

# Equivalent keratometer reading para cálculo biométrico em córneas assimétricas: série de casos

Equivalent keratometer reading tool for biometric calculation in asymmetric corneas: case series

Diego de Queiroz Tavares Ferreira<sup>1</sup> , Antônio Carlos Meireles<sup>1</sup> , Arthur Gustavo Fernandes<sup>1</sup> , Rodrigo Antônio Brant Fernandes<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Ophthal Hospital Especializado, São Paulo, SP, Brasil.

**Como citar:**

Ferreira DQ, Meireles Ac, Fernandes AG, Fernandes RA. *Equivalent keratometer reading para cálculo biométrico em córneas assimétricas: série de casos*. Rev Bras Oftalmol. 2022; 81:e0004.

**doi:**

<https://doi.org/10.37039/1982.8551.20220004>

**Descritores:**

Catarata; Biometria; Implante de lente intraocular; Topografia da córnea

**Keywords:**

Cataract; Biometry; Lens implantation, intraocular; Corneal topography

**Recebido:**  
26/5/2021

**Aceito:**  
13/9/2021

**Instituição de realização do trabalho:**  
Ophthal Hospital Especializado, São Paulo, SP, Brasil.

**Fonte de auxílio à pesquisa:**  
trabalho não financiado.

**Conflitos de interesse:**  
não há conflitos de interesses

**Autor correspondente:**  
Diego de Queiroz Tavares Ferreira  
Ophthal Hospital Especializado  
Rua Ministro Gabriel de Rezende Passos,  
500 – Moema  
CEP: 04521-020 – São Paulo, SP, Brasil  
Tel.: 55 (11) 5054-7700  
E-mail: diegoqtf@hotmail.com



Copyright ©2022

## RESUMO

A acurácia do cálculo da lente intraocular não é perfeita, podendo ser comuns erros refrativos pós-operatórios, especialmente em pacientes submetidos à cirurgia refrativa prévia ou na presença de córneas assimétricas. O poder corneano após cirurgia refrativa pode ser medido com maior acurácia utilizando o mapa de poder óptico total na zona central de 4mm, com Orbscan II ou pelo mapa *equivalent keratometric reading* disponível no pentacam, com medidas centrais de 1,0, 2,0, 3,0 e 4,5mm. O objetivo desta série de casos é demonstrar a abordagem de quatro olhos em condições especiais corneanas, por meio do *equivalent keratometric reading* do pentacam para mensuração do poder corneano e o utilizando na biometria, em comparação com possíveis resultados obtidos com outras estratégias. Os quatro olhos foram submetidos a procedimentos refrativos prévios, e a lente intraocular escolhida a partir do uso do poder corneano calculado pelo *equivalent keratometric reading* mostrou excelentes resultados pós-operatórios.

## ABSTRACT

The accuracy of the intraocular lens calculation is not perfect, and postoperative refractive errors are common, especially in patients who have undergone previous refractive surgery or in presence of asymmetric corneas. Corneal power after refractive surgery can be more accurately measured using the total optical power map in the 4-mm central zone, by means of Orbscan II or equivalent keratometric reading map available on pentacam, with central measurements of 1.0, 2.0, 3.0 and 4.5 mm. The purpose of this case series is to demonstrate four approaches performed in special corneal conditions, using pentacam equivalent keratometric reading to measure corneal power and biometrics, and comparing with possible results obtained with other strategies. The four eyes were submitted to previous refractive procedures, and the intraocular lens chosen from the use of the corneal power calculated by equivalent keratometric reading showed excellent postoperative results.

