

Oftalmologia e Otorrinolaringologia

Edição IX

Capítulo 27

CATARATA: EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS CIRÚRGICAS E SELEÇÃO DE LENTES INTRAOCULARES

EDUARDA SASSETT SEMTCHUK¹
MANUELA LANGE VICENTE¹
LUIS RICARDO DEL ARROYO TARRAGÔ CARVALHO²
FELIPPE TARRAGÔ CARVALHO¹
GABRIEL MARTINS SCOMAZZON¹
MARCUS VINÍCIUS GIESE TEIXEIRA¹
BRUNO TAICHER CORRÊA DA SILVA¹
TAÍS COMIN DE BASTIANI¹

ÉLLEN VITÓRIA NEUHAUS¹
PRISCILA WATHIER¹
AGNES FERNANDA ROSSI PEDROSO LOTTICI¹
VALENTINA CICERI BUFFON¹
JÚLIA DE FRANCESCHI BRASIL DA COSTA¹
JULIA MACIEL DE OLIVEIRA BOHN¹
MARIANA BORGES DOS SANTOS SENA¹

¹Discente – Bacharelado em Medicina na Universidade Feevale.

²Docente – Professor de Oftalmologia da Escola de Medicina PUCRS; Mestre e Doutor em Medicina/Cirurgia Esmad/PUCRS.

Palavras-chave: Catarata; Técnicas Cirúrgicas; Lentes Intraoculares.

DOI

10.59290/7222049021

EP EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

A catarata é caracterizada pela opacificação do cristalino e representa a principal causa de cegueira reversível no mundo, especialmente em indivíduos idosos. O envelhecimento populacional e o aumento da expectativa de vida tornam essa condição um importante problema de saúde pública, com impacto significativo na qualidade de vida e na capacidade funcional dos pacientes.

Nas últimas décadas, a cirurgia de catarata passou por intensa evolução tecnológica, deixando de ser um procedimento exclusivamente reabilitador para assumir também um papel refrativo, com o objetivo de proporcionar maior independência do uso de óculos e melhor qualidade visual. O desenvolvimento de técnicas cirúrgicas menos invasivas, como a facoemulsificação e a cirurgia assistida por laser de femtossegundo, associado ao avanço dos materiais e desenhos das lentes intraoculares, ampliou as possibilidades terapêuticas disponíveis.

Atualmente, a escolha da técnica cirúrgica e da lente intraocular deve considerar não apenas a remoção do cristalino opacificado, mas também fatores como astigmatismo corneano, necessidades visuais, estilo de vida e expectativas do paciente. Nesse contexto, compreender a evolução histórica das técnicas cirúrgicas e os critérios envolvidos na seleção das lentes intraoculares é fundamental para a obtenção de resultados visuais satisfatórios e individualizados.

O objetivo deste capítulo foi revisar a evolução das técnicas cirúrgicas da catarata e analisar os principais tipos de lentes intraoculares disponíveis atualmente, destacando suas indicações, vantagens, limitações e critérios de seleção clínica.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada entre julho e agosto de 2026, por meio de buscas nas bases de dados PubMed, SciELO e UpToDate, além da consulta a livros-texto e diretrizes nacionais e internacionais em Oftalmologia. Foram utilizados os descritores "*cataract*", "*cataract surgery*", "*phacoemulsification*", "*intraocular lenses*", "*femtosecond laser-assisted cataract surgery*", "FLACS", "NALCS" e seus correspondentes em português.

Foram incluídos artigos publicados em inglês e português, disponíveis na íntegra, com ênfase em revisões, ensaios clínicos, consensos e diretrizes que abordassem a evolução das técnicas cirúrgicas da catarata, os avanços tecnológicos da facoemulsificação e da cirurgia assistida por laser de femtossegundo e nanosegundo, bem como os princípios e critérios para a seleção de lentes intraoculares. Foram excluídos estudos duplicados, resumos de congressos, publicações sem texto completo e trabalhos que não apresentassem relação direta com a temática proposta.

