


# Resultados Refrativos e Visuais do Mundo Real da Lente Intraocular Tórica Rayone<sup>®</sup> e Desempenho da Calculadora Raytrace<sup>®</sup>

## Real-World Refractive and Visual Outcomes of Toric Intraocular Lens Rayone<sup>®</sup> and Performance of the Raytrace<sup>®</sup> Calculator

 João Alves Ambrósio <sup>1</sup>, Vítor Miranda <sup>1</sup>, Catarina Aguiar <sup>1</sup>, Inês Almeida <sup>1</sup>, Miguel Ruão <sup>1</sup>, Lígia Figueiredo <sup>1</sup>, João Chibante Pedro <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Serviço de Oftalmologia, Centro Hospitalar de Entre o Douro e Vouga, Santa Maria da Feira, Portugal

Recebido/Received: 2023-10-16 | Aceite/Accepted: 2024-04-24 | Published online/Publicado online: 2024-08-16 | Publicado/Published: 2024-12-20

© Author(s) (or their employer(s)) and Oftalmologia 2024. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use.

© Autor (es) (ou seu (s) empregador (es)) e Oftalmologia 2024. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC. Nenhuma reutilização comercial.

DOI: <https://doi.org/10.48560/rspo.33263>

### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** Considerando a crescente disponibilidade de lentes intraoculares (LIO) tóricas, são necessários dados de resultados refrativos do mundo real para auxiliar no processo de decisão e escolha da LIO na cirurgia de catarata. O presente trabalho avalia os resultados refrativos associados à implantação da LIO RayOne<sup>®</sup> tórica, o desempenho da calculadora Raytrace<sup>®</sup>OnlinePremium e preditores de sucesso cirúrgico.

**MÉTODOS:** Estudo retrospectivo, observacional, de 163 olhos, submetidos a cirurgia de catarata com implante de LIO RayOne<sup>®</sup> tórica, de maio de 2022 a março de 2023, no Centro Hospitalar de Entre o Douro e Vouga.

**RESULTADOS:** Foram incluídos 163 olhos (120 doentes, 67 mulheres, idade média 73,1±9,0 anos). A queratometria média foi 44,13±1,90 dioptrias (D) e o cilindro corneano -1,99 [-2,40;-1,63] D. Utilizaram-se os biómetros (1)IOLMaster<sup>®</sup> 500(Zeiss), 92 (56,4%) olhos; (2)AL-Scan<sup>®</sup>(Nidek), 47 (28,8%) olhos; (3)PacScanPlus<sup>®</sup>(SonomedEscalon) associado a queratómetro TonorefII<sup>®</sup>(Nidek), 13 (8,0%) olhos; e (4)Pentacam<sup>®</sup>(Oculus), 11 (6,7%) olhos. Considerou-se um valor médio de astigmatismo corneano posterior (ACP) em 61 (37,4%) olhos. A melhor acuidade visual corrigida, o equivalente esférico (EE), a esfera e o cilindro foram 0,30 [0,22;0,40] logMAR, -1,17±3,31 D, -0,49±3,00 D e -1,38±2,02 D no pré-operatório e 0 [0;0,10] logMAR, -0,41±0,65 D, -0,07±0,58 D e -0,68±0,78 D no pós-operatório, respetivamente. A diferença entre a refração manifesta e a previsão da calculadora foi EE -0,19±0,63 D, esfera 0,08±0,58 D e cilindro -0,55±0,78 D. Não se observaram diferenças estatisticamente significativas na refração manifesta ou entre esta e a previsão da calculadora nos grupos com e sem inclusão do ACP. Verificaram-se diferenças no erro de previsão da calculadora entre biómetros – EE: 2 e 3 (-0,33±0,67 D vs 0,29±0,69 D, p=0,01), 3 e 4 (0,29±0,69 D vs -0,45±0,91 D, p=0,02); cilindro 3 e 4 (-0,44±0,91 D vs -1,29±0,65 D, p=0,04), 1 e 4 (-0,61±0,76 D vs -1,29±0,65 D, p=0,03). Houve rotação superior a 10° em 5 casos, reposicionamento num deles, rotura da cápsula posterior num caso, e erro humano no cálculo ou encomenda da LIO em dois casos.

**CONCLUSÃO:** A biometria ultrassónica tem maior tendência de hipermetropização e o Pentacam<sup>®</sup> de subcorreção do cilindro. No mundo real, a LIO RayOne<sup>®</sup> tórica e a calculadora Raytrace<sup>®</sup>OnlinePremium demonstram bons resultados refrativos e visuais, segurança, precisão

na refração estimada e estabilidade rotacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Astigmatismo; Catarata; Implantação de Lente Intraocular; Lente Intraocular.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Considering the growing availability of toric intraocular lenses (IOLs) in cataract surgery, real-world refractive outcome data are needed to aid in the decision-making process and IOL selection. The aim of this study is to evaluate the refractive outcomes associated with the implantation of RayOne®toric IOL, the performance of the Raytrace®OnlinePremiumIOL calculator, and the presence of predictive factors for surgical success.

**METHODS:** A retrospective observational study of 163 eyes who underwent cataract surgery with the implantation of RayOne®toric IOL from May 2022 to March 2023 at Centro Hospitalar Entre o Douro e Vouga, Portugal.