## INTRODUÇÃO

A catarata é a principal causa de cegueira no mundo, sendo responsável por cerca de 50% dos casos, com estimativas de aproximadamente 20 milhões de cegos pela doença mundialmente.<sup>(1)</sup> A doença se desenvolve com opacificação do cristalino, parcial ou total, com prevalência de 50% dos pacientes, a partir da quinta década de vida, e em quase 100%, a partir dos 80 anos, em graus variados da doença.<sup>(1)</sup>

Atualmente, o tratamento de escolha para a catarata é cirúrgico, sendo a facoemulsificação (FACO) do cristalino com implante de lente intraocular (LIO) a técnica mais utilizada. A biometria é o exame que viabiliza o cálculo do poder dióptrico da LIO e, para tanto, utiliza dados da estimativa do poder corneano, comprimento axial e constante para cada lente. Com a evolução das fórmulas biométricas, atualmente na quinta geração, mais dados foram incluídos no cálculo, com o intuito de melhorar sua acurácia, como a medida de profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, distância branco a branco, idade, refração prévia, posição efetiva da lente, entre outros.<sup>(2)</sup> Porém, mesmo levando em consideração diversos fatores, a acurácia desse exame não é perfeita, sendo comum a ocorrência de surpresas refrativas pós-operatórias, especialmente em pacientes com assimetria corneana, por exemplo, por conta de histórico prévio de cirurgia refrativa, pós-transplante de córnea, ectasias corneanas, entre outras.<sup>(2)</sup>

São três as principais causas para erros na predição do poder da LIO em pacientes com cirurgia refrativa prévia: escolha da fórmula inadequada, erro na predição do poder corneano e erro do aparelho.<sup>(2)</sup>

Pacientes previamente submetidos à cirurgia refrativa representam casos desafiadores e delicados quando se torna necessário proceder à FACO com implante de LIO, devido às alterações corneanas resultantes da primeira cirurgia. Ablação irregular, zona óptica pequena ou des centrada e trauma com grandes cicatrizes são exemplos de alterações que causam aberrações corneanas de alta ordem, e não há uma fórmula biométrica que seja reconhecida universalmente com unanimidade para esses casos.<sup>(3)</sup> Utilizar a ceratometria mensurada erroneamente pós-refrativa pode levar a valores hipostimados da dioptria (D) da LIO, o que resulta em hipermetropia pós-operatória e gera insatisfação e frustração ao paciente, que geralmente é mais exigente com as expectativas de visão.<sup>(4)</sup>

Mensurar corretamente o poder corneano, e não só a ceratometria, é essencial, para obter o cálculo biométrico adequado.<sup>(4)</sup> Existem estratégias de estimativas do

poder corneano que utilizam a história clínica prévia à cirurgia refrativa (método de história clássica) ou sem os dados prévios (Shammas-PL no history e Barret True-K). Todavia, nem sempre o paciente tem os dados prévios à cirurgia refrativa, e há estudos que favorecem o uso de fórmulas que não utilizam os dados corneanos prévios e apresentam maior acurácia nos resultados biométricos, quando comparadas às que utilizam a história prévia.<sup>(5)</sup>

O poder corneano pós-cirurgia refrativa pode ser estimado com maior acurácia, ao utilizar o mapa de poder óptico total na zona central de 4mm, obtido pelo Orbscan II, geralmente compatível com a área corneana não acometida pelos cortes radiais da RK ou por meio do mapa Holladay *equivalent keratometric reading* (EKR), disponível no pentacam, com medidas centrais de 1,0, 2,0, 3,0 e 4,5mm centrais da córnea.<sup>(6,7)</sup> Diante da estimativa correta do poder corneano, tem-se maior acurácia no cálculo da LIO nesses casos de córneas assimétricas e com histórico de cirurgia refrativa prévia.

A fórmula Haigis apresenta boa acurácia em pacientes submetidos previamente à cirurgia refrativa, sem dados de poder corneano prévio, comparada a método que faz uso da história clássica.<sup>(2)</sup> Tal método diminui o erro ao estimar a posição efetiva da LIO devido a correções no erro de medida do raio corneano e no índice refrativo da ceratometria com o uso de cálculos de regressão.<sup>(8)</sup> Essa fórmula não depende do poder corneano diretamente, mas da profundidade da câmara anterior e diâmetro axial. Tem ainda a vantagem de estimar a posição atual da lente por utilizar três constantes, ao invés de apenas uma.<sup>(9)</sup>

O objetivo deste estudo é relatar diferentes casos nos quais o uso do valor médio do EKR mensurado pelo pentacam, associado à fórmula Haigis, no cálculo biométrico da LIO com a utilização do biômetro óptico Lenstar, apresentou valores dióptricos distintos quando comparados às ceratometrias e/ou às fórmulas de terceira geração.

