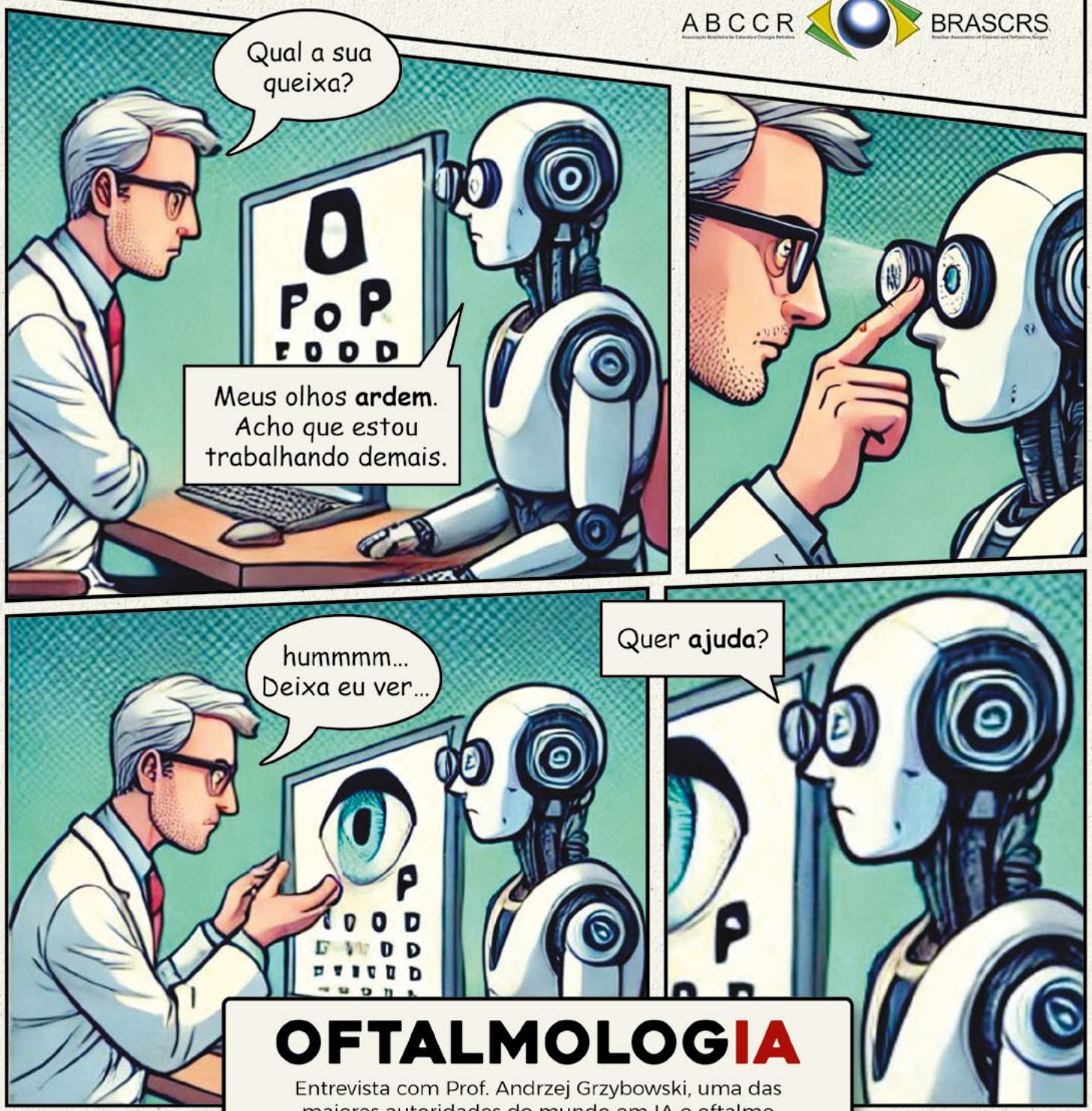
Edição 210 | Setembro - Outubro 2024

em FOCO OFTALMOLOGIA

Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa
Brazilian Association of Cataract and Refractive Surgery

ABCCR BRASCRS



OFTALMOLOGIA

Entrevista com Prof. Andrzej Grzybowski, uma das maiores autoridades do mundo em IA e oftalmo

SUMÁRIO

EM FOCO OFTALMOLOGIA

É uma publicação bimestral da Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa (ABCCR/BRASCRS), Praia do Flamengo 66, Bloco B, salas 401 a 405, Flamengo, Rio de Janeiro, RJ - CEP: 22210-903 Tel.: (21) 2225-2600 / www.brascrs.com.br

Editores-chefes
Victor Cvintal
Rachel Gomes
Bruna Ventura

OF Catarata e Cirurgia Refrativa
Bernardo Moscovici
Larissa Gouvêa
Emílio Torres-Netto
Daniel Wasilewiski
Gabriel Gorgone
Paulo Coe
Marcela Barros

OF Córnea
Victor Antunes
Lycia Pedral

OF Glaucoma
Fábio Daga
Victor Cvintal

OF Superfície Ocular
Richard Hida

Clube de Pesquisa e Publicação
Newton Kara Júnior

OF Retina
Gustavo Hunning

Produção Editorial e Gráfica
Betina Peppe
Comunicação e Produção Editorial
Avenida Malibu 260, 204/bloco 1,
Barra da Tijuca
Rio de Janeiro, RJ.
CEP: 22793-295
Telefone e whatsapp:
+ 55 (21) 98807-1204

Edição e reportagem
Betina Peppe Diniz

Design gráfico e diagramação
Cristiano Marsil

Contato
oftalmologiaemfoco@gmail.com

Impressão
Mais que Papel Artes Gráficas Ltda
Cássia Ramalho
Contato:
cassiagrafica@gmail.com
Telefones:
(21) 99961-9737 e 96471-1030

Jornalista Responsável
Betina Peppe Diniz - DRT 34.389/RJ

Nota: os artigos publicados refletem ideias e conceitos defendidos pelos autores, e não necessariamente posições do corpo editorial ou verdades científicas.

ABCCR Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa — BRASCRS Brazilian Association of Cataract and Refractive Surgery

DIRETORIA 2024 / 2026

Presidente: Newton Andrade Junior
Vice-Presidente: Leila Suely Gouvea Jose
Secretário Geral: David da Rocha Lucena
1º Secretário: Francisco Bandeira
Tesoureiro Geral: Gustavo Victor
1º Tesoureiro: Ricardo Nosé
Conselho Fiscal: Arthur Schaefer, Bernardo Cavalcanti, Fabiano Brandão, Leonardo Costa Lima, Paulo Fadel
Comissão de Cursos: Francisco Carlos
Comissão de Publicação: Bruna Ventura (Editora Geral), Rachel Gomes (Editora Geral), Victor Cvintal (Editor Geral)
Comissão de Vídeo: Neto Rosateli
Comissão de Comunicação: Bruno Miolo
Comissão de Relações Internacionais: Liliana Werner, Renato Ambrósio Jr., Sérgio Canabrava, Ticiana de Francesco
Comissão de Relações Institucionais e Políticas: Eduardo Veloso, Israel Rozenberg
Comissão GAC: Leonardo Pereira, Juliana Bisco
Comissão Científica: Francisco Bandeira (coordenador), Abrahão da Rocha Lucena, Gustavo Hüning, Rafael Kobayashi
Central de Calculadoras ABCCR/BRASCRS: Abrahão da Rocha Lucena, André Messias
Comissão de Inovação em Oftalmologia: Gustavo Hüning, João Marcelo Lyra
Comissão Certificação Fellowships: Liang Shih Jung
Comissão Projetos Sociais: João Marcelo Lyra, Leonardo Costa Lima, Lúcio Maranhão
Comissão Social: Amilton Sampaio
Conselho Deliberativo (eleitos): Allan Cezar da Luz Souza, Amilton de Almeida Sampaio Júnior, Filipe B. Accioly Gusmao, Francisco Carlos de Castro Neto, Gustavo Matias Hüning, Maurício Arruda Câmara Bastos
Presidente Imersão 2024: Otávio Siqueira Bisneto
Presidentes Congresso São Paulo 2025: Abrahão da Rocha Lucena, Gustavo Matias Hüning, Rafael Freire Kobayashi
Presidente Imersão 2025: David da Rocha Lucena
Presidentes Congresso São Paulo 2026: José Beniz, Gustavo Victor

Filiadas

CBO Conselho Brasileiro de Oftalmologia

SBO Sociedade Brasileira de Oftalmologia

Ex-Presidentes

ABCCR/BRASCRS - desde 2014



Sociedade Brasileira de Catarata e Implantes Intraoculares - 1982/2014



Sociedade Brasileira de Cirurgia Refrativa - 1985/2014



CAPA

Nesta edição, a Oftalmologia em Foco inaugura uma seção dedicada à inteligência artificial (IA), um tema que está transformando profundamente a prática oftalmológica. Para abordar este campo revolucionário, Victor Cvintal entrevistou o Professor Andrzej Grzybowski, uma das maiores autoridades mundiais no assunto. Ele é professor de Oftalmologia na Universidade de Warmia e Mazury, na Polônia, diretor do Instituto de Pesquisa em Oftalmologia da Fundação para o Desenvolvimento da Oftalmologia em Poznan e autor do primeiro livro sobre IA em oftalmologia. Além disso, foi responsável pela criação da Sociedade Internacional de Inteligência Artificial em Oftalmologia.

Durante a entrevista, Grzybowski destacou o impacto da IA no diagnóstico e monitoramento de doenças como retinopatia diabética, glaucoma e degeneração macular relacionada à idade. Ele explicou como algoritmos de aprendizado profundo (deep learning) têm demonstrado precisão extraordinária na análise de imagens médicas, como fotografias de fundo de olho e exames de OCT. Esses avanços permitem identificar anomalias precoces que muitas vezes superam os métodos tradicionais e, em alguns casos, até a capacidade de especialistas humanos. Página 36.



IMERSÃO PRESBIOPIA

Imersão Presbiopia 2024 reúne 400 oftalmologistas em Curitiba. Evento dobrou em tamanho desde sua primeira edição. Página 32.



SUMÁRIO

10 OF CATARATA
Otimizando a córnea para lente Premium

24 OF REFRATIVA
Inovação em córnea e cirurgia refrativa: tomografia de córnea em alta resolução

32 IMERSÃO PERSBIOPIA

36 OF INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
Entrevista com Prof. Andrzej Grzybowski - "...para adotar a IA na prática é preciso se manter informado sobre as tecnologias em evolução, garantindo que o cuidado ao paciente permaneça seguro, ético e inclusivo..."

57 DEZ DICAS
Dicas para cirurgia de pterígio

60 OF ESPECIAL
ELZA-PACE: quebrando paradigmas e melhorando a visão no ceratocone, sem remover tecido

64 OF SUPERFÍCIE OCULAR
Posso adaptar lentes de contato em pacientes com alteração da superfície ocular?

67 AGENDA



EDITORIAL

RACHEL GOMES
Editora-chefe da Oftalmologia em Foco

Iniciamos 2025 com um entusiasmo renovado e a convicção de que a oftalmologia está em constante transformação, guiada por avanços científicos e tecnológicos que nos desafiam a repensar práticas, conceitos e abordagens. Nesta primeira edição do ano, a Revista Oftalmologia em Foco se dedica a temas que exemplificam o dinamismo e a complexidade do nosso campo.

A seção "OF Catarata" mergulha em um dos desafios mais fascinantes da atualidade: a otimização da córnea para o sucesso das lentes premium. Complementando, "OF Refrativa" explora inovações como a tomografia de córnea em alta resolução, reforçando a integração da ciência com a prática clínica. Em "Dez Dicas", abordamos a cirurgia de pterígio, destacando estratégias que podem fazer a diferença no dia a dia.

Na seção de inteligência artificial, Prof. Andrzej Grzybowski, escritor do primeiro livro sobre IA em Oftalmologia, aborda de forma vasta e embasada a utilização de ferramentas de IA na prática clínica e como começar a aplicá-las.

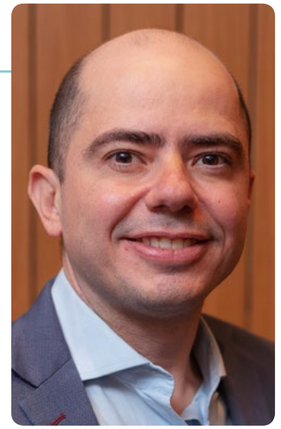
O destaque desta edição é o revolucionário ELZA-PACE, uma abordagem inovadora para tratar o ceratocone sem remoção de tecido, um verdadeiro divisor de águas. Por fim, na seção de superfície ocular, discutimos os desafios e soluções para a adaptação de lentes de contato em pacientes com alterações oculares complexas.

Agradecemos a todos os colaboradores que tornaram esta edição possível e convidamos você a embarcar nesta jornada de aprendizado e reflexão. Que 2025 seja um ano de progresso e excelência para todos nós.

Boa leitura!

Palavra do Presidente

2024, um ano que entra para a história da BRASCRS. Que venha 2025!



NEWTON ANDRADE JÚNIOR
Presidente da ABCCR/BRASCRS

Com boas sementes e os devidos cuidados ao semear, colhemos frutos abundantes. A todos os "agricultores" que contribuíram para escrever a história da nossa instituição e fizeram de 2024 um ano extraordinário, minha mais sincera gratidão. Minha homenagem vai além dos cargos executivos: estende-se a cada colega que veste a camisa da profissão, enfrentando os desafios diários com dedicação e boas práticas.

O ano que finda foi, sem dúvida, repleto de conquistas. Hoje, colhemos os louros de um trabalho incessante que atravessa décadas. Quero começar exaltando nossa equipe, em especial meu amigo Durval e os presidentes do BRASCRS 2024, que elevaram a representatividade da nossa especialidade a novos patamares globais. Profissionais de todo o mundo vieram, participaram e reconheceram a excelência da oftalmologia brasileira, apanágio de nossa dedicação e competência.

Com um misto de alegria e responsabilidade, enfrentamos os desafios impostos pelo encargo. Agradeço imensamente à diretoria, ao conselho deliberativo e a todos que, com união e esforço, dividem as responsabilidades e pavimentam nosso caminho.

No cenário internacional, fortalecemos relações com entidades e eventos de prestígio. Entre muitos momentos marcantes, destaco nosso marco histórico durante o congresso da ESCRS: pela primeira vez, ocupamos uma cadeira na reunião do conselho da entidade europeia. Esse feito simboliza o reconhecimento internacional da oftalmologia brasileira e abre portas para colaborações ainda mais significativas.

Outro momento emblemático ocorreu ainda no 42º Congresso da ESCRS, em Barcelona, quando protagonizamos uma sessão conjunta de cirurgia refrativa. Diante de um auditório lotado com milhares de oftalmologistas de diversas nações, reafirmamos nosso compromisso com a internacionalização e consolidamos a relevância global da oftalmologia brasileira.

Aproveitamos também o excelente momento diplomático para ampliar nosso alcance virtual. Além dos webinars regulares, destaco os eventos conjuntos com a ESCRS e a Sociedade Portuguesa, que tiveram grande impacto e reforçaram nossa presença global.

No âmbito nacional, celebramos o sucesso do Imersão Presbiopia, realizado em Curitiba. O evento, já consolidado em nosso calendário, proporciona discussões aprofundadas e apresenta inovações técnicas. O crescimento do número de participantes e expositores atesta sua relevância. Em 2025, teremos o prazer de sediar este evento em Fortaleza, na nossa querida capital alencarina.

Entre os projetos lançados em 2024, ressalto o BRASCRS Lado a Lado, que estreou com grande êxito e promete ainda mais impacto em 2025. Essa iniciativa não só capacita cirurgiões, mas também fortalece os laços entre a associação e seus membros.

Nosso maior evento se aproxima, aguardamos ansiosamente pelo BRASCRS 2025, cujo tema, "O HUB", simboliza a convergência global da oftalmologia. Entre os dias 28 e 31 de maio, São Paulo será o ponto de encontro de cirurgiões do mundo inteiro, com o Transamérica Expo Center como palco desse grande evento. A crescente participação internacional destaca o prestígio que conquistamos, fruto de um trabalho árduo e coletivo.

Destarte, é nosso dever continuar escrevendo novas páginas na história da oftalmologia brasileira. Estamos comprometidos em proporcionar um congresso inesquecível, que inspire, enriqueça e impulsione a prática oftalmológica em nosso país.

Por fim, rendo graças a Deus por cada conquista e desejo a todos um 2025 repleto de paz, saúde e realizações. Muito obrigado.

Envolva-se e participe da BRASCRS!

#SomosBRASCRS!

Newton Andrade Júnior

Edição

"Carlos Heler Diniz"

Presidente da SBCR entre 2004 e 2006





No dia 2 de abril de 2014, durante o XIII Congresso Internacional de Catarata e Cirurgia Refrativa, as diretorias das sociedades se reuniram para aprovar o novo estatuto, que serviria à futura Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa. Da esquerda para a direita: Renato Ambrósio Júnior, Carlos Heler Diniz e Armando Crema

Carlos Heler Diniz é uma figura central na história da Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa. Ele foi um dos alunos dos pioneiros cursos de ceratotomia radial na Casa de Saúde São José. E na ocasião se aproximou do grupo que fundaria a Sociedade Brasileira de Cirurgia Refrativa (SBCR).

No ano de 2004, assumiu a presidência da instituição e liderou importantes avanços na modernização e estruturação administrativa da entidade, incluindo a criação de um portal digital para facilitar o acesso dos associados a informações e serviços. Sua gestão também foi marcada por congressos de destaque, como o III Congresso Brasileiro de Catarata e Cirurgia Refrativa, em 2005, realizado em Porto Seguro, evento que trouxe inovações para a comunidade científica e contou com uma ampla estrutura organizacional, incluindo parcerias estratégicas para o transporte e hospedagem dos participantes.

Um dos momentos mais marcantes de sua atuação no campo institucional está no processo de fusão da Sociedade Brasileira de Cirurgia Refrativa e da Sociedade Brasileira de Catarata e Implantes Intraoculares, um processo que consolidou a Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa (ABCCR/BRASCRS).

Desde a Assembleia Geral realizada em Porto Seguro, em 2005, Heler exerceu papel fundamental na articulação para unir as duas sociedades, promovendo a convergência de interesses e a integração das especialidades. Ele assumiu o papel de Coordenador da Comissão de Mudança do Estatuto, um passo decisivo para garantir a viabilidade administrativa e política desta incorporação.



2016: Carlos Heler Diniz e Pedro Paulo Fabri formalizam a aquisição de novas salas para ampliação da sede da Associação no Rio de Janeiro

Carlos Heler Diniz assina, portanto, notável contribuição para a estruturação da BRASCRS como é conhecida hoje e para a consolidação da cirurgia refrativa como prática segura e acessível no Brasil.

Esta e outras histórias você confere no livro Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa, a História, disponível gratuitamente no site: www.brascrs.com.br.

ABCCR Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa
BRASCRS Brazilian Association of Cataract and Refractive Surgery

Venha fazer parte da nossa história!

BRASCRS 2025

O HUB

XXXII Congresso de Catarata e Cirurgia Refrativa
XVI Congresso Internacional de Administração em Oftalmologia
VI Curso de Auxiliares em Oftalmologia
III Congresso Brasileiro de Córnea

28 A 31 DE MAIO

TRANSAMERICA EXPO CENTER | SÃO PAULO









Prepare-se para um congresso totalmente inovador

Atualização de alto nível com + de 100 palestrantes internacionais

Novidade em 3D
no Wet Lab City:
Onde você aprimora sua técnica cirúrgica

Lançamentos importantes da indústria oftalmológica para conhecer de perto

Novos formatos de aulas, palestras e discussões

Festival de Filmes totalmente reformulado

PRODUZA SEU VÍDEO E PARTICIPE

Os hotéis oficiais já estão disponíveis no site.
GARANTA SUA HOSPEDAGEM COM CONDIÇÕES ESPECIAIS.

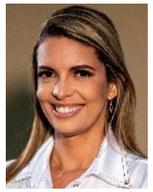
ACESSE A PROGRAMAÇÃO PRELIMINAR EM:
WWW.BRASCRS2025.COM.BR

ABCCR Associação Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa
BRASCRS Brazilian Association of Cataract and Refractive Surgery

SUMÁRIO

AUTORA

ANDRÉIA PELTIER URBANO



Doutora em Ciências Visuais pela Escola Paulista de Medicina, Unifesp. Autora do livro Cirurgia Personalizada Wavefront. Autora do livro Transplantes de Córnea - Técnicas da Atualidade. Especialidade nas áreas de catarata, cirurgia refrativa e ceratocone.

EDITORA DA SEÇÃO

BRUNA VENTURA



Mestrado pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Doutorado e pós-doutorado pela Unifesp. Fellowship em Catarata na Baylor College of Medicine, em Houston, EUA. Coordenadora do Curso de Especialização em oftalmologia da Fundação Altino Ventura (FAV).

OTIMIZANDO A CÓRNEA PARA LENTE PREMIUM

A percepção de um objeto pelo Sistema Visual Humano é uma atividade complexa que depende, inicialmente, da formação da imagem pelo sistema óptico e posteriormente, da condução desta informação para o sistema nervoso central, onde será realizado o processamento neural para interpretação pelo cérebro.

O Sistema Óptico Ocular é similar a uma máquina fotográfica, capta os raios e frentes de onda do objeto, que atravessam as suas lentes focalizadoras para a formação da imagem na retina.

Visto que o processo da refração da luz através das lentes do sistema óptico é influenciado por três fenômenos físicos que modificam a imagem formada na retina: difração, aberrações e scatter (dispersão), para que a imagem formada na retina apresente qualidade visual satisfatória, esses fenômenos devem estar otimizados.

Para efeitos didáticos, podemos considerar o filme lacrimal, a primeira lente do sistema óptico, a córnea, a segunda e o cristalino, a terceira.

Atualmente, podemos aprimorar a refração do sistema óptico ocular, permitindo uma melhor liberdade da necessidade de óculos e/ou lentes de contato.

A troca do cristalino – transparente em pacientes acima de 55 anos ou com catarata – por uma lente intraocular com tecnologia moderna, pode proporcionar a menor dependência e, em muitos casos, a independência dos óculos e/ou lentes de contato.

"O tratamento do filme lacrimal e da córnea antes da facoemulsificação permite que a melhor lente intraocular possa ser indicada e implantada, alcançando-se o melhor resultado visual desejado"

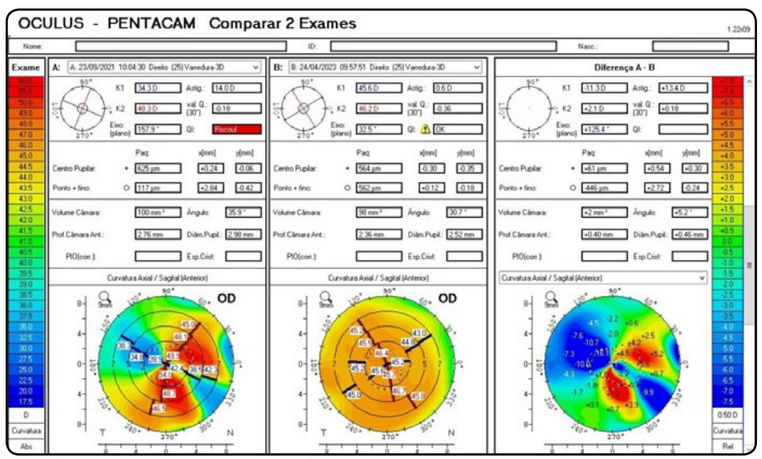


Figura 1 - Exame de tomografia de córnea Pentacam antes e depois da exérese do pterígio no olho direito, com redução do astigmatismo de 14 D para 0,6 D

No entanto, para que o sistema óptico possa ser beneficiado no pós-operatório da cirurgia de catarata, precisamos otimizar as lentes desse sistema no pré-operatório. O tratamento do filme lacrimal e da córnea antes da facoemulsificação permite que a melhor lente intraocular possa ser indicada e implantada, alcançando-se o melhor resultado visual desejado.

OTIMIZAÇÃO DO FILME LACRIMAL

No Congresso Brasileiro de Oftalmologia, em Brasília, 2024, o Dr. Rohit Shetty convidou-nos à reflexão: "E se nós virmos tudo diferente?".

No seu artigo de revisão, apresentou a progressão da bioengenharia na última década, com a dosagem de biomarcadores do filme lacrimal – similar ao exame de sangue – como caminho para a conduta terapêutica adequada no tratamento do olho seco.

Enfatizou que, em cirurgias oculares (cirurgias refrativas e cirurgias de catarata), a superfície ocular saudável

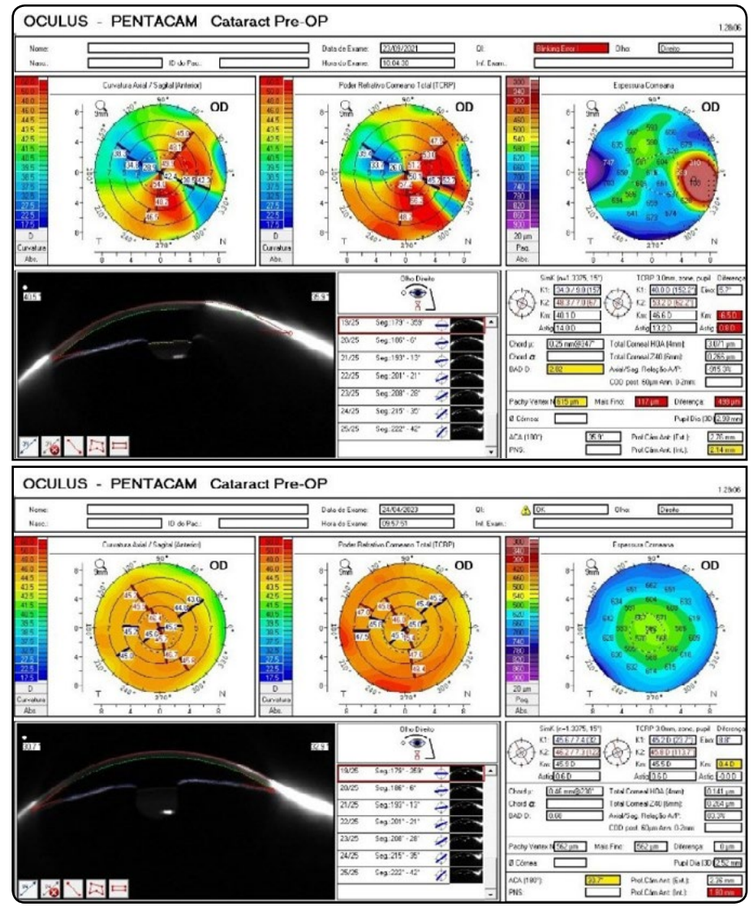


Figura 2 - Exames de tomografia de córnea Pentacam mostrando aberrações de alta ordem (Total Corneal HOA) de 3.071 micra antes (acima) e 0.141 micra depois da remoção do pterígio (abaixo)

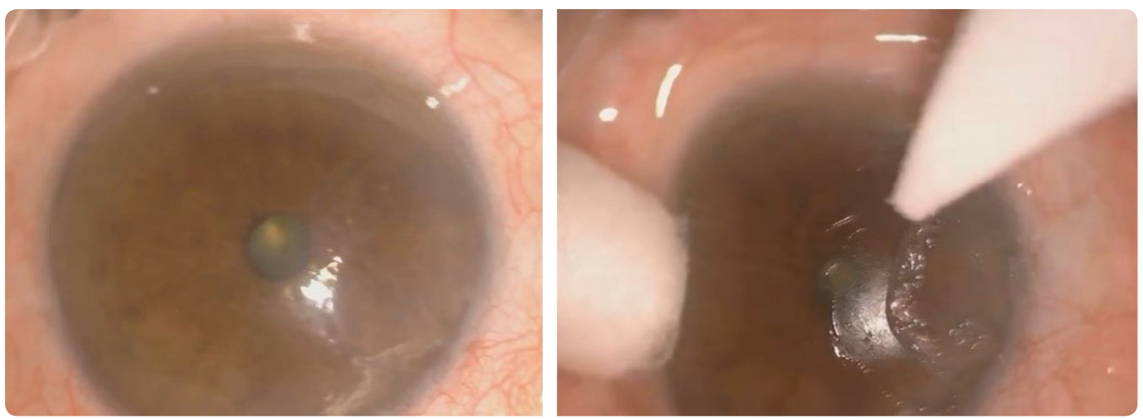


Figura 3 - Leucoma hipertrófico corneal residual atingindo o eixo visual de paciente com exérese prévia de pterígio (à esquerda) e a remoção cirúrgica do leucoma com a técnica da ceratectomia manual com esponja de merocel e preservação anatômica do leito estromal (à direita)

apresenta o processo de cicatrização com remodelamento epitelial regular, regeneração neural saudável e limitação do edema estromal ao exame da microscopia confocal, permitindo uma córnea transparente, com ótimo resultado visual.

No entanto, a superfície ocular previamente inflamada apresenta cicatrização pós-operatória com hiperplasia epitelial intensa, retardo da regeneração neural e intenso edema estromal ao exame da microscopia confocal, proporcionando uma córnea transparente, porém, com resultado visual subótimo.

Desse modo, apresentou-nos a conduta clínica para a "limpeza" biológica pré-operatória da inflamação da superfície ocular, guiada pela presença dos indicadores clínicos de inflamação da superfície ocular:

1. Pacientes com ≥ três destes indicadores:

• ≥ 25% perda de glândulas de Meibômio;

• Tear Break-up Time (TBUT) 5-7 segundos;

• Questionário Ocular Surface Disease Index (OSDI) alto;

• Prurido ocular;

• Acne.

No período pré-operatório, para esses pacientes, é necessária a utilização de colírio de hialuronato de sódio com trealose, quatro vezes ao dia, por duas semanas, e no período pós-operatório, a manutenção do tratamento por um mês.