**RESULTS:** A total of 163 eyes (120 patients, 67 women, average age 73.1±9.0 years) were included. The mean keratometry was 44.13±1.90 diopters (D), and corneal cylinder was -1.99 [-2.40;-1.63] D. Biometry was performed using (1)IOLMaster®500 (Zeiss) in 92 (56.4%) eyes; (2) AL-Scan®(Nidek) in 47 (28.8%) eyes; (3)PacScanPlus®(SonomedEscalon) in combination with TonoreffII® keratometer(Nidek) in 13 (8.0%) eyes; and (4)Pentacam®(Oculus) in 11 (6.7%) eyes. The IOL power calculation considered the manufacturer's provided mean posterior corneal astigmatism (PCA) in 61 (37.4%) eyes. Preoperative best-corrected visual acuity, spherical equivalent (SE), sphere, and cylinder were 0.30 [0.22;0.40] logMAR, -1.17±3.31 D, -0.49±3.00 D, and -1.38±2.02 D, respectively. Postoperatively, these values were 0 [0;0.10] logMAR, -0.41±0.65 D, -0.07±0.58 D, and -0.68±0.78 D, respectively. The difference between manifest refraction and the calculator prediction was SE -0.19±0.63 D, sphere 0.08±0.58 D, and cylinder -0.55±0.78 D. There were no statistically significant differences in manifest refraction or between manifest and calculator prediction in groups with or without PCA inclusion. Differences in the prediction error of the calculator were observed between biometers – EE: 2 and 3 (-0.33±0.67 D vs 0.29±0.69 D,  $p=0.01$ ), 3 and 4 (0.29±0.69 D vs -0.45±0.91 D,  $p=0.02$ ); cylinder 3 and 4 (-0.44±0.91 D vs -1.29±0.65 D,  $p=0.04$ ), 1 and 4 (-0.61±0.76 D vs -1.29±0.65 D,  $p=0.03$ ). LIO rotation exceeding 10° occurred in 5 cases, with one requiring repositioning, posterior capsule rupture in one case, and human error in IOL calculation or ordering in two cases.

**CONCLUSION:** Ultrasound biometry tends to induce hypermetropia, while Pentacam® undercorrect cylinder compared to other biometers. In real-world scenarios, RayOne®toric IOL and Raytrace®OnlinePremiumIOL calculator demonstrate good refractive and visual results, safety, accuracy in estimated refraction, and rotational stability.

**KEYWORDS:** Astigmatism; Cataract; Lens Implantation, Intraocular; Lenses, Intraocular.

## INTRODUÇÃO

A cirurgia de catarata é um dos procedimentos cirúrgicos mais realizados em todo o mundo. Os avanços tecnológicos ao nível da biometria e das fórmulas de cálculo das lentes intraoculares (LIOs) têm permitido resultados refrativos cada vez mais precisos.<sup>1,2</sup>

Estima-se que a prevalência de astigmatismo corneano superior a 1 dioptria (D) no pré-operatório de cirurgia de catarata é de 20%-45%, sendo a sua correção fundamental na obtenção de um resultado refrativo satisfatório no pós-operatório.<sup>3-5</sup> No entanto, as LIOs esféricas tradicionais não corrigem adequadamente o astigmatismo e, embora

melhorem a acuidade visual corrigida dos doentes com catarata, associam-se a pior resultado refrativo em doentes com astigmatismo corneano.<sup>3</sup> A implantação de uma LIO tórica permite a correção simultânea do erro refrativo esférico e a neutralização do astigmatismo corneano, possibilitando a independência de óculos para a visão à distância.<sup>3</sup>

Nos últimos anos, foram introduzidas várias LIOs tóricas, bem como fórmulas validadas pelos respetivos fabricantes para calcular o poder refrativo da lente a implantar. A LIO RayOne® tórica (Rayner Intraocular Lenses Ltd., Reino Unido) é uma lente com as seguintes características: material de acrílico hidrofílico Rayacryl®, peça única, diâmetro total de 12,5 mm, diâmetro ótico de 6,00 mm, superfície

posterior esférica com tecnologia de aberração neutra, hápticos em laço fechado com tecnologia *anti-vaulting*, equivalente esférico (EE) de -9,5 D a +34,5 D (incrementos de 0,5 D), cilindro de +1,0 D a +11,0 D (incrementos de 0,5 D). A configuração da lente tem influência na rotação da mesma no pós-operatório, sendo o alinhamento da lente com o eixo corneano mais curvo fundamental para obter o resultado refrativo desejado.<sup>6</sup> A calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator* pode ser utilizada para calcular o poder refrativo da lente e o respetivo eixo de implantação.

Assim, considerando a crescente disponibilidade de LIOs tóricas na cirurgia de catarata, são necessários dados de resultados visuais e refrativos do mundo real para auxiliar no processo de decisão e escolha da lente. No entanto, não foram publicados na literatura resultados da LIO RayOne® tórica. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar retrospectivamente os resultados refrativos associados à implantação da LIO RayOne® tórica, o desempenho da calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator* e a existência de fatores preditores de sucesso cirúrgico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os autores realizaram uma análise retrospectiva, observacional, de 163 olhos de 120 doentes consecutivos, com catarata e astigmatismo corneano igual ou superior a 1,5 D, que foram submetidos a cirurgia de catarata com implantação da LIO RayOne® tórica, de maio de 2022 a março de 2023, no Centro Hospitalar de Entre o Douro e Vouga (CHEDV). O protocolo interno do Serviço de Oftalmologia do CHEDV prevê a consideração de utilização de LIOs tóricas em doentes com astigmatismo corneano igual ou superior a 1,5 D.

A informação foi recolhida através dos registos médicos eletrónicos associados à consulta pré-operatória, bloco operatório e consultas pós-operatórias. Os dados permaneceram anonimizados e o estudo cumpriu os princípios da Declaração de Helsínquia.