## RELATO DOS CASOS

### Caso 1

Paciente de 48 anos, sexo feminino, trabalhadora autônoma, queixando-se de baixa de acuidade visual (BAV) progressiva com piora há 4 anos, em olho esquerdo (OE). Faz uso de lente de contato rígida gás permeável (LCRGP) em ambos os olhos (AO), alta míope e com histórico de ceratomileuse (técnica que objetivava a retirada de pequena lamela corneana não assistida por laser) em AO há 20 anos.

Ao exame, apresentava acuidade visual (AV) de 20/25 em olho direito (OD) e conta dedos a 4m em OE. À

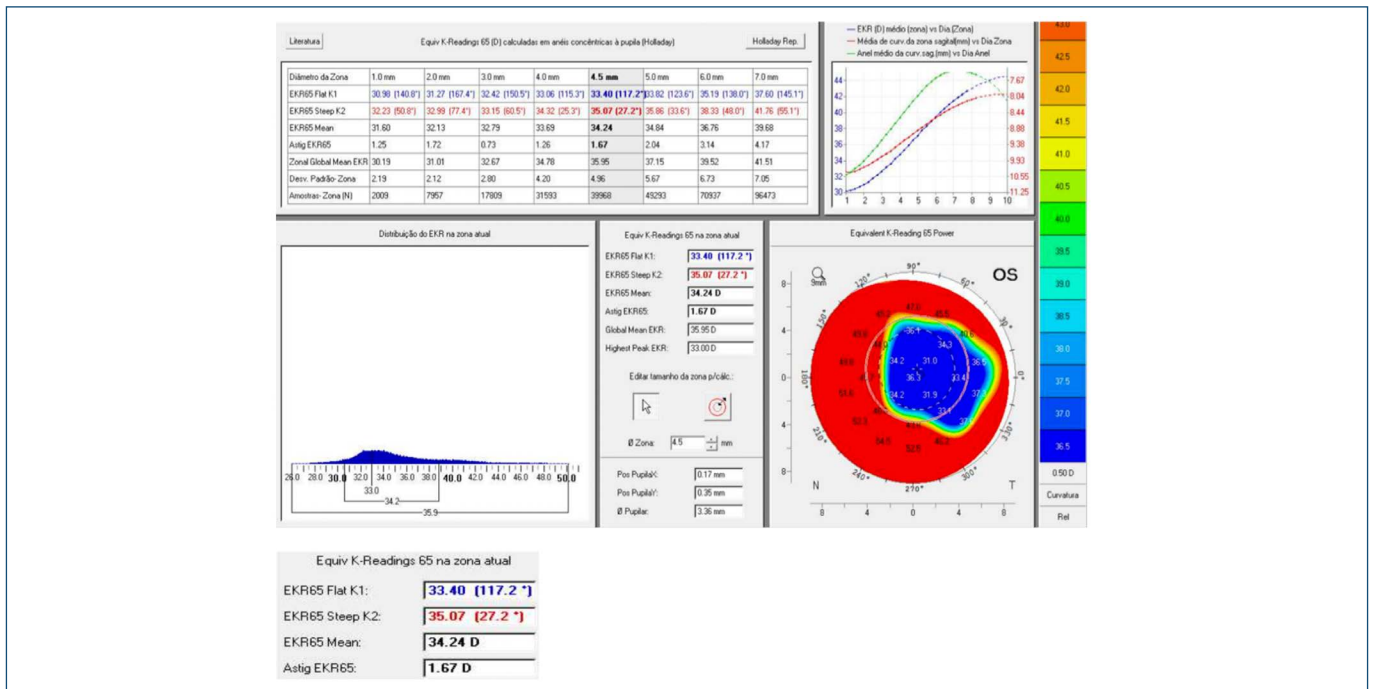


Figura 1. Mapa Holladay equivalent keratometric reading Detail Report do pentacam do olho esquerdo.

biomicroscopia, OE apresentava nébula corneana central com 5mm de diâmetro e catarata nuclear densa. Restante do exame oftalmológico compatível com o histórico de alta miopia.