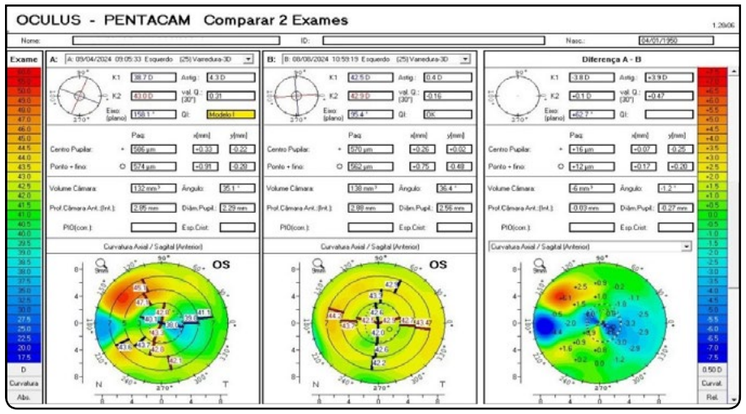


Figura 4 - Exame de Pentacam comparando o exame A com leucoma hipertrófico corneal, aplanamento da curvatura horizontal e astigmatismo de 4,3 D. Após a remoção do leucoma, o exame B mostra que o astigmatismo diminuiu para 0,4 D, com melhora da qualidade óptica da córnea

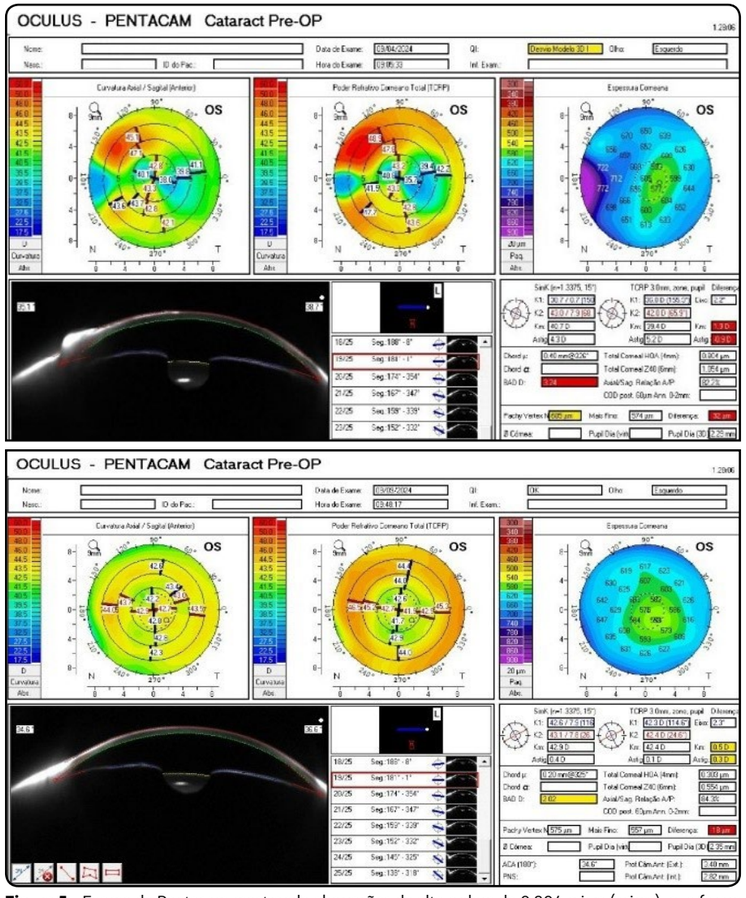


Figura 5 - Exame de Pentacam mostrando aberrações de alta ordem de 0.804 micra (acima), que foram reduzidas para 0.303 micra, após a remoção do leucoma hipertrófico corneal (abaixo)

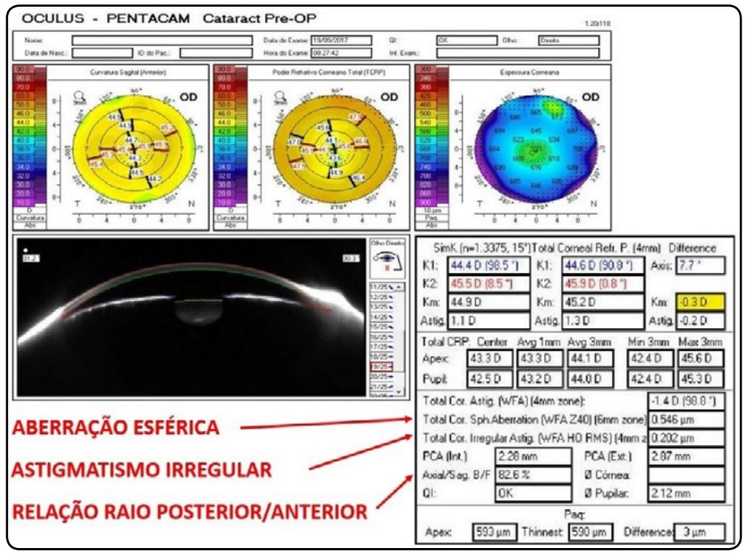


Figura 6 - Exame de Pentacam com Mapa Cataract Pre-OP de Maeda: valores da aberração esférica corneal total – Total Cor. Sph Aberration (WFA Z40) – na zona de 6 mm; do astigmatismo irregular corneal total, que corresponde às aberrações de alta ordem – Total Cor. Irregular Astig (WFA HO RMS) – na zona 4 mm e a relação raio posterior / anterior (Axial/Sag B/F), que, para córneas normais, é em torno de 82%

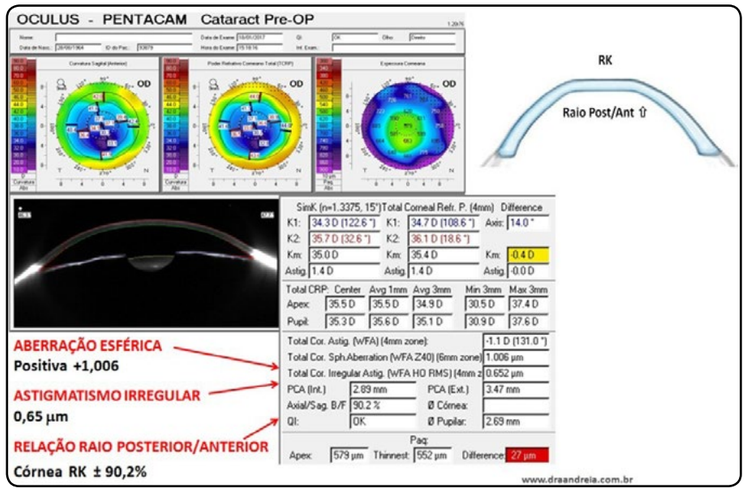


Figura 7 - Cirurgia de RK: aplanamento topográfico na zona óptica de tratamento refrativo e aumento da relação raio posterior/anterior da córnea

2. Pacientes com > três dos indicadores do item 1, associados a 50% perda de glândulas de Meibômio. No período pré-operatório, para esses pacientes, é necessária uma sessão de EYELIGHT / MIBOFLOW adicionada à prescrição de colírio de hialuronato de sódio com trealose, quatro vezes ao dia, por três semanas, e colírio de ciclosporina 0.09%, duas vezes ao dia, por três semanas, e no pós-operatório, a manutenção do tratamento por três meses.

OTIMIZAÇÃO DA CÓRNEA PARA LENTE INTRAOCULAR PREMIUM

No período pré-operatório da cirurgia de catarata, é importante verificar a superfície corneal, identificando padrões e realizando condutas que visem otimizar a córnea, permitindo a indicação da melhor lente intraocular, o adequado cálculo biométrico e a obtenção do resultado almejado.

Na propedêutica pré-operatória da cirurgia da catarata, a superfície da córnea deve ser analisada quantitativamente e qualitativamente, para que possam ser selecionadas córneas com potencial benefício de otimização cirúrgica antes da facoemulsificação.

Como primeiro exemplo de alteração da córnea que pode ser tratada antes da cirurgia da catarata, citamos o pterígio.

Imaginemos que, ainda que seja uma pinguécula ou um pterígio pequeno, se houver elevação da conjuntiva que proporcione uma instabilidade do filme lacrimal, com sintomas e sinais de olho seco, a remoção cirúrgica com a regularização da conjuntiva da superfície ocular será, indubitavelmente, benéfica, no sentido de ter sido removido um fator anatômico contribuinte para o olho seco do paciente.

E nos casos de pterígios maiores, que modificam a curvatura da córnea, com

aplanamento e aumento das aberrações irregulares de alta ordem, torna-se fundamental a remoção cirúrgica do pterígio para a otimização da córnea, visando a melhor qualidade visual pós-operatória.

No exemplo da **figura 1**, apresentamos a tomografia de córnea Pentacam do período pré e pós-operatório da exérese do pterígio do olho direito de uma paciente candidata à cirurgia de catarata. Como podemos ver, o pterígio estava causando um astigmatismo de 14 D, que reduziu para 0,6 D, após a sua exérese.

No mapa Cataract Pre-OP de Maeda, antes da cirurgia do pterígio, as aberrações de alta ordem, identificadas como astigmatismo irregular, eram 3.071 micra e foram reduzidas para 0.141 micra após a retirada do pterígio, resultando em uma córnea otimizada e elegível para o implante de uma lente intraocular premium trifocal (**figura 2**).

É interessante observarmos que, em alguns casos, embora o paciente tenha sido submetido a uma cirurgia prévia de pterígio, pode haver a permanência de leucoma corneal residual, com impacto na qualidade visual da córnea. Essas cicatrizes hipertróficas podem ser removidas com a técnica da ceratectomia manual com a esponja de merocel, com a preservação da estrutura intacta do estroma corneal.

Em seguida, na **figura 3**, apresentamos a conduta cirúrgica da remoção do leucoma hipertrófico em um paciente que já não mais apresentava pterígio,

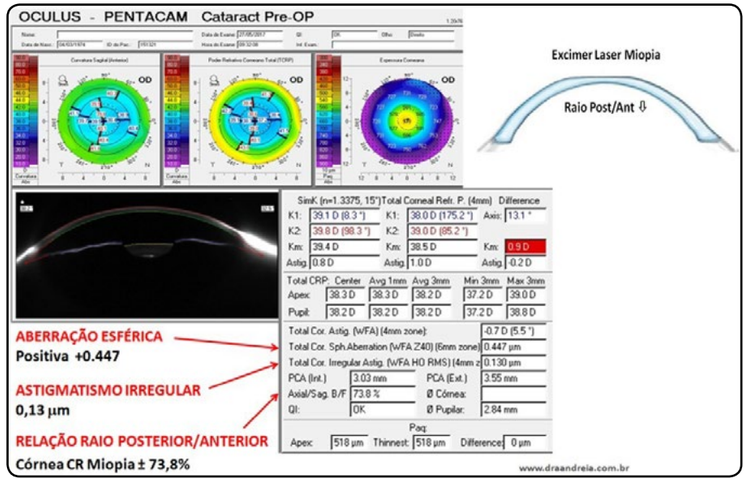


Figura 8 - Cirurgia de fotoablação com Excimer Laser para tratamento da miopia: aplanamento topográfico na zona óptica de tratamento refrativo e diminuição da relação raio posterior/anterior da córnea

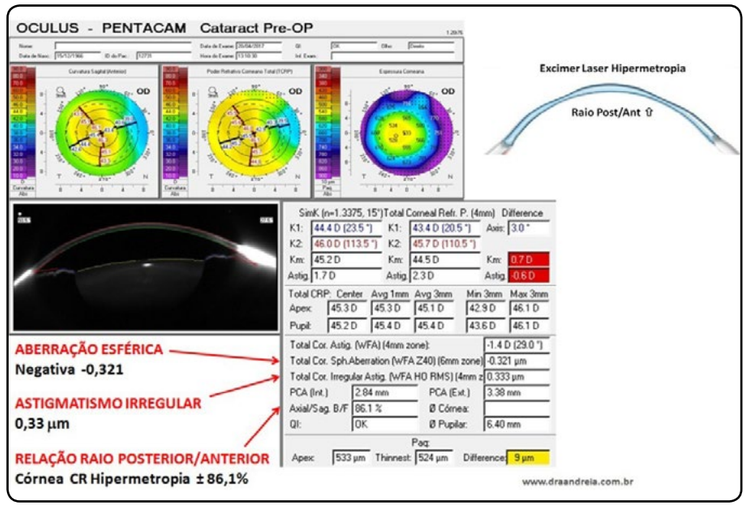


Figura 9 - Cirurgia de fotoablação com Excimer Laser para tratamento da hipermetropia: encurvamento topográfico na zona óptica de tratamento refrativo e aumento da relação raio posterior/anterior da córnea

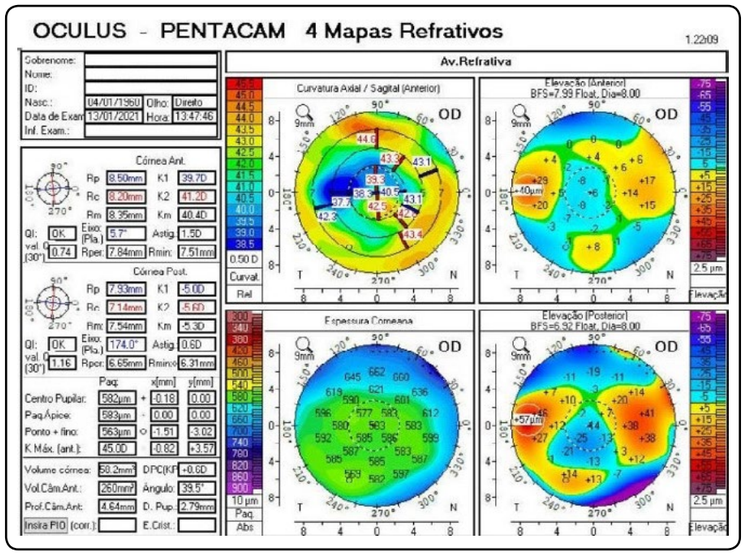
resultando na otimização da córnea para a cirurgia de catarata.

Na **figura 4**, no exame de tomografia Pentacam desse paciente, podemos observar que o leucoma hipertrófico estava causando o aplanamento da curvatura horizontal e astigmatismo de 4,3 D. Após a remoção do leucoma, a córnea ficou com regularização da curvatura e com astigmatismo de 0,4 D.

Visto que as aberrações de alta ordem diminuíram de 0.804 para 0.303 micra após a remoção do leucoma hipertrófico, a córnea pós-operatória adquiriu boa qualidade óptica, tornando-se elegível para o implante da lente intraocular premium trifocal (**figura 5**).

Com o advento da cirurgia refrativa, a córnea precisou ser modificada para permitir a correção das ametropias, com o objetivo de proporcionar a maior liberdade visual, sem a necessidade do uso dos óculos e/ou lentes de contato.

A análise do formato da córnea e da relação entre o seu raio posterior/anterior irá permitir definir se a córnea é normal (não operada) ou se foi submetida a cirurgia refrativa prévia.



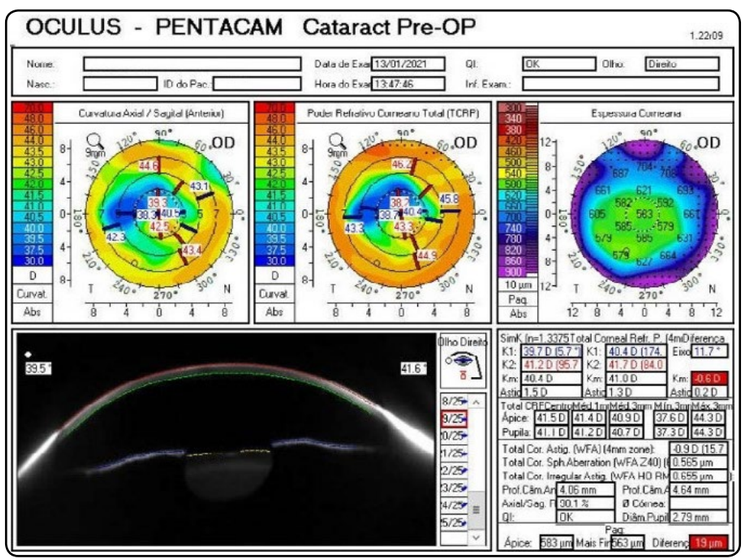


Figura 10 - Pentacam 4 Mapas Refrativos com asfericidade corneal (valor Q) +0.74 (acima) e Mapa Cataract Pre-OP com aberração esférica corneana total de +0.565 micra e astigmatismo irregular de 0.655 micra (abaixo), em paciente com RK prévio

Como podemos verificar na **figura 6,** para uma córnea normal, a relação entre o raio posterior e anterior é em torno de 82 ± 2,1%. Além disso, a córnea normal apresenta baixa magnitude de astigmatismo irregular (aberrações de alta ordem < 0.3 micra).

Quando a córnea é submetida a cirurgia refrativa, a relação entre o seu raio posterior e anterior é alterada, de acordo com a modificação causada pela técnica cirúrgica.

Na técnica cirúrgica mais antiga - a ceratotomia radial (RK) - a miopia e o astigmatismo eram, respectivamente, tratados com a confecção de incisões corneanas radiais e transversais, com bisturi de diamante.

Visto que na cirurgia de RK existe um aplanamento, tanto na superfície corneal anterior quanto na posterior, a relação entre o raio posterior e o raio anterior aumenta com essa cirurgia, que pode ser detectada ao exame do Pentacam, no mapa Cataract Pre-OP. Além disso, podemos observar o padrão topográfico do aplanamento corneano na zona óptica de tratamento da cirurgia de RK (**figura 7**).

Na cirurgia da correção da miopia com o Excimer Laser (fotoablação miópica), o aplanamento da córnea ocorre apenas na superfície anterior. Sendo assim, a relação entre o raio posterior e o raio anterior diminui, como podemos observar na **figura 8**.

Por sua vez, na cirurgia da correção da hipermetropia com o Excimer Laser

(fotoablação hipermetrópica), existe o encurvamento da córnea apenas na superfície anterior. Por isso, a relação entre o raio posterior e o raio anterior aumenta (**figura 9**).

É bem conhecido que as córneas submetidas a cirurgias refrativas prévias podem apresentar qualidade óptica satisfatória ou inadequada, a depender do padrão de aberrações de alta ordem resultantes do tratamento refrativo.

Sabemos que córneas submetidas à cirurgia de RK prévia tendem a ser córneas instáveis, com flutuação da refração ao longo do dia, e, na prática clínica, observamos padrões de qualidade óptica bastante variáveis, relacionados à técnica cirúrgica empregada.

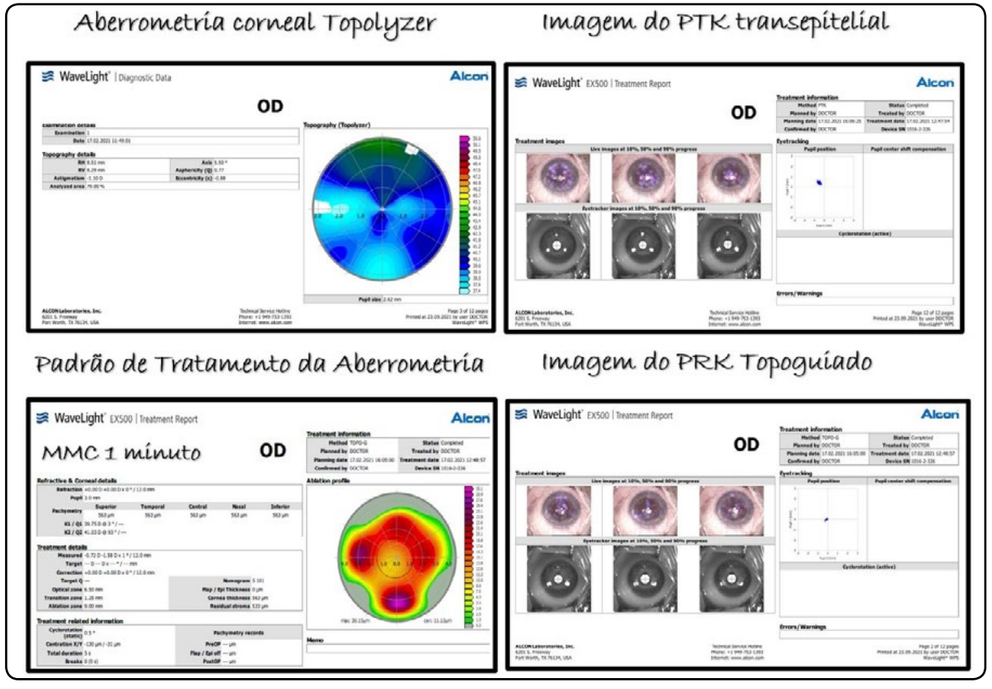


Figura 11 - Remoção epitelial com PTK seguida do PRK topoguiado pela aberrometria Topolyzer para tratamento das aberrações de alta ordem, no olho pós-RK

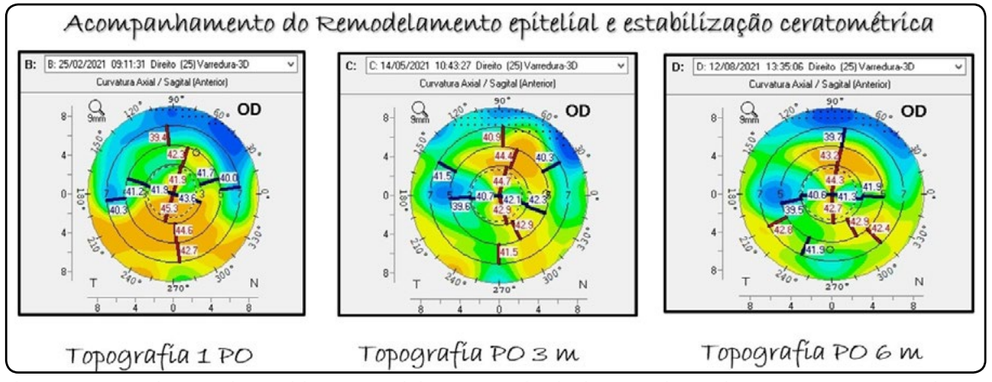


Figura 12 - Acompanhamento do remodelamento epitelial com tomografias de córnea seriadas, um dia, três meses e seis meses pós-operatórios. Medidas ceratométricas similares entre o terceiro e o sexto mês

Observamos também que córneas submetidas às cirurgias refrativas com aparelhos de Excimer Laser mais antigos, que utilizavam tamanhos de feixes de laser maiores, zonas ópticas menores, sem ativação do sistema de rastreamento ocular (eye-tracking), foram mais propensas à maior indução de aberrações de alta ordem deletérias para a qualidade visual, especialmente a aberração esférica e o coma.

Com o advento da cirurgia personalizada guiada pela aberrometria da córnea, tornou-se possível regularizar as curvaturas da superfície corneana, com o tratamento das aberrações de alta ordem com o Excimer Laser, permitindo, assim, a otimização da córnea antes do implante da lente intraocular na facoemulsificação.

Em seguida, apresentaremos córneas submetidas a cirurgia refrativa prévia e suas respectivas condutas antes da cirurgia da catarata, de acordo com cada necessidade óptica.

A **figura 10** apresenta os exames de Pentacam no olho direito de um paciente de 61 anos, submetido a cirurgia de RK há 30 anos, refração dinâmica +2.00 -1.00 x 70 = 20/30, biomicroscopia com incisões de RK íntegras e catarata nuclear ++. Nos quatro mapas refrativos, podemos observar assfericidade corneal (valor Q) de +0.74 e no mapa Cataract Pre-OP, aberração esférica corneana total de +0.565 micra e astigmatismo irregular de 0.655 micra.

Para a otimização da córnea antes da cirurgia de catarata, foi realizado o tratamento com Excimer Laser personalizado topoguiado: a remoção epitelial com PTK, seguida por PRK guiado pela aberrometria da córnea Topolyzer. Ressaltemos que esse tratamento contemplou apenas a regularização das aberrações de alta ordem, ou seja, o planejamento do tratamento foi alvo esférico plano, alvo cilíndrico plano e as aberrações corneanas de alta ordem foram regularizadas de acordo com a imagem da aberrometria Topolyzer (**figura 11**).

A topografia da córnea foi acompanhada no período pós-operatório para a observação do remodelamento epitelial e da estabilização ceratométrica, como pode ser observado pelas medidas ceratométricas similares, no

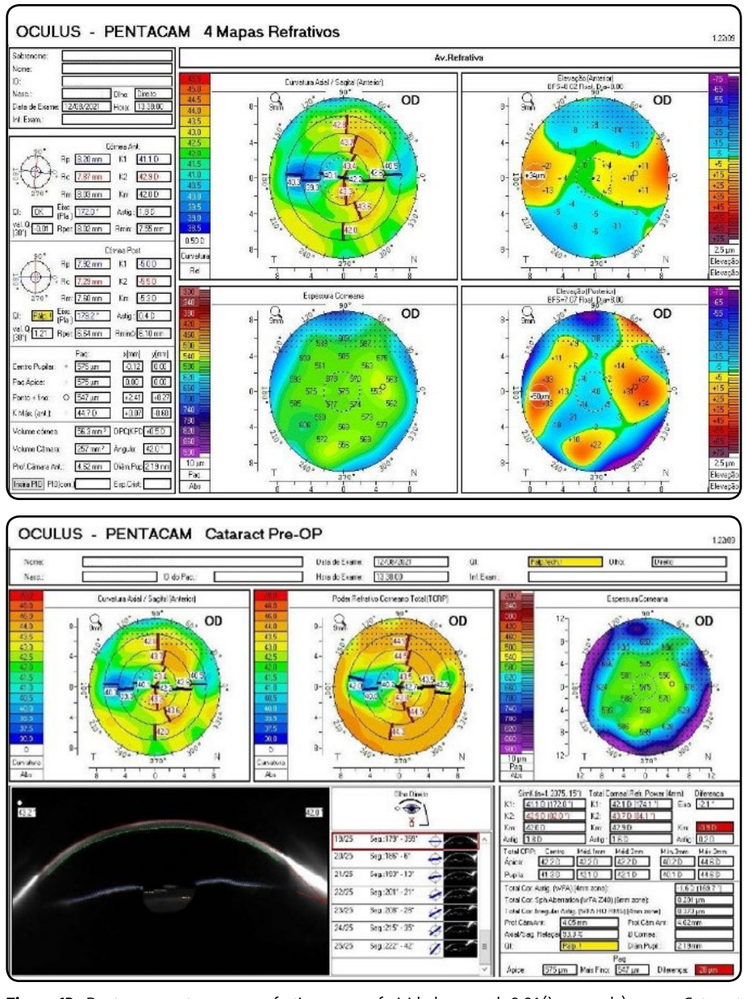


Figura 13 - Pentacam quatro mapas refrativos com asfericidade corneal -0.01 (à esquerda) e mapa Cataract Pre-OP com aberração esférica corneana total de +0.291 micra e astigmatismo irregular de 0.370 micra (à direita), em paciente com otimização da córnea com PRK topoguiado personalizado, em RK prévio

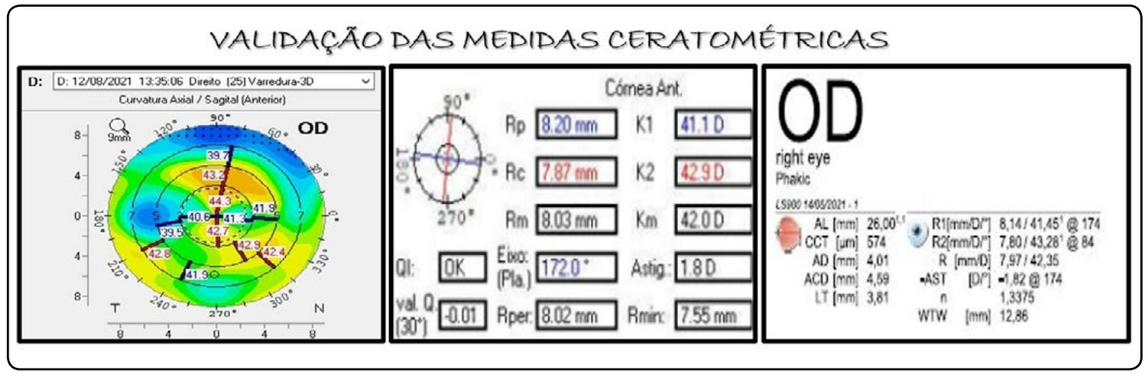


Figura 14 - Boa validação das medidas ceratométricas entre a imagem da tomografia Pentacam, o Sim K do Pentacam e a biometria Lenstar

terceiro e sexto meses pós-operatórios (**figura 12**).

O exame do Pentacam pós-operatório do sexto mês mostra que a asfericidade corneana foi reduzida para -0.01, enquanto a aberração esférica corneana total diminui para +0.291 micra e o astigmatismo irregular foi otimizado para 0.370 micra (**figura 13**).

Diante do padrão aberrométrico satisfatório e da validação das medidas ceratométricas similares entre a tomografia Pentacam e a biometria Lenstar (**figura 14**), na época, foi indicado o implante da lente monofocal tórica. Atualmente, com o advento das lentes de foco estendido e lentes monofocais plus, essas seriam ótimas opções de lentes intraoculares para essa córnea.

E qual a fórmula biométrica escolhida diante desse caso que foi submetido a cirurgia prévia de RK para miopia e PTK com PRK topoguiado para aberrações de alta ordem?

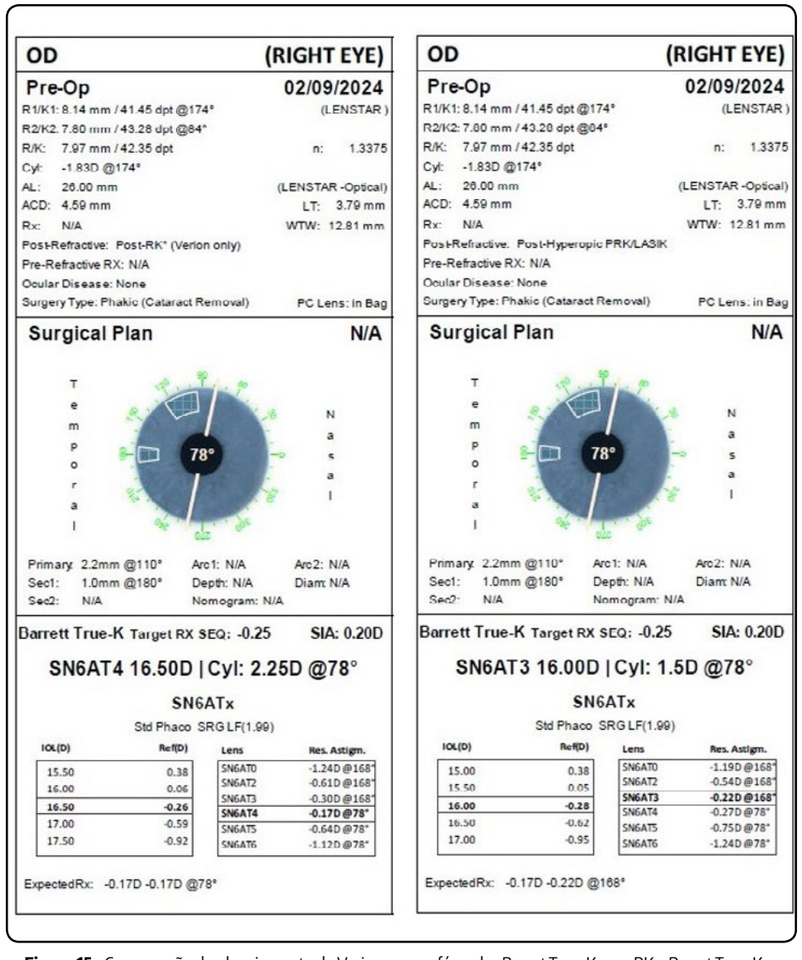


Figura 15 - Comparação do planejamento do Verion com as fórmulas Barret True-K para RK e Barret True-K para hipermetropia

A dica está em observar a relação do raio posterior/anterior da córnea de 93.3% no mapa Cataract Pre-OP, conforme evidenciado, anteriormente, na **figura 13**.

Visto que a relação do raio posterior/anterior é aumentada na cirurgia de RK e no tratamento hipermetrópico, comparamos as dioptrias da lente monofocal tórica nessas duas fórmulas, tendo sido escolhida a lente monofocal tórica SN6AT3 de +16.50 T3. Foi uma opção pessoal a de escolher a lente com dioptria esférica com alvo mais miópico e com menor toricidade, favorecendo o cilindro a favor da regra (**figura 15**). Ressaltemos que a posição da incisão foi modificada de 84 (meridiano mais curvo) para 110 graus, devido à presença da incisão radial aos 90 graus.