No pré-operatório, realizou-se exame oftalmológico completo, incluindo melhor acuidade visual corrigida (MAVC), refração manifesta, biomicroscopia, fundoscopia e biometria. Os valores de comprimento axial (CA), queratometria e profundidade da câmara anterior (PCA) foram calculados utilizando os biómetros (1) IOL Master® 500 (Carl Zeiss Meditec), (2) AL-Scan® (Nidek), (3) PacScan Plus® (Sonomed Escalon) associado a queratómetro Tonoref II® (Nidek), e (4) Pentacam® AXL (Oculus).

O cálculo da LIO a implantar foi realizado utilizando a calculadora online disponibilizada pelo fabricante, Raytrace® *Online Premium IOL Calculator*, disponível em [www.raytrace.rayner.com](http://www.raytrace.rayner.com), (Fig. 1). Após a inserção dos dados obrigatórios, nomeadamente CA, PCA e queratometria, a calculadora sugere 3 lentes de potências diferentes e a respetiva refração prevista (Fig. 2). A calculadora permite ainda a inclusão opcional de refração alvo, refração pré-operatória, astigmatismo induzido pelo cirurgião (AIC), localização da incisão e consideração de valor médio de astigmatismo corneano posterior (ACP). A introdução dos



Figura 1. Interface da calculadora online Raytrace® *Online Premium IOL Calculator* para cálculo da potência da lente intraocular tórica, disponível em [www.raytrace.rayner.com](http://www.raytrace.rayner.com).

SELECIONADO PARA VOCÊ	Propostas de IOL				Refração pós-oper. estimada			Selecionar
	IOL Range	Módulo	Equipamento Estreito (D)	Esfera (D)	Cilindro (D)	Equipamento Estreito (D)	Esfera (D)	
RayOne Toric Nota: Verifique a localização do módulo. Nota: Adicionalmente, considere o valor médio de ACP.	610T	17,0	15,0	4,0	0,20	0,26	-0,13	<input type="radio"/>
	610T	17,5	15,5	4,0	-0,13	-0,07	-0,13	<input type="radio"/>
	610T	18,0	16,0	4,0	-0,46	-0,40	-0,13	<input type="radio"/>

Figura 2. A calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator* sugere 3 lentes de potências diferentes e a respetiva refração prevista.

elementos facultativos foi deixada ao critério do cirurgião.

As LIOs tóricas com EE de +18,0 D a +24,0 D e cilindro de +1,5 D a +3,00 D estão disponíveis em *stock* no CHEDV, sendo as restantes obtidas por encomenda.

A marcação do eixo de implantação da LIO tórica foi realizada pré-operatoriamente com uma caneta de marcação cirúrgica esterilizada com recurso à lâmpada de fenda ou ao sistema RoboMarker®. A marcação foi feita com o doente sentado em posição vertical para prevenir a ciclorsão associada à posição supina.<sup>7</sup> As cirurgias de facoemulsificação foram realizadas por diferentes cirurgiões. As incisões corneanas acessórias foram realizadas com lâmina de microcirurgia de 15° e as incisões corneanas principais *clear-corneal* com lâminas de 2,4 mm. A LIO tórica foi implantada no saco capsular, obtendo-se um alinhamento grosseiro a 20°-30° da posição final desejada através da rotação da mesma no sentido horário enquanto esta se desdobra. Após a remoção do material viscoelástico, a LIO foi girada até à posição final alinhando de forma exata as marcas de referência tóricas com as marcas límbicas do eixo de implantação.

No pós-operatório, um a dois meses após a cirurgia, realizou-se exame oftalmológico completo, incluindo MAVC, refração manifesta, biomicroscopia após dilatação pupilar para avaliação do eixo de implantação da LIO tórica e fundoscopia.

A estatística descritiva para variáveis contínuas é apresentada como média e desvio padrão ou como mediana e intervalo interquartil. Foram utilizados testes T emparelhados ou testes Wilcoxon Signed-Rank, conforme adequado, para avaliar as diferenças na MAVC e na refração manifesta entre o pré e o pós-operatório. Os doentes foram divididos em grupos de acordo com o biómetro utilizado. De forma a averiguar possíveis diferenças no resultado refrativo no

pós-operatório entre grupos, foi utilizado o teste One Way Anova, seguido do teste de Tukey para comparação de todos os pares de médias. A análise estatística foi realizada em SPSS® (IBM Statistical Package for Social Sciences, EUA). Um valor de significância de 0,05 foi considerado estatisticamente significativo.

## RESULTADOS

Foram incluídos 163 olhos, de 120 doentes, 55,8% do sexo feminino, com idade média de 73,1 ± 9,0 anos. A caracterização da população no pré-operatório é sumarizada na Tabela 1. A MAVC foi 0,30 [0,22; 0,40] logMAR e a refração manifesta mediana foi EE -0,50 [-2,13; 0,94] D, esfera 0 [-1,0; 1,0] D e cilindro -1,38 ± 2,03 D.