Os estudos selecionados foram submetidos à leitura crítica e análise descritiva, sendo as informações organizadas de acordo com os seguintes eixos temáticos: evolução histórica da cirurgia de catarata, principais técnicas cirúrgicas, desenvolvimento das lentes intraoculares e critérios atuais para sua seleção, enfatizando a individualização do tratamento e a otimização dos resultados visuais e refrativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EVOLUÇÃO DAS TÉCNICAS CIRÚRGICAS

***Couching*: a primeira técnica cirúrgica para catarata**

O *Couching* é considerado a primeira técnica cirúrgica documentada pelo cirurgião indi-

ano Sushruta no século IV a.C. para o tratamento da catarata, sendo posteriormente difundido para o Egito, Grécia, Roma e mundo árabe. Durante séculos, acreditava-se que a perda visual decorria da formação de uma membrana opaca situada anteriormente ao cristalino, e não da opacificação da própria lente. Essa interpretação influenciou diretamente o desenvolvimento da técnica, cujo objetivo era afastar a estrutura responsável pela obstrução do eixo visual, sem removê-la do interior do globo ocular. Embora rudimentar, o *Couching* permaneceu como a principal forma de tratamento da catarata por mais de dois milênios, refletindo os conhecimentos anatômicos disponíveis na época e a ausência de alternativas cirúrgicas mais eficazes (LEFFLER *et al.*, 2020; LIU *et al.*, 2017).

O procedimento era realizado com o paciente acordado, sem anestesia ou qualquer conceito de assepsia. O cirurgião introduzia uma agulha metálica longa e relativamente espessa através da esclera, geralmente na região temporal, ou pela região limbar, posicionando sua extremidade posteriormente ao cristalino. Em seguida, aplicava pressão sobre a lente opacificada, deslocando-a inferiormente para a cavidade vítrea até que deixasse de obstruir a pupila. Como o cristalino permanecia dentro do olho, o procedimento não removia a causa da doença, apenas modificava sua posição anatômica (LEFFLER *et al.*, 2020).

A melhora visual observada após o *Couching* dependia do sucesso do deslocamento do cristalino e da ausência de complicações imediatas (LEFFLER *et al.*, 2020). Entretanto, a perda da lente natural comprometia significativamente o poder refrativo do olho, limitando a qualidade visual mesmo nos casos considerados bem-sucedidos (LIU *et al.*, 2017). Dessa forma, embora alguns pacientes recuperassem parcialmente a percepção visual, os resultados eram

imprevisíveis e frequentemente temporários (LEFFLER *et al.*, 2020).

As complicações eram numerosas e refletiam tanto as limitações técnicas quanto o reduzido conhecimento da anatomia ocular. Inflamação intraocular intensa, glaucoma secundário, hemorragias, descolamento de retina, endoftalmite e perda irreversível da visão figuravam entre as intercorrências mais frequentemente descritas (LEFFLER *et al.*, 2020). Apesar de progressivamente abandonado após o desenvolvimento de técnicas capazes de remover o cristalino opacificado, o *Couching* ainda é realizado em algumas regiões da África Subsaariana e do Sul da Ásia, sobretudo em comunidades com acesso restrito aos serviços especializados de oftalmologia. A persistência dessa prática evidencia que a catarata permanece não apenas um desafio clínico, mas também um importante problema de acesso à saúde ocular (LIU *et al.*, 2017).

Extração planejada do cristalino: a contribuição de Jacques Daviel

As limitações inerentes ao *Couching* estimularam a busca por métodos capazes de remover efetivamente o cristalino opacificado (LEFFLER *et al.*, 2020). Nesse contexto, o cirurgião francês Jacques Daviel (1696–1762) desenvolveu uma abordagem inovadora que modificou profundamente o tratamento da catarata. Após observar repetidamente a exteriorização espontânea do cristalino durante procedimentos de *Couching* complicados, Daviel passou a considerar que a remoção da lente poderia proporcionar melhores resultados do que seu simples deslocamento. Em 1747 realizou a primeira extração planejada do cristalino e, após acumular experiência em mais de duzentos casos, apresentou sua técnica à *Académie Royale de Chirurgie*, em Paris, estabelecendo um novo

paradigma para a cirurgia de catarata (LEFFLER *et al.*, 2024).

