comparação com diferentes fórmulas biométricas vai permitir identificar formas de melhorar a qualidade da assistência prestada a essa população e impactar de maneira mais positiva sua qualidade de vida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O cristalino é uma estrutura ótica transparente localizada entre a íris e o segmento posterior do olho (humor vítreo e retina). Seu formato, transparência e índice refrativo conferem a esta estrutura a característica de lente convergente com poder aproximado de +22 dioptrias. Fora a capacidade de convergência dos raios luminosos o cristalino saudável possui a capacidade de ajustar sua potência através da alteração de sua forma pela contração ou relaxamento do músculo ciliar, processo chamado de acomodação. Com o envelhecimento do cristalino, sua estrutura basicamente proteica começa a ficar cada vez mais compacta e com menor elasticidade, perdendo progressivamente sua capacidade de acomodação, dando origem ao processo de presbiopia. Quando o cristalino perde sua transparência, independente da causa, temos uma condição patológica chamada de catarata (Johns et al, 2003).

A catarata é a principal causa de cegueira e baixa visão no mundo. No último levantamento global realizado em 2015 havia 36 milhões de pessoas com cegueira (acuidade visual < 20/400), sendo que 35% dos casos eram devido catarata (Flaxman et al, 2017). Quando consideramos apenas a região da América Latina tropical, onde estão incluídos Brasil e Paraguai, o número de casos de cegueira chega a 720mil pessoas, 22% destas (158,4 mil) devido a catarata. Se avaliarmos a quantidade de pessoas com acometimento visual moderado e severo por essa mesma doença chegamos em valores próximos de 52 milhões de pessoas (Leasher et al, 2018). Pela classificação utilizada pela OMS, acometimento visual moderado é considerado quando acuidade visual se encontra pior que 20/60 e melhor que

20/200, enquanto acometimento severo se refere a acuidades entre 20/200 e 20/400. Acuidade visual pior que 20/400 já é considerada cegueira.

Essa relevância epidemiológica não é por acaso. Além de ser uma patologia extremamente frequente em indivíduos acima de 50 anos, seu tratamento é essencialmente cirúrgico, o que dificulta o acesso da população de área menos desenvolvidas a ele. A indústria farmacêutica vem tentando desenvolver medicações ou tratamentos clínicos, incluindo terapia gênica, para tratamento da catarata, mas até o momento não dispomos de nenhuma opção comprovadamente eficaz disponível (Dubois et al, 2017). Hoje dispomos de várias técnicas cirúrgicas que podem ser empregadas de acordo com a realidade financeira e estrutural de cada local, treinamento de cada cirurgião ou indicação clínica. A cirurgia de catarata com facoemulsificação do cristalino é hoje a técnica mais popular nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, porém por apresentar custos mais elevados ainda enfrenta dificuldade para ampla utilização em países subdesenvolvidos (Lee et al, 2017). Apesar dos custos elevados a cirurgia de catarata com facoemulsificação do cristalino é considerada custo-efetiva no ganho de qualidade de vida (QALY), especialmente em países onde o custo do procedimento é menor como o Brasil (Agarwal et al, 2011).

Independentemente da técnica realizada, após a remoção da catarata é necessário a implantação uma lente intraocular (LIO) artificial para compensar o valor dióptrico necessário para uma visão adequada. Esse implante deve ser feito preferencialmente dentro do saco capsular, onde não terá contato com tecido metabolicamente ativo e constitui uma barreira importante entre os segmentos anterior e posterior do olho. O poder dessa lente pode ser calculado e selecionado individualmente para cada paciente e suas necessidades, podendo inclusive corrigir

ametropias pré-existentes como miopia, hipermetropia e astigmatismo, além de mais recentemente, a correção da presbiopia. O resultado refrativo pós operatório é diretamente relacionado ao ganho de qualidade de vida, especialmente quando obtemos resultados que permitem ao paciente boa visão sem a necessidade de óculos (Råen et al, 2019; Hu et al, 2019; Jain et al, 2020). Para realizar o cálculo do poder da LIO necessária para cada paciente nos baseamos em três fatores fundamentais: dados biométricos precisos, fórmulas confiáveis e valores de constante ótica de cada LIO. As constantes de LIO são fornecidas pelo próprio fabricante, mas acabam sendo otimizadas pela própria comunidade médica e científica de maneira a otimizar os resultados pós operatórios.

Na década de 1970 surgiram as primeiras publicações de fórmulas para calcular o poder das LIOs com Colenbrander (Colebrander MC, 1973), Fyodorov (Fyodorov et al, 1975) e Binkhorst (Binkhorst CD, 1975), no entanto essas fórmulas, todas teóricas e ainda muito precárias, apresentavam muitos erros e entraram em desuso. Uma vez que os modelos teóricos se mostravam insuficientes, uma segunda geração de fórmulas fora desenvolvida por modelos de regressão estatística, sendo a principal representante a fórmula de Sanders-Retzlaff-Kraff (SRK I e II) (Sanders et al, 1980; Sanders et al, 1988). As fórmulas de regressão estatística são criadas a partir da avaliação retrospectiva (regressão) de resultados e bancos de dados próprios dos autores. Naquela época ainda havia muita variabilidade nas técnicas cirúrgicas realizadas e nos métodos de aferição biométrica, o que implicava em grande limitação quando tentado extrapolar seus resultados para diferentes cirurgiões. Conforme se percebia a necessidade de uma fórmula que pudesse ser usada de maneira universal e com resultados

reprodutíveis, novas fórmulas teóricas foram sendo criadas. Essa terceira geração de fórmulas são usadas até hoje (Olsen T, 2007).

A maioria dessas fórmulas são baseadas em conceitos de física teórica para o cálculo de poderes de vergência de lentes, entretanto nas últimas duas décadas novas tecnologias foram sendo incorporadas no cálculo biométrico tradicional, como o *Ray Tracing* (RT) e a inteligência artificial (IA).