**Tabela 1.** Caracterização da população no pré-operatório (163 olhos, 120 doentes).

Característica	Valor
Idade, anos	73,07 ± 9,00
Sexo feminino, n (%)	67 (55,8)
OD, n (%)	48 (40,0)
OE, n (%)	31 (25,8)
ODE, n (%)	41 (34,2)
MAVC, logMAR	0,30 [0,22; 0,40]
<b>Refração manifesta</b>	
EE, D	-0,50 [-2,13; 0,94]
Esfera, D	0 [-1,00; 1,00]
Cilindro, D	-1,38 ± 2,03
<b>Biometria</b>	
IOL Master® 500 (Carl Zeiss Meditec), n (%)	92 (56,4)
Al Scan® (Nidek), n (%)	47 (28,8)
PacScan Plus® (Sonomed Escalon) e Tonoref II® (Nidek), n (%)	13 (8,0)
Pentacam® AXL (Oculus), n (%)	11 (6,7)
K1, D	43,05 ± 2,01
K2, D	45,22 ± 1,92
Km, D	44,13 ± 1,90
Cilindro corneano, D	-1,99 [-2,40; -1,63]
A favor da regra, n (%)	53 (32,5)
Contra a regra, n (%)	75 (46,0)
Oblíquo, n (%)	35 (21,5)

D: dioptrias; EE: equivalente esférico; K1: menor curvatura corneana; K2: maior curvatura corneana; Km: curvatura corneana média; logMAR: logaritmo do ângulo mínimo de resolução; MAVC: melhor acuidade visual corrigida; OD: olho direito; OE: olho esquerdo.

O biômetro ótico (1) IOL Master® 500 (Carl Zeiss Meditec) foi utilizado em 92 (56,4%) olhos, o biômetro ótico (2) AL-Scan® (Nidek) em 47 (28,8%) olhos, o biômetro ultrassónico (3) PacScan Plus® (Sonomed Escalon) associado ao queratômetro Tonoref II® (Nidek) em 13 (8,0%) olhos, e o biômetro de Scheimpflug (4) Pentacam® AXL (Oculus) em 11 (6,7%) olhos.

A curvatura corneana média (km) foi 44,13 ± 1,90 D, 43,05 ± 2,01 D no meridiano mais plano (K1) e 45,22 ± 1,92 D no meridiano mais curvo (K2). A mediana do cilindro corneano foi -1,99 [-2,40; -1,63] D, classificando-se o astigmatismo em a favor da regra em 53 (32,5%) olhos, contra a regra em 75 (46,0%) olhos e oblíquo em 35 (21,5%) olhos.

A mediana do EE, da esfera e do cilindro das LIOs tóricas implantadas foi +20,5 [+19,0; +22,0] D, +19,0 [+17,50; +20,75] D e +2,50 [+2,0; +3,0] D, respetivamente, (Tabela 2). No cálculo da potência da LIO, foi considerado um valor médio de ACP fornecido pela calculadora Raytrace® Online Premium IOL Calculator em 61 (37,4%) olhos.

**Tabela 2.** Características refrativas das lentes intraoculares tóricas utilizadas (n = 163).

Característica	Valor
<b>LIO</b>	
EE, D	20,5 [19,0; 22,0]
Esfera, D	19,0 [17,50; 20,75]
Cilindro, D	2,5 [2,0; 3,0]
Eixo, °	91 [23; 130]
ACP, n (%)	61 (37,4%)

ACP: consideração de astigmatismo corneano posterior; D: dioptrias; EE: equivalente esférico; LIO: lente intraocular.

A MAVC no pós-operatório foi 0 [0; 0,10] logMAR e a refração manifesta mediana foi EE -0,37 ± 0,64 D, esfera -0,04 ± 0,57 D e cilindro -0,65 ± 0,78 D (Tabela 3). O EE foi < -1,00 D em 16 (9,8%) olhos, entre -1,00 D e -0,50 D em 39 (23,9%) olhos, entre -0,50 D e +0,50 D em 99 (60,7%) olhos, entre +0,50 D e +1,00D em 5 (3,1%) olhos e > +1,00D em 4 (2,5%) olhos.

**Tabela 3.** Caracterização da população no pós-operatório (n = 163).

Característica	Valor
MAVC, logMAR	0 [0; 0,10]
<b>Refração manifesta</b>	
EE, D	-0,37 ± 0,64
Esfera, D	-0,04 ± 0,57
Cilindro, D	-0,65 ± 0,78
<b>Diferença entre resultado refrativo e previsão da calculadora Raytrace® Online Premium IOL Calculator</b>	
EE	-0,19 ± 0,63 D
Esfera	0,08 ± 0,58 D
Cilindro	-0,55 ± 0,78 D

D: dioptrias; EE: equivalente esférico; logMAR: logaritmo do ângulo mínimo de resolução; MAVC: melhor acuidade visual corrigida.

Comparando o resultado refrativo no pós-operatório com o previsto pela calculadora Raytrace® Online Premium IOL Calculator, o EE, a esfera e o cilindro tiveram uma variação de -0,19 ± 0,63 D, 0,08 ± 0,58 D e -0,55 ± 0,78 D, respetivamente (Tabela 3). A diferença entre o EE refrativo e o previsto pela calculadora Raytrace® Online Premium IOL



**Tabela 4. Comparação acuidade visual e refração pré-operatório versus pós-operatório (n = 137).**

	Pré-operatório	Pós-operatório	p
MACV, logMAR	0,30 [0,22; 0,40]	0 [0; 0,10]	< 0,001
<b>Refração manifesta</b>			
EE, D	-1,17 ± 3,31	-0,41 ± 0,65	<b>0,010</b>
Esfera, D	-0,49 ± 3,00	-0,07 ± 0,58	0,125
Cilindro, D	-1,38 ± 2,02	-0,68 ± 0,78	< 0,001

D: dioptrias; EE: equivalente esférico; logMAR: logaritmo do ângulo mínimo de resolução; MAVC: melhor acuidade visual corrigida.

