


IOLzero: Uma Aplicação *Web* para Cálculos, *Tracking* de *Outcomes* e Otimização na Cirurgia de Catarata

IOLzero: A Web Application for Calculations, Outcomes Tracking and Optimization in Cataract Surgery

 Celso Costa¹, Conceição Lobo^{1,2,3}, Joaquim Murta^{1,2,3}, Miguel Raimundo^{1,2,3}

¹ Centro de Responsabilidade Integrada em Oftalmologia, Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, Coimbra, Portugal.

² Centro Académico Clínico de Coimbra, CACC, Coimbra, Portugal.

³ Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, FMUC, Coimbra, Portugal .

Recebido/Received: 2021-12-05 | Aceite/Accepted: 2022-08-18 | Publicado/Published: 2022-12-31

© Author(s) (or their employer(s)) and *Oftalmologia* 2022. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use.

© Autor (es) (ou seu (s) empregador (es)) e *Oftalmologia* 2022. Reutilização permitida de acordo com CC BY-NC. Nenhuma reutilização comercial.

DOI: <https://doi.org/10.48560/rspo.25966>

RESUMO

INTRODUÇÃO: Os resultados da cirurgia de catarata podem ser melhorados através de uma abordagem baseada em dados: *tracking* de *outcomes* (acuidade visual, refração residual e complicações), bem como otimização (fórmulas, constantes, SIA, ...). A maioria dos sistemas de registo em saúde em oftalmologia não é desenhada para estas tarefas em específico. Ferramentas de software alternativas que implementam algumas dessas análises são geralmente de natureza comercial e / ou restritas a uma *pipeline* de análise específica de determinado biómetro. Muitos destes cálculos são complexos e sujeitos a erros, sendo que alguns deles são até impossíveis de replicar em folhas de cálculo padrão. Tudo isto torna mais difícil a adoção de *tracking* de *outcomes* e otimização por parte dos cirurgiões de catarata espalhados pelo mundo.

MÉTODOS: Desenvolvimento de uma aplicação web gratuita, denominada IOLzero (disponível em <https://iolzero.com>), que usa um *backend* em Python, otimizada para *desktops*, *tablets* e *smartphones*. A aplicação é atualizada de forma contínua com novas ferramentas, lentes intra-oculares (LIOs) e biómetros. O cirurgião pode definir as suas preferências padrão (incisões de eleição, modelos de LIO, fórmulas,...). Todas as análises e cálculos seguem os padrões consensuais na literatura, devidamente referenciados. Os dados de identificação dos doentes são processados localmente (nunca se exteriorizam do navegador), garantindo a privacidade dos mesmos. Os dados individuais podem ser exportados para registos de saúde eletrónicos “text-based” convencionais por modelos definidos pelo cirurgião. Todos os dados podem ser exportados para spreadsheets para posterior análise pelo cirurgião.

RESULTADOS: O módulo “Patients” implementa um registo focado na catarata, com biometria pré-operatória, detalhes da cirurgia e uma avaliação final pós-operatória. O módulo “Analysis” avalia os *outcomes* clínicos (acuidade visual, complicações e erros refrativos residuais), comparação de fórmulas (erros de predição com avaliação gráfica), otimização de fórmulas (otimização de constantes e otimização de alvos refrativos para fórmulas ainda não publicadas) e cálculo de SIA (por lateralidade, tipo e localização de incisão). Calculadoras auxiliares para cálculo de LIO (SRK/T, Holladay 1, Haigis e HofferQ), método de otimização de Wang-Koch para a miopia axial, método de Cooke para modificação de comprimento axial pela aproximação de “sum-of-segments”, refinamento do segundo olho a operar, calculadora de LIO pediátrica, média vetorial

de queratometria avaliada por vários dispositivos, ajuste de potência de LIO a implantar no sulco ciliar, entre outras ferramentas, também estão disponíveis no IOLzero.

CONCLUSÃO: Acreditamos que o IOLzero é uma ferramenta extremamente valiosa para cirurgiões de catarata interessados em melhorar os seus resultados através de um processo sistemático de análise e otimização de dados, sem para isso estarem restritos a uma solução comercial ou a um biômetro em particular.

PALAVRAS-CHAVE: Aplicativos Móveis; Biometria; Catarata; Implante de Lente Intraocular/métodos; Software.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Cataract surgery results can be improved by a data-driven approach: outcome tracking (visual acuity, residual refraction, and complications) as well as optimization (formulas, constants, SIA, ...). Most health record systems in ophthalmology are not tailored to these specific tasks. Alternative software tools that implement some of these analyses are usually commercial in nature and/or locked to a specific biometer analysis pipeline. Many of these calculations are complex and error prone and some of them even impossible to replicate in standard spreadsheets. This hinders the adoption of outcome tracking and optimization by many cataract surgeons worldwide.