As fórmulas de vergência (teóricas) utilizam uma série de informações biométricas para tentar estimar a posição pós-operatória da LIO, ou seja, sua posição efetiva (Effective Lens Position – ELP) e então determinar o melhor poder para obter uma refração desejada. O número de variáveis e a forma como são incorporadas no cálculo variam entre cada fórmula, mas apresentam uma tendência de aumentar em quantidade e complexidade a cada geração. As fórmulas de terceira geração Hoffer-Q (Hoffer et al, 1993), Holladay 1 (Holladay et al, 1998) e SRK-T (Retzlaff et al, 1990) utilizavam duas variáveis apenas (Altura corneana e comprimento axial). A fórmula de quarta geração Haigis incorporou a profundidade de câmara anterior (Anterior Chamber Depth – ACD) em seu cálculo, enquanto a Holladay 2 (Holladay Consulting, Estados Unidos da America) chega a utilizar 7 variáveis. Na quinta geração de fórmulas encontramos a Barret Universal 2 (BU2) como representante das fórmulas de vergência (Barrett G, 2018), e o aparecimento de uma nova categoria de fórmulas, utilizando o Ray Traycing, com a Olsen (PhacoOptics, Dinamarca). A inteligência artificial (AI) começa a fazer parte dos cálculos biométricos na sexta geração de fórmulas com a Hill-RBF 2.0 (Hill W, 2019), LADAS SuperFormula (Ladas et al, 2015) e Kane (Connell et al, 2019). A fórmula Hill-RBF é a única das três puramente baseada em inteligência artificial e utiliza um processo de machine learning chamado Radial Basis Funcion (RBF) para estimar o

ELP e poder da LIO. A Ladas Superformula é um modelo tridimensional gerado a partir de fórmulas de terceira e quarta geração capaz de identificar em que valores de biometria cada uma delas, individualmente, se mostra mais precisa e então aloca, para cada paciente, a melhor dentre elas. A fórmula de Kane é uma fórmula híbrida que utiliza um modelo de vergência como cerne somado a modelos de regressão estatística e IA para refinar seus resultados. Ainda dentro da sexta geração temos a EVO Formula (Emmetropia Verifying Optical Formula), que consiste em uma fórmula teórica de lentes espessas e se baseia na teoria da emetropização para determinar a posição efetiva da lente (ELP). Essa teoria considera que o desenvolvimento crescimento corneano ocorre quase todo na infância, e que a partir do poder corneano já determinado ocorre o crescimento do segmento posterior do olho, afetando o seu comprimento axial e ELP. Dessa forma, entendendo a relação entre córnea, segmento anterior e comprimento axial é possível estimar a provável ELP (Tun KY, 2019).

Como esperado, quando comparadas em relação a seus resultados, vemos que fórmulas mais modernas de quinta e sexta gerações apresentam resultados superiores em relação a fórmulas mais antigas e conseqüentemente vêm ganhando cada vez mais popularidade. Hoje uma das fórmulas mais utilizadas é a Barrett Universal 2 (BU2). Sua popularidade ganhou corpo após publicação mostrando resultados superiores a fórmulas de terceira e quarta geração independentemente do tamanho de olho, algo ainda desafiador naquele momento (Kane et al, 2016). Outros dois trabalhos grandes, já incluindo outra fórmula de quinta geração, a Olsen, confirmavam a superioridade dessas sobre as demais, com a BU2 em primeiro lugar e a Olsen (com 2 variáveis) em segundo (Cooke et al. 2016; Melles et al. 2018). Logo após a publicação deste segundo estudo (Melles, 2018) as fórmulas de sexta

geração já estavam em evidência e uma atualização do mesmo grupo foi publicada incluindo essas novas fórmulas (Melles et al, 2019). Neste estudo a fórmula de Kane se mostrou superior, seguida pela Olsen (com 4 variáveis), BU2, EVO e Hill-RBF 2.0, respectivamente. Um segundo estudo mais recente também constatou superioridade da Kane sobre as demais (Darcy et al. 2020). Este estudo também avaliou as versões atualizadas da fórmula Hill-RBF 2.0 e Holladay 2, constatando que houve melhora das suas performances em relação a versões anteriores. O posicionamento dessas fórmulas neste último estudo foi a seguinte: Kane, Hill-RBF 2.0, Olsen (com 4 variáveis), Holladay 2 (atualizada), BU2, Holladay 1, SRK/T, Haigis e Hoffer Q.

Quando comparados resultados apenas em olhos pequenos ($AXL \leq 22\text{mm}$) a Kane também se mostrou superior. Melles (2019) encontrou a seguinte ordem de acurácia: Kane, Hill-RBF 2.0, BU2, Olsen (com 4 variáveis), Holladay 2. Já no trabalho de Darcy (2020) temos o ranking a seguir: Kane, Holladay 2 (atualizada), Olsen (com 4 variáveis), Holladay 1, Hill-RBF, Hoffer Q, Haigis, SRK/T e, por último, BU2. Quando avaliados apenas olhos longos ($AXL >25\text{mm}$) Melles (2019) encontrou a seguinte ordem: Kane, Olsen (com 4 variáveis) e, em terceiro, BU2. Darcy (2020) por sua vez teve o seguinte achado: Kane, seguido de BU2, e empatados em terceiro, Hill-RBF, Holladay 2 (atualizada) e Olsen (com 4 variáveis).