**Tabela 5. Comparação dos resultados refrativos e entre estes e a previsão da calculadora Raytrace® Online Premium IOL Calculator entre biómetros.**

	(1) IOL Master® 500	(2) AI Scan®	(3) PacScan Plus® e Tonoref II®	(4) Pentacam®	p
EE, D	-0,30 ± 0,52	-0,55 ± 0,71	0,05 ± 0,75	-0,63 ± 0,84	<b>0,046</b> <sup>a</sup>
Esfera, D	0 ± 0,51	-0,25 ± 0,57	0,27 ± 0,45	0,02 ± 0,84	<b>0,018</b> <sup>b</sup>
Cilindro, D	-0,61 ± 0,76	-0,64 ± 0,73	-0,44 ± 0,91	-1,29 ± 0,65	<b>0,031</b> <sup>c</sup>
Diferença EE, D	-0,16 ± 0,51	-0,33 ± 0,67	0,29 ± 0,69	-0,45 ± 0,91	<b>0,006</b> <sup>d</sup>
Diferença esfera, D	0,11 ± 0,51	-0,09 ± 0,57	0,45 ± 0,62	0,11 ± 0,85	<b>0,022</b> <sup>e</sup>
Diferença cilindro, D	-0,54 ± 0,78	-0,49 ± 0,74	-0,32 ± 0,64	-1,12 ± 0,80	0,059

D: dioptrias; EE: equivalente esférico;

Os valores de p apresentados na última coluna são referentes ao teste *One Way Anova*. O teste de Tukey foi posteriormente utilizado para comparação de todos os pares de médias, apresentando-se os resultados estatisticamente significativos:

<sup>a</sup> Diferença entre (2) e (3) (0,60;  $p=0,013$ ) e entre (3) e (4) (0,67;  $p=0,046$ );

<sup>b</sup> Diferença entre (2) e (3) (0,50;  $p=0,023$ );

<sup>c</sup> Diferença entre (1) e (4) (0,69;  $p=0,028$ ) e entre (3) e (4) (0,85;  $p=0,036$ );

<sup>d</sup> Diferença entre (2) e (3) (-0,62;  $p=0,008$ ) e entre (3) e (4) (0,74;  $p=0,02$ );

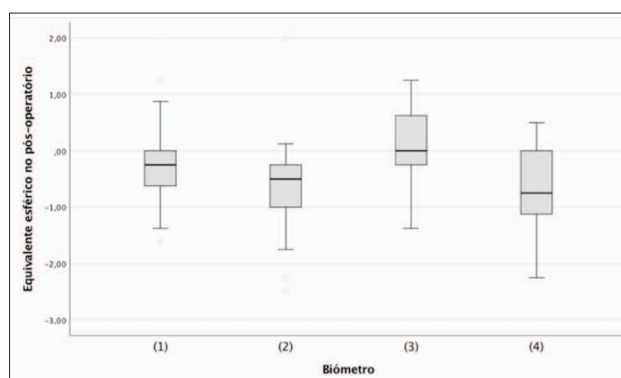
<sup>e</sup> Diferença entre (2) e (3) (0,54;  $p=0,015$ ).

Calculator foi < 0,50 D em 110 (67,5%) olhos, entre 0,50 D e 1,00 D em 34 (20,9%) olhos e > 1,00 D em 19 (11,7%) olhos.

Em relação ao pré-operatório, houve uma melhoria da MAVC (0,30 [0,22; 0,40] logMAR vs 0 [0; 0,10] logMAR,  $p<0,001$ ), o EE diminuiu 0,76 D (-1,17 ± 3,31 D vs -0,41 ± 0,65 D,  $p=0,010$ ), a esfera diminuiu 0,42 D (-0,49 ± 3,00 D vs -0,07 ± 0,58 D,  $p=0,125$ ) e o cilindro diminuiu 0,70 D (-1,38 ± 2,02 D vs -0,68 ± 0,78 D,  $p<0,001$ ), **Tabela 4**.

Não se observaram diferenças estatisticamente significativas na refração manifesta ou entre esta e a previsão da calculadora Raytrace® Online Premium IOL Calculator nos grupos com e sem inclusão do ACP, ( $p=0,673$ ).

A **Tabela 5** sumariza os resultados refrativos e a diferença entre estes e a previsão da calculadora Raytrace® Online Premium IOL Calculator para cada um dos quatro biómetros utilizados. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no EE entre os biómetros 2 e 3 (-0,55 ± 0,71 vs 0,05 ± 0,75,  $p=0,013$ ) e entre 3 e 4 (0,05 ± 0,75 vs -0,63 ± 0,84,  $p=0,046$ ), **Fig. 3**; na esfera entre os biómetros 2 e 3 (-0,25 ± 0,57 vs 0,27 ± 0,45,  $p=0,023$ ), **Fig. 4**; no cilindro entre os biómetros 1 e 4 (-0,61 ± 0,76 vs -1,29 ± 0,65,  $p=0,028$ ) e entre 3 e 4 (-0,44 ± 0,91 vs -1,29 ± 0,65,  $p=0,036$ ), **Fig. 5**; na diferença entre o EE pós-operatório e o previsto entre os biómetros 2 e 3 (-0,33 ± 0,67 D vs 0,29 ± 0,69 D,  $p=0,008$ ) e entre 3 e 4 (0,29 ± 0,69 D vs -0,45 ± 0,91 D,  $p=0,02$ ), e na diferença entre a esfera pós-operatória



**Figura 3.** Comparação do equivalente esférico refrativo no pós-operatório entre grupos de biómetros.

e a prevista entre os biómetros 2 e 3 (-0,09 ± 0,57 vs 0,45 ± 0,62,  $p=0,015$ ). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre biómetros em relação à diferença entre o cilindro refrativo e o previsto pela calculadora.