MATERIAL AND METHODS: Development of a free web application, named IOLzero (available at <https://iolzero.com>), using a Python backend, optimized for both desktops, tablets and smartphones. The web application is seamlessly updated with new tools, IOLs and biometers. The surgeon can define his default preferences (preferred incisions, IOL models, formulas, ...). All analysis and calculations follow literature standards, which are properly referenced. Patient identifying data is processed locally (never leaves the browser), ensuring privacy. Individual case data can be exported to conventional text-based electronic health records by user-defined templates. All data can be exported to spreadsheets for further analysis by the surgeon.

RESULTS AND DISCUSSION: The “Patients” module implements a cataract focused registry with preoperative biometry, surgical details, and a final post-operative evaluation. The “Analysis” module can evaluate clinical outcomes (visual acuity, complications, and residual refractive errors), formula comparison (prediction errors with graphical evaluation), formula optimization (A- constant optimization and mean target optimization for unpublished formulas) and SIA calculation (by laterality, incision type and location). Auxiliary calculators for IOL calculation (SRK/T, Holladay 1, Haigis and HofferQ), Wang-Koch optimization for axial myopia, Cooke-modified axial length for sum-of-segments approximation, second eye refinement, pediatric IOL calculator, multi-device keratometry vectorial averaging, sulcus power adjustment, among other tools, are also available on IOLzero.

CONCLUSION: We believe IOLzero is a valuable tool for cataract surgeons interested in improving their results by a systematic process of data analysis and optimization, while not being locked down to a commercial solution or a specific biometer.

KEYWORDS: Biometry; Cataract; Lens Implantation, Intraocular/methods; Mobile Applications; Software.

INTRODUÇÃO

Com os avanços em biometria, técnica cirúrgica e fórmulas de cálculo de LIOs, a cirurgia de catarata atingiu um patamar de elevada previsibilidade refrativa.¹ Contudo, apesar de toda a evolução técnica e ótimos resultados publicados

na literatura científica, nem sempre os *outcomes* desejados em cirurgia de catarata, seja em termos de acuidade visual, refração residual ou complicações, são atingidos.

Infelizmente uma grande proporção de cirurgiões frequentemente negligenciam a avaliação e a otimização de resultados em cirurgia de catarata, recorrendo apenas à sua

experiência subjetiva, tendencialmente enviesada. Com efeito, a cirurgia de catarata pode ser melhorada através de uma abordagem baseada em dados: *tracking* de *outcomes* (acuidade visual, refração residual, análise de erro preditivo e complicações), tal como otimização (erros sistemáticos médios de cada fórmula, constantes, astigmatismo cirurgicamente induzido). É comum o exemplo da otimização.

A maioria dos sistemas de registo clínicos na área da oftalmologia não são desenhados para estas tarefas em específico. Por outro lado, a análise manual revela-se complexa, propensa a erro e muitas vezes impossível de efetuar em folhas de cálculo padrão. Tudo isto torna mais difícil a adoção de práticas sistemáticas de análise e otimização de resultados.²

Uma primeira solução são as ferramentas de planeamento e análise *on-platform*, normalmente comerciais por natureza e/ou disponíveis no contexto de um biómetro / *suite* cirúrgica específica. Este tipo de soluções facilita a logística cirúrgica mas tem como principais desvantagens a necessidade de investimento regular e o *lock-in* a uma plataforma cirúrgica. Ainda assim no grande volume cirúrgico tem inequívocas vantagens de eficiência.

Alternativamente, encontramos *online* múltiplas ferramentas que facilitam o processo de cálculo de lentes intraoculares, utilizando múltiplas fórmulas modernas ou ajustes para situações específicas (queratocone, status pós cirurgia refrativa, lentes tóricas). São na sua maioria gratuitas, permitindo o acesso a inovações e a flexibilidade no planeamento cirúrgico sem *lock-in* a uma dada plataforma.

Infelizmente, apesar de existirem muitas ferramentas online vocacionadas para o cálculo de lentes intra-oculares, não existe tanto quanto sabemos nenhuma solução integrada *online* e gratuita para a análise de *outcomes* em cirurgia de catarata.

É neste contexto que apresentamos neste trabalho o IOLzero: uma aplicação *web* gratuita incorporando ferramentas de análise, otimização e cálculo em cirurgia de catarata.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi desenvolvida uma aplicação web denominada IOLzero (disponível em <https://iolzero.com>, otimizada para *desktops*, *tablets* e *smartphones*), alicerçada num conjunto de algoritmos de cálculo e análise implementados na linguagem de programação Python, otimizada para *desktops*, *tablets* e *smartphones*.