Ao analisar os exames, observou-se divergência entre os valores ceratométricos da topografia, do biômetro e do estimado por meio dos quatro mapas refrativos (mapa sagital) fornecidos pelo pentacam. A figura 1 mostra o mapa Holladay EKR Detail Report do pentacam do OE.

Optou-se pelo uso do poder corneano médio dos 4,5mm centrais fornecido pelo mapa Holladay EKR do pentacam. Esse valor de 34,24D (EKR) foi substituído na ceratometria do biômetro, tendo sido utilizada a fórmula Haigis para cálculo do poder dióptrico da LIO.

Com os dados apresentados pelo biômetro óptico, não foi possível obter D com target programado para plano ou 0,00D. Quando utilizada ceratometria do mapa sagital (pentacam) associada à fórmula Haigis, observaria-se divergência de 3D na LIO (+6,00D). Essa opção resultaria em hipermetropia refracional pós-cirurgia. Ainda, a opção pelo uso do EKR associado à fórmula SRK-T traria diferença de 1,00D no cálculo da LIO quando comparada à LIO programada. A tabela 1 mostra os resultados de cálculos realizados adotando diferentes valores de ceratometria e fórmulas.

A cirurgia FACO com implante de LIO do OE foi realizada com LIO Alcon Acrysoft® SN60WF +9,00D, sem intercorrências. O resultado refracional após 30 dias em OE foi de +0,50 -4,00 x 20° com AV de 20/25 parcial.

Tabela 1. Cálculo da lente intraocular e do target refracional, de acordo com ceratometria e fórmula

	Biômetro Lenstar	Pentacam 4 maps	Pentacam EKR
Ceratometria	38,50D x 39,80D	36,4D x 37,90D	33,40D x 35,07D
Fórmula Haigis	Indisponível	+6,00D (-0,73D)	+9,00D (0,30D)
Fórmula SRK-T	Indisponível	Indisponível	+8,00D (-0,14D)

EKR: equivalent keratometric reading; D: dioptria.

## Caso 2

Paciente do sexo feminino, 50 anos, comerciante, apresentava história de cirurgia refrativa há 16 anos para correção de miopia em AO, queixando-se de BAV em AO progressiva. Encaminhada para avaliar cirurgia de catarata em OE.

Ao exame oftalmológico, apresentava AV 20/100 em OE. Biomicroscopia com córnea transparente estava associado à catarata nuclear. A análise dos exames revelou astigmatismo regular nos 3mm centrais, com aplanamento central importante. Para cálculo da D da LIO, foi utilizado o poder corneano médio do EKR indicado na figura 2. Na sequência, para calcular a toricidade, fez-se uso da calculadora do fabricante, disponível de forma on-line Alcon, T9. (<https://www.myalcon-toriccalc.com/#/countryLanguage>)

Ao simular biometria utilizando EKR médio e fórmula SRK-T, o poder dióptrico da LIO foi subestimado em 2D em relação à combinação EKR + Haigis utilizada, o que resultaria em hipermetropia pós-cirúrgica. Não foi possível utilizar o valor do k pelo mapa sagital por incompatibilidade do valor mínimo aceitável pelo biômetro (Lenstar). A