No pós-operatório verificou-se rotação do eixo de implantação da LIO entre 5° e 10° em 10 (6,1%) olhos e superior a 10° em 5 (3,1%) olhos, procedendo-se ao reposicionamento da LIO em apenas um deles. Durante o procedimento cirúrgico ocorreu rotura da cápsula posterior (RCP) num

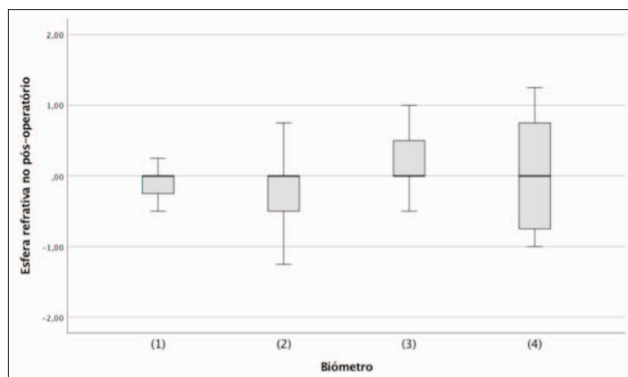


Figura 4. Comparação da esfera refrativa no pós-operatório entre grupos de biômetros.

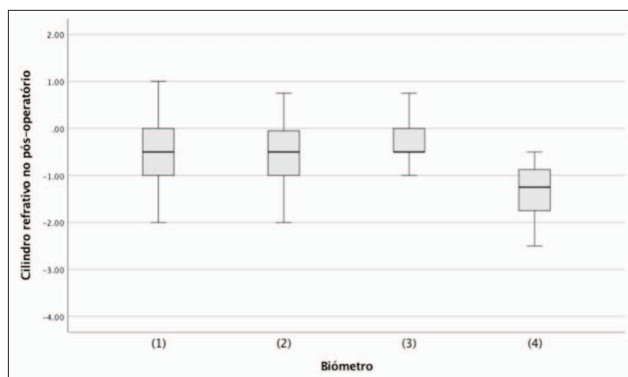


Figura 5. Comparação do cilindro refrativo no pós-operatório entre grupos de biômetros.

caso, tendo sido possível colocar a LIO tórica no saco capsular. Detetou-se erro humano no cálculo ou encomenda da LIO em dois casos. Não se registaram outras complicações.

Constatou-se a presença de patologia oftalmológica com impacto na MAVC em 20 (12,3%) olhos, nomeadamente 7 casos de degenerescência macular da idade, 1 caso de retinopatia diabética, 1 caso de oclusão de ramo venoso da retina, 1 caso de atrofia foveal, 2 casos de corioidose miópica, 3 casos de membrana epirretiniana, 1 caso de leucoma corneano central, 1 caso de antecedentes de queratoplastia penetrante (QPP) e 3 casos de ambliopia.

## DISCUSSÃO

O astigmatismo corneano elevado é relativamente prevalente em doentes submetidos a cirurgia de catarata, e a sua correção associa-se a maior independência de óculos. Como tal, foram desenvolvidas várias estratégias de correção do mesmo aquando da cirurgia de catarata. A modificação do ângulo da incisão corneana principal, as incisões *clear-corneal* pareadas e as incisões relaxantes límbicas visam aplanar a curvatura da córnea, sendo realizadas no meridiano mais curvo. No entanto, estes procedimentos são limitados em astigmatismos elevados e estão associados a imprevisibilidade refrativa e a instabilidade mecânica a longo prazo.<sup>8,9</sup> Por outro lado, a utilização de LIOs tóricas para correção

do astigmatismo corneano na cirurgia de catarata é bastante previsível e tem melhorado consideravelmente os resultados visuais e refrativos, bem como a satisfação dos doentes.<sup>3,10</sup> Ainda que as LIOs tóricas apresentem um custo mais elevado do que as LIOs esféricas, as primeiras associam-se a maior independência de óculos e, conseqüentemente, a menores custos económicos a longo-prazo.<sup>11</sup>

Atualmente, estão disponíveis vários modelos em Portugal e existem diversos estudos que reportam os seus resultados visuais e refrativos. No entanto, do melhor do nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que reporta os resultados associados à implantação da LIO RayOne® tórica, bem como avalia o desempenho da calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator*.

A MAVC no pós-operatório foi igual ou inferior a 0,1 logMAR em 133 (81,6%) olhos, o EE foi  $\pm 1,0$  D em 143 (87,7%) olhos e a previsão da calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator* teve uma variação no EE de  $\pm 1,0$  D em 144 (88,4%) olhos.

Verificou-se que em comparação com a biometria ótica, a biometria ultrassónica tem maior tendência de hipermetropização e a biometria de Scheimpflug de subcorreção do cilindro. A informação obtida pode auxiliar o cirurgião na seleção da LIO tórica mais adequada para cada doente, dependentemente do estudo pré-operatório que este realizou.

A consideração do ACP está associada à diminuição ligeira do valor de astigmatismo corneano no astigmatismo a favor da regra e ao aumento ligeiro deste no astigmatismo contra a regra. Assim, existe evidência na literatura de que a inclusão do ACP pode ter impacto ao nível do cálculo da potência de LIOs tóricas.<sup>12,13</sup> No seguimento de alguns casos iniciais em que o resultado refrativo favoreceu o cálculo da potência da LIO sem considerar o ACP, e por aconselhamento do fabricante, alguns cirurgiões preferiram não incluir este fator, daí que este só tenha sido utilizado em 37,4% dos casos. Na amostra analisada não houve diferenças estatisticamente significativas quando incluído o ACP na calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator*.