A aplicação é atualizada de forma contínua com novas ferramentas, LIOs e biómetros. O cirurgião pode definir as suas preferências padrão (incisões de eleição, modelos de LIO, fórmulas, ...). Todas as análises e cálculos seguem os padrões consensuais na literatura, que se encontram devidamente referenciados.

Os dados de identificação dos doentes (demográficos) são processados apenas localmente (nunca abandonam o *browser* do utilizador), garantindo a privacidade dos mesmos.

Os dados individuais podem ser exportados para registos de saúde eletrónicos “text-based” convencionais por modelos definidos pelo cirurgião. Adicionalmente, todos

os dados podem ser exportados para folhas de cálculo para posterior análise pelo cirurgião nas suas ferramentas de referência (“*open data*”).

RESULTADOS

Apresentamos de seguida as funcionalidades disponíveis no IOLzero, divididas em (A) ferramentas de cálculo (B) análise de *outcomes* e otimização e (C) outras funcionalidades.

A: FERRAMENTAS DE CÁLCULO

a) Fórmulas Clássicas

A secção “IOL calculator” permite o uso das fórmulas SRK/T, Hoffer Q, Holladay 1 e Haigis (Fig.1A). Para isso, o cirurgião tem de preencher a lateralidade, o modelo e constante da LIO, o AL, profundidade da câmara anterior, índice refractivo (dependente do biómetro usado), K1 e K2 corneanos e o alvo de equivalente esférico.

Embora estas fórmulas não sejam fórmulas modernas e portanto o erro de previsão está bastante dependente do comprimento axial, ainda são úteis em algumas situações clínicas (quando não é possível estimar a ACD, parâmetro



Figura 1. Ferramentas de cálculo.

1A: calculadoras clássicas de LIO. 1B: Ajuste do AL pelo método de Wang/Koch.

não utilizado nas fórmulas SRK/T, Hoffer Q e Holladay 1; situações de afaquia pós cirúrgica; etc.).

A implementação dos algoritmos destas fórmulas respeitou as publicações originais, bem como erratas subsequentemente divulgadas.³⁻⁸

b) Ajustes de Comprimento Axial

Com os extremos do comprimento axial (AL), a determinação da posição efetiva da lente torna-se mais difícil, sendo a fonte desta imprecisão multifatorial e particularmente evidente com o uso de fórmulas clássicas de terceira geração.

A pensar nesta temática, em 2011, Wang e Koch (Fig. 1B) propuseram a utilização de equações de ajuste do AL, específicas para cada fórmula e derivadas de análise de regressão numa grande coorte de olhos míopes submetidos a cirurgia de catarata.⁹ A primeira versão destas equações, embora eficaz, levava a resultados excessivamente miópicos, pelo que foram posteriormente revistas em 2018 para as fórmulas Holladay 1 e SRK/T, tendo sido também criada uma equação para a fórmula Holladay 2. A utilização desta nova versão da equação com a fórmula Holladay 1 mostra resultados comparáveis à fórmula Barrett Universal II. Na plataforma, este ajuste é feito na fórmula SRK/T se o AL for superior a 27,0 mm e para a fórmula Holladay 1 se o AL for superior a 26,5 mm, de forma a reduzir o erro hipermetrópico nestes olhos. Está disponível para LIOs SN60AT, SN60WF e MN60MA, bem como para biómetros IOLmaster 700, IOLmaster 500 e Lenstar LS900.¹⁰

Mais recentemente, surgiu um novo biómetro ótico que utiliza tecnologia *swept-source*, capaz de medir o AL por soma de segmentos intraoculares (Movu ARGOS), ou seja, a distância geométrica de cada segmento com um índice refrativo diferente (para a córnea, humor aquoso, cristalino e vítreo), denominado apropriadamente de “sum-of-segments” AL. Também se mostrou possível extrair estas distâncias de um biómetro ótico mais antigo de OLCR (Hag-Streit Lenstar LS 900), embora o aparelho não as apresente ou utilize para cálculo na sua interface tradicional. Em comparação com os ALs medidos tradicionalmente (pólo a pólo com índice refrativo médio ponderado fixo), tornou-se evidente que o AL tradicional é excessivamente longo em olhos compridos e curto em olhos pequenos (e similar em olhos médios). Usando este “sum-of-segments” AL nas fórmulas SRK/T, Holladay 1 e Hoffer Q é possível mitigar fortemente os erros de previsão nos extremos, tornando-se estas fórmulas relativamente independentes do AL. À semelhança do ajuste de AL de Wang/Koch, foi criada uma equação que permite transformar um AL tradicional num AL equiparável à soma de segmentos, o *Cooke-modified axial length* (CMAL). A utilização do CMAL nas fórmulas Hoffer Q, Holladay 1 e SRK/T, disponível na plataforma, melhorou as previsões, nomeadamente em olhos compridos, embora apta para ambos os extremos de AL. Requer a medição da espessura do cristalino. Foi desenvolvida usando o biómetro Lenstar LS900, desconhecendo-se se a correção é válida para outros biómetros.¹¹