O segundo componente imprescindível para o cálculo do poder da LIO a ser implantada são valores precisos de biometria. Nos princípios da cirurgia de catarata as aferições de comprimento axial eram realizadas por meio de ultrassonografia, que pode ser realizada na forma de contato ou imersão. Na forma de contato a sonda de ultrassom era posicionada diretamente sobre a córnea do paciente, o que gerava maiores erros e variabilidade devido dificuldade de fixação ocular pelo paciente e compressão da córnea por parte do examinador. Na técnica de imersão a sonda é

acoplada a um dispositivo preenchido por solução salina balanceada, o que cria uma interface líquida entre ela e a córnea. Dessa maneira a acurácia e variabilidade das medidas melhoram significativamente uma vez que não ocorre mais compressão acidental da córnea pelo examinador e o paciente tem a possibilidade de fixar o olho examinado em ponto luminoso presente no centro da sonda. Fora as dificuldades referentes a técnica, o ultrassom apresenta outro desafio inerente a seus princípios físicos: a velocidade de transmissão do som nas diferentes estruturas oculares. Essa dificuldade é mais evidente em olhos longos ($AXL > 25\text{mm}$), uma vez que a cavidade vítrea representa uma proporção do comprimento axial maior que em olhos normais, induzindo em erros biométricos sistemáticos. Para otimizar os resultados nesses olhos foi desenvolvido um ajuste para fórmulas de terceira e quarta geração chamado de Wang-Koch (WK) Adjustment (Wang et al, 2011).

Com o desenvolvimento da tecnologia de Interferometria de Coerência Parcial de ondas infravermelhas (PCI – Partial Coherence Interferometry) e o lançamento do IOLMaster (Carl Zeiss Meditec Inc, Estados Unidos da América) nos anos 2000, a precisão e reprodutibilidade biométrica atingiu outro patamar, dando início à biometria ocular que utilizamos hoje. Entretanto, além das medidas axiais (comprimento axial, profundidade de câmara anterior, espessura de córnea e cristalino), as fórmulas também utilizam dados de curvatura corneana em seus cálculos. Inicialmente a curvatura corneana era aferida através de métodos manuais de ceratometria, o que tornava o exame mais demorado e dependente do examinador. Apesar da existência de ceratômetros automatizados desde meados de 1980, estes ainda eram pouco utilizados pois a aferição manual ainda apresentava melhores resultados (Sunderrai P, 1992). Apenas na década de 1990 quando foi lançado o primeiro ceratômetro automatizado com anéis de Plácido, também

chamada de videoceratografia, que o exame começou a se popularizar (Binder OS, 1995). Assim como ocorreu com os aparelhos de biometria ocular, a partir dos anos 2000 vários avanços também ocorreram no diagnóstico da córnea, com o desenvolvimento de tomografias corneanas por Scheimpflug e OCT.

Nestas últimas duas décadas inúmeros aparelhos e novas tecnologias foram lançados no mercado da biometria ocular, dentre eles o Galilei G6 (Ziemer Ophthalmic Systems, Alemanha) que consiste em um biômetro que utiliza a PCI acoplado a um tomógrafo de córnea com dupla câmera de Scheimpflug e sistema de anéis de Plácido.

Em 2011 um trabalho (Savini et al, 2011) comparou resultados de ceratometria obtidos com o GALILEI, que na época consistia apenas na Tomografia de córnea, com dados de topografia corneana com discos de Plácido no cálculo biométrico para cirurgia de catarata. Este estudo concluiu que apesar de apresentar valores ceratométricos diferentes em relação a topografia tradicional, não houve diferença estatística entre os dois métodos, e, portanto, que o GALILEI poderia ser utilizado para cálculos biométricos com segurança.

Após a incorporação da tecnologia de PCI para biometria ocular, o agora GALILEI G6, também precisaria passar por validação de seu desempenho biométrico. Em 2016 um estudo (Shin et al, 2016) comparando-o ao Lenstar 900 (Haag-Streit Diagnostics, Suíça), demonstrou que os valores de ceratometria (K), comprimento axial (AL ou AXL), profundidade de câmara anterior (ACD), espessura do cristalino (LT) e diâmetro branco a branco (WTW) obtiveram boas correlações entre os aparelhos. Quanto aos valores de LIO, resultantes do cálculo biométrico em si, também apresentou boa correlação com o Lenstar 900, utilizando fórmulas de terceira e quarta geração. Além dessas comparações, este mesmo estudo também

testou a reprodutibilidade das suas aferições, encontrando alto índice de correlação, baixo desvio padrão e coeficiente de variação entre seus resultados.

Um segundo trabalho (Ventura et al. 2017) realizou a comparação dos dados de K, AXL e ACD com o aparelho IOLMaster 500 (padrão ouro para todos os estudos biométricos), e os comparou quando utilizados na fórmula de Haigis para biometria. Todos os valores biométricos e de poder da LIO apresentaram uma forte correlação, 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.

Da mesma forma, Jung (Jung et al. 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 os valores de LIO obtidos após cálculo com as fórmulas SRK/T, Haigis e Hoffer Q. Apesar do IOLMaster 700 utilizar uma tecnologia mais moderna baseada em tomografia de coerência ótica de ondas oscilatórias (Swept-Source OCT, ou SS-OCT), foi demonstrado que ambos os instrumentos possuem boa reprodutibilidade de resultados, não apresentando diferença estatística. Entre os valores obtidos, foram encontrados resultados de AL comparáveis, além de ACD, K, WTW e LT sem diferença estatística. Alguns valores como K flat (curvatura mais plana), K médio e CCT apresentaram uma pequena diferença, possivelmente sem relevância clínica. No cálculo 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 G6, por ser uma tomografia de córnea, oferece diferentes valores de poder corneano para o cálculo biométrico. Além da ceratometria convencional com o K simulado (simK), ele também fornece valores de poder de córnea total (Total Corneal Power - TCP) 1, 2 e IOL. O simK utiliza 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 humor 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.