A estabilidade rotacional da lente é fundamental quando se implantam LIOs tóricas. A magnitude de correção do cilindro é inversamente proporcional ao grau de desalinhamento entre o eixo de implantação no pós-operatório e o eixo desejado. Estima-se que 1º de rotação resulte numa perda de cerca de 3,3% da potência do cilindro da lente tórica, ocorrendo perda completa da potência do cilindro quando o desalinhamento da LIO é superior a 30º.<sup>14-16</sup> A LIO RayOne® tórica apresentou razoável estabilidade rotacional, ocorrendo rotação superior a 10º em apenas 5 (3,1%) olhos. Por decisão dos cirurgiões, e tendo em conta a satisfação visual dos doentes respetivos, procedeu-se ao reposicionamento da LIO em apenas 1 (0,6%) caso.

A RCP constitui uma contraindicação relativa à colocação de uma LIO tórica.<sup>10</sup> No entanto, num caso optou-se pela colocação da LIO no saco capsular, na medida em que havia estabilidade zonular e a RCP se manteve pequena, arredondada e localizada, permitindo a realização com segurança das manobras necessárias à rotação da LIO para o eixo de implantação.<sup>10</sup> Neste doente, a diferença entre o resultado

refrativo e o previsto foi esfera -0,6 D e cilindro +0,1 D.

A introdução dos valores biométricos na calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator* está sujeita a erros de digitação. Além disso, também a encomenda de lentes não disponíveis em *stock* no CHEDV pode estar associada a erros. Os três casos detetados neste contexto alertam para a necessidade de dupla verificação dos dados no pré-operatório e no bloco operatório.

Este trabalho apresenta várias limitações, nomeadamente a natureza retrospectiva e a avaliação dos parâmetros biométricos com recurso a quatro métodos diferentes e com tamanhos amostrais distintos. Apesar de refletir as circunstâncias práticas do mundo real, este contexto heterogéneo limita a interpretação dos resultados refrativos da LIO RayOne® tórica, bem como a comparação entre biómetros. A título de exemplo, a tendência de subcorreção do cilindro nos casos em que foi realizada a biometria de Scheimpflug, em comparação com os outros métodos, pode ser justificada por este método ter sido reservado para doentes com astigmatismos mais elevados, cujos resultados refrativos são tipicamente mais imprevisíveis.<sup>17,18</sup>

Outras limitações incluem inclusão de doentes com patologia oftalmológica com impacto na MAVC que constituem contra-indicações relativas ao implante de lentes tóricas.<sup>3,14</sup> Um dos doentes operados apresentava antecedentes de QPP, estando descrita na literatura a utilidade de LIOs tóricas neste contexto.<sup>19-21</sup>

Além disso, foram incluídos doentes operados por múltiplos cirurgias, com variável experiência, técnica e resultados cirúrgicos associados. Adicionalmente, a introdução da localização da incisão e do AIC apresentou carácter facultativo, sendo que alguns cirurgias incluíram valores de AIC de 0,25D, enquanto outros não incluíram esta medida.

Em relação ao método de marcação do eixo de implantação, ainda que não estejam descritas diferenças na literatura entre os diferentes procedimentos utilizados, lâmpada de fenda e sistema RoboMarker®, não se recolheram dados a esse respeito e, consequentemente, não se realizou a respetiva comparação estatística.<sup>22</sup>

Associadamente, não se recolheram dados queratométricos no pós-operatório com recurso ao mesmo aparelho que tinha sido utilizado no pré-operatório, inviabilizando o cálculo do AIC.

## CONCLUSÃO

A seleção da LIO tórica mais adequada pode ser alvo de alguma subjetividade, sendo fundamental ao cirurgião conhecer os resultados pós-operatórios previamente obtidos enquanto auxílio no processo de decisão. Ademais, este trabalho vem comprovar que a implantação da LIO RayOne® tórica se associa a bons resultados refrativos e visuais num contexto de múltiplos cirurgias num cenário de mundo real. A referida LIO apresenta estabilidade rotacional e segurança no procedimento cirúrgico. Além disso, a calculadora Raytrace® *Online Premium IOL Calculator* é precisa na seleção da LIO tórica mais adequada e na previsão do erro refrativo no pós-operatório.

## CONTRIBUTORSHIP STATEMENT / DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO:

JAA: Desenho de estudo, colheita e interpretação dos dados, redação e revisão do manuscrito.

VM, CA: Interpretação dos dados, redação e revisão do manuscrito.

IA, MR, LF, JCP: Desenho de estudo, interpretação dos dados, revisão do manuscrito.

## RESPONSABILIDADES ÉTICAS

**Conflitos de Interesse:** Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse na realização do presente trabalho.

**Fontes de Financiamento:** Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

**Confidencialidade dos Dados:** Os autores declaram ter seguido os protocolos da sua instituição acerca da publicação dos dados de doentes.

**Proteção de Pessoas e Animais:** Os autores declaram que os procedimentos seguidos estavam de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos responsáveis da Comissão de Investigação Clínica e Ética e de acordo com a Declaração de Helsinquia revista em 2013 e da Associação Médica Mundial.