Esse caso é interessante devido aos detalhes que devemos observar nas córneas submetidas à cirurgia de RK prévia. No primeiro dia pós-operató-

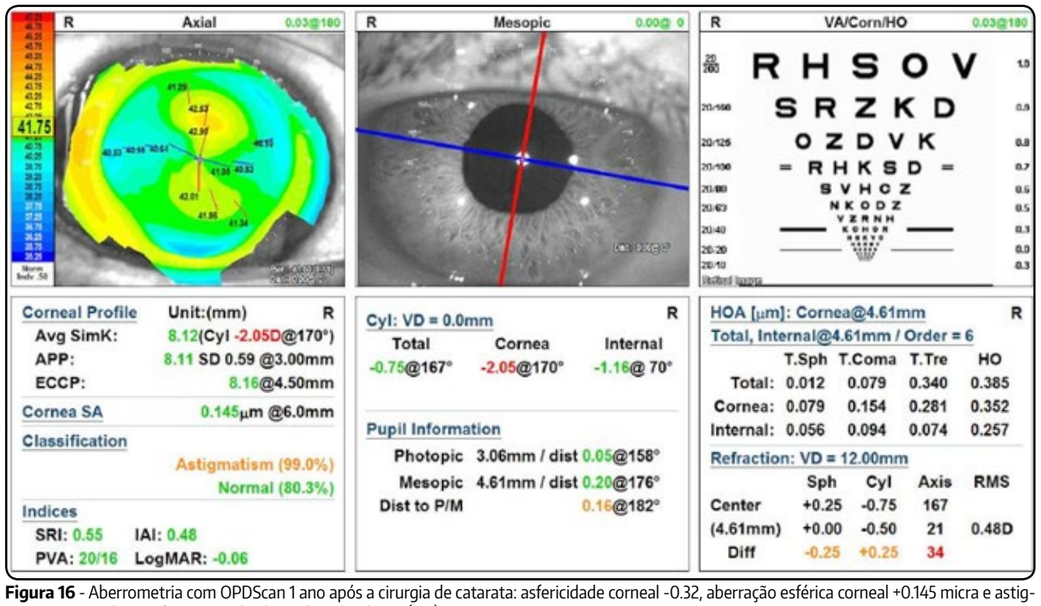


Figura 16 - Aberrometria com OPDScan 1 ano após a cirurgia de catarata: asfericidade corneal -0.32, aberração esférica corneal +0.145 micra e astigmatismo irregular ou aberrações de alta ordem da córnea (HO) +0.352 micra

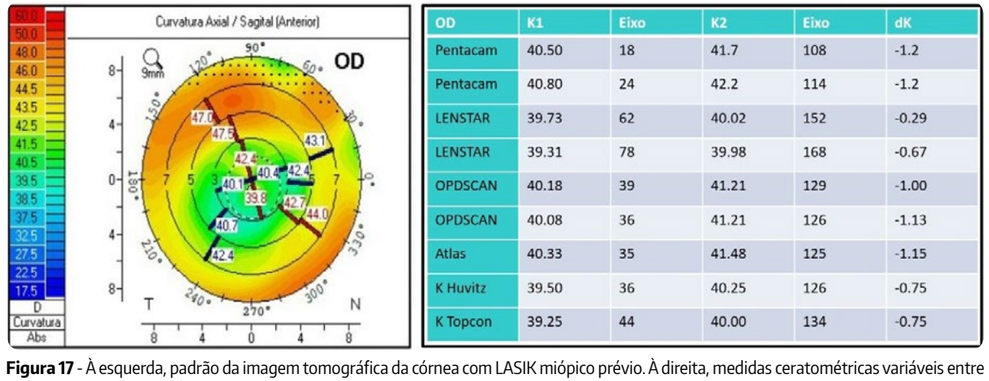


Figura 17 - À esquerda, padrão da imagem tomográfica da córnea com LASIK miópico prévio. À direita, medidas ceratométricas variáveis entre equipamentos distintos (tomografia Pentacam, biometria Lenstar, aberrometria OPDSCAN, topografia Atlas, ceratometria do autorrefrator Huvitz, ceratometria do autorrefrator Topcon)

rio da catarata, o paciente apresentava acuidade visual sem correção de 20/30, com a sensação de "plástico na visão". O exame de autorrefrator, que é muito impreciso nesse momento, apresentou refração de +3.50 -1.50 x 179. Ao exame da biomicroscopia, a córnea estava transparente, com incisões fechadas e lente intraocular bem posicionada. Visto que sabemos que as incisões corneanas tendem a ficar mais hidratadas devido à fluídica da cirurgia de facoemulsificação, prescrevemos colírio de cloreto de sódio a 5% (Hipertonic), cinco vezes ao dia. No sexto dia pós-operatório, o paciente foi reavaliado, apresentando acuidade visual sem correção de 20/20 J2, com refração dinâmica de +0.25 -0.25 x 170, relatando que o olho operado estava bem melhor e manifestando o desejo de operar o olho esquerdo no dia seguinte.

No acompanhamento do primeiro ano pós-operatório, pudemos observar estabilidade do resultado alcançado: acuidade visual sem correção 20/15 J2, refração dinâmica +0.25 e aberrometria com OPDScan evidenciando asfericidade corneal de -0.32, aberração esférica corneal de +0.145 micra e astigmatismo irregular de 0.352 micra (**figura 16**).

Na **figura 17**, apresentamos o caso de uma paciente submetida a cirurgia de LASIK para miopia há 20 anos, no qual podemos verificar que as medidas ceratométricas não podiam ser validadas pela grande variabilidade do astigmatismo obtido com equipamentos distintos. Na **figura 17** à esquerda,

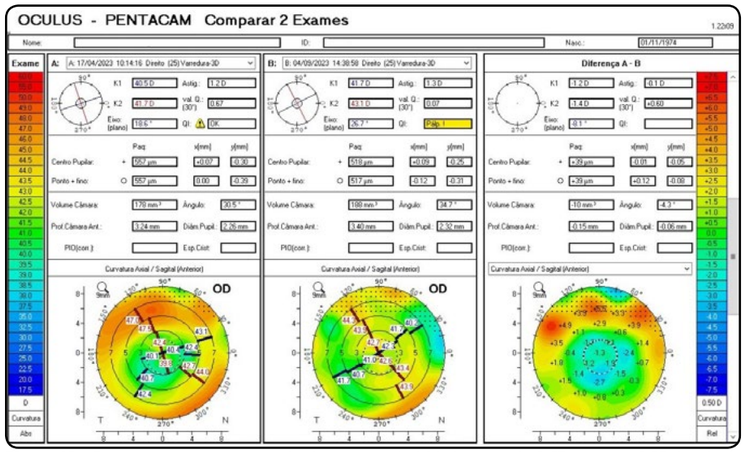
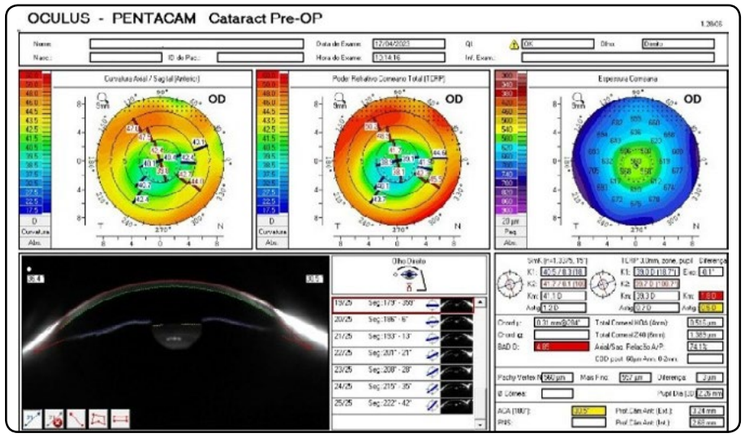


Figura 18 - Pentacam quatro mapas refrativos com asfericidade corneal +0.67 antes e +0.07 depois da otimização da córnea



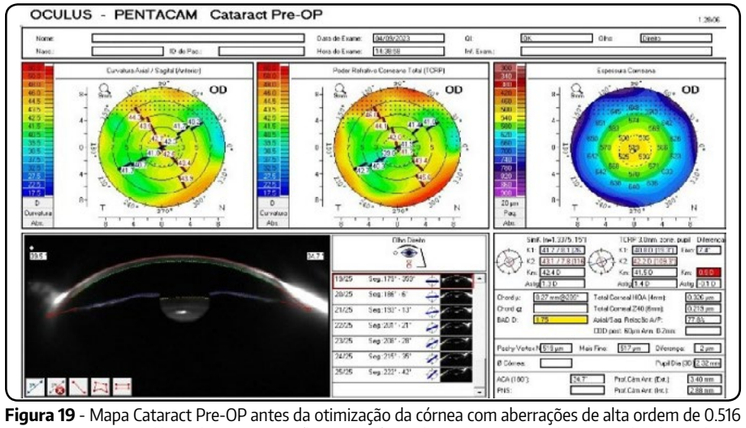


Figura 19 - Mapa Cataract Pre-OP antes da otimização da córnea com aberrações de alta ordem de 0.516 micra e aberração esférica de 1.383 micra (à esquerda). Após o PRK topoguiado personalizado, a córnea otimizada teve redução das aberrações de alta ordem para 0.326 micra e aberração esférica para 0.219 micra (à direita)

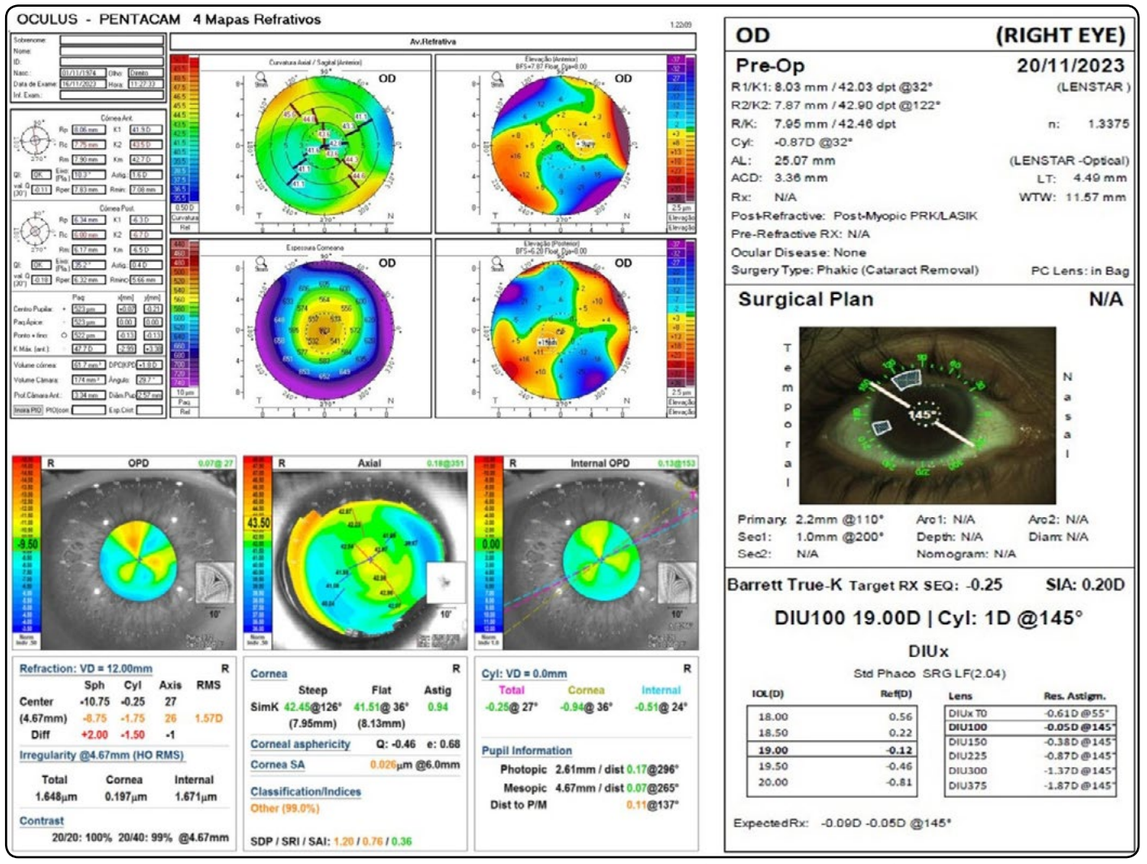


Figura 20 - Validação das medidas ceratométricas entre os equipamentos da tomografia Pentacam (à esquerda, superiormente), aberrometria OPDScan (à esquerda, inferiormente) e dados da biometria Lenstar inseridos no planejador Verion, com a fórmula Barret True-K para miopia (à direita)

observamos o padrão de um aplanamento central topográfico, com zona óptica pequena após o LASIK miópico. Na **figura 17** à direita, variações no K1 e eixo, K2 e eixo e dk (astigmatismo), com equipamentos distintos.

A paciente optou por otimizar a córnea antes da cirurgia da catarata, sendo realizado o tratamento com Excimer Laser personalizado guiado: remoção epitelial com PTK seguida por PRK guiado pela aberrometria da córnea Topolyzer. visando apenas a regularização das aberrações de alta ordem.

Na **figura 18** podemos observar o exame da tomografia da córnea antes e após a otimização da córnea. Antes da otimização, a asfericidade da córnea era +0.67. Após o PRK topoguiado, a asfericidade diminuiu para +0.07.

Na **figura 19** podemos observar que as aberrações de alta ordem eram de 0.516 micra antes da otimização da córnea, tendo sido reduzidas para 0.326 micra após o PRK topoguiado, enquanto a aberração esférica era 1.383 micra antes, e reduzida para 0.219 micra, no pós-operatório.

Após a otimização da córnea com o tratamento das aberrações de alta ordem, podemos observar que as medidas ceratométricas tornaram-se similares e, portanto, validadas para a cirurgia de catarata, como demonstrado na **figura 20**.

É importante ressaltarmos que sempre devemos verificar, além dos valores do Sim K, a imagem topográfica, para a

validação das medidas biométricas. Nesse caso, embora a medida da ceratometria do Sim K do Pentacam sinalize que o eixo mais plano está aos 10 graus, a imagem topográfica mostra que o eixo mais plano está aos 30 graus, ou seja, compatível com o eixo mais plano da aberrometria OPDScan e da biometria Lenstar (**figura 20**).

Visto que o eixo mais curvo na imagem topográfica está aos 120 graus, optamos pela incisão principal aos 110 graus, com a fórmula Barret True-K para miopia. A escolha da lente Eyhance Tórica DIU100 com a dioptria +20.00 objetivou alvo para monovisão de -0.81, visto que esse olho apresentava alta miopia de -10.00 no pré-operatório da cirurgia de catarata. Como resultado refrativo, a paciente obteve acuidade visual de perto sem correção de J1, com refração pós-operatória de -1.00 D.

Na nossa prática clínica, optamos pela micro-monovisão com alvo -0.50 no olho não-dominante com as lentes monofocais plus, estendendo o alvo miópico para -0.75 no olho não-dominante em pacientes com alta miopia.

Por fim, a **figura 21** mostra um paciente com catarata, submetido previamente a cirurgia de LASIK para hipermetropia, com valores ceratométricos bem distintos nos exames da tomografia Pentacam e da biometria Lenstar. Esse achado pode ser explicado pela diferença de curvatura da córnea entre área central e paracentral da córnea, encurvada pela fotoablação hipermetrópica. Ou seja, a biometria

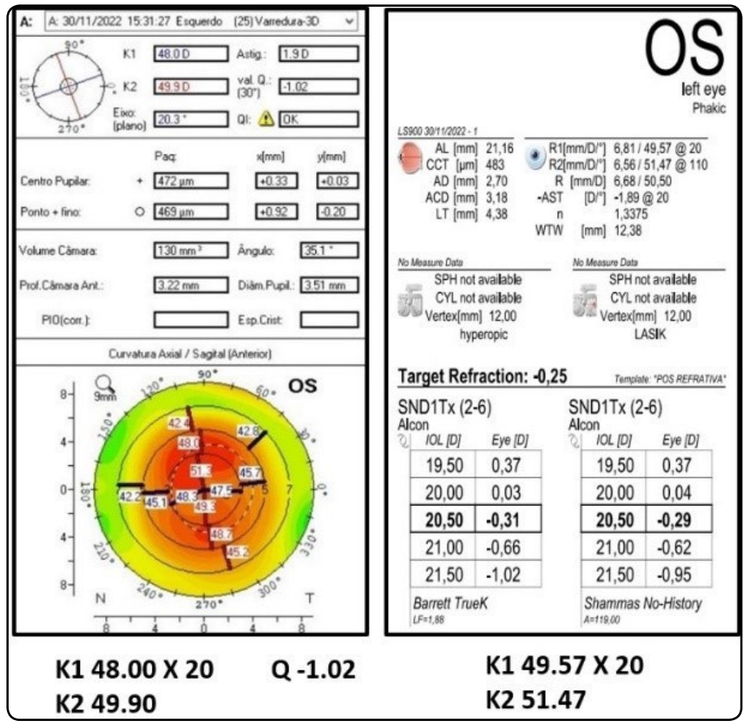


Figura 21 - Imprecisão na validação das medidas ceratométricas entre a tomografia Pentacam e a biometria Lenstar, em olho submetido a LASIK hipermetrópico prévio

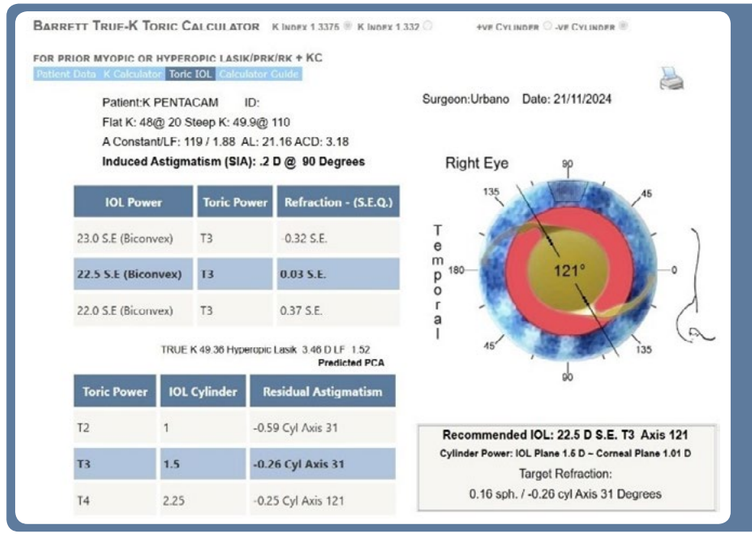


Figura 22 - À esquerda: simulação da calculadora Barret True-K tórica para hipermetropia, com valores da ceratometria do Pentacam: lente +22.50 T3 (para constante Lens Factor de 1.88). À direita, calculadora Barret True-K tórica para hipermetropia, com valores da ceratometria do Lenstar: lente +20.50 T3 (para constante Lens Factor de 1.88)

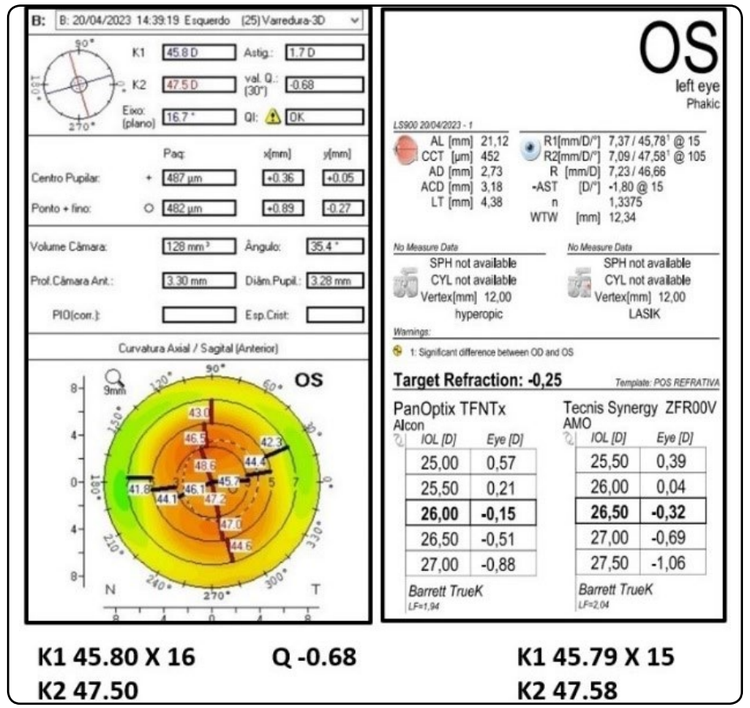


Figura 23 - Após a otimização da córnea com o PTK transepitelial e PRK topoguiado para tratamento das altas ordens: validação ceratométrica, com medidas similares entre a tomografia Pentacam e a biometria Lenstar, permitindo cálculo biométrico com maior precisão

Lenstar mostra valores mais curvos na área mais central da córnea, enquanto a tomografia Pentacam já mostra valores menos curvos na área paracentral.

Como podemos analisar, a diferença de quase 2 dioptrias na ceratometria implica em uma diferença de 2 dioptrias na lente intraocular. Para fins ilustrativos, na **figura 22** mostramos as simulações dos cálculos na fórmula Barret True-K para hipermetropia: à esquerda, com os valores ceratométricos do Pentacam, e à direita, com os valores ceratométricos do Lenstar.

Após a explicação, ao paciente, sobre o benefício da otimização da córnea para melhora da qualidade da córnea, foi realizado o PTK transepitelial com PRK topoguiado personalizado para a regularização ceratométrica da córnea. Como resultado pós-operatório, podemos observar que as medidas ceratométricas tornaram-se similares entre os exames da tomografia Pentacam e da biometria Lenstar (**figura 23**).

Diante dos casos apresentados, podemos observar que a otimização do filme lacrimal e da córnea antes da cirurgia da catarata permite o tratamento das aberrações de alta ordem, a regularização das curvaturas corneais, a viabilização da validação ceratométrica, a melhor indicação da lente intraocular premium e o resultado visual pós-operatório com a melhor qualidade visual óptica total.

Autores

RAMON CORAL GHANEM



Departamento de Córnea e Cirurgia Refrativa do Hospital de Olhos Sadalla Amin Ghanem (Joinville-SC). Doutorado pela Universidade de São Paulo (USP, São Paulo-SP).

GABRIEL DE ALMEIDA FERREIRA



Departamento de Córnea do Hospital de Olhos Sadalla Amin Ghanem (Joinville-SC). Mestrado pela Universidade Estadual Paulista (Unesp, Botucatu-SP).

Editor da seção

BERNARDO KAPLAN MOSCOVICI



Especialista em córnea pela Santa Casa de SP, em superfície ocular pela USP, e em cirurgia refrativa pela Unifesp. Colaborador dos setores de Óptica Cirúrgica, na Unifesp, e Cirurgia Refrativa, na Santa Casa de SP.

Os autores declaram ausência de conflito de interesses.

INOVAÇÃO EM CÓRNEA E CIRURGIA REFRATIVA: TOMOGRAFIA DE CÓRNEA EM ALTA RESOLUÇÃO

O MS-39 é um tomógrafo de córnea fabricado pela Costruzione Strumenti Oftalmici (CSO), Itália, que apresenta uma tecnologia avançada para avaliação estrutural da córnea e do mapa epitelial com altíssima resolução (>3,6 µm em tecido) e amplo diâmetro de análise (10 mm) (**figura 1**). Este aparelho combina a tomografia de coerência óptica (OCT – Optical Coherence Tomography) de segmento anterior de domínio espectral, utilizando cortes axiais de 16 mm x 8 mm, a topografia corneana de Plácido (22 anéis) e a pupilografia por infravermelho, proporcionando uma análise detalhada da córnea e do segmento anterior do olho.

É utilizado na avaliação pré e pós-operatória de pacientes submetidos a cirurgia refrativa, como LASIK, PRK, extração de lentículas e cirurgias de córnea, como implante de anéis, crosslinking e transplante de córnea (**figura 2**). Além disso, também auxilia na avaliação do cristalino (morfologia e posição), biometria (espessura da lente), pupilometria dinâmica (escotópica, mesópica e fotópica), análise angular no glaucoma e avaliação do filme lacrimal (BUT não invasivo).

1. ANÁLISE DETALHADA CAMADA A CAMADA DA CÓRNEA (FIGURA 3)

O MS-39 fornece mapas detalhados da superfície e estrutura interna da córnea, permitindo a avaliação do mapa epitelial da córnea total, mapa estromal, além do mapa gaussiano, de espessura total e progressão paquimétrica. Todos os mapas são acompanhados de uma avaliação do desvio padrão em relação à normalidade, de extrema valia, especialmente nos mapas epiteliais (**figura 3**).

São utilizados vários índices para o screening de ceratocone, como o SI (índice superior-inferior), CSI (índice centro-periferia) e EI (ectasia index), todos da face anterior e posterior da córnea. Além disso, também avalia índices de espessura corneana mínima, simetria da espessura corneana, incremento máximo da

"Este aparelho combina o OCT de segmento anterior de domínio espectral, utilizando cortes axiais de 16 mm x 8 mm, a topografia corneana de Plácido (22 anéis) e a pupilografia por infravermelho, proporcionando uma análise detalhada da córnea e do segmento anterior"



Figura 1 - Tomógrafo de Córnea MS-39 (CSO – Costruzione Strumenti Oftalmici, Itália)



Figura 2 - A) Ceratocone avançado observado em corte tomográfico de alta resolução no MS-39 (CSO – Costruzione Strumenti Oftalmici, Itália). B) Mesmo caso de ceratocone avançado exibido em tomógrafo com tecnologia padrão de Scheimpflug, como o Galilei (Ziemer Ophthalmic Systems AG, Suíça) ou Pentacam (Oculus, Alemanha)

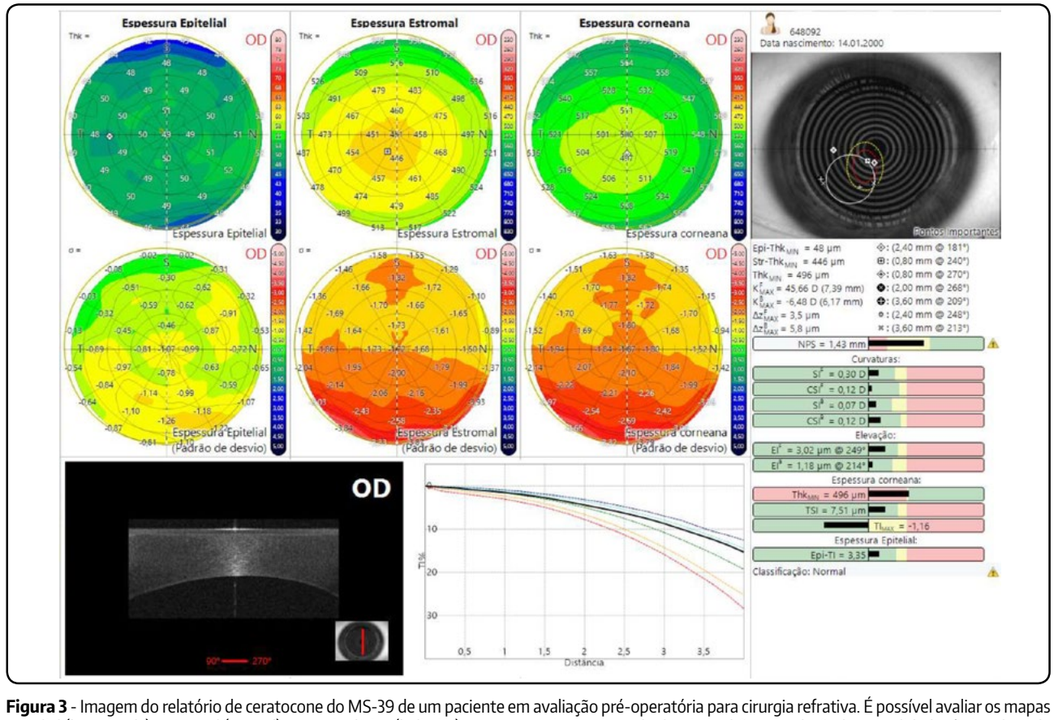


Figura 3 - Imagem do relatório de ceratocone do MS-39 de um paciente em avaliação pré-operatória para cirurgia refrativa. É possível avaliar os mapas epitelial (à esquerda), estromal (central) e paquimétrico (à direita), com respectivos mapas de desvio padrão em relação à normalidade abaixo de cada mapa. Também é possível observar o OCT da córnea achatada (abaixo à esquerda), que permite a identificação de alterações mais sutis da face posterior. No centro inferior, o gráfico de progressão paquimétrica com respectivas linhas de normalidade. Já no canto direito, imagem dos anéis de Plácido e vários índices de rastreamento de ceratocone

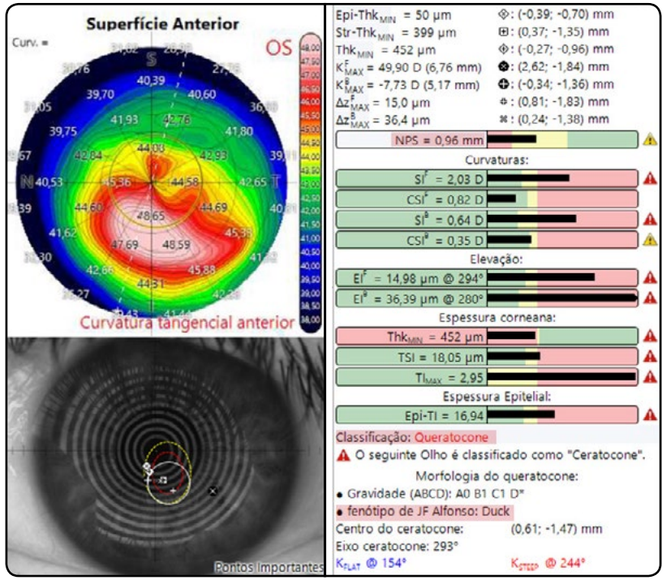


Figura 4 - Análise automatizada para rastreamento de ectasias do MS-39. Na imagem superior esquerda observa-se um mapa topográfico típico de ceratocone. Na imagem inferior esquerda temos a imagem da ceratoscopia com discos de Plácido onde são marcados os "pontos notáveis", como o local de maior curvatura anterior, maior curvatura posterior, paquimetria mínima, espessura epitelial mínima, entre outros. À direita podemos ver diversos parâmetros corneanos e o Índice NPS (Notable Points Score). Além disso, na parte inferior desde relatório, é reportado o aspecto de ceratocone juntamente com a classificação de Fernández-Vega Alfonso (neste caso, padrão "pato")

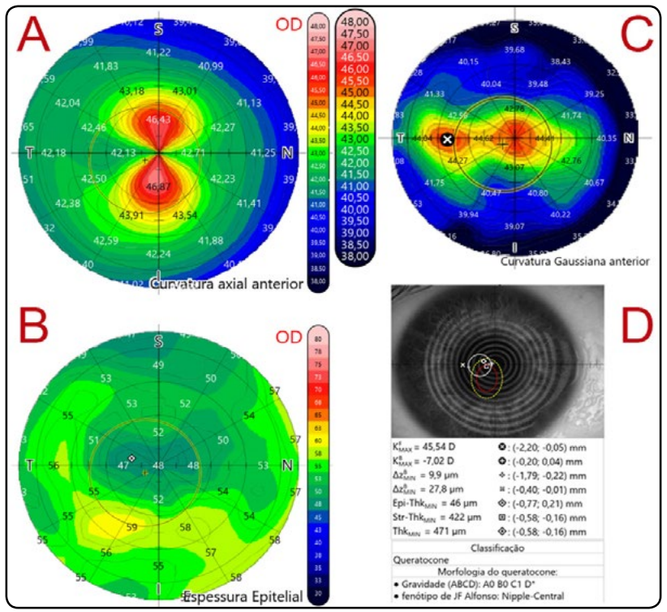


Figura 5 - (A) Mapa topográfico com padrão de baby bow-tie. (B) Mapa de espessura epitelial evidenciando afinamento central. (C) Mapa gaussiano que compensa o astigmatismo corneano, mostrando aumento de curvatura central. (D) Análise dos NPS mostrando pontos de curvatura máxima, espessura mínima e outros pontos notáveis coincidentes, com análise de inteligência artificial classificando como ceratocone padrão Nipple

paquimetria e vários índices relacionados ao epitélio corneano. O aparelho também conta com tecnologia de inteligência artificial que analisa vários pontos críticos em diversos mapas (chamados de "pontos notáveis"), criando um índice geral (NPS, Notable Points Score) e classificando o aspecto tomográfico, inclusive com o subtipo morfológico do ceratocone, conforme a classificação de Fernández-Vega Alfonso (**figura 4**).