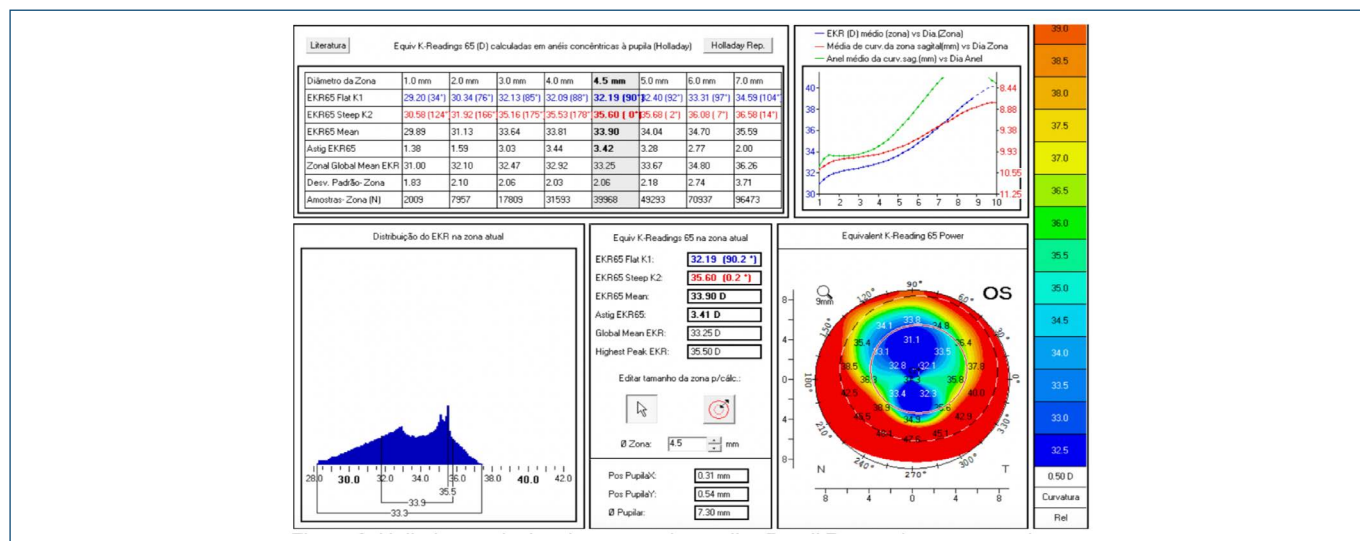


Figura 2. Holladay equivalent keratometric reading Detail Report do pentacam do olho esquerdo.

Tabela 2. Cálculo da lente e do target refracional intraocular, de acordo com ceratometria e fórmula

	Biômetro Lenstar	Pentacam 4 maps	Pentacam EKR
Ceratometria	Abaixo de 33D	31,30D x 36,50D	33,90D x 33,90D
Fórmula Haigis	Indisponível	Indisponível	+12,00D (-0,02D)
Fórmula SRK-T	Indisponível	Indisponível	+10,00D (-0,47D)

EKR: equivalent keratometric reading; D: dioptria.

tabela 2 mostra os resultados de cálculos realizados adotando-se diferentes valores de ceratometria e fórmulas.

O procedimento foi realizado utilizando LIO +12,0D sem intercorrências, com refração plana após 30 dias e AV 20/25.

### Caso 3

Paciente do sexo masculino, 65 anos, empresário, referiu BAV AO progressiva, histórico de ceratotomia radial (RK) para correção de miopia AO de longa data. Apresentava AV com correção de 20/80 AO (OD: +2,75 -0,75x120° e OE:

+2,25 -0,75x85°). À biomicroscopia, visualizaram-se catarata nuclear densa AO e oito cicatrizes de RK. A fundoscopia tinha alterações miópicas leves.

Os exames revelaram valores inconsistentes da D da LIO obtidos pela biometria, utilizando ceratometria medida pelo biômetro óptico ou pelo mapa de curvatura sagital do pentacam. Portanto, optou-se pela realização do cálculo, utilizando o poder corneano central médio dos 4,5mm, obtido pelo mapa Holladay EKR do pentacam de AO, conforme indicado nas figuras 3 e 4.