c) Ajuste do Segundo Olho

Esta otimização permite o ajuste do alvo de equivalente esférico (EE) para o segundo olho a operar, usando o erro preditivo do primeiro olho operado e um coeficiente de ajuste (Fig. 2). O erro preditivo do primeiro olho (obtido através do EE previsto e do EE pós-operatório) deve ser superior a $[0,5]D$, já a diferença do K médio e a diferença entre ALs entre olhos deve ser inferior a $[0,9]D$ e 0,7 mm, respetivamente. Também deve ser excluída a possibilidade de erros de transcrição (equivoco no poder da LIO implantada ou erro biométrico), bem como a possibilidade de LIO malposicionada (descentramento/*tilt*/rotação de LIO tórica, material viscoelástico retido, síndrome de distensão capsular ou efusão coroideia).

De facto, um grande desafio para os cirurgiões é decidir como proceder da melhor forma no segundo olho, quando um erro preditivo afetou o primeiro olho. No pós-operatório, é fácil identificar retrospectivamente que potência de LIO teria atingido a refração pretendida. Adicionalmente, na maioria das vezes, existe um grande grau de simetria entre olhos. Sabemos que, quando ambos os olhos são relativamente simétricos e outras fontes de erro sendo claramente excluídas, o outcome do primeiro olho operado pode ser usado para refinar a predição para o segundo olho e aumentar a proporção de doentes com predição de re-



Figura 2. Ajuste do segundo olho e ajuste de queratometria.

Figura 2A: Ajuste do segundo olho. Figura 2B: “K average”.

fração pós-operatória de +/- 0,50D. Assim, este processo de refinamento do segundo olho é uma tentativa de considerar as imprecisões na predição da posição efetiva da lente e outras fontes de erro indeterminadas.¹²

d) Calculadora de LIO Pediátrica

A calculadora de LIO pediátrica permite ajudar a escolher a melhor lente intra-ocular na cirurgia de catarata pediátrica. Faz uso da fórmula Holladay 1, do AL futuro derivado do modelo preditivo de Trivedi (para maiores de 2 anos) e também de um nomograma convencional. O cirurgião necessita de indicar a idade atual e a idade futura, o modelo da LIO e a sua constante, o comprimento axial, o índice refrativo (dependente do biômetro), K1, K2 e o alvo de equivalente esférico (atual ou futuro). O resultado será a LIO recomendada para o alvo de equivalente esférico atual ou futuro, consoante indicado previamente pelo cirurgião (Fig. 3).

Relativamente ao modelo criado por Trivedi e colaboradores, trata-se de uma predição do comprimento axial pós-operatório em crianças com mais de 2 anos, submetidas a cirurgia de catarata bilateral com implante primário de LIO. Segundo os autores, este modelo ajuda o cirurgião a eleger a LIO mais adequada a implantar na cirurgia, complementando um nomograma convencional.¹³



Figura 3. Cálculo da LIO mais adequada numa criança de 3 anos.

e) Ajuste de LIO de sulco ciliar

Na ferramenta de ajuste do poder da LIO implantada no sulco ciliar, o cirurgião pode calcular qual o poder dióptrico da LIO a implantar no sulco ciliar (posição efetiva da lente: 4,70 mm), através do poder dióptrico da LIO a implantar no saco capsular (posição efetiva da lente 5,20 mm). Tem por base a “regra dos 9”, ou seja, agrupando os poderes da LIO a implantar no saco em grupos divididos pelo poder dióptrico 9, 18 e 27 D, o poder dióptrico da LIO a implantar no sulco é reduzido em 0,5, 1 e 1,5 D, respetivamente. É particularmente útil em situações intra-operatórias em

que se opte por implantar uma LIO no sulco ciliar, uma vez que a LIO nesta posição tem um poder efetivo maior, uma vez que a posição efetiva da lente é mais anterior.¹⁴

f) Queratometria

Na ferramenta “K average” (Fig. 2B), o cirurgião pode obter uma média vectorial de duas queratometrias. É uma ferramenta particularmente útil se se quiser obter a média da queratometria medida pelo mesmo aparelho em dias diferentes ou combinar a informação de aparelhos diferentes (por exemplo: um biômetro e um tomógrafo). O cirurgião obtém assim o K1 e o K2 médios, bem como o astigmatismo resultante, de forma mais exata.