Um trabalho recente (Savini et al. 2018) comparou os diferentes poderes corneanos fornecidos pelo GALILEI G6 no cálculo biométrico com fórmulas de Terceira e quarta geração. Seus resultados mostraram que os poderes de SimK, TCP 1, TCP 2 e TCP IOL foram estatisticamente diferentes, sendo os melhores resultados obtidos com o uso do SimK. Essa superioridade do SimK pode ser explicada pela forma como as fórmulas utilizadas foram desenvolvidas, já que a forma de medida ceratométrica até então era apenas através da curvatura anterior e índice de 1,3375. Após otimização das constantes para cada método de poder corneano, os resultados se mostraram equivalentes. Concluindo que as constantes da Lio devem ser ajustadas para cada uma das medidas de poder corneano. Além disso, este estudo também demonstrou que as constantes das LIOs devem ser otimizadas para cada população específica e fórmula utilizada, ao obter constantes diferentes entre grupos italianos e japoneses avaliados no estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este é um estudo retrospectivo transversal e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná e seguiu todos os preceitos da Declaração de Helsinki. Foram coletados dados de prontuários de pacientes que realizaram cirurgia de facoemulsificação com implante de lente intraocular no HC-UFPR no ano de 2018. Foram avaliados dados pré-operatórios de biometria (AXL, ACD, CCT, LT, WTW), ceratometria (K1 e K2), acuidade visual com e sem correção, comorbidades sistêmicas e oftalmológicas. Dados pós-operatórios como modelo, poder dióptrico e local de implante da lente intraocular utilizada, complicações operatórias, acuidade visual com e sem correção, e refração também foram coletados.

Os critérios para inclusão no estudo foram: Cirurgia de facoemulsificação, com implante de LIO Sensar 1 (AAB00) ou Sensar (AR40E) (Johnson & Johnson Surgical Vision, Inc. Estados Unidos da América) e no saco capsular e biometria realizada no Galilei G6 no ano de 2018. Foram excluídos olhos com complicações operatórias, cirurgia oculares prévias, presença de doenças oculares que pudessem interferir no resultado cirúrgico, tanto em relação a acuidade visual como refração pós operatória, como ceratocone, ceratopatia bolhosa, leucomas, descolamento de retina, descolamento de coróide, degeneração macular relacionada a idade (DMRI) exsudativa, membrana epirretiniana, buraco macular, edema macular cistoide, glaucoma avançado (critérios de Hodapp-Anderson-Parrish para defeito de campo visual). Também foram excluídos pacientes com acuidade visual corrigida pior que 20/40 no pós operatório por apresentarem menor confiabilidade na refração ocular.

Olho com AXL menor que 21,5mm ou maior que 25mm, K médio menor que 40D ou maior que 47D.

O resultado refrativo pós operatório, em equivalente esférico, foi comparado com o equivalente esférico previsto por oito diferentes fórmulas: Barrett Universal 2 (BU2), Kane, Emmetropia Verifying Optical Formula (EVO), Ladas Superformula, Hill-RBF 2.0, Haigis, Holladay 1 e SRK/T. As últimas quatro fórmulas foram calculadas através do software disponível no GALILEI G6, enquanto as demais foram calculadas através da inclusão manual de dados nas plataformas digitais disponíveis para cada fórmula. Realizamos também uma sub análise em relação a fórmula BU2 com a inclusão ou não do LT e WTW, dados considerados opcionais no cálculo. A constante A (SRK/T) utilizada nos cálculos foi 119 para a LIO Sensor 1 (AAB00) e 118,7 para a LIO Sensor (AR40e), conforme disponível no site do grupo de pesquisas visuais da Universidade de Saarland (<https://iolcon.org>). Como a distância de exame padrão em nossos consultórios são de 4 metros, realizamos um ajuste do equivalente esférico para 6 metros de distância. Os resultados de cada fórmula foram analisados e comparados e relação a Média, Medianas, Erro Absoluto Médio (MAE – Mean Absolute Error), Mediana do Erro Absoluto (MedAE – Median Absolute Error), Desvio Padrão (SD – standard deviation).

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Foram revisados ao todo dados de 241 olhos de 198 pacientes operados de catarata com facoemulsificação do cristalino no ano de 2018. Destes, 213 olhos preenchiam nossos critérios de inclusão e 28 haviam realizado implante de outro modelo de LIO. Dos 213 olhos incluídos no trabalho, 83 tiveram de ser excluídos: 11 por cirurgias oftalmológicas prévias, 32 por comorbidades oftalmológicas, 25 por complicações intraoperatórias, 2 pacientes por implantação da LIO no sulco ciliar, 1 paciente por complicações pós operatórias, 3 pacientes com AXL > 25mm, 1 paciente com K médio > 47D, 1 paciente com acuidade visual corrigida pior que 20/40 e 7 por dados incompletos de pós operatório.

Dos 130 olhos remanescentes, 100 olhos de 88 pacientes (12 bilaterais) receberam a lente AAB00 e 30 olhos de 27 pacientes (3 bilaterais) receberam a lente AR40e. A idade média dos pacientes incluídos do estudo foi de 68,8 anos com mediana de 68 anos, 44 homens e 86 mulheres. Antes da cirurgia, a acuidade visual corrigida (AVCC) média era de 20/50 com mediana de 20/40. Vinte e quatro pacientes apresentavam AVCC entre 20/60 e 20/80 (acometimento visual moderado), 12 paciente com acometimento visual severo com acuidade entre 20/100 e 20/200, e 2 pacientes com acuidade de 20/400 ou pior.

Dentre os pacientes que receberam a LIO AAB00, a média de idade ficou em 69 (9,43) anos; AXL médio de 23,05 mm; ACD médio de 3,10 mm; Kmédio de 44,24D; LT de 4,37 mm; WTW de 11,92 mm; e CCT de 528 micrometros. A média de poder de LIO implantada foi de 22,34, sendo a +22,5 a mais implantada, +16,0 a menor e +28,0 a maior.