O aparelho também é capaz de avaliar o efeito refrativo do epitélio (refração epitelial nos 3 e 6 mm centrais), o que tem valia nos tratamentos transepiteliais.

2. DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES SUBCLÍNICAS

A inclusão da avaliação do epitélio corneano em todos os pacientes acrescenta muito à propedêutica. Assim, o MS-39 ajuda a identificar condições como ceratocone inicial (**figura 5**), distrofia da membrana basal epitelial (**figuras 6A e 6B**), distorção corneana secundária ao uso de lentes de contato (Corneal Warpage) e outras irregularidades epiteliais que não são visíveis em exames de topografia e tomografia comuns e são fundamentais para determinar a viabilidade da cirurgia.

A avaliação sistemática da camada epitelial também traz mais informações para casos suspeitos, como em pacientes com topografia mostrando skewed radial axis e assimetria superior (**figura 7**), onde o mapa epitelial evidencia afinamento epitelial importante na região, ou em pacientes com assimetria superior significativa e grande afinamento epitelial superior (**figura 8**).

3. APLICAÇÃO EM SITUAÇÕES CLÍNICAS DE DOENÇAS CORNEANAS

O uso de imagens tomográficas de alta resolução permite diagnósticos e tratamentos mais precisos. Por exemplo, em pacientes com cicatrizes corneanas, é possível definir a profundidade e extensão das cicatrizes, auxiliando na decisão terapêutica entre PTK (phototherapeutic keratectomy) e DALK (deep anterior lamellar keratoplasty).

Em um caso com cicatrizes difusas superficiais e irregularidade subepitelial importante (**figura 9**), foi possível realizar tratamento PRK transepitelial e topoguiado, resultando em grande melhora topográfica (**figura 10**), redução significativa das cicatrizes e regularização estromal anterior no corte tomográfico.

Outro exemplo foi um paciente com ceratoglobo e leucoma apical na biomicroscopia (**figura 11**). Na avaliação dos cortes tomográficos, foi identificada falha no endotélio, provavelmente devido a hidropsia prévia (**figura 12**), impactando na técnica cirúrgica empregada.

4. PLANEJAMENTO PERSONALIZADO E MONITORAMENTO

O MS-39 é interligado ao Laser Schwind Amaris 1050RS, permitindo que os dados dos mapas ceratométrico, aberrométrico, epitelial e paquimétrico sejam exportados diretamente para o laser e utilizados em tratamentos personalizados (asféricos, topoguiados ou transepiteliais).

Além disso, as imagens da íris, centroide pupilar e vasos límbicos também são exportadas, permitindo controle preciso da ciclotorsão ocular (Static Cyclotorsion Control, **figura 16**) e do deslocamento pupilar em relação ao vértice corneano (pupil off-set).

5. MONITORAMENTO PÓS-OPERATÓRIO DO EPITÉLIO

O acompanhamento do estado epitelial no pós-operatório é essencial para avaliar o resultado e a eficácia das cirurgias ceratorrefrativas. É possível verificar o comportamento epitelial após ablações, como em astigmatismo miópico composto (**figura 18**) e astigmatismo misto (**figura 19**).

Ectasias pós-LASIK podem ser identificadas mais precocemente através da avaliação do mapa epitelial em relação aos mapas ceratométricos.

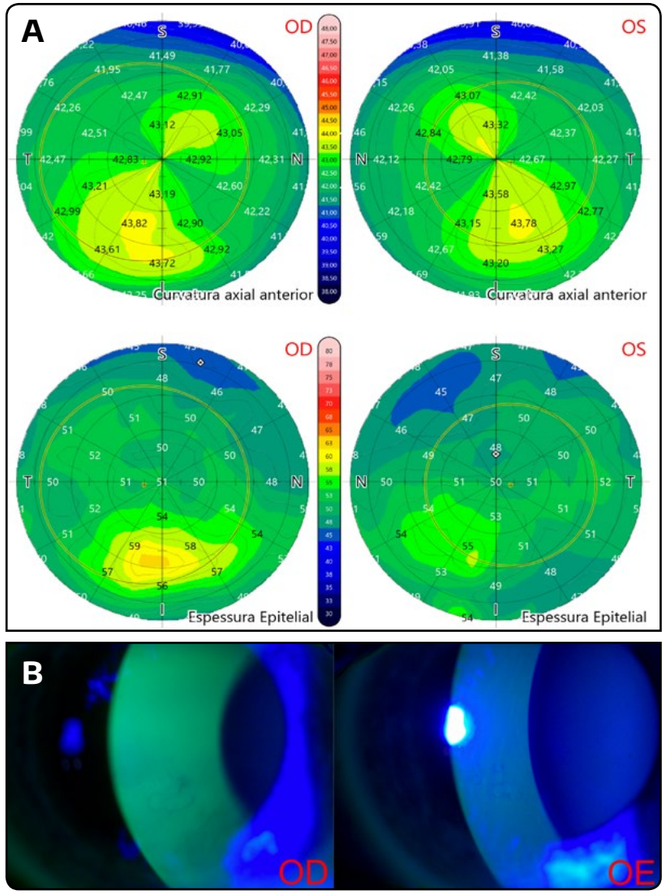


Figura 6 - A) Relatório do MS-39 com Mapa Topográfico Axial nas figuras superiores, evidenciando assimetria inferior, e figuras inferiores com Mapa de Espessura Epitelial, mostrando espessamento inferior focal significativo, principalmente no olho direito. B) Foto de biomicroscopia com fluoresceína do mesmo paciente da figura 6A, evidenciando Distrofia da Membrana Basal do Epitélio (DMBE) com padrão característico de mapas, mais significativo no olho direito

6. OUTRAS APLICAÇÕES DO APARELHO

Além da cirurgia refrativa, o MS-39 possui diversas aplicações em oftalmologia:

- Glaucoma: avaliação do ângulo da câmara anterior e espessura da córnea.
- Adaptação de lentes de contato: informações úteis para ortoceratologia e lentes para córneas irregulares.
- Filme lacrimal: avaliação do filme lacrimal e do break-up time não invasivo.
- Avaliação do cristalino e biometria: avaliação da morfologia, posição e espessura do cristalino. Em cataratas polares posteriores, é possível prever o risco de ruptura da cápsula posterior (**figura 20).**

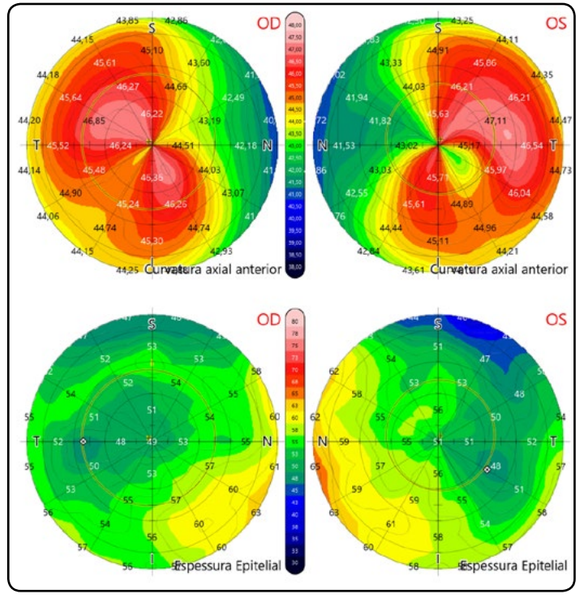


Figura 7 - Relatório do MS-39 com Mapa Topográfico Axial: figuras superiores, evidenciando skewed radial axis, e figuras inferiores com Mapa de Espessura Epitelial, mostrando afinamento epitelial importante coincidente com a região de maior curvatura

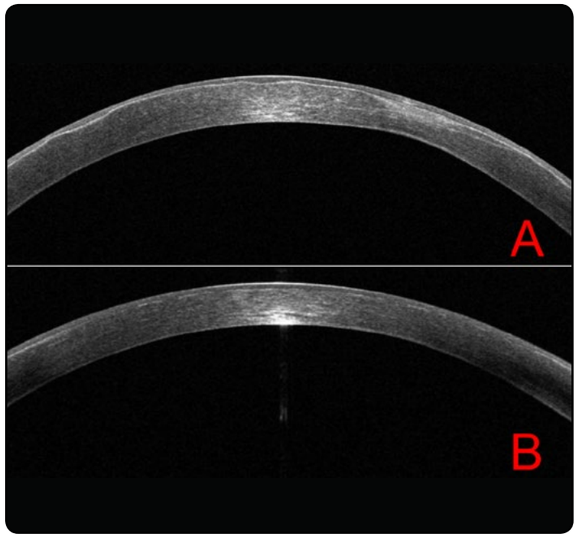


Figura 9 - A) Corte de OCT mostrando haze subepitelial com grande irregularidade estromal anterior. (B) Corte de OCT após realização de PRK transepitelial e topoguiado, com grande regularização estromal

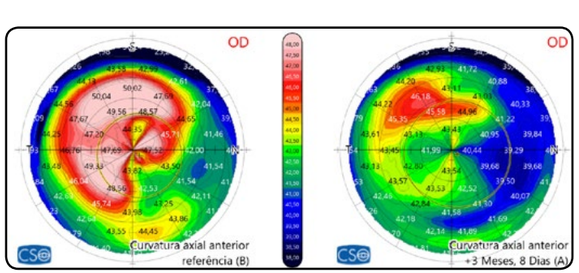


Figura 10 - Mapa topográfico axial pré e pós-operatório do mesmo paciente da figura 9, mostrando grande melhora da regularidade corneana

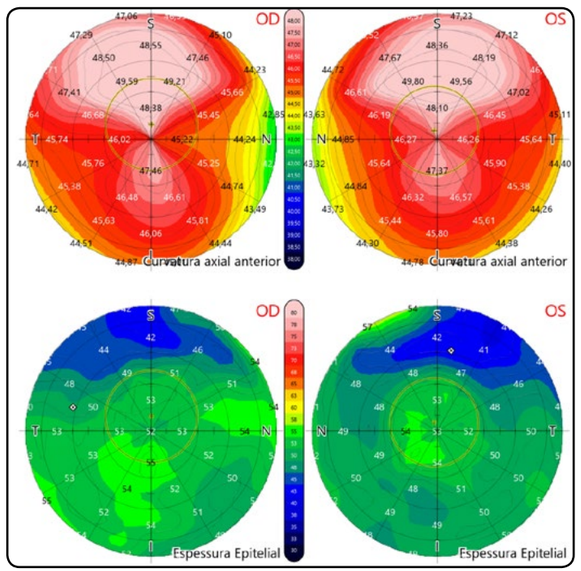


Figura 8 - Relatório do MS-39 com Mapa Topográfico Axial nas figuras superiores evidenciando assimetria superior significativa e figuras inferiores com Mapa de Espessura Epitelial evidenciando afinamento epitelial importante superior coincidente à região de maior curvatura

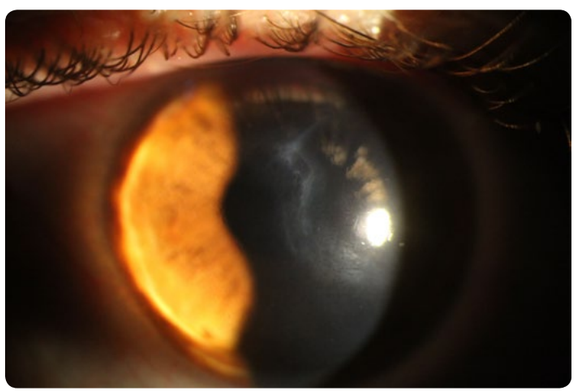


Figura 11 - Imagem de biomicroscopia de paciente com ceratoglobo mostrando leucoma apical

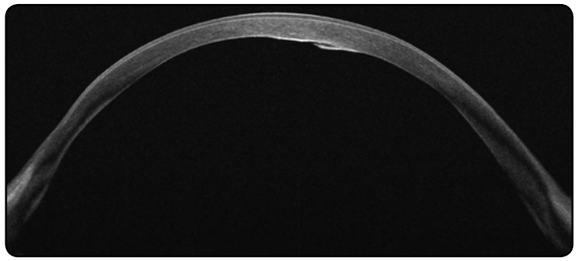


Figura 12 - Corte de OCT mostrando aumento difuso da curvatura corneana e opacidade endotelial central, com possível área de falha de continuidade na Membrana de Descemet e endotélio

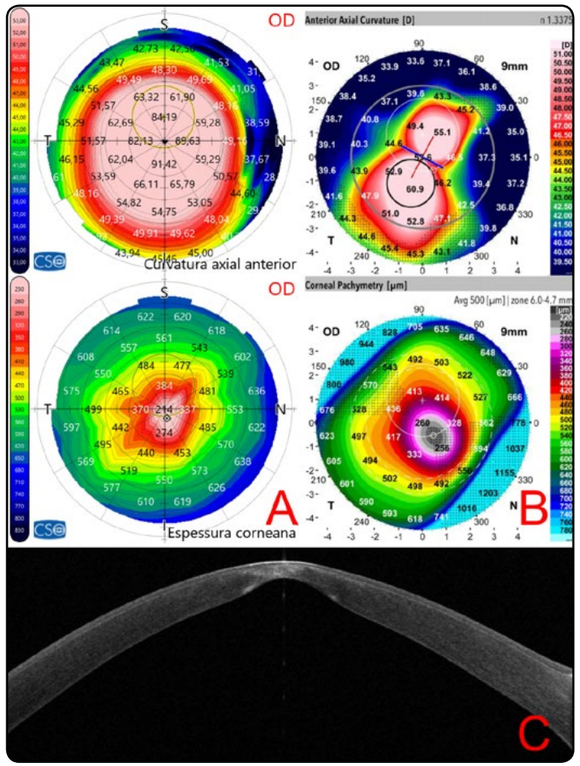


Figura 13 - (A) Relatório do MS-39 com mapa topográfico axial mostrando grande curvatura central (K apical de 91,42 D) e mapa epitelial com afinamento central intenso (214 µm). (B) Relatório do Galilei do mesmo paciente com mapa topográfico axial apresentando curvatura muito menor e incongruente com a real curvatura corneana do paciente, além de mapa paquimétrico com áreas extrapoladas. (C) Corte de OCT mostrando grande curvatura central com ectasia intensa da face posterior da córnea

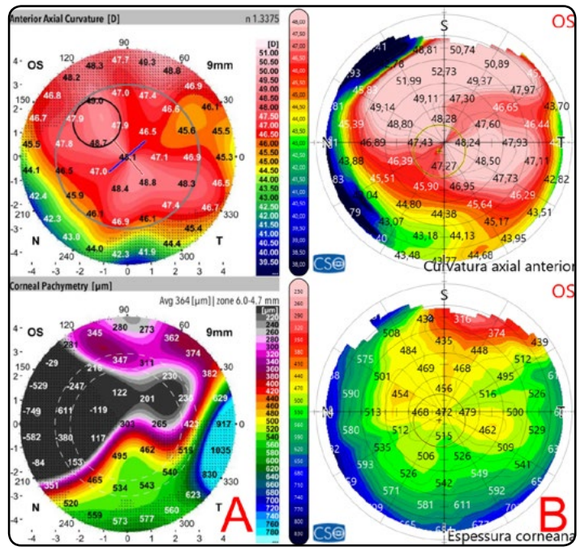


Figura 14 - Comparativo entre mapa topográfico e paquimétrico de paciente com leucoma corneano denso. (A) Imagem capturada em aparelho com tecnologia Scheimpflug, mostrando mapa paquimétrico com falha de medidas. (B) Resultado do mesmo paciente no MS-39, mostrando mapa paquimétrico completo e confiável

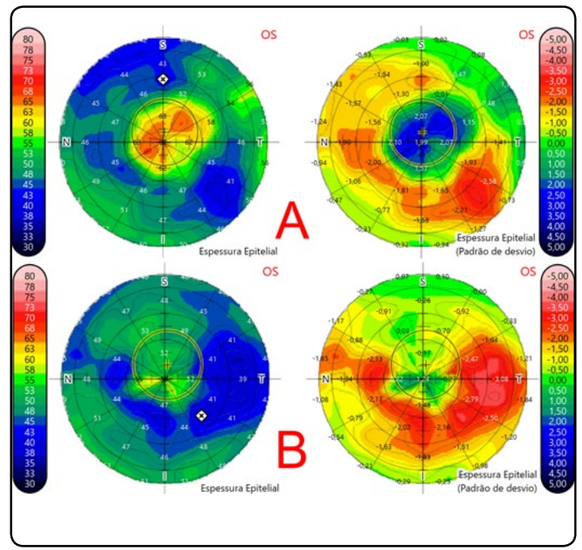


Figura 15 - Mapa epitelial mostrando edema epitelial central na figura A. Após uso de colírio hiperosmolar, é possível evidenciar normalização da espessura epitelial na figura B

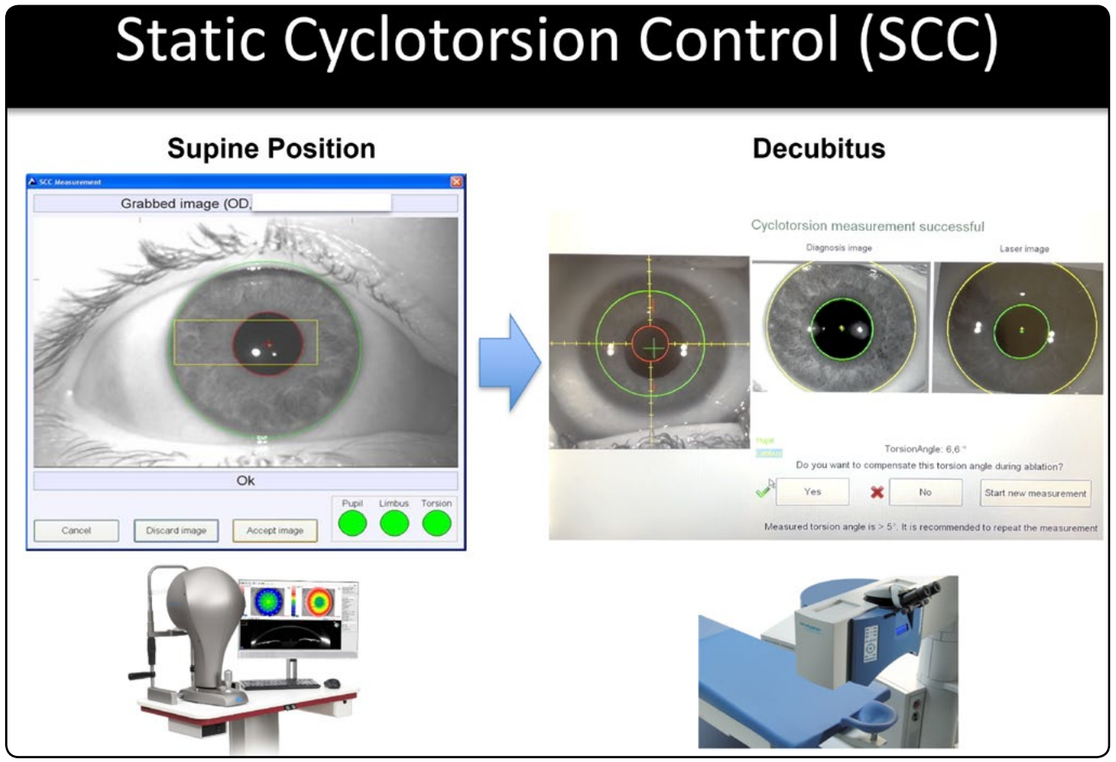


Figura 16 - Controle de ciclotorsão estático exportado do MS-39 e importado diretamente para o Excimer Laser Schwind Amaris 1050RS

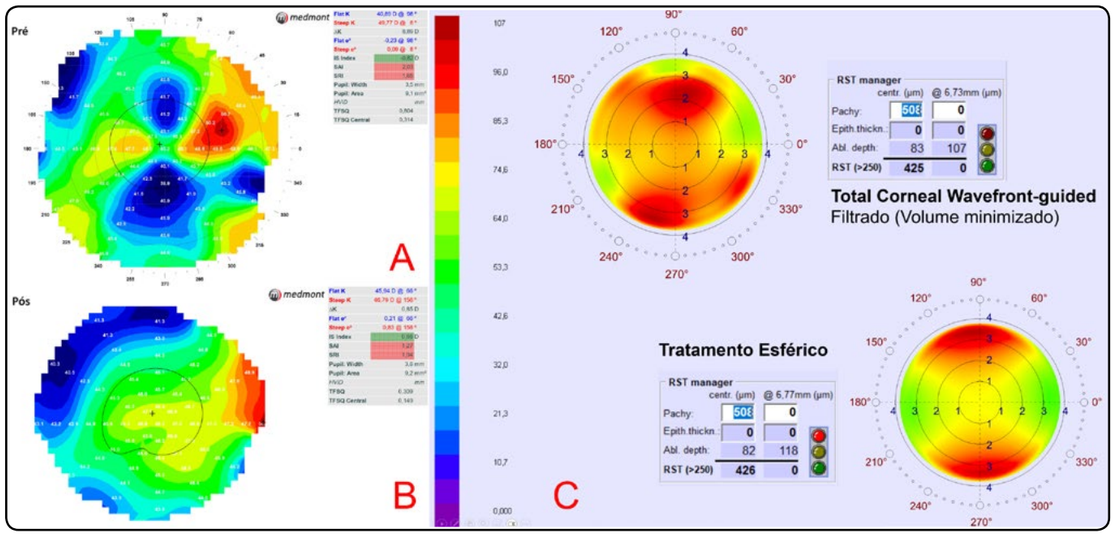


Figura 17 - Tratamento em paciente pós-transplante de córnea com perfil de ablação guiado por aberrometria corneana total [Corneal Wavefront-guided ablation (CW)]. (A) Mapa topográfico antes do tratamento refrativo. (B) Mapa topográfico após o tratamento refrativo. (C) Imagem do planejamento cirúrgico no Schwind Amaris 1050RS, mostrando a diferença entre um tratamento convencional (esférico) e o guiado por CW

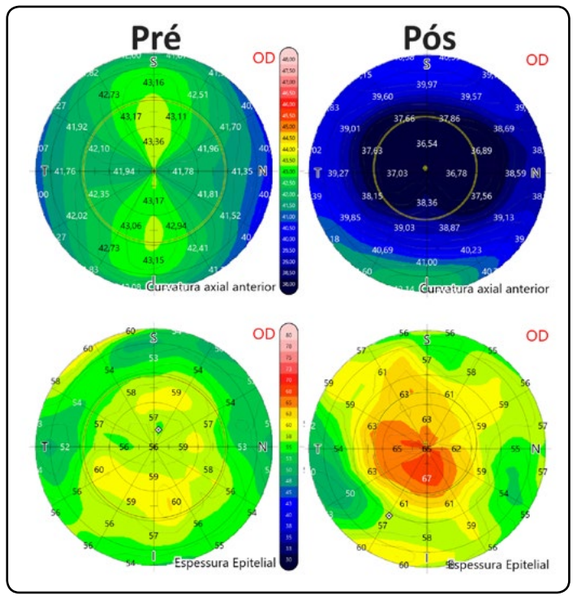


Figura 18 - Mapas topográficos axiais e epiteliais pré e pós-operatórios de ablação de astigmatismo miópico composto, mostrando aplanamento corneano central e espessamento epitelial compensatório (tratamento de -6,00 D E -1,50 D C x 180)

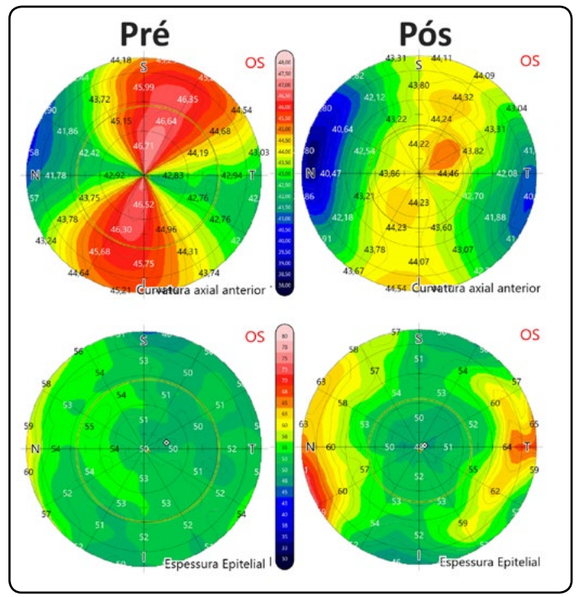


Figura 19 - Mapas topográficos axiais e epiteliais pré e pós-operatórios de ablação de astigmatismo misto (+2,00 D E -4,00 D C x 170), com regularização topográfica central e espessamento epitelial compensatório na periferia nasal e temporal (local da fotoablação)

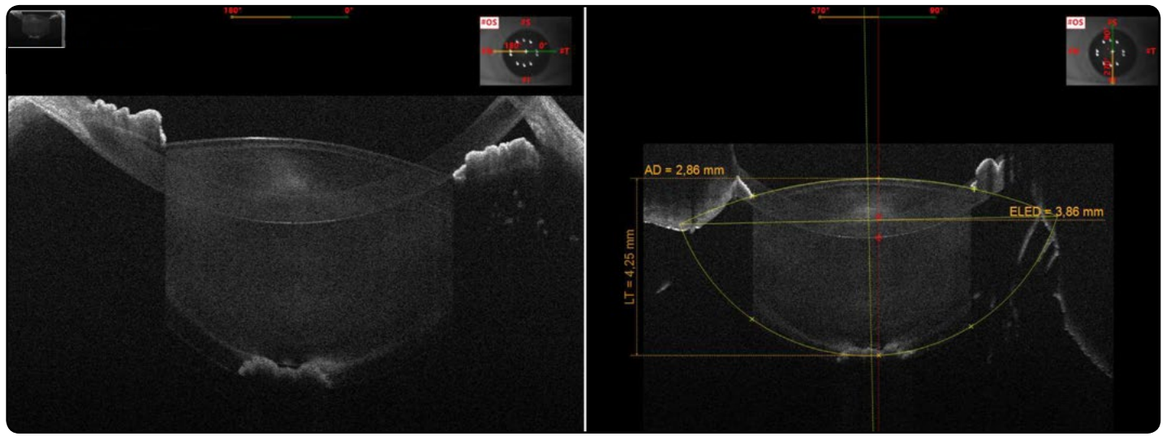


Figura 20 - Catarata polar posterior. Aspecto no MS-39 da integridade da cápsula posterior, confirmada durante a facoemulsificação

IMERSÃO PRESBIOPIA

Entre os dias 24 e 26 de outubro, Curitiba foi palco do BRASCRS Imersão Presbiopia, um evento que reuniu mais de 400 oftalmologistas interessados em se atualizar sobre as mais recentes práticas e tecnologias relacionadas às lentes intraoculares (LIOs) premium. Consolidado como um dos principais encontros dedicados ao tema, o evento cresce a cada ano, atraindo especialistas de todo o Brasil.

A programação abordou temas essenciais para a prática da cirurgia premium, incluindo a propedêutica detalhada e o conhecimento aprofundado dos diferentes modelos de lentes disponíveis no mercado. O evento também foi marcado pela ênfase no aperfeiçoamento técnico, promovendo um ensino prático através das chamadas cirurgias de imersão. Essas cirurgias foram transmitidas e enriquecidas com comentários dos cirurgiões responsáveis, proporcionando uma oportunidade única para os participantes entenderem cada etapa do procedimento e esclarecerem dúvidas em tempo real.



Otávio Siqueira Bisneto foi o presidente do Imersão Presbiopia 2024


O Cinema 3D, sessão de ensino cirúrgico em alta definição, abriu o BRASCRS Imersão Presbiopia 2024

24 DE OUTUBRO

Durante os três dias de apresentações teóricas e práticas, os participantes tiveram acesso a discussões sobre a personalização da escolha das lentes intraoculares e estratégias para alcançar melhores resultados visuais e maior satisfação dos pacientes. Confira alguns registros do dia 24.









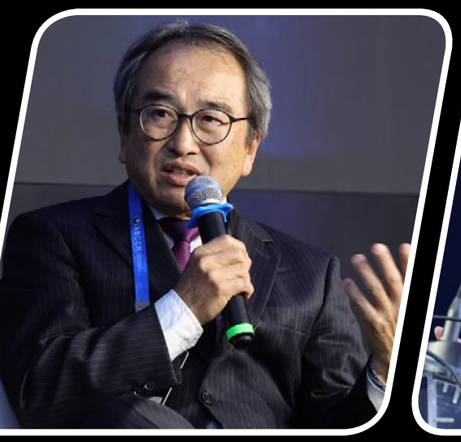




25 DE OUTUBRO

A troca de experiências e a interação direta com especialistas reforçaram o objetivo do evento: capacitar os oftalmologistas a oferecerem um atendimento de excelência em cirurgia de catarata com finalidade também refrativa. Confira alguns registros do dia 25.









26 DE OUTUBRO

A próxima edição do BRASCRS Imersão Presbiopia acontecerá em Fortaleza. Fica o convite a todos os cirurgiões interessados num aprimoramento de alto nível em aprendizado e inovação! E, por fim, confira alguns registros do dia 26.



















SUMÁRIO

ENTREVISTADO
ANDRZEJ GRZYBOWSKI



Professor de Oftalmologia e Chefe do Departamento de Oftalmologia da Universidade de Warmia e Mazury, em Olsztyn, Polônia; e Diretor do Instituto de Pesquisa em Oftalmologia da Fundação para o Desenvolvimento da Oftalmologia, em Poznan, Polônia.

ENTREVISTADOR
VICTOR CVINTAL



Chefe do setor de glaucoma do Instituto de Oftalmologia Tadeu Cvintal, São Paulo, SP. Glaucoma Research Fellowship pelo Wills Eye Hospital, Filadélfia, EUA. Editor de glaucoma da Oftalmologia em Foco.

ENTREVISTA COM PROF. ANDRZEJ GRZYBOWSKI

"…para adotar a IA na prática é preciso se manter informado sobre as tecnologias em evolução, garantindo que o cuidado ao paciente permaneça seguro, ético e inclusivo..."

Esta edição da Oftalmologia em Foco debutará a seção de inteligência artificial de forma surpreendente. Convidamos o Prof. Andrzej Grzybowski, provavelmente a maior autoridade mundial em inteligência artificial (IA) em oftalmologia. Seus estudos abrangem uma vasta gama de temas, desde retina a catarata. Ele foi responsável por escrever o primeiro livro sobre IA em oftalmologia, organizar a Sociedade de Inteligência Artificial em Oftalmologia, e, em 2024, promover o primeiro congresso sobre o tema.

Para tanto, realizamos uma entrevista que abrange os mais diferentes tópicos no assunto. Para melhor compreensão, sugerimos a leitura da edição anterior da Oftalmologia em Foco, que explica as fases da inteligência artificial.