Já o “K conversor” permite a conversão de raios de curvatura corneanos (em mm) em dioptrias, obtendo-se assim os valores de K, e vice-versa. É particularmente útil para combinar inputs de aparelhos mais antigos ou que usem índices refrativos diferentes.

Já o “Double K” implementa um algoritmo de previsão da queratometria pré-operatória descrito por Aramberri¹⁵ permitindo a estimativa da posição efetiva da lente com estes dados, por oposição à queratometria pós-operatória, que é utilizada para a determinação da potência da LIO, utilizando uma fórmula SRK/T modificada.

B) ANÁLISE DE OUTCOMES E OTIMIZAÇÃO

a) Base de Dados

Nesta secção, é possível criar um registo estruturado para cirurgia de catarata, nomeadamente com biometria pré-operatória, aspectos cirúrgicos e avaliação pós-operatória, conforme explicitado abaixo em detalhe (Fig. 4).

i. Pré-Operatório

Os dados pré-operatórios incluem:

- Biômetro;
- Comprimento axial;
- Profundidade de câmara anterior;
- Espessura do cristalino;
- Distância branco-branco;
- Espessura do centro da córnea;
- Queratómetro;
- Índice refrativo;
- K1 e K2 (é possível acrescentar múltiplos queratometrias, p.ex. de aparelhos diferentes)
- Astigmatismo queratométrico (automaticamente calculado);
- Outras notas (campo livre personalizado pelo cirurgião).

ii. Intra-Operatório

Os dados intra-operatórios incluem:

- Fabricante, modelo e poder dióptrico da LIO implantada;
- Tipo (corneada, límbica ou escleral), tamanho, locali-

- zação e eixo da incisão;
- Fórmulas usadas, constante da LIO para determinada fórmula e equivalente esférico previsto;
- Fórmula-base para o cálculo da LIO;
- *Case-mix*: comorbilidades oculares visualmente significativas, cirurgia refrativa corneana prévia, cirurgia oftalmológica prévia, distrofia de Fuchs, ectasia corneana, pseudoexfoliação, má midríase, *floppy-iris*, catarata branca ou facodonesis;
- Procedimentos adicionais (sim ou não);
- Complicações (sim ou não);
- Outras notas (campo livre personalizado pelo cirurgião).

iii. Pós-Operatório

Os dados pós-operatórios incluem:

- Acuidade visual para longe não corrigida;
- Acuidade visual para longe corrigida;
- Esfera;
- Cilindro;
- Equivalente esférico;
- Erro preditivo;
- Astigmatismo induzido cirurgicamente;
- Queratometria pós-operatória;
- Complicações: sim ou não (se sim: reoperação, edema corneano persistente, edema macular cistóide, endoftalmite ou outros);
- Outras notas (campo livre personalizado pelo cirurgião).

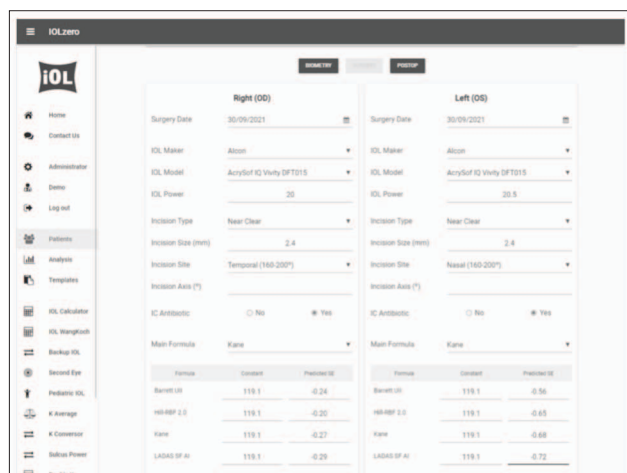


Figura 4. Criação do registo de um doente (dados intra-operatórios).

iv. Templates

Nesta secção, o cirurgião pode criar modelos estruturados que lhe permitam copiar os dados para o seu próprio “Electronic medical record” (EMR) de eleição. Ao criar o seu modelo personalizado, com estilo e convenções próprias e preenchimento automático usando “%VARIABLE”, o cirurgião evita a

duplicação de *inputs* e os erros de transcrição. É, assim, possível escrever apenas uma vez na plataforma e automaticamente transcrever os dados para o EMR. É recomendável que cada cirurgião defina modelos que reflitam as suas convenções e a sua linguagem (como, por exemplo, traduções ou siglas). Para usar esta ferramenta, basta carregar no botão “Copy” localizado no final de cada área da base de dados sendo esta informação transmitida para o clipboard do sistema operativo, bastando apenas fazer “Paste” no próprio EMR.