O procedimento iniciava-se com uma ampla incisão na porção inferior da córnea, realizada com uma faca curva especialmente desenvolvida para esse fim. Após a abertura da câmara anterior, utilizavam-se instrumentos delicados para ampliar a incisão e realizar a abertura da cápsula anterior do cristalino por meio de um cistótomo. Em seguida, o núcleo era exteriorizado por expressão suave do globo ocular. Diferentemente do *Couching*, essa técnica promovia a remoção efetiva do cristalino do interior do olho, eliminando a principal causa da obstrução visual (LEFFLER *et al.*, 2024).

Embora representasse um avanço extraordinário para a época, a cirurgia permanecia tecnicamente desafiadora. A ampla incisão corneana favorecia instabilidade da câmara anterior, perda de humor vítreo e maior risco de infecção (LEFFLER *et al.*, 2024). Além disso, a ausência de microscópio cirúrgico, anestesia adequada, antibióticos, materiais de sutura delicados e lentes intraoculares limitava os resultados funcionais (LIU *et al.*, 2017). Após a extração, os pacientes permaneciam afácicos e dependiam de lentes convexas espessas para compensar a elevada hipermetropia induzida pela ausência do cristalino. Mesmo assim, quando comparada ao *Couching*, a técnica apresentava maior potencial de recuperação visual e reduzia diversas complicações relacionadas à permanência do cristalino luxado dentro do globo ocular (LEFFLER *et al.*, 2024).

A proposta de Daviel encontrou resistência inicial entre muitos cirurgiões, que continuaram utilizando o *Couching* por ser um procedimento tecnicamente mais simples e amplamente difundido. Entretanto, à medida que a experiência clínica demonstrou resultados mais favoráveis, a extração do cristalino passou a ser progressivamente incorporada à prática oftalmológica

(LEFFLER *et al.*, 2024). Esse conceito tornou-se o alicerce para o desenvolvimento das técnicas intracapsular e extracapsular e, posteriormente, da facoemulsificação e da cirurgia assistida por laser de femtossegundo (LEFFLER *et al.*, 2020). Dessa forma, a contribuição de Jacques Daviel representa um dos momentos mais importantes da história da oftalmologia, marcando a transição entre procedimentos empíricos e o início da cirurgia de catarata fundamentada em princípios anatômicos e técnicos que continuam influenciando a prática contemporânea (LEFFLER *et al.*, 2020; LEFFLER *et al.*, 2024).

Extração Intracapsular de Catarata (EICC)

Baseada nos princípios introduzidos por Jacques Daviel, a Extração Intracapsular da Catarata (EICC) consiste na remoção cirúrgica de todo o cristalino juntamente com a cápsula, não possibilitando o implante de lentes intraoculares no saco capsular, resultando em um paciente afácico. A Crioextração foi uma variação da técnica desenvolvida para remover a lente por completo, tocando o cristalino com uma criossonda com ponta gelada, congelando a superfície e facilitando sua extração (DAVIS, 2016).

Em razão da remoção completa do cristalino sem possibilidade de implante de lente intraocular, o paciente perde poder refrativo e passa a depender de óculos de alto poder dióptrico ou lentes de contato, podendo ocasionar distorção de imagem. Além disso, o procedimento apresenta uma alta taxa de complicações intra e pós-operatórias. Por conta da perda de barreira entre as estruturas anteriores e posteriores do olho estabelecida pela cápsula do cristalino, desfechos desfavoráveis como edema macular, descolamento de retina e descompensação corneana são mais prováveis de ocorrer. (DAVIS, 2016).

Extração Extracapsular da Catarata (EECC)

Aperfeiçoada ao longo dos séculos seguintes, a Extração Extracapsular da Catarata (EECC) consiste em um procedimento cirúrgico no qual é removida a porção anterior da cápsula do cristalino, o núcleo e o córtex, mantendo-se a cápsula posterior preservada. O procedimento é realizado por meio de uma incisão esclerocorneana superior de aproximadamente 10 mm, seguida da extração manual do núcleo e da aspiração do córtex residual (ENGMAN *et al.*, 2005).