"A inteligência artificial (IA) está rapidamente se tornando uma força transformadora na oftalmologia, com a análise de imagens e o processamento por modelos de linguagem de grande escala"

Oftalmologia em Foco - A oftalmologia integra análise de imagens, telemedicina e cirurgia. Como você vê a IA, especialmente na análise de imagens e linguagem, causando disrupção nessa área?

Andrzej Grzybowski - A inteligência artificial (IA) está rapidamente se tornando uma força transformadora na oftalmologia, com a análise de imagens e o processamento por modelos de linguagem de grande escala prontos para mudar a forma como o cuidado ocular é prestado. A integração da IA na prática oftalmológica é particularmente impactante em áreas como o diagnóstico e o monitoramento de doenças, como a retinopatia diabética, o glaucoma e a degeneração macular relacionada à idade. A IA, especialmente por meio de algoritmos de aprendizado profundo (deep learning – DL), demonstrou uma precisão excepcional na análise de imagens médicas, como fotografias de fundo de olho e exames de tomografia de coerência óptica (OCT). Esses sistemas podem identificar anomalias sutis e precoces na saúde ocular, muitas vezes superando métodos tradicionais e, às vezes, até especialistas humanos (*Ting et al.*, 2019; *Grzybowski et al.*, 2023; *Grzybowski et al.*, 2024a).

Por exemplo, os algoritmos de DL têm sido usados para detectar retinopatia diabética e edema macular com uma precisão que rivaliza ou excede os recursos de diagnóstico de oftalmologistas humanos. Essa detecção precoce é fundamental para a intervenção oportuna, que pode ajudar a evitar a perda de visão em condições que progridem rapidamente se não forem tratadas. A capacidade da IA de processar vastos conjuntos de dados com rapidez e precisão é uma promessa imensa para lidar com a crescente carga global de doenças oculares, principalmente em áreas carentes, onde o acesso a cuidados especializados é limitado (*Schmidt-Erfurth et al.*, 2018; Grzybowski & Brona, 2021).

Além disso, a aplicação da IA na telemedicina abre novos caminhos para expandir o alcance do atendimento oftalmológico. Por meio da análise de imagens orientada por IA, os pacientes em regiões remotas ou carentes podem receber diagnósticos precisos sem a necessidade de visitar fisicamente um especialista. Isso não apenas reduz as barreiras ao atendimento, mas também aumenta a eficiência dos sistemas de saúde, permitindo a detecção precoce e o tratamento de doenças como retinopatia diabética e glaucoma na comunidade ou em nível de atendimento primário (*Ramessur et al.*, 2021). Essas tecnologias permitem programas de triagem escaláveis, que são cruciais à medida que as populações globais envelhecem e a incidência de doenças oculares crônicas aumenta.

Além da análise de imagens, o processamento de modelos de linguagem por IA é outra área com potencial significativo para melhorar a interação com pacien-

Oftalmologia em Foco - Ophthalmology integrates image analysis, telemedicine, and surgery. How do you see AI, particularly in image and language analysis, disrupting the field?

Andrzej Grzybowski *- Artificial intelligence (AI) is rapidly becoming a transformative force in ophthalmology, with image analysis and large language model processing poised to transform how eye care is delivered. The integration of AI in ophthalmic practice is particularly impactful in areas like diagnosing and monitoring diseases such as diabetic retinopathy, glaucoma, and age-related macular degeneration. AI, especially in the form of deep learning (DL) algorithms, has demonstrated exceptional accuracy in analyzing medical images like fundus photographs and optical coherence tomography (OCT) scans. These systems can identify subtle, early-stage abnormalities in eye health, often outperforming traditional methods and sometimes even human experts (Ting et al., 2019; Grzybowski et al., 2023; Grzybowski et al., 2024a).*

For example, DL algorithms have been used to detect diabetic retinopathy and macular edema with an accuracy that rivals or exceeds the diagnostic capabilities of human ophthalmologists. This early detection is critical for timely intervention, which can help prevent vision loss in conditions that progress rapidly if left untreated. The ability of AI to process vast datasets quickly and accurately holds immense promise for tackling the increasing global burden of eye diseases, particularly in underserved areas where access to specialized care is limited (Schmidt-Erfurth et al., 2018; Grzybowski & Brona, 2021).

Moreover, AI's application in telemedicine opens new pathways for expanding the reach of ophthalmic care. Through AI-driven image analysis, patients in remote or underserved regions can receive accurate diagnoses without needing to physically visit a specialist. This not only reduces barriers to care but also enhances the efficiency of healthcare systems by allowing early detection and treatment of diseases like diabetic retinopathy and glaucoma at the community or primary care level (Ramessur et al., 2021). These technologies enable scalable screening programs, which are crucial as global populations age and the incidence of chronic eye diseases rises.

In addition to image analysis, large language model processing through AI is another area with the potential to significantly improve patient interaction. Natural language processing (NLP) models can facilitate chatbots or virtual health assistants that speak a patient's preferred language, helping streamline communication and providing accurate, timely information. These AI-driven assistants can support everything from answering basic questions about procedures to managing post-operative care instructions (Jin et al., 2023). The possibility of developing multilingual, AI-powered systems means that patients across different linguistic and cultural backgrounds can receive tailored, effective communication in their native languages, fostering greater trust and engagement. However, while these technologies enhance efficiency and accessibility, human supervision will remain crucial, particularly when dealing with complex medical conditions that require nuanced judgment (Parikh et al., 2020; Grzybowski et al., 2024b).

Beyond these advancements, AI has the potential to disrupt ophthalmology in even more profound ways. For example, in integrating AI tools into daily practice, clinicians must consider the inherent biases that might exist in AI models, particularly

tes. Modelos de Processamento de Linguagem Natural (Natural Language Processing – NLP) podem facilitar o uso de chatbots ou assistentes de saúde virtuais que falam a língua preferida do paciente, ajudando a agilizar a comunicação e fornecer informações precisas e oportunas. Esses assistentes impulsionados por IA podem oferecer suporte desde o esclarecimento de dúvidas sobre procedimentos até a gestão de instruções de cuidados pós-operatórios (*Jin et al.*, 2023). A possibilidade de desenvolver sistemas multilíngues com IA significa que pacientes de diferentes origens linguísticas e culturais podem receber comunicação personalizada e eficaz em seus idiomas nativos, promovendo maior confiança e engajamento. No entanto, embora essas tecnologias melhorem a eficiência e a acessibilidade, a supervisão humana continuará sendo essencial, especialmente no tratamento de condições médicas complexas que exigem julgamento clínico especializado (*Parikh et al.*, 2020; *Grzybowski et al.*, 2024b).

Além desses avanços, a IA tem o potencial de revolucionar a oftalmologia de maneiras ainda mais profundas. Por exemplo, ao integrar ferramentas de IA à prática diária, os médicos devem considerar os vieses inerentes que podem existir nos modelos de IA, principalmente quando esses sistemas são treinados em conjuntos de dados não diversificados. Embora muitas ferramentas de IA, como as usadas na detecção de retinopatia diabética, tenham obtido a marcação Conformité Européenne (CE), seu desempenho em ambientes do mundo real, em diversas populações, continua sendo uma área de pesquisa em andamento (Balyen & Peto, 2019). Além disso, a falta de explicabilidade em muitos sistemas de IA – frequentemente descrita como o problema da "caixa preta" – representa um paradoxo (*Chotcomwongse et al.*, 2024). Embora a IA possa analisar dados e fornecer resultados precisos, seu processo de tomada de decisão geralmente é opaco, deixando os médicos com perguntas sem resposta sobre como um determinado diagnóstico foi obtido (*Ting et al.*, 2019; Goktas, 2024).

when these systems are trained on non-diverse datasets. While many AI tools, such as those used in detecting diabetic retinopathy, have achieved Conformité Européenne (CE) marking, their performance in real-world settings, across diverse populations, remains an ongoing area of research (Balyen & Peto, 2019). Additionally, the lack of explainability in many AI systems—often described as the "black box" problem—presents a paradox (Chotcomwongse et al., 2024). While AI can analyze data and provide accurate results, its decision-making process is often opaque, leaving clinicians with unanswered questions about how a particular diagnosis was reached (Ting et al., 2019; Goktas, 2024).

To fully integrate AI into clinical practice, there remains a gap between its lab-tested applications and real-world utility. Randomized controlled trials (RCTs) and longitudinal studies will be crucial for validating these tools, ensuring that AI systems not only perform well in controlled environments but also provide reliable outcomes across various clinical settings and populations (Hogarty et al., 2019). Understanding AI's strengths and limitations, especially concerning its interaction with co-existing conditions, like a patient presenting with both glaucoma and diabetic retinopathy, is essential to prevent bias and ensure comprehensive care.

In essence, AI stands to profoundly change ophthalmology by improving the speed, accuracy, and accessibility of diagnoses and treatment. However, to unlock its full potential, the field must continue to address challenges such as data privacy, algorithmic bias, and the need for transparent, explainable AI systems. Ophthalmologists looking to adopt AI into their practice will need to stay informed about these evolving technologies, ensuring that patient care remains safe, ethical, and inclusive as AI reshapes the future of eye health.

REFERENCES

- *Balyen, L., & Peto, T. (2019). Promising artificial intelligence-machine learning-deep learning algorithms in ophthalmology. The Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, 8(3), 264-272.*
- *Chotcomwongse, P., Ruamviboonsuk, P., & Grzybowski, A. (2024). Utilizing large language models in ophthalmology: The Current Landscape and Challenges. Ophthalmology and Therapy, 1-16.*
- *Grzybowski, A., & Brona, P. (2021). Artificial intelligence in diabetic retinopathy. Artificial Intelligence in Ophthalmology, 139-159.*
- *Grzybowski, A., Singhanetr, P., Nanegrungsunk, O., & Ruamviboonsuk, P. (2023). Artificial intelligence for diabetic retinopathy screening using color retinal photographs: from development to deployment. Ophthalmology and Therapy, 12(3), 1419-1437.*
- *Grzybowski, A., Jin, K., Zhou, J., Pan, X., Wang, M., Ye, J., & Wong, T. Y. (2024a). Retina fundus photograph-based artificial intelligence algorithms in medicine: A systematic review. Ophthalmology and Therapy, 13(8), 2125-2149.*
- *Grzybowski, A., Jin, K., & Wu, H. (2024b). Challenges of artificial intelligence in medicine and dermatology. Clinics in Dermatology, 42(3), 210-215.*
- *Goktas, P. (2024). Ethics, transparency, and explainability in generative ai decision-making systems: a comprehensive bibliometric study. Journal of Decision Systems, 1-29.*
- *Hogarty, D. T., Mackey, D. A., & Hewitt, A. W. (2019). Current state and future prospects of artificial intelligence in ophthalmology: a review. Clinical & Experimental Ophthalmology, 47(1), 128-139.*
- *Jin, K., Yuan, L., Wu, H., Grzybowski, A., & Ye, J. (2023). Exploring large language model for next generation of artificial intelligence in ophthalmology. Frontiers in Medicine, 10, 1291404.*
- *Parikh, D., Armstrong, G., Liou, V., & Husain, D. (2020). Advances in telemedicine in ophthalmology. Seminars in Ophthalmology, 35(4), 210–215.*
- *Ramessur, R., Raja, L., Kilduff, C. L., Kang, S., Li, J. P. O., Thomas, P. B., & Sim, D. A. (2021). Impact and challenges of integrating artificial intelligence and telemedicine into clinical ophthalmology. Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, 10(3), 317-327.*
- *Schmidt-Erfurth, U., Sadeghipour, A., Gerendas, B. S., Waldstein, S. M., & Bogunović, H. (2018). Artificial intelligence in retina. Progress in Retinal and Eye Research, 67, 1-29.*
- *Ting, D. S. W., Pasquale, L. R., Peng, L., Campbell, J. P., Lee, A. Y., Raman, R., ... & Wong, T. Y. (2019). Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. British Journal of Ophthalmology, 103(2), 167-175.*

Para integrar totalmente a IA à prática clínica, ainda há uma lacuna entre suas aplicações testadas em laboratório e a utilidade no mundo real. Estudos clínicos controlados randomizados (randomized controlled trials – RCTs) e estudos longitudinais serão cruciais para validar essas ferramentas, garantindo que os sistemas de IA não apenas tenham um bom desempenho em ambientes controlados, mas também forneçam resultados confiáveis em vários ambientes e populações clínicas (*Hogarty et al.*, 2019). Compreender os pontos fortes e as limitações da IA, especialmente no que diz respeito à sua interação com condições coexistentes, como um paciente que apresenta glaucoma e retinopatia diabética, é essencial para evitar preconceitos e garantir um atendimento abrangente.

Em essência, a IA tem o potencial de mudar profundamente a oftalmologia, melhorando a velocidade, precisão e acessibilidade dos diagnósticos e tratamentos. No entanto, para liberar todo o seu potencial, a área precisa continuar enfrentando desafios, como privacidade de dados, viés algorítmico e a necessidade de sistemas de IA transparentes e explicáveis. Oftalmologistas que desejam adotar a IA em sua prática precisarão se manter informados sobre essas tecnologias em evolução, garantindo que o cuidado ao paciente permaneça seguro, ético e inclusivo à medida que a IA molda o futuro da saúde ocular.

Oftalmologia em Foco - Os modelos de linguagem podem aprimorar a interação com o paciente por meio de chatbots e avatares que falam o idioma preferido do paciente. Qual é a sua visão para o futuro nessa área? Há necessidade de supervisão humana?

Andrzej Grzybowski - O uso de grandes modelos de linguagem, como chatbots e avatares com IA, na área da saúde apresenta possibilidades interessantes para aprimorar as interações na oftalmologia (*Betzler et al.*, 2023). Essas tecnologias podem melhorar significativamente o acesso à assistência médica, fornecendo comu-

nicação no idioma preferido do paciente, respondendo a consultas de rotina, gerenciando compromissos e oferecendo instruções de cuidados personalizados. No futuro, os sistemas orientados por IA provavelmente se tornarão mais sofisticados, capazes de gerenciar necessidades mais complexas dos pacientes e criar um ambiente de saúde mais inclusivo e acessível. O uso de grandes modelos de linguagem, como o ChatGPT, demonstrou potencial de desempenho em altos níveis, mesmo em cenários médicos complexos, como responder a perguntas no Exame de Licenciamento Médico dos Estados Unidos (*Kung et al.*, 2023) e no European Board of Ophthalmology Diploma (Exame de Diploma do Conselho Europeu de Oftalmologia – EBOD) (*Maino et al.*, 2024). Isso sugere um grande potencial para que esses modelos ofereçam suporte a pacientes e profissionais de saúde.

Os chatbots de IA podem ser particularmente eficazes na educação do paciente e nas interações de rotina, ajudando a reduzir a carga dos profissionais de saúde ao lidar com tarefas repetitivas, permitindo que os médicos se concentrem em aspectos mais críticos do atendimento. Por exemplo, a IA pode melhorar a experiência do paciente explicando condições médicas, opções de tratamento ou planos de medicação em termos simples, no idioma nativo do paciente (*Altamimi et al.*, 2023; *Madadi et al.*, 2024). Isso seria particularmente benéfico em ambientes de saúde multilíngues ou diversificados, onde as barreiras linguísticas podem complicar a comunicação.

No entanto, embora essas tecnologias sejam extremamente promissoras, a supervisão humana continuará sendo crucial, especialmente ao lidar com questões mais complexas ou diferenciadas dos pacientes. Os sistemas de IA, embora estejam melhorando rapidamente, ainda enfrentam limitações em termos de empatia, intuição e capacidade de lidar com situações inesperadas – qualidades essenciais na área da saúde (*Altamimi et al.*, 2023). Além disso, esses sistemas, embora potencialmente úteis na tomada de decisões clínicas ou na educação

Oftalmologia em Foco - Language models can enhance patient interaction through chatbots and avatars that speak the patient's preferred language. What is your vision for the future in this area? Is there a need for human supervision?

***Andrzej Grzybowski** - The use of large language models, such as AI-powered chatbots and avatars, in healthcare presents exciting possibilities for enhancing interactions in ophthalmology (Betzler et al., 2023). These technologies can significantly improve access to healthcare by providing communication in a patient's preferred language, answering routine queries, managing appointments, and offering personalized care instructions. In the future, AI-driven systems will likely become more sophisticated, able to manage more complex patient needs and create a more inclusive and accessible healthcare environment. The use of large language models, such as ChatGPT, has demonstrated the potential to perform at high levels even in complex medical scenarios, like answering questions on the United States Medical Licensing Exam (Kung et al., 2023) and on the European Board of Ophthalmology Diploma (EBOD) Exam (Maino et al., 2024). This suggests a strong potential for these models to support both patients and healthcare providers.*

AI chatbots can be particularly effective in patient education and routine interactions, helping to reduce the burden on healthcare providers by handling repetitive tasks, allowing clinicians to focus on more critical aspects of care. For instance, AI can enhance the patient experience by explaining medical conditions, treatment options, or medication plans in simple terms, in the patient's native language (Altamimi et al., 2023; Madadi et al., 2024). This would be particularly beneficial in multilingual or diverse healthcare settings, where language barriers can often complicate communication.

However, while these technologies hold tremendous promise, human supervision will remain crucial, especially when handling more complex or nuanced patient issues. AI systems, although improving rapidly, still face limitations in empathy, intuition, and the capacity to handle unexpected situations—qualities that are essential in healthcare (Altamimi et al., 2023). Furthermore, these systems, although potentially useful in clinical decision-making or education (Kung et al., 2023), may introduce risks if left entirely unsupervised, as they can occasionally produce incorrect or biased responses. Thus, their role should be seen as a supplement, not a substitute for human professionals.

Overall, while AI-based language models have immense potential to transform patient interaction by enhancing communication and accessibility, human oversight will be essential to ensure safety, accuracy, and the maintenance of empathy in healthcare.

REFERENCES

- *Altamimi, I., Altamimi, A., Alhumimidi, A. S., Altamimi, A., & Temsah, M. H. (2023). Artificial intelligence (AI) chatbots in medicine: a supplement, not a substitute. Cureus, 15(6).*
- *Betzler, B. K., Chen, H., Cheng, C. Y., Lee, C. S., Ning, G., Song, S. J., ... & Wong, T. Y. (2023). Large language models and their impact in ophthalmology. The Lancet Digital Health, 5(12), e917-e924.*
- *Grzybowski, A., Jin, K., & Wu, H. (2024b). Challenges of artificial intelligence in medicine and dermatology. Clinics in Dermatology, 42(3), 210-215.*
- *Kung, T. H., Cheatham, M., Medenilla, A., Sillos, C., De Leon, L., Elepaño, C., ... & Tseng, V. (2023). Performance of ChatGPT on USMLE: potential for AI-assisted medical education using large language models. PLoS Digital Health, 2(2), e0000198.*
- *Madadi, Y., Delsoz, M., Khouri, A. S., Boland, M., Grzybowski, A., & Yousefi, S. (2024). Applications of artificial intelligence-enabled robots and chatbots in ophthalmology: recent advances and future trends. Current Opinion in Ophthalmology, 35(3), 238-243.*
- *Maino, A., Klikowski, J., Strong, B., Ghaffari, W., Woźniak, M., Bourcier, T., & Grzybowski, A. (2024). Comparison of ChatGPT 3.5 Turbo and human performance in taking the European Board of Ophthalmology Diploma (EBOD) Exam.*

(*Kung et al.*, 2023), podem apresentar riscos se deixados totalmente sem supervisão, pois podem ocasionalmente produzir respostas incorretas ou tendenciosas. Portanto, sua função deve ser vista como um complemento, não um substituto para os profissionais humanos.

Em suma, embora os modelos de linguagem baseados em IA tenham imenso potencial para transformar a interação com os pacientes ao melhorar a comunicação e a acessibilidade, a supervisão humana será essencial para garantir segurança, precisão e a manutenção da empatia no atendimento de saúde.

Oftalmologia em Foco - Que medidas você sugere para oftalmologistas em geral que desejam entrar nesta área? Quais são os tópicos mais importantes e as etapas iniciais que devem ser seguidas?

Andrzej Grzybowski - Para os oftalmologistas que desejam entrar no campo da IA em oftalmologia, é essencial começar com uma compreensão básica dos conceitos de IA e suas aplicações específicas aos cuidados com os olhos. A IA está se tornando uma tecnologia transformadora na oftalmologia, especialmente em imagens médicas e detecção de doenças, mas integrá-la à prática clínica requer uma abordagem gradual.

Principais etapas para começar:

1. Comece com os fundamentos da IA: familiarize-se com os conceitos fundamentais de IA, aprendizado de máquina (machine learning – ML) e aprendizado profundo (deep learning – DL), que são as principais tecnologias que impulsionam os avanços da IA na oftalmologia. Essas técnicas mostraram resultados promissores na detecção de retinopatia diabética, glaucoma e degeneração macular relacionada à idade por meio da análise de imagens médicas, como fotografias de fundo de olho e tomografia de coerência óptica (OCT) (*Ting et al.*, 2019).

2. Foco em imagens e dados: a oftalmologia é um campo profundamente enraizado em modalidades

Oftalmologia em Foco - What steps do you suggest for general ophthalmologists looking to enter this field? What are the most important topics and initial steps one should take?

***Andrzej Grzybowski** - For general ophthalmologists looking to enter the field of AI in ophthalmology, it is essential to begin with a foundational understanding of AI concepts and their specific applications to eye care. AI is becoming a transformative technology in ophthalmology, particularly in medical imaging and disease detection, but integrating it into clinical practice requires a stepwise approach.*

de imagem, o que a torna perfeita para a integração da IA. Entender como a IA processa e aprimora as imagens médicas pode ajudar os oftalmologistas a tomar decisões mais informadas. Comece explorando a função da IA no diagnóstico de doenças da retina, pois essa é uma das áreas mais avançadas de pesquisa de IA em oftalmologia (*Wawer Matos et al.*, 2022).

3. Saiba mais sobre as ferramentas e plataformas de IA: várias ferramentas e plataformas de IA foram projetadas para uso oftalmológico, incluindo aquelas para triagem de retinopatia diabética, detecção de glaucoma e correção de erros de refração. Essas ferramentas podem analisar imagens e auxiliar no diagnóstico e no planejamento do tratamento. É importante ter experiência prática com essas ferramentas de IA e entender como elas podem complementar sua prática clínica (Benet & Pellicer-Valero, 2022).

4. Estude os aplicativos atuais de IA em oftalmologia: leia a literatura e participe de seminários com foco nos aplicativos atuais de IA em oftalmologia. Por exemplo, algoritmos de triagem de retinopatia diabética foram implementados em vários ambientes, oferecendo aos oftalmologistas novos métodos de detecção precoce e monitoramento de doenças (*Li et al.*, 2021). Isso o ajudará a se manter atualizado sobre as tecnologias de ponta e a obter insights sobre o que já está funcionando na área.

5. Entenda as limitações e considerações éticas: embora a IA seja uma ferramenta poderosa, ela apresenta limitações, especialmente em termos de generalização, vieses e questões éticas (Goktas, 2024). Os algoritmos geralmente apresentam melhor desempenho em ambientes controlados, mas podem enfrentar dificuldades em cenários diversos e do mundo real. É crucial compreender essas limitações e garantir que qualquer sistema de IA utilizado seja validado para uso clínico e adequado à sua população de pacientes (*Korot et al.*, 2020).

6. Colabore com especialistas em IA: engajar-se em colaborações multidisciplinares com cientistas da computação e desenvolvedores de IA é fundamental. Os oftalmologistas trazem insights clínicos valiosos que ajudam no desenvolvimento de sistemas mais precisos e confiáveis. Além disso, essas parcerias permitem entender como aplicar a IA para resolver problemas clínicos, garantindo que a tecnologia atenda às necessidades reais (*Valikodath et al.*, 2021).

Para a perspectiva colaborativa, temos o prazer de dar as boas-vindas à International AI in Ophthalmology Society (IAIOph), uma organização pioneira sem fins lucrativos dedicada à integração de profissionais de saúde e cientistas da computação no setor em evolução da IA em oftalmologia. Com mais de 1.400 profissionais já registrados, a IAIOph está crescendo rapidamente e se tornando uma comunidade vibrante.

7. Incorpore a IA à prática diária: comece a integrar ferramentas de IA ao seu fluxo clínico de forma limitada e supervisionada. Inicie com tarefas adequadas para assistência por IA, como a triagem de retinopatia diabética, e expanda progressivamente à medida que se sinta mais confortável com a tecnologia e seus resultados (*Ting et al.*, 2019).

Em resumo, a integração da IA na oftalmologia já está se mostrando transformadora, mas entrar nesse campo exige uma abordagem cuidadosa. Comece aprendendo os fundamentos da IA, focando nas aplicações de imagem e colaborando com especialistas. Além disso, é essencial garantir que considerações éticas e práticas sejam priorizadas à medida que a IA se torna mais presente na prática diária.

Oftalmologia em Foco - Para clínicos interessados em iniciar pesquisas em IA, por onde começar? Como organizar os dados dos pacientes para garantir sua proteção e torná-los utilizáveis para futuros programas de IA?

Andrzej Grzybowski - Para clínicos que desejam iniciar

Key Steps to Begin:

1. Start with the Basics of AI: familiarize yourself with the fundamental concepts of AI, machine learning (ML), and deep learning (DL), which are the core technologies driving AI advancements in ophthalmology. These techniques have shown promising results in detecting diabetic retinopathy, glaucoma, and age-related macular degeneration through analysis of medical images like fundus photographs and optical coherence tomography (OCT) (Ting et al., 2019).

2. Focus on Imaging and Data: ophthalmology is a field deeply rooted in imaging modalities, making it a perfect fit for AI integration. Understanding how AI processes and enhances medical images can help ophthalmologists make more informed decisions. Start by exploring AI's role in diagnosing retinal diseases, as this is one of the most advanced areas of AI research in ophthalmology (Wawer Matos et al., 2022).

3. Learn About AI Tools and Platforms: several AI tools and platforms have been designed for ophthalmic use, including those for diabetic retinopathy screening, glaucoma detection, and refractive error correction. These tools can analyze images and assist with diagnosis and treatment planning. It is important to get hands-on experience with these AI tools and understand how they can complement your clinical practice (Benet & Pellicer- Valero, 2022).

4. Study the Current AI Applications in Ophthalmology: read literature and attend seminars focused on the current AI applications in ophthalmology. For example, diabetic retinopathy screening algorithms have been implemented in various settings, providing ophthalmologists with new methods for early detection and disease monitoring (Li et al., 2021). This will help you stay updated on the state-of--the-art technologies and gain insight into what's already working in the field.

5. Understand the Limitations and Ethical Considerations: while AI is a powerful tool, it comes with limitations, particularly around generalizability, bias, and ethical concerns (Goktas, 2024). Algorithms often perform best in controlled environments but may struggle in diverse, real-world settings. It is crucial to understand these limitations and ensure that any AI system you implement is validated for clinical use and appropriate for your patient population (Korot et al., 2020).

6. Collaborate with AI Experts: engaging in cross-disciplinary collaboration with computer scientists and AI developers is key. Ophthalmologists bring valuable clinical insights to the table, which can help guide the development of more accurate and reliable AI systems. Collaboration will also help in understanding how to best apply AI to solve clinical problems while ensuring that the technology aligns with real-world needs (Valikodath et al., 2021).

For the collaborative perspective, we are thrilled to welcome you the International AI in Ophthalmology Society (IAIOph), a pioneering not-for-profit organization dedicated to the integration of healthcare professionals and computer scientists in the evolving field of AI in ophthalmology. With over 1,400 professionals already registered, IAIOph is rapidly growing into a vibrant community.

7. Incorporate AI into Daily Practice: begin integrating AI tools into your clinical workflow in a limited, supervised capacity. Start with tasks that are well-suited to AI assistance, such as diabetic retinopathy screening, and progressively expand as you grow more comfortable with the technology and its outcomes (Ting et al., 2019).

In summary, the integration of AI in ophthalmology is already proving to be transformative, but entering this field requires a methodical approach. Begin by learning the basics of AI, focusing on imaging applications, and collaborating with experts. Importantly, ensure that ethical and practical considerations are at the forefront as AI becomes more deeply embedded in daily practice.

REFERENCES

- *Benet, D., & Pellicer-Valero, O. J. (2022). Artificial intelligence: the unstoppable revolution in ophthalmology. Survey of Ophthalmology, 67(1), 252-270.*
- *Goktas, P. (2024). Ethics, transparency, and explainability in generative ai decision-making systems: a comprehensive bibliometric study. Journal of Decision Systems, 1-29.*
- *Korot, E., Wagner, S. K., Faes, L., Liu, X., Huemer, J., Ferraz, D., ... & Balaskas, K. (2020). Will AI replace ophthalmologists? Translational Vision Science & Technology, 9(2), 2-2.*
- *Li, J. P. O., Liu, H., Ting, D. S., Jeon, S., Chan, R. P., Kim, J. E., ... & Ting, D. S. (2021). Digital technology, tele-medicine and artificial intelligence in ophthalmology: A global*

pesquisas em IA, é essencial abordar a área de forma metódica, adquirindo uma compreensão sólida dos conceitos fundamentais de IA e aprendizado de máquina (ML), além dos aspectos técnicos e éticos relacionados à gestão de dados de pacientes.

Passos principais para começar:

1. Obtenha um entendimento fundamental de IA e ML: os clínicos devem começar aprendendo os princípios básicos da IA, especialmente ML e DL, que são as forças impulsionadoras por trás da maioria dos avanços da IA na área da saúde. Essas técnicas envolvem o uso de algoritmos computacionais para analisar grandes quantidades de dados, com aplicações que vão desde a previsão de resultados até a identificação de padrões de doenças a partir de imagens médicas (*Rubinger et al.*, 2023). Entender como esses modelos funcionam permitirá que os médicos se envolvam de forma significativa na pesquisa de IA.

2. Identifique o foco certo para a pesquisa: a IA pode ser aplicada a várias áreas da oftalmologia, como a análise de imagens para detectar doenças como retinopatia diabética, glaucoma e degeneração macular relacionada à idade. É recomendável focar em áreas nas quais a IA já demonstrou resultados promissores e onde há necessidades clínicas não atendidas, como aprimorar a precisão diagnóstica ou otimizar fluxos de trabalho clínico (*Wawer Matos et al.*, 2022).

3. Colabore com especialistas em IA: a IA é um campo multidisciplinar, e a colaboração com cientistas de dados e pesquisadores em IA é essencial. Essas parcerias ajudam os clínicos a entender os aspectos técnicos, como o desenvolvimento, treinamento e validação de modelos, e garantem que as soluções de IA sejam relevantes para a prática clínica (*Rubinger et al.*, 2023).

Organização dos dados de pacientes para pesquisa em IA:

Organizar e proteger dados de pacientes é fundamental para treinar e testar modelos de IA. A privacidade, segurança e conformidade com regulamentações são essenciais para a integridade da pesquisa e a segurança dos pacientes.

1. Garanta a privacidade e conformidade dos dados: o manuseio de dados sensíveis deve estar em conformidade com regulamentações como a HIPAA (nos EUA) ou o GDPR (na Europa). Essas leis regulam como os dados dos pacientes podem ser utilizados, armazenados e compartilhados, especialmente em projetos com IA. Medidas rigorosas de privacidade, como a desidentificação e anonimização dos dados, devem ser implementadas para proteger as informações pessoais dos pacientes (Syed & ES, 2023).

2. Use sistemas seguros de gerenciamento de dados: infraestruturas baseadas em nuvem e sistemas de gerenciamento de dados impulsionados por IA podem ajudar na organização segura dos dados. Esses sistemas oferecem detecção de ameaças em tempo real, monitoramento de conformidade e proteção contra acessos não autorizados (Syed & ES, 2023). Assim, garantem a conformidade com regulamentos e criam um ambiente seguro para a pesquisa.