Após a cirurgia, 83% pacientes apresentaram AVSC (4 metros) melhor ou igual 20/40, 67% melhor ou igual a 20/30, 42% melhor ou igual a 20/25, e 19% melhor ou igual a 20/20. Quando corrigidos com óculos, 51% dos pacientes atingiram AVCC melhor ou igual a 20/20, 81% melhor ou igual a 20/25, 94% melhor ou igual 20/30, e apenas 6% com acuidade igual a 20/40.

Quando avaliado o desempenho das diferentes fórmulas, sempre com constante A de 119 e com equivalente esférico ajustado para 6 metros de distância, obtivemos os seguintes resultados:

- Fórmula Barrett Universal 2 (com dados de LT + WTW): Média do erro preditivo de -0,14D com desvio padrão de 0,64D; MAE de 0,50; MedAE de 0,39. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 37% com $\pm 0,25D$; 60% $\pm 0,5D$; 75% $\pm 0,75D$; 86% $\pm 1,0D$; 14% $> 1,0D$.
- Fórmula Barrett Universal 2 (com dados de LT): Média do erro preditivo de -0,14D com desvio padrão de 0,63D; MAE de 0,49; MedAE de 0,39. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 38% com $\pm 0,25D$; 59% $\pm 0,5D$; 74% $\pm 0,75D$; 85% $\pm 1,0D$; 15% $> 1,0D$.
- Fórmula Barrett Universal 2 (com dados de WTW): Média do erro preditivo de -0,20D com desvio padrão de 0,62D; MAE de 0,50; MedAE de 0,37. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 37% com $\pm 0,25D$; 56% $\pm 0,5D$; 75% $\pm 0,75D$; 87% $\pm 1,0D$; 13% $> 1,0D$.

- Fórmula Barrett Universal 2 (sem dados de LT + WTW): Média do erro preditivo de $-0,21D$ com desvio padrão de $0,61D$; MAE de $0,49$; MedAE de $0,38$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 36% com $\pm 0,25D$; 58% $\pm 0,5D$; 76% $\pm 0,75D$; 88% $\pm 1,0D$; $12\% > 1,0D$.
- Fórmula Kane: Média do erro preditivo de $-0,14D$ com desvio padrão de $0,64D$; MAE de $0,51$; MedAE de $0,41$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 36% com $\pm 0,25D$; 59% $\pm 0,5D$; 77% $\pm 0,75D$; 88% $\pm 1,0D$; $12\% > 1,0D$.
- Fórmula EVO: Média do erro preditivo de $-0,15D$ com desvio padrão de $0,63D$; MAE de $0,50$; MedAE de $0,41$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 38% com $\pm 0,25D$; 60% $\pm 0,5D$; 76% $\pm 0,75D$; 87% $\pm 1,0D$; $13\% > 1,0D$.
- Fórmula Hill-RBF 2.0: Média do erro preditivo de $-0,22D$ com desvio padrão de $0,61D$; MAE de $0,50$; MedAE de $0,39$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 35% com $\pm 0,25D$; 58% $\pm 0,5D$; 76% $\pm 0,75D$; 88% $\pm 1,0D$; $12\% > 1,0D$.
- Fórmula Ladas Superformula: Média do erro preditivo de $-0,24D$ com desvio padrão de $0,61D$; MAE de $0,52$; MedAE de $0,41$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 32% com $\pm 0,25D$; 57% $\pm 0,5D$; 74% $\pm 0,75D$; 89% $\pm 1,0D$; $11\% > 1,0D$.
- Fórmula Haigis: Média do erro preditivo de $-0,17D$ com desvio padrão de $0,64D$; MAE de $0,52$; MedAE de $0,47$. Avaliando a porcentagem de

acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 30% com $\pm 0,25D$; 55% $\pm 0,5D$; 76% $\pm 0,75D$; 85% $\pm 1,0D$; 15% $> 1,0D$.

- Fórmula Holladay 1: Média do erro preditivo de $-0,15D$ com desvio padrão de $0,64D$; MAE de $0,52$; MedAE de $0,43$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 28% com $\pm 0,25D$; 56% $\pm 0,5D$; 74% $\pm 0,75D$; 90% $\pm 1,0D$; 10% $> 1,0D$.
- Fórmula SRK/T: Média do erro preditivo de $-0,20D$ com desvio padrão de $0,64D$; MAE de $0,52$; MedAE de $0,43$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 37% com $\pm 0,25D$; 57% $\pm 0,5D$; 74% $\pm 0,75D$; 88% $\pm 1,0D$; 12% $> 1,0D$.

Dentre os pacientes que receberam a LIO AR40e, a média de idade ficou em 68,3 (7,38) anos; AXL médio de 23,12 mm; ACD médio de 3,19 mm; Kmédio de 44,57D; LT de 4,35 mm; WTW de 11,80 mm; e CCT de 531 micrometros. A média de poder de LIO implantada foi de 21,2 Dioptrias, sendo a +23,5 a mais implantada, +14,0 a menor e +24,5 a maior.

Após a cirurgia, 22 (73,3%) pacientes apresentaram AVSC (4 metros) melhor ou igual 20/40, 18 (60%) melhor ou igual a 20/30, 10 (33,3%) melhor ou igual a 20/25, e 5 (16,7%) melhor ou igual a 20/20. Quando corrigidos com óculos, 14 (47%) dos pacientes atingiram AVCC melhor ou igual a 20/20, 24 (80%) melhor ou igual a 20/25, 29 (97%) melhor ou igual 20/30, e apenas 3% com acuidade igual a 20/40.