A escolha do cálculo da LIO foi a utilização do EKR associado à fórmula Haigis, resultando em LIO +21,0D para OD e +19,5D para OE. O uso da ceratometria do mapa sagital e/ou do biômetro traria as diferenças a seguir: com o poder corneano mensurado pelo biômetro, o poder da LIO seria hiperestimado em 1,0D, em OD, e 1,0D, em OE, quando utilizada a fórmula Haigis (resultados miópicos),

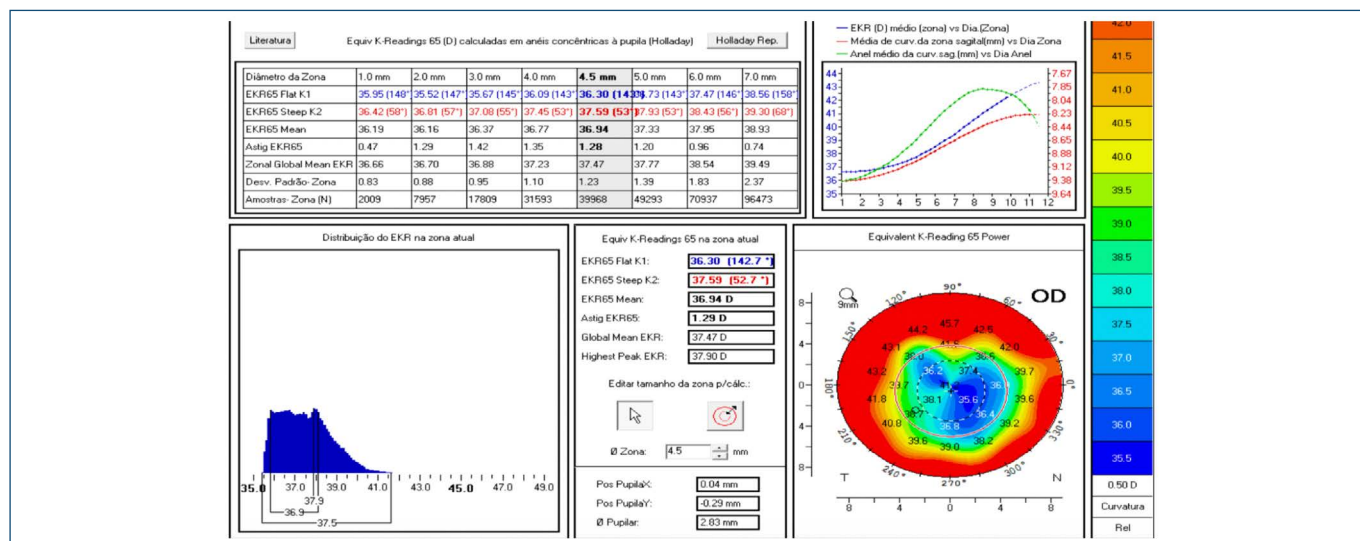


Figura 3. Mapa Holladay equivalent keratometric reading Detail Report do olho direito.