**Proveniência e Revisão por Pares:** Não comissionado; revisão externa por pares.

## ETHICAL DISCLOSURES

**Conflicts of Interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

**Financing Support:** This work has not received any contribution, grant or scholarship

**Confidentiality of Data:** The authors declare that they have followed the protocols of their work center on the publication of data from patients.

**Protection of Human and Animal Subjects:** The authors declare that the procedures followed were in accordance with the regulations of the relevant clinical research ethics committee and with those of the Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki as revised in 2013).

**Provenance and Peer Review:** Not commissioned; externally peer reviewed.

## REFERENCES

1. Brogan K, Diaper CJM, Rotchford AP. Cataract surgery refractive outcomes: representative standards in a National Health Service setting. *Br J Ophthalmol*. 2019;103:539-43. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312209.
2. Lundström M, Dickman M, Henry Y, Manning S, Rosen P, Tassignon MJ, et al. Risk factors for refractive error after cata-

- ract surgery: Analysis of 282 811 cataract extractions reported to the European Registry of Quality Outcomes for cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44:447–52. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.01.031.
3. Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric intraocular lenses in the correction of astigmatism during cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2016;123:275–86. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.10.002.
  4. Khan MI, Muhtaseb M. Prevalence of corneal astigmatism in patients having routine cataract surgery at a teaching hospital in the United Kingdom. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1751–5. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.04.026.
  5. Guan Z, Yuan F, Yuan YZ, Niu WR. Analysis of corneal astigmatism in cataract surgery candidates at a teaching hospital in Shanghai, China. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:1970–7. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.07.025.
  6. Patel CK, Ormonde S, Rosen PH, Bron AJ. Postoperative intraocular lens rotation. *Ophthalmology.* 1999;106:2190–6.
  7. Arba-Mosquera S, Merayo-Llodes J, de Ortueta D. Clinical effects of pure cyclotorsional errors during refractive surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49:4828–36. doi: 10.1167/iov.08-1766.
  8. Rubenstein JB, Raciti M. Approaches to corneal astigmatism in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2013;24:30–4. doi: 10.1097/ICU.0b013e32835ac853.
  9. Mozayan E, Lee JK. Update on astigmatism management. *Curr Opin Ophthalmol.* 2014;25:286–90. doi: 10.1097/ICU.0000000000000068.
  10. Visser N, Bauer NJC, Nuijts RM. Toric intraocular lenses: Historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39:624–37. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.02.020.
  11. Laurendeau C, Lafuma A, Berdeaux G. Modelling lifetime cost consequences of toric compared with standard IOLs in cataract surgery of astigmatic patients in four European countries. *J Med Econ.* 2009;12:230–7. doi: 10.3111/13696990903257439.
  12. Preussner PR, Hoffmann P, Wahl J. Impact of posterior corneal surface on toric intraocular lens (IOL) calculation. *Curr Eye Res.* 2015;40:809–14. doi: 10.3109/02713683.2014.959708.
  13. Reitblat O, Levy A, Kleinmann G, Abulafia A, Assia EI. Effect of posterior corneal astigmatism on power calculation and alignment of toric intraocular lenses: Comparison of methodologies. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42:217–25. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.11.036.
  14. Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol.* 2000;11:47–50. doi: 10.1097/00055735-200002000-00007.
  15. Felipe A, Artigas JM, Díez-Ajenjo A, García-Domene C, Alcocer P. Residual astigmatism produced by toric intraocular lens rotation. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37:1895–901. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.04.036.
  16. Jin H, Limberger IJ, Ehmer A, Guo H, Auffarth GU. Impact of axis misalignment of toric intraocular lenses on refractive outcomes after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:2061–72. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.06.066.
  17. Lee BW, Galor A, Feuer WJ, Pouyeh B, Pelletier JS, Vaddavalli PK, et al. Agreement between Pentacam and IOLMaster in patients undergoing toric IOL implantation. *J Refract Surg.* 2013;29:114–20. doi: 10.3928/1081597X-20130117-06.
  18. Park DY, Lim DH, Hwang S, Hyun J, Chung TY. Comparison of astigmatism prediction error taken with the Pentacam measurements, Baylor nomogram, and Barrett formula for toric intraocular lens implantation. *BMC Ophthalmol.* 2017;17:156. doi: 10.1186/s12886-017-0550-z.
  19. Wade M, Steinert RF, Garg S, Farid M, Gaster R. Results of toric intraocular lenses for post-penetrating keratoplasty astigmatism. *Ophthalmology.* 2014;121:771–7. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.10.011.
  20. Stewart CM, McAlister JC. Comparison of grafted and non-grafted patients with corneal astigmatism undergoing cataract extraction with a toric intraocular lens implant. *Clin Exp Ophthalmol.* 2010;38:747–57. doi: 10.1111/j.1442-9071.2010.02336.x.
  21. Kersey JP, O'Donnell A, Illingworth CD. Cataract surgery with toric intraocular lenses can optimize uncorrected post-operative visual acuity in patients with marked corneal astigmatism. *Cornea.* 2007;26:133–5.
  22. Cha D, Kang SY, Kim SH, Song JS, Kim HM. New axis-marking method for a toric intraocular lens: mapping method. *J Refract Surg.* 2011;27:375–9. doi: 10.3928/1081597X-20101005-01.



**Corresponding Author/  
Autor Correspondente:**

**João Alves Ambrósio**  
Ophthalmology Department  
R. Dr. Cândido Pinho 5,  
4520-211, Santa Maria da Feira, Portugal  
E-mail: alvesambrosio.joa@gmail.com



ORCID: 0000-0003-2009-5126