3. Aproveite dados estruturados: ao organizar os dados dos pacientes, é importante utilizar formatos padronizados, como prontuários eletrônicos (EHRs), para facilitar seu uso por modelos de IA. Dados estruturados são mais fáceis de processar e podem melhorar o desempenho dos sistemas de IA (*Rubinger et al.*, 2023). Além disso, a qualidade dos dados é essencial, já que o sucesso dos modelos de IA depende da confiabilidade e completude dos dados usados em seu treinamento.

4. Transparência e responsabilidade: garantir transparência na pesquisa em IA é fundamental (Goktas, 2024). Isso inclui tornar o processo de tomada de decisão dos modelos de IA interpretável e rastreável, especialmente em saúde, onde as decisões impactam diretamente os resultados dos pacientes (*Kiseleva et al.*, 2022). Manter uma documentação detalhada sobre como os modelos foram desenvolvidos, treinados e validados é importante para garantir que a pesquisa siga

perspective. Progress in Retinal and Eye Research, 82, 100900.

• *Valikodath, N. G., Cole, E., Ting, D. S., Campbell, J. P., Pasquale, L. R., Chiang, M. F., & Chan, R. P. (2021). Impact of artificial intelligence on medical education in ophthalmology. Translational Vision Science & Technology, 10(7), 14-14.*

• *Wawer Matos, P. A., Reimer, R. P., Rokohl, A. C., Caldeira, L., Heindl, L. M., & Große Hokamp, N. (2022). Artificial intelligence in ophthalmology – status quo and future perspectives. Seminars in Ophthalmology, 38(3), 226-237.*

• *Ting, D. S., Peng, L., Varadarajan, A. V., Keane, P. A., Burlina, P. M., Chiang, M. F., ... & Wong, T. Y. (2019). Deep learning in ophthalmology: the technical and clinical considerations. Progress in Retinal and Eye Research, 72, 100759.*

Oftalmologia em Foco - For clinicians interested in starting research in AI, where should they begin? How can I organize my patient data to ensure protection while making it usable for future AI programs?

***Andrzej Grzybowski** - For clinicians interested in starting research in AI, it is important to approach the field methodically, ensuring that they have a solid understanding of the core concepts of AI and ML, as well as the technical and ethical aspects related to patient data management.*

Key Steps to Begin:

1. Gain a Fundamental Understanding of AI and ML: clinicians should start by learning the basic principles of AI, particularly ML and DL, which are the driving forces behind most AI advancements in healthcare. These techniques involve using computational algorithms to analyze vast amounts of data, with applications ranging from predicting outcomes to identifying disease patterns from medical images (Rubinger et al., 2023). Understanding how these models work will allow clinicians to meaningfully engage in AI research.

2. Identify the Right Research Focus: AI can be applied across various domains within ophthalmology, such as image analysis for detecting diseases like diabetic retinopathy, glaucoma, and age-related macular degeneration. Clinicians should consider focusing their research on areas where AI has shown the most promise and unmet clinical needs, such as improving diagnostic accuracy or streamlining clinical workflows (Wawer Matos et al., 2022).

3. Collaborate with AI Experts: AI is a multidisciplinary field, so collaborating with data scientists and AI researchers is essential. These collaborations will help clinicians better understand the technical aspects of AI, such as model development, training, and validation, and ensure that AI solutions are clinically relevant (Rubinger et al., 2023).

Organizing Patient Data for AI Research:

One of the most crucial steps in starting AI research is the organization and protection of patient data, which will be used to train and test AI models. Ensuring data privacy, security, and compliance with regulations is essential for both the integrity of research and patient safety.

1. Ensure Data Privacy and Compliance: the handling of sensitive patient data must comply with regulations like HIPAA in the United States or GDPR in Europe. These laws govern how patient data can be used, stored, and shared, particularly when working with AI. Clinicians should implement strict privacy measures, such as de-identifying patient data and anonymizing datasets, to ensure that personal information is protected (Syed & ES, 2023).

2. Use Secure Data Management Systems: AI-driven cloud infrastructures and data management systems can help clinicians securely store and manage patient data. These systems use real-time threat detection, anomaly detection, and automated compliance monitoring to protect patient information from unauthorized access (Syed & ES, 2023). Such systems ensure compliance with regulations and provide secure environments for research data storage.

3. Leverage Structured Data: when organizing patient data, it's important to use standardized formats and structures, such as electronic health records (EHRs), to make the data easily usable by AI models. Structured data is easier to process and can improve the accuracy and performance of AI systems (Rubinger et al., 2023). Clinicians should also ensure that the data is of high quality, as the success of AI models depends largely on the reliability and completeness of the data they are trained on.

4. Transparency and Accountability: ensuring transparency in AI research is key (Goktas, 2024). This involves making the AI model's decision-making processes interpretable and traceable, which is especially important in healthcare, where the consequences of AI decisions can directly affect patient outcomes (Kiseleva et al., 2022). Keeping detailed docu-

padrões éticos e possa ser reproduzida.

Portanto, os clínicos que desejam se aventurar na pesquisa em IA devem primeiro construir uma base sólida nos princípios da IA, colaborar com especialistas na área e focar em aplicações clínicas claras. A organização adequada dos dados dos pacientes é essencial, e a atenção à privacidade, segurança e conformidade garantirá que a pesquisa seja conduzida de forma ética e segura. Seguir essas etapas permitirá que os clínicos aproveitem o potencial da IA sem comprometer a confiança no cuidado com o paciente.

Oftalmologia em Foco - Ao aprender sobre IA, em que devo prestar atenção especial? Quais são os potenciais caixas-pretas e fontes de erros?

Andrzej Grzybowski - Ao aprender sobre IA em oftalmologia, há vários aspectos importantes aos quais se deve prestar atenção, bem como possíveis armadilhas e desafios dos quais os médicos precisam estar cientes. Esses desafios incluem o conceito de caixas-pretas, que se refere à falta de transparência nos modelos de IA, e possíveis fontes de erros que podem afetar os resultados clínicos.

Principais áreas de foco:

1. Compreensão dos algoritmos de IA: é fundamental entender como funcionam os algoritmos de aprendizado de máquina (ML) e aprendizado profundo (DL), já que a oftalmologia depende fortemente de dados baseados em imagens. Modelos de DL, como as redes neurais convolucionais (CNNs), são usados para analisar imagens da retina e detectar condições como retinopatia diabética e glaucoma. Contudo, esses modelos frequentemente funcionam como caixas-pretas, ou seja, o processo de tomada de decisão é difícil de interpretar (*Rubinger et al.*, 2023). Os clínicos devem estar cientes dessa limitação e se esforçar para compreender como o algoritmo chega às suas conclusões.

2. Explicabilidade e transparência: uma das preocupações mais significativas no uso da IA para oftalmologia é a questão da explicabilidade (Goktas, 2024). Os modelos de IA, especialmente os modelos de DL, podem oferecer resultados altamente precisos, mas seu funcionamento interno — como eles ponderam os recursos e fazem previsões — pode ser opaco. Por exemplo, quando a IA identifica uma anormalidade em uma fotografia de fundo de olho, pode não estar claro qual parte da imagem levou a essa decisão. Isso é fundamental porque os oftalmologistas precisam confiar e verificar os resultados da IA antes de incorporá-los ao atendimento ao paciente (*Wawer Matos et al.*, 2022).

Para mitigar isso, é essencial concentrar-se no desenvolvimento e uso de modelos que sejam o mais transparentes possível. Técnicas como métodos de visualização (por exemplo, mapas de calor que destacam as áreas em que os modelos de IA se concentram ao fazer um diagnóstico) podem ajudar os oftalmologistas a interpretar as decisões da IA com mais clareza.

3. Viés e generalização: outro problema crítico na IA para oftalmologia é a possibilidade de viés nos dados de treinamento. Se o sistema de IA for treinado em um conjunto de dados limitado ou não diversificado, ele poderá não ter um bom desempenho em diferentes populações, levando a diagnósticos incorretos ou condições não detectadas em grupos sub-representados (Benet & Pellicer-Valero, 2022). Por exemplo, um modelo treinado em imagens de retina de um determinado grupo demográfico pode não se generalizar bem para outros grupos demográficos, levando a disparidades no diagnóstico.

A diversidade de dados é fundamental para a criação de sistemas de IA confiáveis. Ao desenvolver ou usar IA em oftalmologia, certifique-se de que os conjuntos de dados de treinamento sejam representativos da população de pacientes que você tratará para evitar resultados tendenciosos.

4. Fontes de erros: os sistemas de IA em oftalmologia podem enfrentar várias fontes de erros, como:

- Baixa qualidade dos dados: o desempenho dos

mentation of how the AI models are developed, trained, and validated will help ensure the research adheres to ethical standards and can be reproduced.

Thus, clinicians venturing into AI research should first build a solid foundation in AI principles, collaborate with AI experts, and focus on areas with clear clinical applications. Proper organization of patient data is critical, and attention to data privacy, security, and compliance will ensure that the research is conducted ethically and safely. Following these steps will allow clinicians to leverage AI's potential while maintaining trust in patient care.

REFERENCES

- *Goktas, P. (2024). Ethics, transparency, and explainability in generative ai decision-making systems: a comprehensive bibliometric study. Journal of Decision Systems, 1-29.*
- *Kiseleva, A., Kotzinos, D., & De Hert, P. (2022). Transparency of AI in healthcare as a multilayered system of accountabilities: between legal requirements and technical limitations. Frontiers in Artificial Intelligence, 5, 879603.*
- *Rubinger, L., Gazendam, A., Ekhtiari, S., & Bhandari, M. (2023). Machine learning and artificial intelligence in research and healthcare. Injury, 54, S69-S73.*
- *Syed, F. M., & ES, F. K. (2023). Leveraging AI for HIPAA-Compliant Cloud Security in Healthcare. Revista de Inteligencia Artificial en Medicina, 14(1), 461-484.*
- *Wawer Matos, P. A., Reimer, R. P., Rokohl, A. C., Caldeira, L., Heindl, L. M., & Große Hokamp, N. (2022). Artificial intelligence in ophthalmology – status quo and future perspectives. Seminars in Ophthalmology, 38(3), 226-237.*

Oftalmologia em Foco - When learning about AI, what should I pay particular attention to? What are the potential black boxes and sources of errors?

***Andrzej Grzybowski** - When learning about AI in the field of ophthalmology, there are several important aspects to pay attention to, as well as potential pitfalls and challenges that clinicians need to be aware of. These challenges include the concept of "black boxes," which refers to the lack of transparency in AI models, and potential sources of errors that can impact clinical outcomes.*

Key Areas to Focus On:

1. Understanding AI Algorithms: it is crucial to understand how the underlying ML and DL algorithms work, especially since ophthalmology relies heavily on image-based data. In particular, DL models, such as convolutional neural networks (CNNs), are used to analyze retinal images for conditions like diabetic retinopathy and glaucoma. However, these models often function as black boxes, meaning that their decision-making process is not easily interpretable (Rubinger et al., 2023). Clinicians need to be aware of this lack of transparency and work towards understanding how these algorithms arrive at their conclusions.

2. Explainability and Transparency: one of the most significant concerns in using AI for ophthalmology is the issue of explainability (Goktas, 2024). AI models, particularly DL models, may offer highly accurate results, but their inner workings—how they weigh features and make predictions—can be opaque. For instance, when AI identifies an abnormality in a fundus photograph, it may be unclear which part of the image led to that decision. This is critical because ophthalmologists need to trust and verify AI results before incorporating them into patient care (Wawer Matos et al., 2022).

To mitigate this, it is essential to focus on developing and using models that are as transparent as possible. Techniques such as visualization methods (e.g., heat maps that highlight the areas AI models focus on when making a diagnosis) can help ophthalmologists interpret the AI's decisions more clearly.

3. Bias and Generalizability: another critical issue in AI for ophthalmology is the potential for bias in the training data. If the AI system is trained on a limited or non-diverse dataset, it may not perform well on different populations, leading to incorrect diagnoses or missed conditions in underrepresented groups (Benet & Pellicer-Valero, 2022). For instance, a model trained on retinal images from a particular demographic may not generalize well to other demographics, leading to disparities in diagnosis.

Data diversity is key to building reliable AI systems. When developing or using AI in ophthalmology, ensure that the training datasets are representative of the patient population you will be treating to avoid biased outcomes.

4. Sources of Errors: AI systems in ophthalmology can encounter several sources of errors, such as:

modelos de IA está diretamente ligado à qualidade dos dados em que são treinados. Imagens de baixa resolução, rotulagem inconsistente ou anotações incorretas podem levar a um desempenho ruim do modelo (*Ting et al.*, 2019).

• Sobreajuste: isso ocorre quando um modelo tem um bom desempenho nos dados de treinamento, mas um desempenho ruim em dados novos e não vistos. O sobreajuste pode levar a falsos positivos ou falsos negativos na prática clínica, o que pode resultar em tratamentos desnecessários ou diagnósticos perdidos.

• Incompatibilidade entre os dados e as configurações do mundo real: os modelos de IA treinados em um ambiente de pesquisa controlado podem não ter um bom desempenho em ambientes clínicos do mundo real devido a diferenças em equipamentos, técnicas de imagem ou características dos pacientes (*Li et al.*, 2021).

5. Preocupações regulatórias e éticas: a IA em oftalmologia também levanta importantes questões regulatórias e éticas. À medida que os sistemas de IA são integrados à prática clínica, é importante prestar atenção aos requisitos regulatórios, como garantir que o modelo siga as diretrizes de marcação da FDA ou da CE (Meskó & Topol, 2023; Grzybowski & Brona, 2023). Além disso, questões éticas relacionadas à privacidade do paciente, segurança dos dados e consentimento informado precisam ser abordadas, especialmente quando os dados do paciente são usados para treinar sistemas de IA (*Rubinger et al.*, 2023).

Ao aprender sobre IA em oftalmologia, os médicos devem se concentrar em entender os processos de tomada de decisão dos modelos, garantir a transparência e abordar as possíveis fontes de viés e erros. Além disso, devem garantir que os sistemas de IA que usam sejam criados com base em dados diversos e de alta qualidade e atendam aos padrões regulatórios. A abordagem dessas preocupações será fundamental para a integração segura e eficaz da IA na oftalmologia clínica.

• Poor quality of data: the performance of AI models is directly tied to the quality of the data they are trained on. Low-resolution images, inconsistent labeling, or incorrect annotations can lead to poor model performance (Ting et al., 2019).

• Overfitting: this occurs when a model performs well on the training data but poorly on new, unseen data. Overfitting can lead to false positives or false negatives in clinical practice, which could result in either unnecessary treatments or missed diagnoses.

• Mismatch between data and real-world settings: AI models trained in a controlled research environment may not perform well in real-world clinical settings due to differences in equipment, imaging techniques, or patient characteristics (Li et al., 2021).

5. Regulatory and Ethical Concerns: AI in ophthalmology also raises important regulatory and ethical questions. As AI systems are integrated into clinical practice, it's important to pay attention to regulatory requirements such as ensuring the model adheres to FDA or CE marking guidelines (Meskó & Topol, 2023; Grzybowski & Brona, 2023). Additionally, ethical issues around patient privacy, data security, and informed consent need to be addressed, especially when patient data is used to train AI systems (Rubinger et al., 2023).

When learning about AI in ophthalmology, clinicians should focus on understanding the models' decision-making processes, ensuring transparency, and addressing potential sources of bias and errors. Additionally, they must ensure that the AI systems they use are built on diverse, high-quality data and meet regulatory standards. Addressing these concerns will be key to safely and effectively integrating AI into clinical ophthalmology.

REFERENCES

• Benet, D., & Pellicer-Valero, O. J. (2022). Artificial intelligence: the unstoppable revolution in ophthalmology. Survey of Ophthalmology, 67(1), 252-270.

• Grzybowski, A., & Brona, P. (2023). Approval and certification of ophthalmic AI devices in the European Union. Ophthalmology and Therapy, 12(2), 633-638.

• Goktas, P. (2024). Ethics, transparency, and explainability in generative ai decision-making systems: a comprehensive bibliometric study. Journal of Decision Systems, 1-29.

Oftalmologia em Foco - Muitos dispositivos de IA com marcação CE estão disponíveis, especialmente para retinopatia diabética. Como podemos integrar essas ferramentas na prática diária? Elas estão livres de viés?

Andrzej Grzybowski - Integrar dispositivos de IA, especialmente para a triagem de retinopatia diabética, na prática oftalmológica diária é um processo promissor, mas desafiador. Muitos desses dispositivos já estão disponíveis na Europa com marcação CE e oferecem potencial significativo para melhorar a precisão e eficiência diagnóstica. No entanto, é fundamental que os clínicos utilizem essas ferramentas com cautela, compreendendo suas limitações.

Passos para a integração:

1. Avaliar a certificação e a classe de risco: na Europa, os dispositivos de IA são classificados conforme o risco percebido para os pacientes, variando de Classe I (risco mais baixo) a Classe III (risco mais alto). Ferramentas para retinopatia diabética, como o IDx-DR e o EyeArt, normalmente se enquadram nas Classes IIa ou IIb, exigindo auditorias e certificações externas (Medical Device Regulation, EU 2017/745). Antes de integrar essas ferramentas, é essencial verificar se o dispositivo foi certificado para o uso pretendido e se cumpre a regulamentação da classe. Como o sistema regulatório europeu depende de organismos notificados para auditoria, é preciso garantir que o dispositivo passou pela supervisão necessária (Benet & Pellicer-Valero, 2022).

2. Familiarizar-se com as capacidades e requisitos do dispositivo: os clínicos precisam compreender totalmente os requisitos operacionais dos dispositivos de IA. Por exemplo, algumas ferramentas exigem equipamentos específicos, como câmeras de fundo de olho, para funcionar corretamente. Na Europa, esses dispositivos costumam ser mais flexíveis quanto à compatibilidade com diferentes hardwares, permitindo que oftalmologistas os utilizem com vários tipos de câmeras (Benet & Pellicer-Valero, 2022). No entanto, é fun-

• Li, J. P. O., Liu, H., Ting, D. S., Jeon, S., Chan, R. P., Kim, J. E., ... & Ting, D. S. (2021). Digital technology, tele-medicine and artificial intelligence in ophthalmology: A global perspective. Progress in Retinal and Eye Research, 82, 100900.

• Meskó, B., & Topol, E. J. (2023). The imperative for regulatory oversight of large language models (or generative AI) in healthcare. npj Digital Medicine, 6, 120.

• Rubinger, L., Gazendam, A., Ekhtiari, S., & Bhandari, M. (2023). Machine learning and artificial intelligence in research and healthcare. Injury, 54, S69-S73.

• Wawer Matos, P. A., Reimer, R. P., Rokohl, A. C., Caldeira, L., Heindl, L. M., & Große Hokamp, N. (2022). Artificial intelligence in ophthalmology – status quo and future perspectives. Seminars in Ophthalmology, 38(3), 226-237.

• Ting, D. S., Peng, L., Varadarajan, A. V., Keane, P. A., Burlina, P. M., Chiang, M. F., ... & Wong, T. Y. (2019). Deep learning in ophthalmology: the technical and clinical considerations. Progress in Retinal and Eye Research, 72, 100759.

Oftalmologia em Foco - Many AI devices with CE marking are available, particularly for diabetic retinopathy. How can we integrate these tools into our daily practice? Are they free from bias?

***Andrzej Grzybowski** - Integrating AI devices, particularly for diabetic retinopathy screening, into daily ophthalmology practice is an exciting but challenging process. Many AI tools with CE marking are already available in Europe, and while they provide significant potential for improving diagnostic accuracy and efficiency, clinicians must be cautious about their proper use and limitations.*

Steps for Integration:

1. Evaluate the Certification and Risk Class: AI devices in Europe are classified based on the perceived risk to patients, from Class I (lowest risk) to Class III (highest risk). AI tools for diabetic retinopathy, such as IDx-DR and EyeArt, typically fall under Class IIa or IIb, meaning they require external audits and certifications (Medical Device Regulation, EU 2017/745). When integrating these tools into practice, it is essential to verify that the AI device is appropriately certified for its intended use. Since the European regulatory system relies on notified bodies for certification, clinicians

damental garantir que a infraestrutura da clínica seja adequada para dar suporte a esses sistemas de IA.

3. Garantir segurança dos dados e conformidade: dispositivos de IA geralmente envolvem a coleta, processamento e transmissão de dados sensíveis dos pacientes, como imagens e informações diagnósticas, o que levanta preocupações sobre privacidade e cibersegurança. Na Europa, é necessário que esses dispositivos cumpram o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) para proteger as informações dos pacientes. Antes de integrar uma ferramenta de IA, certifique-se de que ela adote medidas robustas de segurança de dados, como a anonimização dos dados dos pacientes e a proteção da transmissão de imagens pela Internet para evitar o acesso não autorizado (Grzybowski & Brona, 2023).

4. Treinamento e educação dos clínicos: a integração adequada exige que os profissionais de saúde sejam treinados para utilizar essas ferramentas de IA de maneira eficaz, compreendendo como o dispositivo gera suas decisões diagnósticas e como interpretar seus resultados. A explicabilidade é um desafio, já que muitos sistemas de IA funcionam como "caixas-pretas", ou seja, com processos de tomada de decisão opacos (*Ting et al.*, 2019; Goktas, 2024). Os clínicos devem estar cientes das limitações desses dispositivos e aprender a interpretar os resultados com senso crítico.

5. Monitorar o desempenho em cenários reais: os sistemas de IA geralmente têm um desempenho excepcional em ambientes controlados, mas seu desempenho pode variar em ambientes clínicos do mundo real devido a diferenças na demografia dos pacientes, nos equipamentos ou na prevalência de doenças. Portanto, é fundamental monitorar como o sistema de IA se comporta em sua prática, incluindo a precisão do diagnóstico, as taxas de falso-positivo e falso-negativo e os resultados dos pacientes. A vigilância pós-comercialização e as auditorias regulares podem ajudar a garantir que o sistema de IA esteja funcionando conforme o esperado (*Betzler et al.*, 2023).

should ensure that the AI system complies with the relevant class and has undergone the required external oversight (Benet & Pellicer-Valero, 2022).

2. Familiarize with Device Capabilities and Requirements: clinicians need to fully understand the operational requirements of the AI devices. For instance, some AI tools require specific equipment (such as fundus cameras) to work effectively. In Europe, unlike in the USA, the devices are often more flexible in terms of hardware compatibility, allowing ophthalmologists to pair them with different types of cameras (Benet & Pellicer-Valero, 2022). However, it's crucial to ensure that your clinic has the right infrastructure to support these AI systems.

3. Ensure Data Security and Compliance: AI devices often involve the collection, processing, and transmission of sensitive patient data, including images and diagnostic information. This raises concerns about data privacy and cybersecurity. In Europe, AI devices must comply with regulations like the General Data Protection Regulation (GDPR) to protect patient data. Before integrating an AI tool, ensure that it adheres to robust data security measures, such as anonymizing patient data and securing the transmission of images over the internet to prevent unauthorized access (Grzybowski & Brona, 2023).

4. Training and Education for Clinicians: proper integration also requires ensuring that healthcare providers are trained on how to use these AI tools effectively. This includes understanding how the AI device arrives at its diagnostic decisions and how to interpret its results. Explainability remains a key challenge, as many AI systems operate as "black boxes," where the decision-making process is not fully transparent (Ting et al., 2019; Goktas, 2024). Clinicians should be aware of the limitations of AI and how to interpret results critically.

5. Monitor Performance in Real-World Settings: AI systems often perform exceptionally well in controlled environments, but their performance may vary in real-world clinical settings due to differences in patient demographics, equipment, or disease prevalence. Therefore, it is crucial to monitor how the AI system behaves in your practice, including its diagnostic accuracy, false-positive and false-negative rates, and patient outcomes. Post- market surveillance and regular audits can help ensure that the AI system is performing as expected (Betzler et al., 2023).

Os dispositivos de IA não estão totalmente livres de viés. Os dispositivos de IA com marcação CE, especialmente para triagem de retinopatia diabética, podem ser ferramentas poderosas na oftalmologia, mas não estão livres de limitações. Os médicos devem garantir que essas ferramentas sejam certificadas adequadamente, entender seus requisitos operacionais e avaliar criticamente seu desempenho no mundo real.

O viés, tanto nos dados quanto no design do modelo, continua sendo uma preocupação. Por exemplo, conjuntos de dados de treinamento não representativos podem levar a resultados tendenciosos, afetando a generalização para diferentes populações. O monitoramento e a validação contínuos são essenciais para atenuar seu impacto.

Ao adotar uma abordagem cautelosa e informada, os oftalmologistas podem integrar com sucesso a IA na prática diária, garantindo que as ferramentas sejam usadas com segurança e eficácia.

Oftalmologia em Foco - Parece haver uma lacuna significativa entre a IA testada em laboratórios e sua aplicação no mundo real. O que ainda é necessário para compreender completamente como a IA funciona na prática? Qual é o papel dos RCTs na avaliação e qual a melhor maneira de validar essas tecnologias?

Andrzej Grzybowski - A lacuna entre a IA testada em laboratórios e sua aplicação em cenários clínicos reais, especialmente na oftalmologia, deve-se a desafios relacionados à generalização, transparência e validação dos sistemas de IA. Para compreender plenamente como a IA funciona na prática, é necessário adotar uma abordagem abrangente que inclua testes rigorosos em cenários do mundo real, validação contínua e a integração desses sistemas ao fluxo de trabalho clínico.

O que ainda é necessário para compreender a IA na prática?

1. Generalização de modelos de IA: os modelos de IA,

AI devices are not entirely free from bias. AI devices with CE marking, particularly for diabetic retinopathy screening, can be powerful tools in ophthalmology, but they are not without limitations. Clinicians must ensure that these tools are appropriately certified, understand their operational requirements, and critically assess their real-world performance. Bias, both in data and model design, remains a concern, and ongoing monitoring and validation are essential to mitigate its impact. By taking a cautious and informed approach, ophthalmologists can successfully integrate AI into daily practice while ensuring the tools are used safely and effectively.

REFERENCES

- *Benet, D., & Pellicer-Valero, O. J. (2022). Artificial intelligence: the unstoppable revolution in ophthalmology. Survey of Ophthalmology, 67(1), 252-270.*
- *Betzler, B. K., Chen, H., Cheng, C. Y., Lee, C. S., Ning, G., Song, S. J., ... & Wong, T. Y. (2023). Large language models and their impact in ophthalmology. The Lancet Digital Health, 5(12), e917-e924.*
- *Grzybowski, A., & Brona, P. (2023). Approval and certification of ophthalmic AI devices in the European Union. Ophthalmology and Therapy, 12(2), 633-638.*
- *Goktas, P. (2024). Ethics, transparency, and explainability in generative ai decision-making systems: a comprehensive bibliometric study. Journal of Decision Systems, 1-29.*
- *Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on Medical Devices Available online: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745.*
- *Ting, D. S. W., Pasquale, L. R., Peng, L., Campbell, J. P., Lee, A. Y., Raman, R., ... & Wong, T. Y. (2019). Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. British Journal of Ophthalmology, 103(2), 167-175.*

Oftalmologia em Foco - There seems to be a significant gap between AI tested in laboratories and its real-world application. What is still needed to fully understand how AI operates in practice? What role do RCTs play in evaluating it, and what is the best way to validate these technologies?

Andrzej Grzybowski *- The gap between AI tested in laboratories and its real-world application in clinical settings, particularly in ophthalmology, arises from several challenges related to the generalization, transparency, and validation of AI systems. To fully understand how AI operates in practice, we need a*

especialmente em oftalmologia, geralmente apresentam bom desempenho em ambientes experimentais controlados com conjuntos de dados selecionados. No entanto, podem enfrentar dificuldades quando aplicados em cenários do mundo real, onde as populações de pacientes, os equipamentos de imagem e as condições clínicas variam significativamente (*Castiglioni et al.*, 2021). No laboratório, os modelos são treinados e validados em conjuntos de dados específicos, mas a diversidade de pacientes e ambientes encontrada na prática clínica diária pode levar a inconsistências. Para superar essa lacuna, é essencial validar os modelos de IA utilizando dados do mundo real, garantindo que eles sejam bem generalizados em diferentes dados demográficos, dispositivos e contextos clínicos (*Lin et al.*, 2021).

2. Validação clínica e estudos no mundo real: o uso de estudos clínicos controlados randomizados (RCTs) é essencial para avaliar o desempenho das ferramentas de IA na prática. Os RCTs permitem determinar se essas ferramentas realmente melhoram os resultados clínicos em comparação com os métodos padrão de tratamento. Ao testar a IA em diversas condições do mundo real, os RCTs fornecem informações valiosas sobre como a IA interage com ambientes clínicos complexos, considerando variações no atendimento ao paciente e na disponibilidade de recursos (*Liu et al.*, 2020). As normas CONSORT-AI enfatizam a importância da transparência na apresentação de estudos envolvendo IA, exigindo descrições detalhadas sobre como os sistemas de IA são integrados à prática clínica e como seus resultados são utilizados pelos médicos (*Liu et al.*, 2020).

Enquanto alguns sistemas de IA se mostraram promissores em ensaios clínicos, muitos desses estudos são unicêntricos ou de pequena escala, o que limita sua generalização. Há necessidade de mais estudos multicêntricos que reflitam a complexidade dos sistemas de saúde do mundo real (*Han et al.*, 2024).

comprehensive approach that involves rigorous real-world testing, continuous validation, and integration of AI into the clinical workflow.

What is Still Needed to Fully Understand How AI Operates in Practice?

1. Generalization of AI Models: AI models, particularly in ophthalmology, often perform well in controlled, experimental settings with curated datasets, but they may struggle when applied in real-world scenarios where patient populations, imaging equipment, and clinical conditions vary widely (Castiglioni et al., 2021). In the laboratory, models are trained and validated on specific datasets, but the diversity of patients and environments encountered in everyday clinical practice can lead to inconsistencies. To bridge this gap, AI models need to be validated using real-world data, ensuring they generalize well across different demographics, devices, and clinical settings (Lin et al., 2021).

2. Clinical Validation and Real-World Trials: the use of randomized controlled trials (RCTs) is crucial for evaluating the performance of AI tools in practice. RCTs help determine whether AI tools improve clinical outcomes compared to standard care. By testing AI in diverse, real-world conditions, RCTs provide insight into how AI interacts with complex clinical environments, including variations in patient care and resource availability (Liu et al., 2020). The CONSORT-AI guidelines emphasize the importance of transparency in reporting trials involving AI, requiring clear descriptions of how AI systems are integrated into clinical practice and how their outputs are used by clinicians (Liu et al., 2020).

While some AI systems have shown promise in clinical trials, many of these studies are single-centered or small-scale, limiting their generalizability. There is a need for more multicenter trials that reflect the complexity of real-world healthcare systems (Han et al., 2024).

3. Explainability and Transparency: one of the key issues in deploying AI in clinical practice is the black-box nature of many AI models, especially those based on deep learning. This lack of transparency makes it difficult for clinicians to understand how the AI arrives at its decisions, raising concerns about trust and accountability (Ghassemi et al., 2021). In high-stakes environments like healthcare, explainability is crucial for clinicians to confidently use AI in their decision-making process.

3. Explicabilidade e transparência: um dos principais problemas na implementação da IA na prática clínica é a natureza de caixa-preta de muitos modelos de IA, especialmente aqueles baseados em aprendizado profundo. Essa falta de transparência faz com que seja difícil para os médicos entenderem como a IA chega às suas decisões, levantando preocupações sobre confiança e responsabilidade (*Ghassemi et al.*, 2021).