Apesar de representar uma grande evolução técnica na cirurgia de catarata, o procedimento ainda apresentava limitações. Devido à ampla incisão e à necessidade de suturas, foram descritos casos de recuperação visual mais lenta, astigmatismo induzido cirurgicamente, infecção e opacificação da cápsula posterior. Com o aprimoramento da técnica e o desenvolvimento das lentes intraoculares (LIO), a preservação da cápsula posterior passou a favorecer o implante da lente no saco capsular remanescente, tornando a extração extracapsular da catarata amplamente utilizada durante o século XX.

Devido à manutenção do segmento vítreo em posição fisiológica proporcionada pela preservação da cápsula posterior, a EECC tornou-se mais vantajosa em relação à extração Intracapsular. O aperfeiçoamento das técnicas cirúrgicas, associado ao desenvolvimento do microscópio cirúrgico, dos sistemas de irrigação e aspiração cortical, dos materiais de sutura e das lentes intraoculares, permitiu reduzir complicações e melhorar os resultados visuais. Atualmente, a EECC permanece indicada principalmente em casos de cataratas muito densas ou avançadas, nas quais a facoemulsificação não é viável (ENGMAN *et al.*, 2005).

Facoemulsificação (FACO)

A facoemulsificação (FACO) é a principal técnica cirúrgica utilizada atualmente para o tratamento da catarata, tendo substituído progressivamente a extração extracapsular. Desenvolvida pelo oftalmologista norte-americano Charles D. Kelman e introduzida em 1967, essa inovação representou um marco na cirurgia oftalmológica. Com financiamento da *Hartford Foundation*, Kelman iniciou o desenvolvimento de uma técnica que permitisse a remoção da catarata por meio de incisões menores, reduzindo o trauma cirúrgico, o tempo de hospitalização e favorecendo uma recuperação visual mais rápida. Após meses de estudos e testes laboratoriais, surgiu a facoemulsificação, termo derivado de phakos (cristalino) e "emulsificação", referente à fragmentação do núcleo em pequenas partículas passíveis de aspiração (AWAD *et al.*, 2024).

Os primeiros equipamentos eram volumosos, exigiam elevada energia ultrassônica, apresentavam controle limitado e demandavam grande habilidade técnica. Como consequência, havia maior risco de lesão endotelial, inflamação intraocular, queimaduras na incisão e perda vítrea, fazendo com que a técnica fosse considerada excessivamente complexa e inferior aos métodos convencionais. Após ajustes e modificações importantes, Charles D. Kelman desenvolveu uma ponteira com desenho curvo, atualmente conhecida como Kelman Tip. Esse equipamento permite melhor acesso e manipulação do cristalino, possibilitando que o movimento ultrassônico da ponteira fragmente o núcleo, enquanto o sistema de irrigação e aspiração remove os fragmentos. Dessa forma, foi possível alcançar diferentes regiões do núcleo, reduzir movimentos excessivos no interior do olho, melhorar a eficiência da aspiração e aumentar a segurança do procedimento (AWAD *et al.*, 2024).

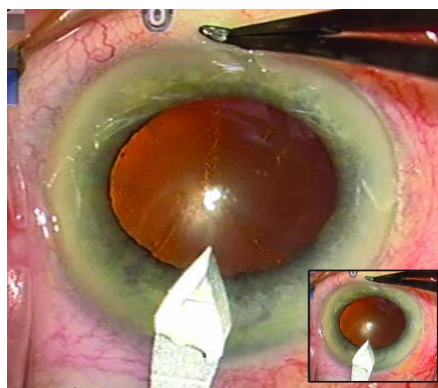
O funcionamento da facoemulsificação depende da integração de quatro elementos: energia ultrassônica, irrigação, aspiração e vácuo. Inicialmente, a ponteira ultrassônica realiza movimentos vibratórios de alta frequência, promovendo a fragmentação do núcleo do cristalino. Para isso, possui cristais piezoelétricos que convertem energia elétrica em movimento mecânico, produzindo movimentos longitudinais, torsionais ou combinados. Além da fragmentação mecânica, ocorre o fenômeno da cavitação, caracterizado pela formação de pequenas bolhas decorrentes das variações de pressão, contribuindo para a emulsificação do núcleo. O uso excessivo de energia ultrassônica, entretanto, pode gerar calor e provocar lesões na incisão cirúrgica, na córnea e nas células endoteliais corneanas (AWAD *et al.*, 2024).