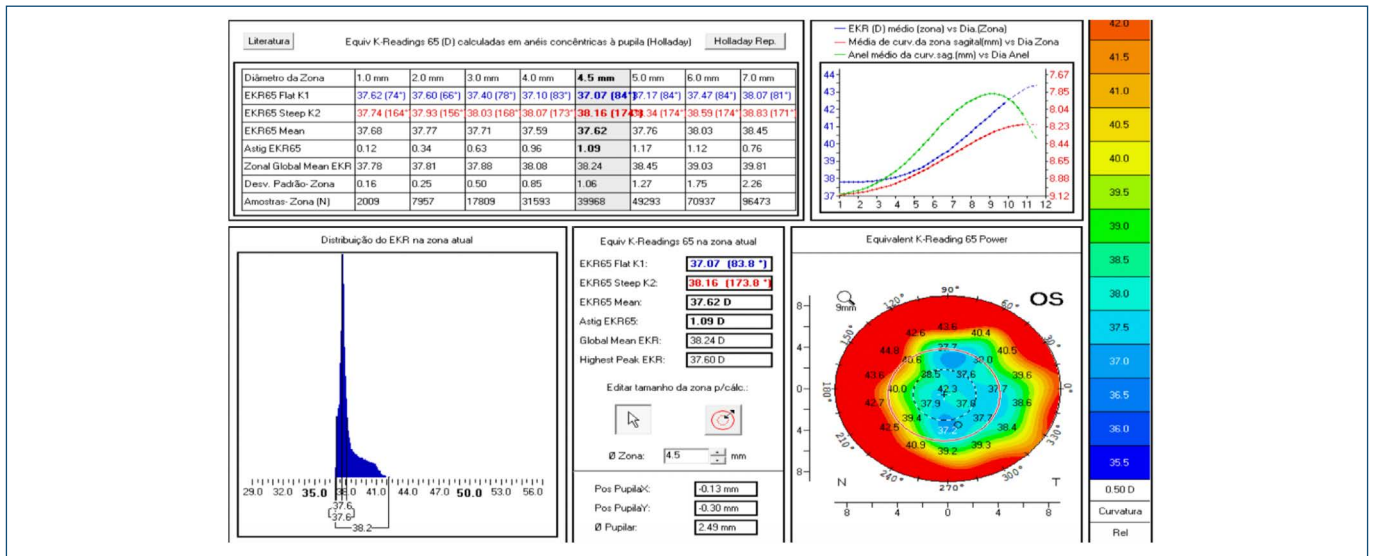


Figura 4. Mapa Holladay equivalent keratometric reading Detail Report do olho esquerdo.

sendo hipotimado em 2,0D, em OD, e 1,0D, em OE, quando utilizada a fórmula SRK-T (resultados hipermetrópicos); com o poder corneano mensurado pelo mapa sagital anterior (pentacam), o poder da LIO seria hipotimado em 1,0D, em OD, e 0,5D, em OE, quando utilizada a fórmula Haigis (resultados hipermetrópicos), sendo hipotimado em 2,5D, em OD, e 2,0D, em OE, quando utilizada a fórmula SRK-T (resultados hipermetrópicos). As tabelas 3 e 4 indicam os cálculos.

Tabela 3. Cálculo da lente intraocular e do target refracional do olho direito, de acordo com ceratometria e fórmula

	Biômetro Lenstar	Pentacam 4 maps	Pentacam EKR
Ceratometria	35,49D x 37,72D	36,50D x 38,20D	36,94D x 36,94D
Fórmula Haigis	+22,00D (0,05D)	+20,00D (0,36D)	+21,00D (0,04D)
Fórmula SRK-T	+19,00D (0,28D)	+18,50D (0,03D)	+18,50D (0,35D)

EKR: equivalent keratometric reading; D: dioptria.

Tabela 4. Cálculo da lente intraocular e do target refracional do olho esquerdo, de acordo com ceratometria e fórmula

	Biômetro Lenstar	Pentacam 4 maps	Pentacam EKR
Ceratometria	36,56D x 37,35D	37,30D x 38,10D	37,62D x 37,62D
Fórmula Haigis	+20,50D (0,04D)	+19,00D (0,35D)	+19,50D (0,08D)
Fórmula SRK-T	+18,50D (0,00D)	+17,50D (0,12D)	+17,50D (0,19D)

EKR: equivalent keratometric reading; D: dioptria.

Programou-se FACO com impante de LIO utilizando as LIOS Alcon Acrysoft® SN60WF +21,00D, em OD, e +19,50D, em OE, com boa evolução e resultado refracional, após 30 dias, de +0,50-0,50x105° em OD e +0,50 -0,75x90° em OE, além de melhor AV corrigida de 20/20 AO.

## DISCUSSÃO

Os três casos relatados demonstram assimetria corneana com valores não confiáveis de ceratometria para cálculo

biométrico, sendo desafiadora a escolha da LIO adequada para cada paciente na vigência dessas incompatibilidades. É essencial que o cirurgião de catarata procure utilizar todas as informações obtidas como medidas do poder corneano e, ao compará-las entre si, escolha a melhor fórmula, individualizando o cálculo para cada paciente, a fim de obter não apenas o melhor resultado cirúrgico, como também o melhor resultado refracional.