No entanto, como Ghassemi e colegas (2021) argumentam, as abordagens atuais de IA explicável na área da saúde geralmente são insuficientes para fornecer a transparência necessária para a tomada de decisões no nível do paciente. Em vez de confiar apenas na explicabilidade, recomenda-se uma validação interna e externa rigorosa como uma forma mais confiável de garantir a segurança e a eficácia dos sistemas de IA.

4. Como lidar com a variabilidade e o viés: outro desafio é garantir que os sistemas de IA sejam robustos em relação à variabilidade na qualidade dos dados e nas populações de pacientes. Os modelos de IA podem ser sensíveis a diferenças nos dispositivos de imagem, protocolos clínicos e características dos pacientes, o que pode levar a resultados tendenciosos ou errôneos (*Johnson et al.*, 2021). Essa variabilidade precisa ser tratada com o uso de conjuntos de dados grandes e diversificados para treinamento e validação, além do monitoramento contínuo do desempenho da IA na prática, para detectar e corrigir vieses.

Além disso, os vieses nos dados de treinamento podem fazer com que os modelos de IA tenham um bom desempenho para determinadas populações e um desempenho inferior para outras. Isso pode exacerbar as disparidades na área da saúde, caso não seja tratado adequadamente (Mann, 2023). Garantir que os sistemas de IA sejam treinados em conjuntos de dados diversos e representativos é fundamental para obter resultados equitativos na área da saúde.

O PAPEL DOS RCTS NA AVALIAÇÃO DA IA

Os estudos controlados randomizados (RCTs) desem-

However, as Ghassemi and colleagues (2021) argue, current approaches to explainable AI in healthcare are often insufficient to provide the transparency needed for patient-level decision-making. Instead of relying solely on explainability, they recommend rigorous internal and external validation as a more reliable way to ensure the safety and efficacy of AI systems.

4. Handling Variability and Bias: another challenge is ensuring that AI systems are robust to variability in data quality and patient populations. AI models can be sensitive to differences in imaging devices, clinical protocols, and patient characteristics, potentially leading to biased or erroneous results (Johnson et al., 2021). This variability needs to be addressed by using large, diverse datasets for training and validation, and by continuously monitoring AI performance in practice to detect and correct biases.

Additionally, biases in training data can result in AI models performing well for certain populations while underperforming for others. This can exacerbate healthcare disparities if not properly addressed (Mann, 2023). Ensuring that AI systems are trained on diverse, representative datasets is critical to achieving equitable healthcare outcomes.

THE ROLE OF RCTS IN EVALUATING AI

Randomized controlled trials (RCTs) play a fundamental role in evaluating the effectiveness of AI technologies in healthcare. They provide a gold standard for assessing the clinical utility and safety of AI systems in real-world settings. By comparing AI-supported interventions with standard care, RCTs offer evidence on whether AI truly improves patient outcomes and workflow efficiency.

- *Testing AI in Complex Environments: RCTs enable researchers to evaluate how AI performs in real-world, dynamic clinical environments, where factors such as patient behavior, clinician interaction, and resource availability can impact the AI's effectiveness. This ensures that AI systems are robust enough to handle real-world variability (Han et al., 2024).*

- *Assessing AI's Clinical Impact: RCTs also allow for the evaluation of patient-relevant outcomes, such as improved diagnostic accuracy, reduced time to treatment, or better patient satisfaction. These outcomes are critical to understanding the true impact of AI in clinical practice, beyond just technical performance metrics (Liu et al., 2020).*

penham um papel fundamental na avaliação da eficácia das tecnologias de IA na área da saúde. Eles fornecem um padrão-ouro para avaliar a utilidade clínica e a segurança dos sistemas de IA em ambientes do mundo real. Ao comparar intervenções apoiadas por IA com o tratamento padrão, os RCTs oferecem evidências sobre se a IA realmente melhora os resultados dos pacientes e a eficiência do fluxo de trabalho.

• Testando a IA em ambientes complexos: os RCTs permitem que os pesquisadores avaliem o desempenho da IA em ambientes clínicos dinâmicos do mundo real, onde fatores como o comportamento do paciente, a interação do médico e a disponibilidade de recursos podem afetar a eficácia da IA. Isso garante que os sistemas de IA sejam robustos o suficiente para lidar com a variabilidade do mundo real (*Han et al.*, 2024).

• Avaliação do impacto clínico da IA: os RCTs também permitem a avaliação de resultados relevantes para o paciente, como maior precisão diagnóstica, redução do tempo de tratamento ou maior satisfação do paciente. Esses resultados são essenciais para entender o verdadeiro impacto da IA na prática clínica, além de apenas métricas de desempenho técnico (*Liu et al.*, 2020).

• Reduzir o viés e garantir a generalização: os RCTs com populações grandes e diversificadas ajudam a identificar quaisquer vieses nos sistemas de IA e garantem que a IA possa ser generalizada em diferentes grupos demográficos. Isso é particularmente importante para assegurar que a IA não prejudique inadvertidamente populações carentes ao produzir resultados tendenciosos ou imprecisos.

MELHORES MANEIRAS DE VALIDAR AS TECNOLOGIAS DE IA

1. Estudos multicêntricos no mundo real: para validar as tecnologias de IA para uso clínico, são necessários estudos multicêntricos que englobem uma ampla variedade de ambientes clínicos, dados demográficos dos pacientes e dispositivos de imagem. Esses testes ajudam a garantir que os sistemas de IA sejam robustos e possam se generalizar bem além do ambiente de laboratório controlado (*Lin et al.*, 2021).

2. Monitoramento longitudinal: os sistemas de IA devem ser submetidos a um monitoramento contínuo pós-implementação para garantir que permaneçam precisos e eficazes ao longo do tempo. Isso envolve a coleta de dados do mundo real e o retreinamento regular da IA para se adaptar a novos padrões e populações (Shneiderman, 2020).

3. Colaboração com médicos: é fundamental garantir que os sistemas de IA sejam clinicamente interpretáveis e possam ser perfeitamente integrados ao fluxo de trabalho clínico. Isso exige uma estreita colaboração entre os desenvolvedores de IA e os médicos para assegurar que os resultados da IA sejam úteis e confiáveis (Rajpurkar & Lungren, 2023).

Oftalmologia em Foco - Os pacientes geralmente apresentam múltiplas comorbidades. Como a IA pode avaliar com eficácia uma condição específica? Isso poderia levar a um viés, por exemplo, ao avaliar o glaucoma em um paciente com retinopatia diabética?

Andrzej Grzybowski - Quando os pacientes apresentam várias comorbidades, a IA pode avaliar com eficácia condições específicas ao integrar dados multimodais, como imagens médicas e histórico do paciente, para fornecer percepções personalizadas. Ela pode analisar as interações entre condições, como glaucoma e retinopatia diabética, oferecendo uma avaliação mais abrangente.

No entanto, pode haver viés se a IA for treinada com dados que sub-representam casos complexos ou se ela se concentrar excessivamente em uma condição em detrimento de outra. Por exemplo, um sistema de IA pode priorizar a detecção de retinopatia diabética e não detectar sinais de glaucoma, o que pode levar a erros de diagnóstico.

Para mitigar o viés, os modelos de IA devem ser treinados em conjuntos de dados diversos que incluam pacientes com múltiplas comorbidades. Além disso, a supervisão humana é essencial para garantir diagnósticos precisos

• *Reducing Bias and Ensuring Generalizability: RCTs with large, diverse populations help identify any biases in AI systems and ensure that the AI can generalize across different demographic groups. This is particularly important in ensuring that AI does not inadvertently harm underserved populations by producing biased or inaccurate results.*

BEST WAYS TO VALIDATE AI TECHNOLOGIES

1. Multicenter, Real-World Trials: to validate AI technologies for clinical use, multicenter trials that encompass a wide range of clinical settings, patient demographics, and imaging devices are needed. These trials help ensure that AI systems are robust and can generalize well beyond the controlled laboratory environment (Lin et al., 2021).

2. Longitudinal Monitoring: AI systems should undergo continuous post-deployment monitoring to ensure they remain accurate and effective over time. This involves collecting real-world data and regularly retraining the AI to adapt to new patterns and populations (Shneiderman, 2020).

3. Collaboration with Clinicians: ensuring that AI systems are clinically interpretable and can be seamlessly integrated into the clinical workflow is crucial. This requires close collaboration between AI developers and clinicians to ensure that AI outputs are both useful and trustworthy (Rajpurkar & Lungren, 2023).

REFERENCES

• *Mann, D. L. (2023). Artificial intelligence discusses the role of artificial intelligence in translational medicine: a JACC: basic to translational science interview with ChatGPT. Basic to Translational Science, 8(2), 221-223.*

• *Castiglioni, I., Rundo, L., Codari, M., et al. (2021). AI applications to medical images: From machine learning to deep learning. Physica Medica, 83, 9-24.*

• *Lin, D., Xiong, J., Liu, C., et al. (2021). Application of Comprehensive Artificial intelligence Retinal Expert (CARE) system: a national real-world evidence study. The Lancet Digital Health, 3(8), e486-e495.*

• *Liu, X., Rivera, S. C., Moher, D., et al. (2020). Reporting guidelines for clinical trial reports for interventions involving artificial intelligence: the CONSORT-AI extension. The Lancet Digital Health, 2(10), e537-e548.*

• *Ghassemi, M., Oakden-Rayner, L., & Beam, A. L. (2021). The false hope of current approaches to explainable artificial intelligence in health care. The Lancet Digital Health, 3(11), e745-e750.*

• *Johnson, K. B., Wei, W. Q., Weeraratne, D., et al. (2021). Precision medicine, AI, and the future of personalized health care. Clinical and Translational Science, 14(1), 86-93.*

• *Han, R., Acosta, J. N., Shakeri, Z., et al. (2024). Randomised controlled trials evaluating artificial intelligence in clinical practice: a scoping review. The Lancet Digital Health, 6(5), e367-e373.*

• *Shneiderman, B. (2020). Bridging the gap between ethics and practice: guidelines for reliable, safe, and trustworthy human-centered AI systems. ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems, 10(4), 1-31.*

• *Rajpurkar, P., & Lungren, M. P. (2023). The current and future state of AI interpretation of medical images. New England Journal of Medicine, 388(21), 1981-1990.*

Oftalmologia em Foco - Patients often present with multiple comorbidities. How can AI effectively evaluate a specific condition? Could this lead to bias, for instance, when assessing glaucoma in a patient with diabetic retinopathy?

***Andrzej Grzybowski** - When patients present with multiple comorbidities, AI can effectively evaluate specific conditions by integrating multimodal data, such as medical imaging and patient history, to provide personalized insights. It can analyze the interactions between conditions like glaucoma and diabetic retinopathy, offering a more comprehensive evaluation.*

However, bias can arise if the AI is trained on data that underrepresents complex cases or if it overfocuses on one condition at the expense of another. For instance, an AI system may prioritize detecting diabetic retinopathy while missing signs of glaucoma, leading to diagnostic errors.

To mitigate bias, AI models must be trained on diverse datasets that include patients with various comorbidities, and human oversight is crucial to ensure accurate, context-aware diagnoses. This ensures AI can support clinicians in making reliable assessments even in complex cases.

Oftalmologia em Foco - AI can aggregate the expertise of different doctors when analyzing data, such as images. However, there can be a lack of explainability and trans-

e conscientes do contexto. Isso assegura que a IA possa ajudar os médicos a fazer avaliações confiáveis, mesmo em casos complexos.

Oftalmologia em Foco - A IA pode agregar a experiência de diferentes médicos ao analisar dados, como imagens. No entanto, pode haver uma falta de explicação e transparência na forma como essas análises são conduzidas. Como você percebe esse aparente paradoxo?

Andrzej Grzybowski - O uso da IA para agregar a experiência de vários médicos na análise de dados médicos traz tanto um potencial significativo quanto desafios notáveis. Embora a IA possa aumentar a precisão dos diagnósticos, ela frequentemente carece de transparência e explicabilidade, levantando preocupações sobre a confiança e a responsabilidade na área da saúde. Esse paradoxo é particularmente evidente na geração de imagens médicas, em que os modelos de aprendizado profundo produzem resultados altamente precisos, mas operam como "caixas-pretas", dificultando a interpretação de como decisões específicas são tomadas (*Chaddad et al.*, 2023).

A falta de explicabilidade pode ser problemática, pois os médicos precisam justificar diagnósticos e planos de tratamento para os pacientes, garantindo que suas decisões sejam baseadas em um raciocínio compreensível e fundamentado em evidências (Hulsen, 2023). A IA explicável (Explainable Artificial Intelligence – XAI) tem como objetivo resolver esse problema, tornando os processos de tomada de decisão mais transparentes. No entanto, mesmo com os avanços nas técnicas de XAI, as explicações geralmente permanecem insuficientes para cenários clínicos complexos (*Srinivasu et al.*, 2022).

Por fim, embora os recursos da IA na agregação e análise de dados sejam transformadores, garantir que seus processos sejam explicáveis é essencial para ganhar a confiança dos prestadores de serviços de saúde e dos pacientes. Equilibrar o alto desempenho com a transparência é fundamental para a implementação responsável da IA na prática clínica (*Loh et al.*, 2022).

parency in how these analyses are conducted. How do you perceive this apparent paradox?

Andrzej Grzybowski *- The use of AI to aggregate the expertise of multiple doctors in analyzing medical data brings both significant potential and notable challenges. While AI can enhance diagnostic accuracy, it often lacks transparency and explainability, raising concerns about trust and accountability in healthcare. This paradox is particularly evident in medical imaging, where deep learning models produce highly accurate results but operate as "black boxes," making it difficult to interpret how specific decisions are made (Chaddad et al., 2023).*

The lack of explainability can be problematic as clinicians need to justify diagnoses and treatment plans to patients, ensuring their decisions are based on understandable, evidence-based reasoning (Hulsen, 2023). Explainable AI (XAI) aims to address this by making decision-making processes more transparent. However, even with advancements in XAI techniques, the explanations often remain insufficient for complex clinical scenarios (Srinivasu et al., 2022).

Ultimately, while AI's capabilities in data aggregation and analysis are transformative, ensuring that its processes are explainable is essential for gaining the trust of healthcare providers and patients alike. Balancing high performance with transparency is crucial to the responsible implementation of AI in clinical practice (Loh et al., 2022).

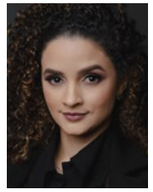
REFERENCES

- *Chaddad A, Peng J, Xu J, Bouridane A. (2023). Survey of explainable AI techniques in healthcare. Sensors, 23(2):634.*
- *Hulsen T. (2023). Explainable artificial intelligence (XAI): Concepts and challenges in healthcare. AI, 4(3):652-666*
- *Srinivasu P. N., Sandhya N., Jhaveri R. H., Raut R. (2022). From blackbox to explainable AI in healthcare: Existing tools and case studies. Mobile Information Systems, 2022(1), 8167821.*
- *Loh, H. W., Ooi, C. P., Seoni, S., Barua, P. D., Molinari, F., & Acharya, U. R. (2022). Application of explainable artificial intelligence for healthcare: A systematic review of the last decade (2011–2022). Computer Methods and Programs in Biomedicine, 226, 107161.*

Autora

THAÍS CÂNDIDA BORGES

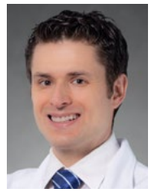
Oftalmologista. Especialista em córnea e lente de contato pelo Iamspe/HSPE.



Editor da seção

BERNARDO KAPLAN MOSCOVICI

Especialista em córnea pela Santa Casa de SP, em superfície ocular pela USP, e em cirurgia refrativa pela Unifesp. Colaborador dos setores de Óptica Cirúrgica, na Unifesp, e Cirurgia Refrativa, na Santa Casa de SP.



DICAS PARA CIRURGIA DE PTERÍGIO

A cirurgia de pterígio associada ao transplante autólogo de conjuntiva é considerada uma excelente alternativa para o tratamento dessa lesão, pois envolve menor chance de recidiva e melhor recuperação. Venho, neste artigo, compartilhar a minha prática e algumas dicas que aplico, as quais contribuem para um ato cirúrgico mais eficiente.

1. PREPARAÇÃO ANTES DA CIRURGIA

A preparação antes da cirurgia é crucial, como em qualquer procedimento médico. Costumo explicar a técnica de maneira clara e mostrar vídeos do processo. Embora utilize cola biológica na maioria dos procedimentos, esclareço que pode haver necessidade de sutura. Quando indico a cirurgia, também detalho os sintomas do pós-operatório, o tempo de afastamento do trabalho, as possíveis complicações e o risco de recidiva.

2. PREPARAÇÃO DA COLA BIOLÓGICA

Retiro a cola da geladeira e confirmo a marca a ser utilizada. A preparação correta dos componentes, a temperatura adequada e o tempo necessário podem variar entre fabricantes. Por isso, é essencial seguir as instruções específicas de cada produto.

3. PREPARO PARA O PROCEDIMENTO E ANESTESIA

Utilizo iodopolvidona para profilaxia e colírio anestésico. Em seguida, aplico gel anestésico nas pálpebras e em todos os quadrantes conjuntivais. Essa etapa contribui significativamente para o conforto do paciente, desde a colocação do blefa-

"O envolvimento do paciente nos cuidados pós-operatórios é um dos pilares fundamentais para o sucesso do procedimento"

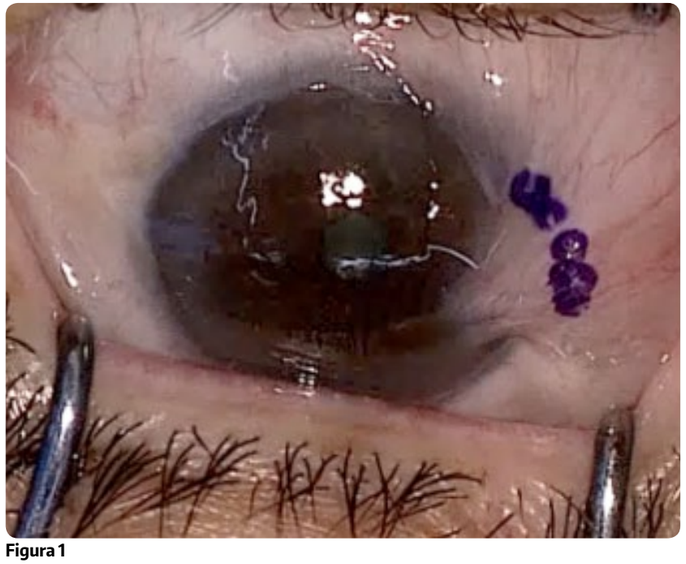
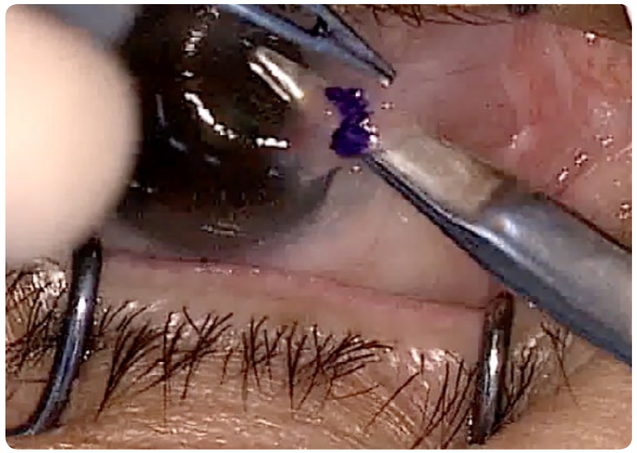


Figura 1


Figura 2


Figura 3

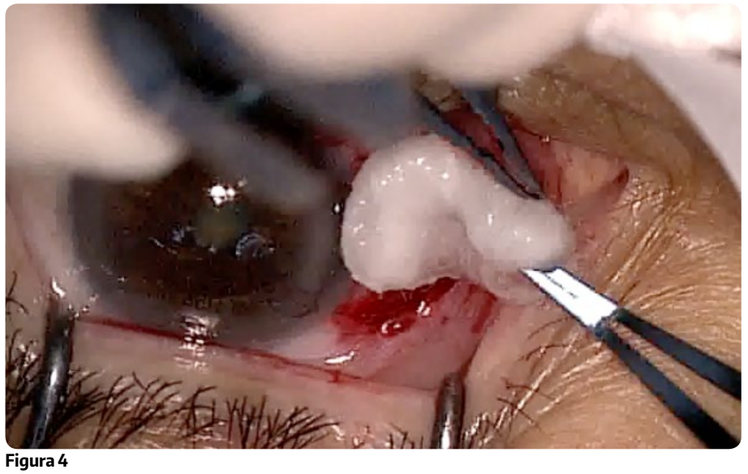
rostato até o término do procedimento. A anestesia tópica com gel geralmente dispensa a necessidade de aplicação subconjuntival, que pode ser dolorosa.

4. COLABORAÇÃO DO PACIENTE

No preparo, treino o paciente quanto à movimentação voluntária do olhar e à consciência corporal, reforçando a importância de evitar movimentar a cabeça. Sugiro que ele mantenha o olho contralateral aberto e direcionado. O paralelismo do olhar facilita a técnica cirúrgica e ajuda o paciente a concentrar-se em outra parte do corpo, aliviando a ansiedade durante o procedimento.

5. MARCAÇÃO DA LESÃO E TRANSPLANTE CONJUNTIVAL

Antes da remoção, marco a cabeça do pterígio, focando na extensão crânio-caudal, que apresenta maior risco de recidiva em comparação à extensão latero-lateral. O enxerto é confeccionado com 1-2 mm a mais do que a área receptora, facilitando a coaptação das bordas (**figura 1**).


Figura 4

6. REMOÇÃO DA CABEÇA DO PTERÍGIO

A remoção é feita por planos, utilizando delaminação paralela ao plano da córnea. Para remover as fibroses, utilizo lâmina 15, lâmina crescente ou um motor à pilha (**figuras 2 e 3**).

7. HEMOSTASIA

Para obter um leito escleral seco, coloco um fragmento de algodão embebido em anestésico com vasoconstritor e realizo compressão local, o que favorece a hemostasia. Evito o uso de cautério elétrico para minimizar o risco de isquemia e dor no pós-operatório (**figura 4**).

8. CONFECÇÃO DO ENXERTO CONJUNTIVAL

O enxerto para recobrimento deve ser confeccionado sem tenon, contendo apenas o epitélio conjuntival. Uso a técnica da bolha de ar (air bubble) para separar as camadas. Ao posicionar o enxerto no leito receptor, faço por escorregamento ou tombamento. É importante que ele esteja fino, bem esticado e coaptado às extremidades (**figuras 5 e 6**).

9. INSTILAÇÃO DA COLA E FINALIZAÇÃO DA CIRURGIA

Aplico duas gotas de cada componente da cola com o auxílio de uma agulha de insulina. O leito escleral deve estar seco para garantir a adesão do enxerto. Também utilizo adesivo biológico na região de ceratectomia para aliviar a dor causada pela exposição das terminações nervosas da córnea, simulando o efeito de uma lente de contato terapêutica.

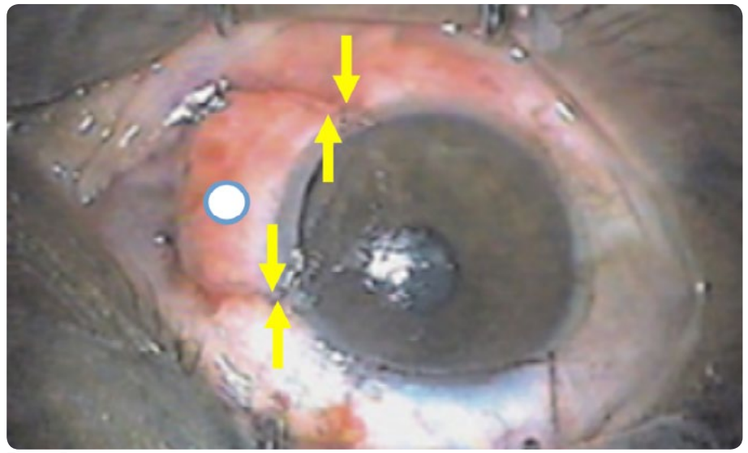
Além disso, aplico cola na área doadora, aproximando a conjuntiva do limbo. Isso reduz o risco de granuloma e favorece a cicatrização. Por fim, envio a peça cirúrgica para análise histopatológica (**figura 7**).

10. CUIDADOS NO PÓS-OPERATÓRIO

Após a cirurgia, aplico colírio antibiótico e protejo o olho operado com um curativo de acrílico. O uso da medicação começa em casa e inclui antibiótico profilático (tobramicina 0,3%) por uma semana. Prescrevo também corticoide tópico de alta potência (dexametasona 0,1%), com desmame progressivo, além de colírio lubrificante sem conservante (hialuronato de sódio) e gel de dexpantenol para aliviar o desconforto.

Sugiro o uso de analgésico oral para maior conforto durante a recuperação. Compressas geladas fora do olho, aplicadas com gaze estéril, ajudam a aliviar os sinais inflamatórios. Recomendo repouso visual relativo e cautela em atividades que possam agravar o desconforto.

O envolvimento do paciente nos cuidados pós-operatórios é um dos pilares fundamentais para o sucesso do procedimento.


Figura 5

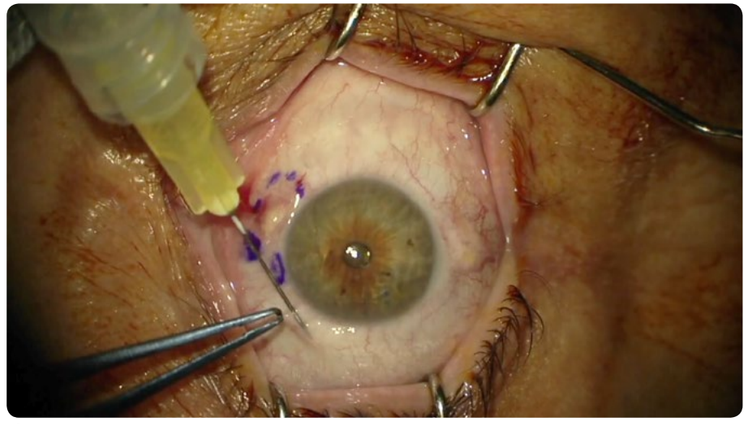

Figura 6


Figura 7

ELZA-PACE: QUEBRANDO PARADIGMAS E MELHORANDO A VISÃO NO CERATOCONE, SEM REMOVER TECIDO

Autores

EMILIO A. TORRES-NETTO



Doutor em Medicina pela Université de Genève (Suíça). Doutor em Oftalmologia e Ciências Visuais pela EPM-Unifesp. Pós-doutorado na Universidade de Zürich (Suíça). Especialista em córnea, catarata e cirurgia refrativa, com formação pela Stanford University School of Medicine (EUA), Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Escola Paulista de Medicina - Unifesp, Fondation Ophtalmologique Adolphe de Rothschild (França), UniversitätsSpital Zürich, Universität Zürich (Suíça) e ELZA Institute (Suíça).

MARK HILLEN



Doutor em ciências, ELZA Institute (Suíça).

FARHAD HAFEZI



Professor Titular na Universidade de Genebra (Suíça), Research Professor na Universidade de Langone Nova York (EUA), Professor Visitante na Universidade Médica de Wenzhou (China), Adjunct Clinical Professor na Universidade do Sul da Califórnia (USA), Membro do Conselho da Sociedade Europeia de Catarata e Cirurgia Refrativa (ESCRS).

"Os resultados iniciais mostram um efeito de aplanamento significativamente maior do que o alcançado pelas gerações anteriores de CXL personalizado"

O crosslinking de córnea (CXL) transformou o curso da doença em pacientes com ectasias corneanas desde sua introdução na prática clínica em 2002. Porém, o CXL não foi inicialmente projetado para proporcionar melhorias na acuidade visual.

O protocolo de CXL para ectasia que tem sido o padrão-ouro, praticamente incontestado, é o protocolo de Dresden.[1] Tal procedimento envolve a remoção do epitélio, aplicação de riboflavina por 20 minutos, seguida de 30 minutos de irradiação de luz UV a 3 mW/cm², para uma fluência total de 5,4 J/cm². Como observamos nas duas últimas décadas, esse protocolo pode achatar a córnea em uma pequena medida – geralmente em torno de 1,5 dioptria. No entanto, essa mudança é muito sutil para trazer uma melhora significativa à visão dos pacientes com ectasias corneanas. Além disso, este aplanamento costuma acontecer na área central ou de maneira mais difusa, mas não necessariamente onde a córnea é mais curva.

Contudo, o CXL evoluiu, e alguns paradigmas estão sendo quebrados. Hoje sabemos que a difusão de oxigênio no estroma é uma etapa essencial – e limitante – na reação fotoquímica entre UV e riboflavina, e que acelerar a entrega da fluência de 5,4 J/cm² reduz o efeito de endurecimento do tecido corneano.[2-5] Esse papel crucial do oxigênio também ajuda a entender por que muitos dos antigos protocolos de CXL com epitélio preservado (epi-on) apresentavam um efeito menor de fortalecimento corneano comparado aos protocolos com epitélio removido (epi-off): o epitélio consome oxigênio e absorve a energia UV.[5-8] Atualmente, protocolos mais modernos e de maior fluência (até 10 J/cm²) têm o potencial de reduzir essa diferença de eficácia e proporcionar resultados satisfatórios.[9] Em resumo, vários dos aprendizados alcançados ao longo dos anos de desenvolvimento levaram a uma nova perspectiva de como o aplanamento da córnea pode ser alcançado.

A EVOLUÇÃO DO CROSSLINKING PERSONALIZADO

A primeira geração de crosslinking personalizado utilizou a seguinte abordagem: aplicação de gradientes de fluência de energia UV em uma córnea sem epitélio (epi-off), com a maior fluência direcionada à área de maior protrusão localizada através da face posterior da córnea por meio de imagens de tomografia. Esse padrão guiado por tomografia gera mais ligações cruzadas sobre a área desejada, resultando, consequentemente, em um maior achatamento da área afetada.[10] Para obter este efeito, os cirurgiões precisam usar um dispositivo de aplicação de UV-A com um rastreador ocular (eye tracker) integrado, que possa aplicar diferentes fluências de UV a diferentes partes da córnea, em vez de usar um dispositivo de crosslinking comum, que aplica uma fluência – em princípio – uniforme em toda a córnea.[11] Mesmo assim, os efeitos de aplanamento foram apenas moderadamente previsíveis: aproximadamente 2-4 D no total,[12-14] mesmo com o uso de agentes adjuvantes, como oxigênio suplementar, para melhorar o efeito do crosslinking.[15]

ELZA-PACE CUSTOMIZED CXL: A PRÓXIMA GERAÇÃO

Desenvolvemos um método de segunda geração de crosslinking personalizado chamado "ELZA phototherapeutic keratectomy (PTK)-assisted customized epi-on CXL (PACE)". O ELZA-PACE combina a nova abordagem ELZA-epi-on (que não requer iontoforese nem oxigênio adicional) com uma área epi-off sobre o centro do ceratocone.

Basicamente, a área epi-off é criada usando PTK com laser Excimer, ajustado especificamente para o centro do cone do ceratocone, respeitando o perfil de espessura epitelial individual da região, preservando totalmente o tecido estromal. Isso, por sua vez, melhora a penetração do oxigênio e da energia UV no estroma.