b) Análise de Outcomes

i. Refração

Neste campo, é possível avaliar *outcomes* clínicos, nomeadamente a acuidade visual (podendo esta ser expressa em logMAR ou fracções Snellen) e o erro refrativo residual. É possível filtrar a LIO em termos de fabricante e modelo, para uma análise ainda mais personalizada. Também é possível excluir complicações intra ou pós-operatórias e comorbilidades visualmente significativas, de forma a evitar outliers e análises enviesadas.

O cirurgião obtém portanto, para análise, o número de olhos, a média de acuidade visual atingida e o seu desvio-padrão e uma categorização das acuidades visuais de forma crescente. Obtém também a média do erro refrativo residual e o seu desvio-padrão.

ii. Biometria

Neste campo, é possível efetuar comparação de fórmulas, através da análise de erros preditivos com avaliação tabular e gráfica, nomeadamente *box plots* que permitem verificar a mediana do erro preditivo para cada fórmula em particular (Fig. 5). O erro preditivo corresponde à diferença algébrica entre o equivalente esférico pos-operatório e o equivalente esférico previsto por uma dada fórmula. Por exemplo, para um erro preditivo de -0,35D e um equivalente esférico pós-operatório de -0,50D, ocorre assim um erro de predição miópico de -0,15D.

É possível realizar dois tipos de otimização automática. A primeira corresponde à otimização da constante A, disponível para fórmulas publicadas. A segunda consiste num fator de ajuste do alvo biométrico baseado no erro sistemático, ideal para fórmulas não publicadas (como a fórmula de Barrett ou Kane). À semelhança das outras ferramentas de análise é possível utilizar filtros para definir coortes de doentes (definir grupos de AL, definir modelos de LIO/biômetros, etc). De notar que doentes com AV para longe corrigida < 20/40, complicações intra ou pós-operatórias, facodonesis, ectasia corneana prévia, cirurgia refrativa ou distrofia de Fuchs são automaticamente excluídos da análise. Normalmente, recomenda-se, pelo menos, 150-200 olhos para uma boa otimização, embora o mínimo aceitável de olhos possa ser menor se a base de dados for bastante homogénea. Deve também ser considerada a exclusão de outliers, através da aplicação de um filtro de desvio-padrão (cerca de 2 DP).

Relativamente à análise do erro de previsão, são auto-

maticamente calculados para todas as fórmulas disponíveis o erro médio aritmético, o seu desvio padrão, o erro máximo e mínimo, o erro médio absoluto e o erro mediano absoluto. É assim possível avaliar não só a localização média/mediana do erro, como a sua dispersão, respeitando as melhores práticas internacionais.¹⁶

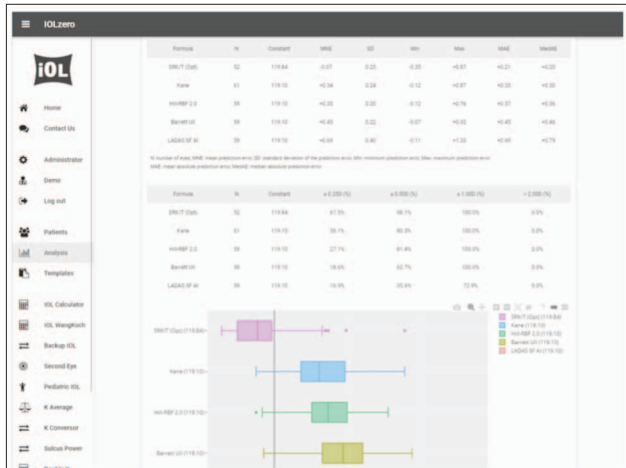


Figura 5. Análise de erros preditivos com avaliação gráfica. É possível verificar que esta amostra, apesar do uso de fórmulas modernas, apresenta um erro sistemático hipermetrópico.

iii. Astigmatismo Cirurgicamente Induzido

Nesta ferramenta, é possível calcular o astigmatismo cirurgicamente induzido (SIA) desde que exista na base de dados um registo de queratometria pré e pós-operatória obtido com o mesmo aparelho, recorrendo a análise vectorial (Fig. 6). O SIA pode ser filtrado através dos seguintes parâmetros: tipo de incisão (corneana, límbica ou escleral), queratómetro usado e localização e tamanho da incisão. De realçar que o valor de centróide é aquele que deve ser usado nas calculadoras de LIOs tóricas modernas (por exemplo: calculadoras Alcon Barrett Toric e Barrett Toric). Pelo contrário, em calculadoras antigas, é recomendado usar o valor médio.