Quando avaliado o desempenho das diferentes fórmulas, sempre com constante A de 118,7 e com equivalente esférico ajustado para 6 metros de distância, obtivemos os seguintes resultados:

- Fórmula Barrett Universal 2 (com dados de LT + WTW): Média do erro preditivo de -0,1D com desvio padrão de 0,44D; MAE de 0,34; MedAE de 0,28. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 14 olhos (47%) com $\pm 0,25D$; 24 (80%) $\pm 0,5D$; 27 (90%) $\pm 0,75D$; 29 (97%) $\pm 1,0D$; 1 (3%) $> 1,0D$.
- Fórmula Barrett Universal 2 (com dados de LT): Média do erro preditivo de -0,11D com desvio padrão de 0,44D; MAE de 0,34; MedAE de 0,29. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 14 olhos (47%) com $\pm 0,25D$; 23 (77%) $\pm 0,5D$; 27 (90%) $\pm 0,75D$; 29 (97%) $\pm 1,0D$; 1 (3%) $> 1,0D$.
- Fórmula Barrett Universal 2 (com dados de WTW): Média do erro preditivo de -0,16D com desvio padrão de 0,48D; MAE de 0,38; MedAE de 0,29. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 14 olhos (47%) com $\pm 0,25D$; 22 (73%) $\pm 0,5D$; 28 (93%) $\pm 0,75D$; 2 (7%) $> 1,0D$.
- Fórmula Barrett Universal 2 (sem dados de LT + WTW): Média do erro preditivo de -0,17D com desvio padrão de 0,47D; MAE de 0,37; MedAE de 0,31. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de 0,25D temos: 14 olhos (47%) com $\pm 0,25D$; 23 (77%) $\pm 0,5D$; 27 (90%) $\pm 0,75D$; 28 (93%) $\pm 1,0D$; 2 (7%) $> 1,0D$.

- Fórmula Kane: Média do erro preditivo de $-0,08D$ com desvio padrão de $0,4D$; MAE de $0,3$; MedAE de $0,23$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 17 olhos (57%) com $\pm 0,25D$. 25 (83%) $\pm 0,5D$; 27 (90%) $\pm 0,75D$; 29 (97%) $\pm 1,0D$; 1 (3%) $> 1,0D$.
- Fórmula EVO: Média do erro preditivo de $-0,08D$ com desvio padrão de $0,41D$; MAE de $0,32$; MedAE de $0,24$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 16 olhos (53%) com $\pm 0,25D$; 26 (87%) $\pm 0,5D$; 27 (90%) $\pm 0,75D$; 29 (97%) $\pm 1,0D$. 1 (3%) $> 1,0D$.
- Fórmula Hill-RBF 2.0: Média do erro preditivo de $-0,17D$ com desvio padrão de $0,48D$; MAE de $0,38$; MedAE de $0,31$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 13 olhos (43%) com $\pm 0,25D$; 22 (73%) $\pm 0,5D$; 27 (90%) $\pm 0,75D$; 28 (93%) $\pm 1,0D$; 2 (7%) $> 1,0D$.
- Fórmula Ladas Superformula: Média do erro preditivo de $-0,13D$ com desvio padrão de $0,49D$; MAE de $0,4$; MedAE de $0,38$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 7 olhos (23%) com $\pm 0,25D$; 22 (73%) $\pm 0,5D$; 28 (93%) $\pm 0,75D$; 2 (7%) $> 1,0D$.
- Fórmula Haigis: Média do erro preditivo de $-0,03D$ com desvio padrão de $0,49D$; MAE de $0,39$; MedAE de $0,36$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 12 olhos (40%) com

$\pm 0,25D$; 21 (70%) $\pm 0,5D$; 28 (93%) $\pm 0,75D$; 29 (97%) $\pm 1,0D$; 1 (3%) $> 1,0D$.

- Fórmula Holladay 1: Média do erro preditivo de $-0,12D$ com desvio padrão de $0,47D$; MAE de $0,39$; MedAE de $0,29$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 13 olhos (43%) com $\pm 0,25D$; 23 (77%) $\pm 0,5D$; 28 (93%) $\pm 0,75D$; 2 (7%) $> 1,0D$.
- Fórmula SRK/T: Média do erro preditivo de $-0,15D$ com desvio padrão de $0,52D$; MAE de $0,41$; MedAE de $0,27$. Avaliando a porcentagem de acerto dentro de intervalos de $0,25D$ temos: 14 olhos (47%) com $\pm 0,25D$; 20 (67%) $\pm 0,5D$; 25 (83%) $\pm 0,75D$; 27 (90%) $\pm 1,0D$; 3 (10%) $> 1,0D$.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho demonstrou um excelente resultado pós operatório nos pacientes de catarata operados por médicos residentes do Centro de Referência em Oftalmologia (CRO) do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (HC-UFPR) no ano de 2018. Considerando a AVSC obtida após a cirurgia, 67% dos pacientes do grupo da AAB00 e 60% do grupo da AR40e apresentavam visão de 20/30 ou melhor. Quando avaliada a AVCC 94% e 97% destes pacientes apresentam acuidade melhor ou igual a 20/30. Esse dado demonstra que, apesar de se tratar de um hospital escola integralmente público, onde a grande maioria dos procedimentos cirúrgicos são realizados por médicos residentes em treinamento, é possível atingir ótimos resultados na reabilitação visual do paciente com catarata. Também dentro dessa avaliação mais global de resultados, detectamos um dado preocupante que merece uma abordagem mais completa em outro estudo. Dos 213 olhos inicialmente incluídos no trabalho, 25 deles (11-12%) tiveram complicações intraoperatórias com rotura de capsula posterior ou desinserção de zônula, impactando diretamente nos níveis de segurança do procedimento.