Para casos pós-ceratometria local assistida por laser (LASIK, sigla do inglês *laser-assisted in situ keratomileusis*) miópico, a utilização do Scheimpflug para estimar o EKR apresentou maior acurácia na detecção do poder corneano, comparado à ceratometria manual automatizada e ao ceratômetro do biômetro óptico, sendo uma ferramenta disponível para melhoria da acurácia biométrica nesses casos.<sup>(10)</sup>

Os presentes resultados estão em concordância com a literatura, que afirma que as fórmulas Haigis, Barret True-K e Shammas são as melhores opções para o cálculo biométrico em pacientes submetidos previamente à LASIK<sup>(11)</sup> e à RK<sup>(9)</sup> e em concordância com Wong et al., que defendem o uso da fórmula Haigis em olho com diâmetro axial >25mm e histórico de cirurgia refrativa prévia.<sup>(8)</sup>

Portanto, utilizar o poder corneano dos 4,5mm centrais (EKR) em casos de córneas assimétricas deve ser considerado opção no cálculo biométrico, não apenas para saber a D final da LIO como também para comparar o resultado com outras fórmulas, a fim de minimizar o erro refrativo pós-facectomia.

Mais estudos devem ser realizados comparando os resultados finais obtidos após esses cálculos biométricos, bem como comparando com fórmulas de fácil acesso, como é o caso da Barret True-K, disponível *on-line* gratuitamente.

## REFERÊNCIAS

1. Almança AC, Jardim SP, Duarte SR. Perfil epidemiológico do paciente submetido ao mutirão de catarata. *Rev Bras Oftalmol.* 2018;77(5):255-60.
2. Chen H, Chen X, Wang H, Fang Z, Yao K. Intraocular Lens power calculation after laser refractive surgery: A Meta-Analysis. *Sci Rep.* 2020;10(1):2645.
3. Kummelil MK, Shetty R, Kaweri L, Shaligram S, Paryani M. Outcomes of a management strategy in eyes with corneal irregularity and cataract. *Biomed Res Int.* 2016;2016:8497858.
4. Xu K, Qi H, Peng R, Xiao G, Hong J, Hao Y, et al. Keratometric measurements and IOL calculations in pseudophakic post-DSAEK patients. *BMC Ophthalmol.* 2018;18(1):268.
5. Lekhanont K, Nonpassopon M, Wannarosapark K, Chuckpaiwong V. Agreement between clinical history method, Orbscan II, and Pentacam in estimating corneal power after myopic excimer laser surgery. *PLoS One.* 2015;10(4):e0123729.
6. Oliveira EC, Arce CG, Campo M, Schor P. Power calculation of intraocular lenses and the Orbscan-II. Part 1: The power of the normal córnea. *Arq Bras Oftalmol.* 2003;66:567-74.
7. Tang Q, Hoffer KJ, Olson MD, Miller KM. Accuracy of Scheimpflug Holladay equivalent keratometry readings after corneal refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(7):1198-203.
8. Wong CW, Yuen L, Tseng P, Han DC. Outcomes of the Haigis-L formula for calculating intraocular lens power in Asian eyes after refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41(3):607-12.
9. Cabalero JC, Centurion V. Refractive results of cataract surgery using optical biometry and Haigis formula in eyes with refractive keratotomy. *Rev Bras Oftalmol.* 2013;72(2):103-7.
10. Helaly HA, El-Hifnawy MA, Shaheen MS, El-Kheir AF. Accuracy of corneal power measurements for intraocular lens power calculation after myopic laser in situ keratomileusis. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2016;23(1):122-8.
11. Liu CF, Sun CC, Lin YH, Peng SY, Yeung L. Intraocular lens power calculation after radial keratotomy and LASIK - a case report. *Am J Ophthalmol case Rep.* 2019;15:100495.