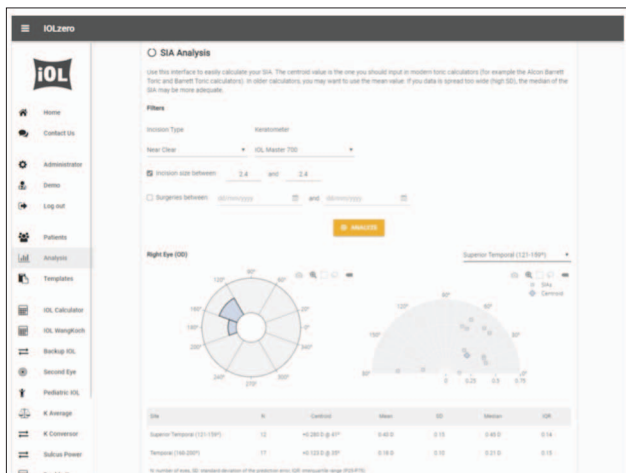


Figura 6. Astigmatismo cirurgicamente induzido (SIA).

iv. Complicações

Neste campo, o cirurgião pode verificar a sua taxa de complicações nas cirurgias de catarata que realiza. Podem ser incluídos fatores de risco para complicações, tais como cirurgia oftalmológica prévia, distrofia de Fuchs, pseudoexfoliação, má midriase, catarata branca, facodonesis e floppy iris. Também é possível incluir complicações intra-operatórias, tais como rutura da cápsula posterior, queda do núcleo para a cavidade vítrea ou deiscência zonular ou ainda eventos durante a cirurgia relacionados com estas complicações, tais como vitrectomia anterior, extração extracapsular de catarata, afaquia, implante de LIO no sulco ciliar, implante de LIO de fixação à esclera ou implante de LIO de fixação à íris.

C. OUTROS

a) Preferências do Cirurgião

O cirurgião pode predefinir as suas preferências, em termos pré-operatórios (biómetro, queratómetro e índice refrativo preferenciais, fórmulas mais utilizadas), intra-operatórios (tipo, tamanho e localização da incisão, fabricante e modelo de LIO mais utilizado) e pós-operatórias (notação preferencial de acuidade visual), bem como fórmulas preferenciais. Desta forma, o preenchimento de dados a juntar à base de dados é agilizado e organizado de acordo com as preferências do cirurgião, de forma a melhor corresponder ao fluxo do seu trabalho cirúrgico.

b) Exportação de Dados

A qualquer momento, pode ser feita uma exportação da base de dados do cirurgião previamente construída. Esta ferramenta permite que os dados sejam exteriorizados da plataforma e eventualmente trabalhados com outras ferramentas, por exemplo tendo em vista investigação científica. Adicionalmente, é possível alterar a localização da base de dados de doentes, seja local (escolhido por default), ficando no próprio computador, ou na Google Drive do utilizador. Em qualquer um dos casos, o IOLzero nunca guarda informação pessoal dos doentes nos seus servidores.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O IOLzero é uma plataforma online gratuita que integra ferramentas de cálculo, base de dados e análise de resultados/otimização em cirurgia de catarata. Tanto quanto sabemos é a única ferramenta online gratuita que permite uma análise integrada deste tipo de resultados cirúrgicos.

Acreditamos que o IOLzero é uma ferramenta valiosa para cirurgiões de catarata interessados em melhorar os seus resultados através de um processo sistemático de análise e otimização de dados, sem para isso estarem restritos a uma solução comercial ou a um biómetro em particular. Por exemplo, o simples uso de uma fórmula moderna (p.ex. a Barrett UII em vez da SRK/T), permite aumentar a precisão das previsões re-

frativas, mas não elimina um erro sistemático de previsão que possa continuar a existir – para isso é necessário a otimização da constante da lente intraocular ou algum fator de correção análogo, como o ajuste de um alvo refrativo.

Adicionalmente o IOLzero disponibiliza múltiplas ferramentas de apoio ao cálculo de lentes intraoculares que se podem revelar úteis, p.ex. nos comprimentos axiais extremos, na cirurgia de catarata pediátrica ou no refinamento do cálculo do segundo olho.