Quando analisamos os resultados de performance preditiva das fórmulas biométricas, percebemos que o grupo da LIO Sensar-1 (AAB00) apresentou níveis de variância acima do esperado enquanto a LIO Sensar AR40e, mesmo com amostra pequena, apresentou níveis compatíveis com a literatura vigente. Se pegarmos os resultados de Melles (2018) e Darcy (2020) em relação a LIO SA60AT (Alcon Laboratories, Inc, Estados Unidos da America), que também se trata de uma lente de acrílico hidrofóbico com desenho esférico de peça única, observamos um

desvio padrão de 0,4 e 0,5 com as melhores fórmulas de cada estudo, enquanto nosso resultado apresentou desvio padrão de 0,6 na melhor formula. Se considerarmos o percentual de olhos dentro do erro de $\pm 0,5D$, vemos 80% e 72% naqueles trabalhos, contra 60% no nosso. Para ilustrar a LIO AR40e em nosso estudo apresentou desvio padrão de 0,4 com 87% dos olhos dentro de $\pm 0,5D$ do erro.

O número pequeno de casos avaliados, 100 olhos no grupo AAB00 e 30 olhos no grupo AR40e, dificulta uma avaliação mais precisa de variância quando comparados com os 13mil casos do Melles (2018) e os 30mil casos de Darcy (2020), entretanto este achado nos chamou bastante atenção para prosseguir com a coleta de dados em anos subsequentes e poder entender melhor os motivos dessa variabilidade. Outra limitação do nosso trabalho é o fato de não ser possível realizar a otimização das constantes de maneira adequada devido à baixa amostragem, entretanto entendemos que a constante utilizada pela AR40e (118,7) está adequada e apresenta o mesmo valor dos bancos de dados de LIO otimizadas na BU2, Kane e EVO. Em relação a AAB00, a grande variabilidade e erro absoluto indica a necessidade de otimização de sua constante.

Sobre as diferentes fórmulas testadas, encontramos resultados semelhantes aos estudos precitados em relação a AR40e, com a Kane em primeiro lugar (MAE 0,3D; MedAE 0,23D; SD 0,4D; e 57% com erro de $\pm 0,25D$ e 83% em $\pm 0,5D$), seguido da EVO Formula (MAE 0,32D; MedAE 0,24D; SD 0,41D; e 53% com erro de $\pm 0,25D$ e 87% em $\pm 0,5D$), e BU2 (com LT e WTW) em terceiro (MAE 0,34D; MedAE 0,28D; SD 0,44D; e 47% com erro de $\pm 0,25D$ e 80% em $\pm 0,5D$). Na sequência vem: Holladay 1, Hill-RBF 2.0, Ladas Superformula, Haigis e SRK/T.

Em relação a AAB00 a performance destas fórmulas também apresentou bastante variação. Nas três primeiras posições estão praticamente empatadas: a BU2 (apenas com LT) ficou em primeiro lugar (MAE 0,49D; MedAE 0,39D; SD 0,63D; e 38% com erro de $\pm 0,25D$ e 59% em $\pm 0,5D$), seguido da EVO Formula (MAE 0,50D; MedAE 0,41D; SD 0,63D; 38% com erro de $\pm 0,25D$ e 60% em $\pm 0,5D$), e BU2 (com LT e WTW) em terceiro (MAE 0,50D; MedAE 0,39D; SD 0,64D; e 37% com erro de $\pm 0,25D$ e 60% em $\pm 0,5D$). Na sequência vem: Hill-RBF 2.0, Kane, SRK/T, Ladas Superformula, Haigis e Holladay 1.

A comparação da fórmula BU2, quando utilizados ou não os valores de LT e WTW, também foi alvo deste trabalho e confirmou que para a lente AR40e a inclusão de todas as variáveis melhora o desempenho da fórmula, enquanto para a lente AAB00 a inclusão apenas do LT parece ser suficiente e pouco superior à inclusão das duas variáveis. Como essa diferença é muito discreta e clinicamente insignificante, recomendamos a inclusão das duas variáveis sempre.

Para concluir podemos afirmar pelos nossos resultados que a LIO AR40e calculada através da fórmula de Kane a partir de dados biométricos do GALILEI G6 apresentou os melhores resultados preditivos e deve ser encorajado seu uso como rotina. A EVO formula e a Barrett Universal 2 (informando LT e WTW) também se mostraram opções excelentes. A utilização das lentes AAB00 parece acarretar maior imprevisibilidade nos resultados independente da fórmula utilizada e deve ser evitada se resultados refrativos precisos forem imprescindíveis. Quando necessário sua utilização, recomendamos a fórmula de Barrett Universal 2 (com LT e WTW) e a EVO Formula como melhores alternativas até o momento.

REFERÊNCIAS

1. Johns KJ, Feder RS, Hammill BM, Miller-Meeks MJ, Rosenfeld SI, Perry PE. Lens and cataract: section 11, basic and clinical science course. American Academy of Ophthalmology, San Francisco 2003.
2. Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, et al. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990-2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017 Dec;5(12):e1221-e1234. doi: 10.1016/S2214-109X(17)30393-5.
3. Leasher JL, Braithwaite T, Furtado JM, et al. Prevalence and causes of vision loss in Latin America and the Caribbean in 2015: magnitude, temporal trends and projections. *Br J Ophthalmol*. 2018 Sep 12. pii: bjophthalmol-2017-311746. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311746.
4. Dubois VD, Bastawrous A. N-acetylcarnosine (NAC) drops for age-related cataract. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Feb 28;2(2):CD009493.
5. Lee CM, Afshari NA. The global state of cataract blindness. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017 Jan;28(1):98-103. doi: 10.1097/ICU.0000000000000340.
6. Agarwal A, Kumar DA. Cost-effectiveness of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2011 Jan;22(1):15-8. doi: 10.1097/ICU.0b013e3283414f64. PMID: 21088579.) (Lansingh VC, Carter MJ, Martens M. Global cost-effectiveness of