A fim de calcular a área e o formato do PTK personalizado, foi criado um software específico, incluindo aproximadamente sete variáveis topográficas, tomográficas e epiteliais. Após o PTK guiado pelo mapa epitelial, é aplicada uma solução de riboflavina com potencializadores de penetração (penetration enhancers), gerando um gradiente de concentração de riboflavina que atinge seu pico no cone. Além disso, uma maior quantidade de radiação UV é aplicada sobre a área do cone e uma menor sobre as regiões periféricas da córnea durante o processo de crosslinking.

Essas características combinadas geram três gradientes simultâneos: de fluência UV, riboflavina e oxigênio, em comparação com o único gradiente de fluência UV presente na abordagem personalizada de primeira geração.

Como o ELZA-PACE alcança um aplanamento significativo da córnea

O ELZA-PACE utiliza uma combinação de tecnologias avançadas para aumentar a eficácia do crosslinking:

- PTK guiado pelo mapa epitelial: o PTK é orientado por um mapa epitelial para remover o epitélio com precisão sobre o cone, maximizando o crosslinking ao remover seletivamente barreiras à penetração de riboflavina e absorção de luz UV. O formato e o tamanho são personalizados com a ajuda de um software desenvolvido para tal.
- Crosslinking misto epi-on/epi-off: essa abordagem cria um gradiente de riboflavina, com concentrações mais altas na região epi-off e concentrações mais baixas nas áreas epi-on, aumentando a eficácia do crosslinking onde ele é mais necessário.
- Gradiente de oxigênio: o oxigênio é essencial para o efeito de enrijecimento da reação fotoquímica UV-riboflavina. A remoção do epitélio sobre o cone garante uma maior disponibilidade de oxigênio nessa área, intensificando o gradiente do efeito de crosslinking.
- Gradiente de fluência: a aplicação de mais energia UV no ápice do cone, em comparação com as regiões periféricas, resulta em um efeito de crosslinking mais localizado e robusto, promovendo um maior aplanamento da córnea.

Esses avanços combinados permitem que o ELZA-PACE alcance um aplanamento corneal substancial e eficaz.

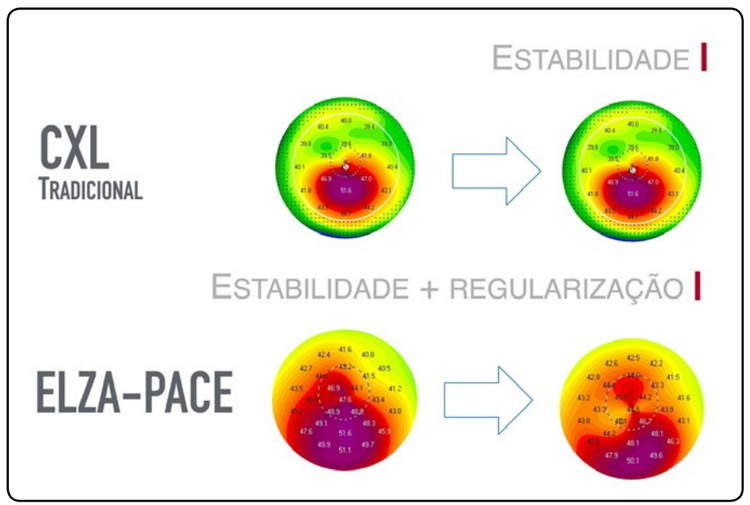


Figura 1 - Possibilidade de promover melhorias na córnea, até mesmo em casos de ceratocone estável

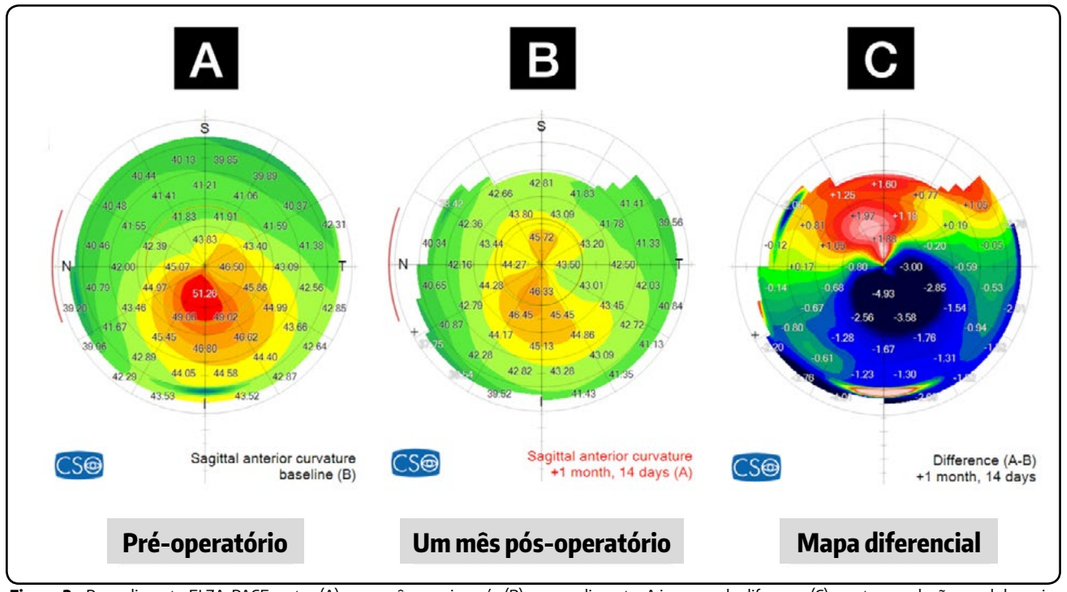


Figura 2 - Procedimento ELZA-PACE: antes (A) e um mês e meio após (B) o procedimento. A imagem de diferença (C) mostra a redução geral da assimetria (aplanamento em azul, efeito adicional coupling em vermelho)

RESULTADOS CLÍNICOS INICIAIS

Os resultados iniciais mostram um efeito de aplanamento significativamente maior do que o alcançado pelas gerações anteriores de CXL personalizado. O mais interessante é que, além de observamos reduções de Kmax de 4 a 5 D no primeiro mês pós-procedimento, também ocorre um encurvamento na área superior oposta de várias dioptrias, graças a um efeito coupling. Quando consideramos esses dois efeitos em conjunto, geralmente observamos uma melhora significativa na simetria do astigmatismo.

Essas mudanças levam a melhorias nos perfis de frente de onda em exames de aberrometria, resultando em um aumento na acuidade visual corrigida com óculos. Entre seis meses e um ano, o PACE pode alcançar uma redução total de 8 a 12 D na assimetria e, em alguns casos, um ganho de até 4 linhas na CDVA com óculos.

Tal regularização da superfície corneana é obtida pela remodelagem da córnea, sem a necessidade de remover tecido estromal — um diferencial importante em relação às técnicas anteriores que combinavam CXL e Excimer Laser, nas quais o Excimer atuava como principal agente de regularização. No ELZA-PACE, o Excimer atua apenas como facilitador, enquanto o resultado cirúrgico advém do fortalecimento biomecânico e não da remoção de tecido. Isso é particularmente relevante para córneas ectásicas, onde o comprometimento biomecânico é um fator crítico.

É POSSÍVEL REALIZAR O PACE COM UMA ABRASÃO MANUAL?

Tentamos e não conseguimos observar um efeito semelhante. O motivo é que a abrasão precisa ser personalizada em torno do ápice do ceratocone usando um mapa topográfico específico. Fazer isso manualmente significaria transferir um deslocamento de abrasão específico na faixa de ±20 µm para a córnea e realizar uma abrasão que inclua a área de interesse dentro de alguns mícrons.

SELECIONANDO CASOS

Pacientes com ectasias corneanas e valores de Kmax na faixa de 50 a 60 D são excelentes candidatos para o ELZA-PACE. O achatamento pronunciado sobre o cone desloca a refração do paciente em direção à hipermetropia. Portanto, o ideal é que os pacientes também apresentem pelo menos uma miopia discreta. Por outro lado, evita-se realizar o ELZA-PACE em casos com ceratometrias abaixo de 50 D, pois poderíamos, teoricamente, observar um aplanamento lento e progressivo a longo prazo. Começar com valores acima de 50 D ajuda a prevenir que a córnea se achate para níveis não fisiológicos no futuro.

Quebrando alguns paradigmas, o ELZA-PACE pode ser utilizado tanto em casos de ceratocone progressivo quanto em casos de ceratocone estável. Um exemplo típico seria o de um paciente de 35 anos com ceratocone estável que usou lentes de contato por quase 20 anos e começou a desenvolver intolerância às lentes. Outro exemplo seria o de um paciente de 65 anos com ceratocone estável que deseja um resultado óptico mais adequado após a cirurgia de catarata.

O ELZA-PACE pode ser combinado com outros tratamentos, conforme apropriado, como o uso de segmentos de anéis intracorneanos (como o procedimento All-Femto-CAIRS de Soosan Jacob e Shady Awwad, que utiliza tecido corneano alogênico) e a ceratectomia fotorrefrativa guiada por frente de onda corneana total, um outro avanço recente importante.

QUANDO O ELZA-PACE ESTARÁ DISPONÍVEL?

Nosso método se baseia em um novo protocolo de epi-on CXL. Durante o epi-on CXL, pré-tratamos a córnea com colírios especiais que aumentam a penetração da riboflavina. Esses agentes de penetração são fruto de vários anos de pesquisa e atualmente aguardam a certificação CE.

Assim que essa certificação for obtida, o ELZA-PACE poderá ser realizado por qualquer colega com o equipamento necessário: o OCT associado a discos de Plácido MS-39 para mapas epiteliais e geração do arquivo de ablação (CSO Italia), o Excimer Laser AMARIS para o PTK customizado orientado pelos mapas epiteliais (Schwind eyetech solutions) e a tecnologia de crosslinking C-eye para o CXL personalizado (EMAGine Switzerland).

MENSAGENS FINAIS

O ELZA-PACE representa um avanço significativo no tratamento do ceratocone, oferecendo uma redução substancial da assimetria corneana e melhorias visuais. O mais importante é que tudo isso é alcançado sem a necessidade de remoção de tecido corneano. Ao aproveitar os gradientes combinados de riboflavina, oxigênio e radiação UV, o ELZA-PACE supera os resultados do CXL personalizado de primeira geração.

Como oftalmologistas, devemos considerar o ELZA-PACE como uma opção de reabilitação visual de primeira linha para pacientes com ceratocone, garantindo que eles recebam o cuidado mais eficaz e avançado disponível.

REFERÊNCIAS

1. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. Am J Ophthalmol 2003;135:620-627. Hafezi F, Kling S, Hafezi NL, Aydemir ME, Lu NJ, Hillen M, Knyazer B, Awwad S, Mazzotta C, Kollros L, Torres-Netto EA. History of Corneal Crosslinking. Prog Retin Eye Res. 2024 Dec 14:101322. doi: 10.1016/j.preteyeres.2024.101322. Epub ahead of print. PMID: 39681212.

2. Richoz O, Hammer A, Tabibian D, Gatzioufas Z, Hafezi F. The Biomechanical Effect of Corneal Collagen Crosslinking (CXL) With Riboflavin and UV-A is Oxygen Dependent. Transl Vis Sci Technol 2013;2:6.

3. Hammer A, Richoz O, Arba Mosquera S, Tabibian D, Hoogewoud F, Hafezi F. Corneal biomechanical properties at different corneal crosslinking (CXL) irradiances. Invest Ophthalmol Vis Sci 2014;55:2881-2884.

4. Kling S, Richoz O, Hammer A, et al. Increased Biomechanical Efficacy of Corneal Crosslinking in Thin Corneas Due to Higher Oxygen Availability. J Refract Surg 2015;31:840-846.

5. Torres-Netto EA, Kling S, Hafezi N, Vinciguerra P, Randleman JB, Hafezi F. Oxygen Diffusion May Limit the Biomechanical Effectiveness of Iontophoresis-Assisted Transepithelial Corneal Crosslinking. J Refract Surg 2018;34:768-774.

6. Freeman RD. Oxygen consumption by the component layers of the cornea. J Physiol 1972;225:15-32.

7. Harvitt DM, Bonanno JA. Oxygen consumption of the rabbit cornea. Invest Ophthalmol Vis Sci 1998;39:444-448.

8. Seiler TG, Komninou MA, Nambiar MH, Schuerch K, Frueh BE, Buchler P. Oxygen Kinetics During Corneal Crosslinking With and Without Supplementary Oxygen. Am J Ophthalmol 2021;223:368-376.

9. Abrishamchi R, Abdshahzadeh H, Hillen M, et al. High-Fluence Accelerated Epithelium-Off Corneal Crosslinking Protocol Provides Dresden Protocol-Like Corneal Strengthening. Transl Vis Sci Technol 2021;10:10.

10. Kanellopoulos AJ, Dupps WJ, Seven I, Asimellis G. Toric topographically customized transepithelial, pulsed, very high-fluence, higher energy and higher riboflavin concentration collagen crosslinking in keratoconus. Case Rep Ophthalmol 2014;5:172-180.

11. Wu D, Lim DK, Lim BXH, et al. Corneal Crosslinking: The Evolution of Treatment for Corneal Diseases. Front Pharmacol 2021;12:686630.

12. Seiler TG, Fischinger I, Koller T, Zapp D, Frueh BE, Seiler T. Customized Corneal Crosslinking: One-Year Results. Am J Ophthalmol 2016;166:14-21.

13. Nordstrom M, Schiller M, Fredriksson A, Behndig A. Refractive improvements and safety with topography-guided corneal crosslinking for keratoconus: 1-year results. Br J Ophthalmol 2017;101:920-925.

14. Cassagne M, Pierne K, Galiacy SD, Asfaux-Marfaing MP, Fournie P, Malecaze F. Customized Topography-Guided Corneal Collagen Crosslinking for Keratoconus. J Refract Surg 2017;33:290-297.

15. Mazzotta C, Sgheri A, Bagaglia SA, Rechichi M, Di Maggio A. Customized corneal crosslinking for treatment of progressive keratoconus: Clinical and OCT outcomes using a transepithelial approach with supplemental oxygen. J Cataract Refract Surg 2020;46:1582-1587.

POSSO ADAPTAR LENTES DE CONTATO EM PACIENTES COM ALTERAÇÃO DA SUPERFÍCIE OCULAR?

AUTORA



JULIANA MARIA DA SILVA ROSA

Especialista em lentes de contato e refração pela Unifesp.

REVISÃO



FARIDE WAKED TANOS

Membro da World IPL & Dry Eye Society Latam. Rio Vision Hospital - Dry Eye Clinic & Spa.

EDITOR DA SEÇÃO



RICHARD YUDI HIDA

Cochefe do setor de Óptica Cirúrgica do departamento de Oftalmologia da Unifesp. Colaborador da Universidade de São Paulo, USP. Tesoureiro da Sociedade Brasileira de Laser e Cirurgia Oftálmica (BLOSS), gestão 2022-2023.

Se você tem medo de usar lentes de contato ou receio que seus pacientes as utilizem, fique tranquilo. Não há dúvida de que o uso de lentes de contato é extremamente seguro quando essas são adaptadas por um oftalmologista e seguidas as recomendações de uso. Apesar disso, sabemos que podem ocorrer complicações, principalmente relacionadas a hábitos inadequados de limpeza, conservação e descarte das lentes. A TFOS "Tear Film & Ocular Surface Society" divulgou em julho de 2023 um documento que aborda o impacto das lentes de contato na superfície ocular e os cuidados necessários.[1]

DÚVIDAS MAIS FREQUENTES:

- Será que posso usar em um paciente com olho seco?
- Será que piora a alergia?
- O paciente com alterações da superfície pode usar?
- Faz diferença, para o paciente com olho seco, eu ser mais insistente nas orientações de uso?

Essas são as dúvidas mais comuns que aparecem no consultório. Cerca de 25% dos usuários desistem do uso de lentes de contato em dois a três anos. Isso ocorre por diversas razões. O sucesso do paciente está ligado a uma série de fatores:

1. As propriedades da superfície e o volume do material da lente;
2. Design da lente;
3. Ajuste adequado pelo médico;
4. Análise da frequência e do tempo de substituição.

A grande maioria das lentes de contato gelatinosas prescritas é substituída a cada quatro semanas ou menos, com um número crescente de pacientes usando lentes descartáveis diárias (em torno de 50% de todas as adaptações de lentes gelatinosas no mundo). Nosso grande ganho em relação à segurança e conforto é que as lentes descartáveis diárias ajudam a minimizar complicações associadas aos estojos e soluções das lentes e são mais toleradas em pacientes com olho seco e alergias.

Quando falamos sobre cuidados adequados com as lentes, quase 100% dos pacientes apresenta algum comportamento de risco em relação ao uso. De acordo com uma pesquisa reportada na publicação, as recomendações mais lembradas pelos oftalmologistas em consultas eram:

✓ Substituir as lentes no intervalo recomendado;

✓ Não dormir com lentes de contato;

✓ Não "completar" o estojo sem descartar o líquido antigo.

Apesar disso, um terço dos usuários afirmou nunca ter ouvido recomendações sobre o uso e cuidado com lentes; menos da metade lembrava de ter ouvido o oftalmologista recomendar não dormir com as lentes, e menos de 20% receberam orientações sobre não misturar o líquido novo com o antigo. Houve uma incompatibilidade entre o que nós, médicos, acreditamos discutir e o que os usuários realmente ouvem. Você tem orientado sobre o uso em todas as consultas de usuários de lentes?

RECOMENDAÇÕES

- Hábitos como dormir com as lentes de contato (praticado por mais de 50% dos usuários em alguns estudos) aumentam o risco de infecção de três a 10 vezes.
- O não descarte no período estabelecido ocorre em 10% dos usuários de lentes diárias, 50% dos usuários de lentes quinzenais e 30% dos usuários de lentes mensais, reduzindo o conforto e a visão, além de aumentar a taxa de complicações.
- Não substituir as lentes de descarte diário pode ser ainda mais grave, já que, em geral, esses pacientes não recebem instruções de desinfecção.
- Completar o estojo (sem descartar o líquido antigo) aumenta a chance de desenvolver ceratite microbiana em cerca de 2,25 vezes.
- Não substituir os estojos pelo menos a cada três meses e secá-los ao ar livre entre os usos aumenta o risco em 26% a 41%.
- O uso de água da torneira para limpar estojos de lentes de contato está associado a um maior número de bactérias Gram-negativas nos estojos. Por isso, a recomendação é utilizar produtos específicos para a higiene dos estojos (sem água).
- Todas essas orientações aumentam a segurança em relação à infecção, mas também garantem uma superfície ocular mais saudável e confortável.

Os possíveis impactos das lentes na superfície ocular são:

✓ As lentes podem provocar compartimentalização do filme lacrimal em filme pré e pós-lente (**figura 1**), perturbando sua estabilidade.

✓ A redução do BUT, a diminuição da camada lipídica e o aumento da evaporação estão associados ao desconforto ocular durante o uso das lentes.

✓ As lentes de contato podem afetar a morfologia normal das glândulas de Meibômio, dependendo da duração do uso, do tipo de lente e do módulo (elasticidade).

✓ Pacientes que usam lentes por longos períodos apresentam maior taxa de abandono e alterações duas vezes maiores que os que as utilizam por períodos curtos.

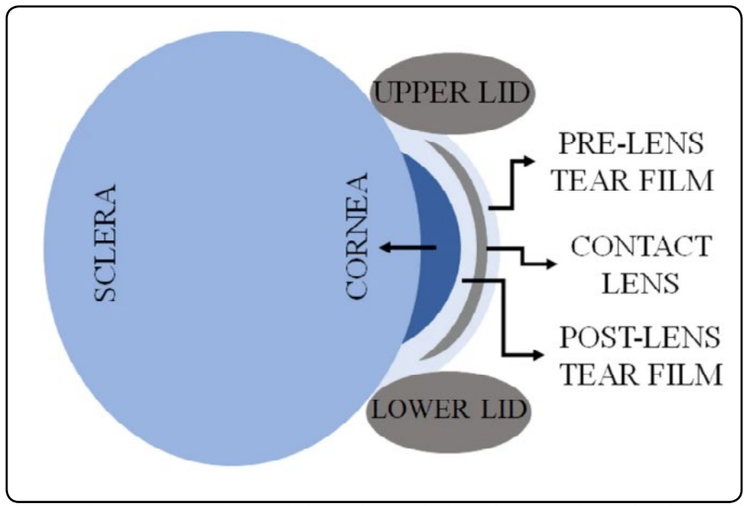


Figura 1 - Ramasubramanian, D., Hernández-Verdejo, J.L. & López-Alonso, J.M. Contact lens fitting and changes in the tear film dynamics: mathematical and computational models review. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 262, 2751–2764 (2024)

✓ As lentes de alto módulo também apresentam maior perda de glândulas.

✓ Lentes rígidas podem ter maior predisposição à perda das glândulas de Meibômio, devido à interação mecânica com a lente ou ao impacto no piscar.

✓ Pior qualidade do meibum, secreção reduzida, entupimento das glândulas de Meibômio e presença de espuma nos orifícios dessas glândulas estão associados ao desconforto das lentes de contato.

Se o paciente pode usar lentes de contato tendo olho seco, blefarite, alergia ou outras alterações de superfície? Como sempre, cada caso é um caso. Esse é o típico paciente que chega com muitas perguntas e sai com apenas uma resposta: "Só saberei dizer como será esse processo ao longo dele. Não consigo prometer se vai ficar bom, se vai piorar, se vai melhorar, se vai usar sempre ou só de vez em quando…"

A superfície ocular é prioridade e deve receber o melhor tratamento possível antes de iniciar a adaptação das lentes. Comece tratando antes de adaptar. Só inicie a adaptação se achar que o ambiente ocular já está mais controlado, com redução da inflamação. O tipo de lente, material e descarte devem ser escolhidos especificamente para o caso em questão.

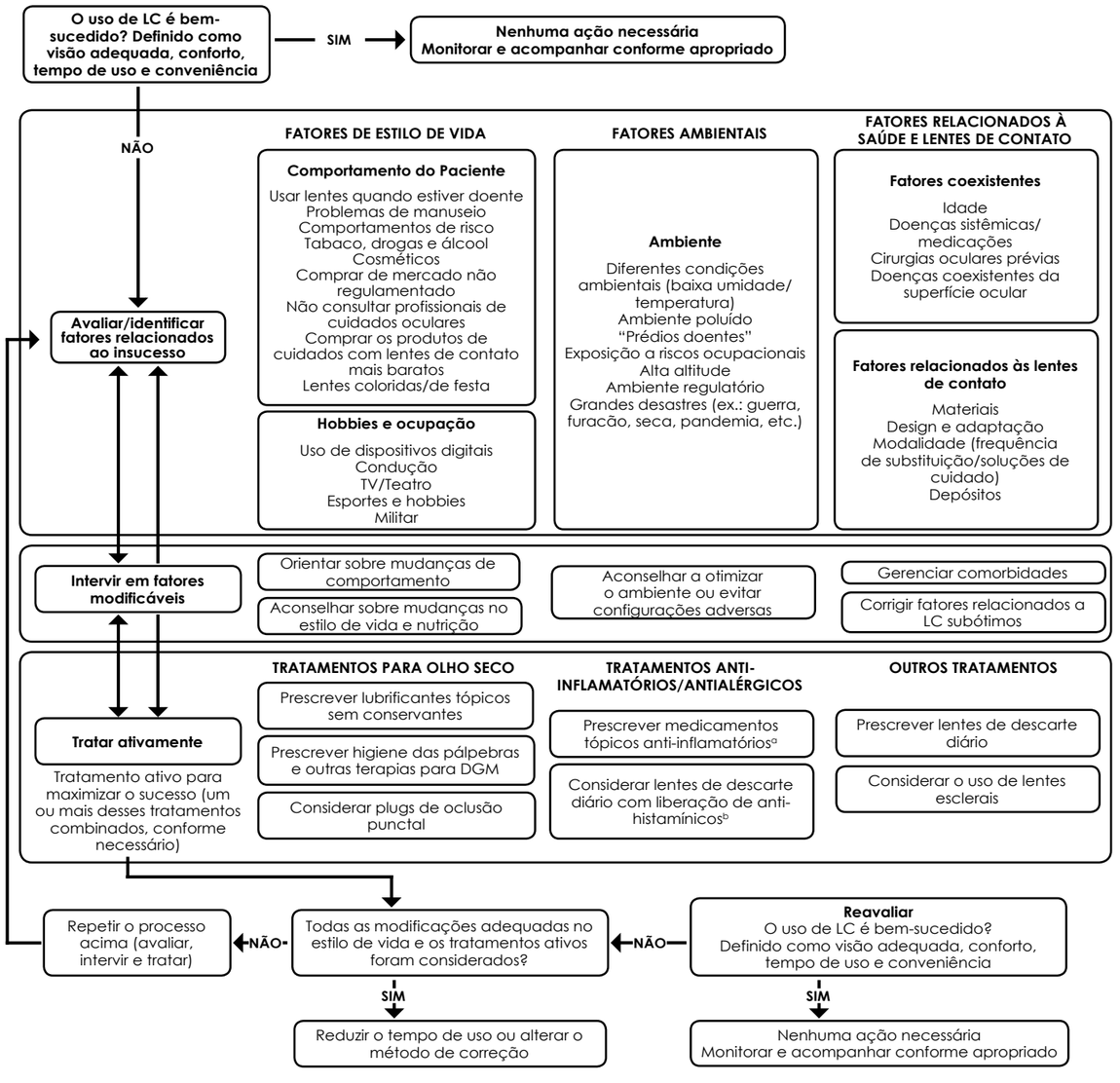
O paciente deve ter possibilidade de acompanhamento próximo e de seguir as recomendações de troca e tratamento da superfície ocular. O acompanhamento determinará se houve piora da superfície com as lentes, se elas devem ser trocadas, o número de horas de uso permitido e se o uso será diário ou esporádico. A orientação de uso deve ser rigorosamente seguida, especialmente em casos de alteração da superfície ocular, já que qualquer microerosão na córnea pode ser porta de entrada para micro-organismos.

A adaptação de lentes de contato é um processo dinâmico. Não tenha receio de adaptar uma lente e, meses depois, dizer: "Essa não funcionou bem, sua superfície piorou, vamos mudar o tratamento e buscar outra opção no seu caso" (**figura 2**). Em alguns casos, pode ser difícil usar uma lente de contato estética; em outros, o uso terapêuti-

co pode trazer grandes benefícios. Os trabalhos com lentes esclerais como tratamento adjuvante para olho seco grave estão aí para provar.[2]

Vale lembrar que a responsabilidade de orientar o paciente é nossa. As recomendações devem ser dadas pelo mesmo profissional que realizar a adaptação das lentes de contato. De acordo com o Conselho Federal de Medicina:

"A escolha do tipo de lente, os testes de adaptação, pedido, orientação e acompanhamento do paciente são atos intransferíveis, sendo responsabilidade do profissional médico."[3]



REFERÊNCIAS

1. Lyndon Jones, Nathan Efron, Kalika Bandamwar, Melissa Barnett, Deborah S. Jacobs, Isabelle Jalbert, Heiko Pult, Michelle K. Rhee, Heather Sheardown, Joseph P. Shovlin, Ulli Stahl, Adriana Stanila, Jacqueline Tan, Silvia Tavazzi, Omur O. Ucakhan, Mark D.P. Willcox, Laura E. Downie, TFOS Lifestyle: Impact of contact lenses on the ocular surface, The Ocular Surface, Volume 29, 2023.

2. Harthan JS, Shorter E. Therapeutic uses of scleral contact lenses for ocular surface disease: patient selection and special considerations. Clin Opto. 2018.

3. RESOLUÇÃO CFM nº 1.965/2011 (Publicada no D.O.U. de 02/03/2011 - Seção I - Pág. 130)

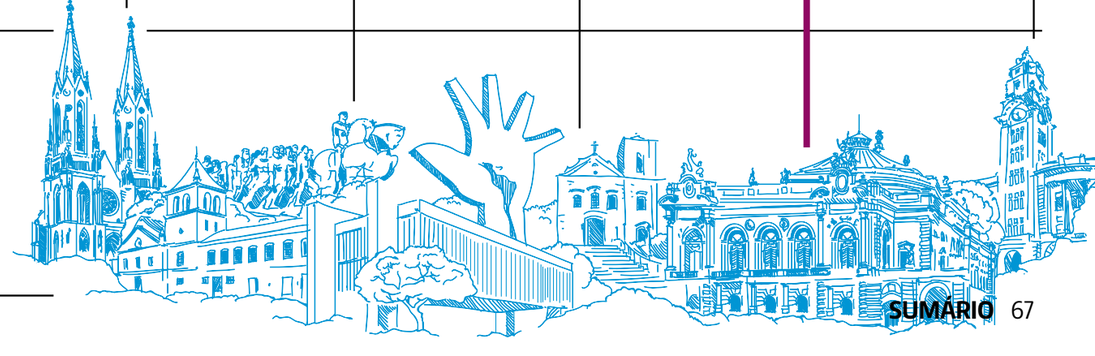
AGENDA

2025

19 a 22 **FEVEREIRO 2025** **47º SIMASP - Simpósio Internacional Moacyr Álvaro** Centro de convenções Frei Caneca, São Paulo, SP	**28** **FEVEREIRO** **a 02** **MARÇO 2025** **ESCRS Winter** Athenas, Grécia	**20 a 22** **MARÇO 2025** **CNNO2025** Aracaju, SE www.cnno2025.com.br/	**25 a 28** **ABRIL 2025** **ASCRS** Los Angeles, Califórnia https://annualmeeting.ascrs.org/
04 a 08 **MAIO 2025** **ARVO** Salt Lake City, Utah www.arvo.org/annual-meeting/meeting-info/future-annual-meetings/	**28 a 31** **MAIO 2025** **BRASCRS 2025** **XXXII Congresso de Catarata e Cirurgia Refrativa** Transamerica Expo Center, SP www.brascrs2025.com.br	**30** **MAIO** **a 02** **JUNHO 2025** **XXXVI Congresso Panamericano de Oftalmologia** Bogotá, Colômbia https://paao.org/es/events/paao-2025/	**07 a 09** **JUNHO 2025** **The European Society of Ophthalmology`s Congress – SOE** Lisboa, Portugal https://soevision.org/congress/
12 a 14 **JUNHO 2025** **XXIV Congresso da Sociedade Caipira de Oftalmologia** Ribeirão Preto, SP	**26 a 28** **JUNHO 2025** **S.B.O. 2025 - XIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Oftalologia** Salvador, BA	**27 a 30** **AGOSTO 2025** **CBO 2025** Brasília, DF	**12 a 16** **SETEMBRO 2025** **ESCRS 2025** Copenhague, Dinamarca
23 a 25 **OUTUBRO 2025** **Imersão Presbiopia 2025** Hotel Gran Mareiro Fortaleza, CE	**30** **OUTUBRO** **a 01** **NOVEMBRO 2025** **SINBOS 2025**	**02 a 04** **DEZEMBRO - PRÉ CONGRESSO** **05 a 06** **DEZEMBRO - CONGRESSO** **Congresso Oftalmologia USP - CoUSP 2025** Centro de Convenções Rebouças, SP	

2026

13 a 16
MAIO 2026
BRASCRS 2026
XXXIII Congresso de Catarata e Cirurgia Refrativa



BRASCRS 2025

O HUB

XXXII Congresso de Catarata e Cirurgia Refrativa
XVI Congresso Internacional de Administração em Oftalmologia
VI Curso de Auxiliares em Oftalmologia
III Congresso Brasileiro de Córnea

28 A 31 DE MAIO

TRANSAMERICA EXPO CENTER | SÃO PAULO



Prepare-se para um congresso INOVADOR E SURPREENDENTE!

WWW.BRASCRS2025.COM.BR

ABCCR BRASCRS

SUMÁRIO