O objetivo último da plataforma IOLzero é melhorar os resultados clínicos em cirurgia de catarata, nomeadamente tornando acessível a otimização de resultados, utilizando uma plataforma *online* gratuita, compatível com todos o tipo de biómetros/suites cirúrgicas e acessível a todos os cirurgiões de catarata, mesmo em países em desenvolvimento.

Independentemente da plataforma utilizada, as novas tecnologias no planeamento cirúrgico são essenciais para atingir os melhores resultados refrativos na cirurgia de catarata moderna.

PRESENTATIONS / APRESENTAÇÕES:

Part of this study will be presented at the 64th Portuguese Congress of Ophthalmology in 2021 / Parte deste estudo será apresentado no 64o Congresso Português de Oftalmologia em 2021.

CONTRIBUTORSHIP STATEMENT / DECLARAÇÃO DE CONTRIBUIÇÃO:

MR and CC: Responsible for gathering the data, presenting the results, and writing the manuscript.

MR: Concept, design and programming of the IOLzero platform.

CL and JM: Supervised this project and contributed with their expertise to its conclusion.

All authors: read and approved the final manuscript.

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

- Melles RB, Kane JX, Olsen T, Chang WJ. Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology*. 2019 ;126:1334-5. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.04.011.
- Gujral T, Hovanesian J. Cataract Surgical Planning Using Online Software vs Traditional Methods: A Time/Motion and Quality of Care Study. *Clin Ophthalmol*. 2021;15:3197-203. doi: 10.2147/OPHTH.S318935. Erratum in: *Clin Ophthalmol*. 2021;15:3283.
- Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg*. 1990;16:333-40. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80705-5. Erratum in: *J Cataract Refract Surg* 1990;16:528.
- Sanders DR, Retzlaff JA, Kraff MC, Gimbel HV, Raanan MG. Comparison of the SRK/T formula and other theoretical and regression formulas. *J Cataract Refract Surg*. 1990;16:341-6. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80706-7.
- Retzlaff J. A new intraocular lens calculation formula. *J Am Intraocul Implant Soc*. 1980;6:148-52. doi: 10.1016/s0146-2776(80)80008-5.
- Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg*. 1993;19:700-12. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80338-0.
- Fyodorov SN, Galin MA, Linksz A. Calculation of the optical power of intraocular lenses. *Invest Ophthalmol*. 1975;14:625-8.
- Satou T, Shimizu K, Tsunehiro S, Igarashi A, Kato S, Koshimizu M, et al. Development of a new intraocular lens power calculation method based on lens position estimated with optical coherence tomography. *Sci Rep*. 2020;10:6501. doi: 10.1038/s41598-020-63546-y.
- Wang L, Shirayama M, Ma XJ, Kohonen T, Koch DD. Optimizing intraocular lens power calculations in eyes with axial lengths above 25.0 mm. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37:2018-27. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.05.042.
- Wang L, Koch DD. Modified axial length adjustment formulas in long eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2018;44:1396-7. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.07.049.
- Cooke DL, Cooke TL. Approximating sum-of-segments axial length from a traditional optical low-coherence reflectometry measurement. *J Cataract Refract Surg*. 2019;45:351-4. doi:

- 10.1016/j.jcrs.2018.12.026.
12. Turnbull AMJ, Barrett GD. Using the first-eye prediction error in cataract surgery to refine the refractive outcome of the second eye. *J Cataract Refract Surg.* 2019;45:1239-45. doi: 10.1016/j.jcrs.2019.04.008.
 13. Trivedi RH, Barnwell E, Wolf B, Wilson ME. A Model to Predict Postoperative Axial Length in Children Undergoing Bilateral Cataract Surgery With Primary Intraocular Lens Implantation. *Am J Ophthalmol.* 2019;206:228-34. doi: 10.1016/j.ajo.2019.04.018.
 14. Mehta R, Aref AA. Intraocular Lens Implantation In The Ciliary Sulcus: Challenges And Risks. *Clin Ophthalmol.* 2019;13:2317-23. doi: 10.2147/OPHTH.S205148.
 15. Aramberri J. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery: double-K method. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29:2063-8. doi: 10.1016/s0886-3350(03)00957-x
 16. Wang L, Koch DD, Hill W, Abulafia A. Pursuing perfec-

tion in intraocular lens calculations: III. Criteria for analyzing outcomes. *J Cataract Refract Surg.* 2017;43:999-1002. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.08.003.



**Corresponding Author/
Autor Correspondente:**

**Celso Miguel Furtado Cabral
Gomes da Costa**

Departamento de Oftalmologia
Centro Hospitalar e Universitário de
Coimbra, Praceta Professor Mota Pinto
3000-075 Coimbra, Portugal
celsomiguelcosta@hotmail.com



ORCID: 0000-0002-7111-1002