- cataract surgery. *Ophthalmology*. 2007 Sep;114(9):1670-8. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.12.013.
7. Råen M, Kristianslund O, Østern AE, Sandvik GF, Drolsum L. Are Elderly Patients Optimally Corrected with Spectacles in the Longer Term after Cataract Surgery? *Optom Vis Sci*. 2019 May;96(5):362-366. doi: 10.1097/OPX.0000000000001371.
 8. Hu JQ, Sarkar R, Sella R, Murphy JD, Afshari NA. Cost-Effectiveness Analysis of Multifocal Intraocular Lenses Compared to Monofocal Intraocular Lenses in Cataract Surgery. *Am J Ophthalmol*. 2019 Dec;208:305-312. doi: 10.1016/j.ajo.2019.03.019.
 9. Jain S, Chauhan A, Rajshekar K, Vashist P, Gupta P, Mathur U, Gupta N, Gupta V, Dutta P, Gauba VK. Generic and vision related quality of life associated with different types of cataract surgeries and different types of intraocular lens implantation. *PLoS One*. 2020 Oct 2;15(10):e0240036. doi: 10.1371/journal.pone.0240036.
 10. Colenbrander MC. Calculation of the power of an iris clip lens for distant vision. *Br J Ophthalmol*. 1973 Oct;57(10):735-40. doi: 10.1136/bjo.57.10.735. PMID: 4784206.
 11. Fyodorov SN, Galin MA, Linksz A. Calculation of the optical power of intraocular lenses. *Invest Ophthalmol*. 1975 Aug;14(8):625-8. PMID: 1150402.

12. Binkhorst CD. Dioptric power of the lens implant. *Ophthalmologica*. 1975;171(4-5):278-80. doi: 10.1159/000307528. PMID: 1165899.
13. Sanders DR, Kraff MC. Improvement of intraocular lens power calculation using empirical data. *J Am Intraocul Implant Soc*. 1980 Jul;6(3):263-7. doi: 10.1016/s0146-2776(80)80075-9. PMID: 7410178.
14. 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. doi: 10.1016/s0886-3350(88)80087-7. PMID: 3351749.
15. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007 Aug;85(5):472-85. doi: 10.1111/j.1600-0420.2007.00879.x.
16. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: A comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993;19: 700-712; errata, 1994;20:677.
17. Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, et al. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 1998;14:17-24.
18. Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:333-340; erratum, 528.

19. Barrett G. Barrett Universal II Formula. 2018. Available at: http://calc.apacrs.org/barrett_universal2105/ [Acessado dia 15/11/2020].
20. Hill W. Hill-RBF Calculator Version 2.0. Available at: <https://rbfcalculator.com/online/index.html>. [Acessado dia 15/11/2020].
21. Ladas JG, Siddiqui AA, Devgan U, Jun AS. A 3-D "Super Surface" Combining Modern Intraocular Lens Formulas to Generate a "Super Formula" and Maximize Accuracy. *JAMA Ophthalmol.* 2015 Dec;133(12):1431-6. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.3832. PMID: 26469147.
22. Connell BJ, Kane JX. Comparison of the Kane formula with existing formulas for intraocular lens power selection. *BMJ Open Ophthalmol.* 2019 Apr 1;4(1):e000251. doi: 10.1136/bmjophth-2018-000251. PMID: 31179396; PMCID: PMC6528763.
23. Tun Kuan Yeo. EVO Versão 2.0 Disponível em: <https://www.evoiolcalculator.com> [acessado dia 24/11/2020].
24. Kane JX, Van Heerden A, Atik A, Petsoglou C. Intraocular lens power formula accuracy: Comparison of 7 formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016;42(10):1490-1500.
25. Cooke DL, Cooke TL. Comparison of 9 intraocular lens power calculation formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016;42:1157–1164.

26. Melles, R. B., Holladay, J. T., & Chang, W. J. Accuracy of Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology*, 2018;125(2), 169–178. doi:10.1016/j.ophtha.2017.08.027.
27. Melles RB, Kane JX, Olsen T, Chang WJ. Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology* 2019;126(9):1335-1335.
28. Darcy K, Gunn D, Tavassoli S, et al. Assessment of the accuracy of new and updated intraocular lens power calculation formulas in 10930 eyes from the UK National Health Service. *J Cataract Refract Surg* 2020;46:2–7.
29. Wang L, Shirayama M, Ma XJ, et al. Optimizing intraocular lens power calculations in eyes with axial lengths above 25.0 mm. *J Cataract Refract Surg* 2011;37:2018–2027.
30. Sunderraj P. Clinical comparison of automated and manual keratometry in pre-operative ocular biometry. *Eye (Lond)*. 1992;6 (Pt 1):60-2. doi: 10.1038/eye.1992.11. PMID: 1426402.
31. Binder PS. Videokeratography. *CLAO J*. 1995 Apr;21(2):133-44. PMID: 7796524.
32. Savini G, Barboni P, Carbonelli M, Hoffer KJ. Accuracy of a dual Scheimpflug analyzer and a corneal topography system for intraocular lens power calculation in unoperated eyes. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:72–76.

33. Shin MC, Chung SY, Hwang HS, Han KE. Comparison of Two Optical Biometers. *Optom Vis Sci* 2016;93: 259-265.
34. Ventura BV, Ventura MC, Wang L, Koch DD, Weikert MP. Comparison of biometry and intraocular lens power calculation performed by a new optical biometry device and a reference biometer. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43:74–79.
35. Jung S, Chin HS, Kim NR, Lee KW, Jung JW. Comparison of Repeatability and Agreement between Swept-Source Optical Biometry and Dual-Scheimpflug Topography. *J Ophthalmol.* 2017;2017:1516395. doi: 10.1155/2017/1516395. Epub 2017 Dec 10. PMID: 29375908; PMCID: PMC5742459.
36. Savini G, Negishi, Hoffer KJ, Schiano-Lamoriello D. Refractive outcomes of intraocular lens power calculation using different corneal power measurements with a new optical biometer. *J Cataract Refract Surg* 2018 Jun;44(6):701-708.