Em seguida, a irrigação promove a infusão de solução salina balanceada na câmara anterior, com a finalidade de manter sua profundidade e estabilidade, repor o líquido aspirado e resfriar a ponteira ultrassônica. Na ausência de irrigação adequada, a câmara anterior pode perder volume e colapsar durante a aspiração. A aspiração remove os fragmentos do cristalino e os líquidos presentes no interior do olho, sendo sua eficiência dependente da velocidade com que os fragmentos são extraídos em direção à ponteira. A remoção adequada dos fragmentos reduz o risco de inflamação intraocular e de opacificação da cápsula posterior. Por sua vez, o vácuo determina a força com que os fragmentos permanecem aderidos à abertura da ponteira. Assim, o fluxo atrai os fragmentos para a ponteira, o vácuo os mantém estabilizados, o ultrassom promove sua fragmentação e a irrigação preserva a estabilidade da câmara anterior durante todo o procedimento (GURNANI & KAUR, 2023).

A incisão corneana principal geralmente possui entre 2,2 e 3,2 mm (**Figura 27.1**) e deve

ser estável, impermeável e adequada para a passagem da ponteira de facoemulsificação e da lente intraocular. Na maioria dos procedimentos, essa incisão é autosselante e não necessita de suturas. A preservação do saco capsular permite o implante de uma lente intraocular dobrável, restabelecendo a função óptica previamente desempenhada pelo cristalino (GURNANI; KAUR, 2023).

Figura 27.1 Córnea com incisão de 2,2 mm feita para cirurgia de catarata



Fonte: Allen e Vasavada, 2006

Dessa forma, a facoemulsificação proporciona menor trauma cirúrgico, recuperação visual mais rápida, possibilidade de implante de lentes intraoculares dobráveis e retorno precoce às atividades diárias. Na maioria dos casos, o paciente recebe alta no mesmo dia, apresentando melhora visual precoce, embora a estabilização refrativa ocorra ao longo das semanas subsequentes.

Cirurgia a Laser de Femtosegundo (FLACS):

O desenvolvimento tecnológico desempenhou papel fundamental na evolução da cirurgia de catarata, promovendo o aprimoramento das técnicas cirúrgicas e tornando os procedimentos cada vez mais seguros, precisos e eficazes. A cirurgia de catarata assistida por laser de femtosegundo (*Femtosecond Laser-Assisted Cata-*

ract Surgery – FLACS) proporciona uma técnica mais reprodutível, precisa e minimamente invasiva, automatizando etapas que apresentam maior complexidade e menor previsibilidade na cirurgia convencional. Utilizando pulsos de laser de femtossegundo, essa tecnologia permite realizar etapas críticas do procedimento, como as incisões corneanas, a capsulotomia anterior e a fragmentação do cristalino (SUN *et al.*, 2019).

O laser de femtossegundo consiste em um sistema capaz de emitir pulsos com duração da ordem de femtossegundos (10^{-15} segundos). Para sua aplicação clínica, o equipamento é acoplado a um sistema de focalização e varredura de alta precisão, controlado por computador, permitindo o posicionamento tridimensional do feixe de laser. A obtenção de uma ablação precisa e exata depende da focalização do feixe em um ponto micrométrico, com energia suficiente para ultrapassar o limiar necessário à fotodisrupção do tecido (SUN *et al.*, 2019).

Durante o procedimento, o laser executa as incisões corneanas, a capsulotomia e a fragmentação do cristalino, sendo posteriormente realizada a facoemulsificação para remoção dos fragmentos e possibilitar o implante da lente intraocular (LIO). O sistema de navegação por imagem, baseado em Tomografia de Coerência Óptica (OCT) em tempo real auxilia o planejamento e a execução do procedimento, permitindo o posicionamento preciso das incisões e das zonas de fragmentação, contribuindo para maior segurança cirúrgica (SUN *et al.*, 2019).

Entretanto, apesar dessas vantagens, estudos demonstram que os resultados visuais finais e a segurança da FLACS são semelhantes aos obtidos com a facoemulsificação convencional na maioria dos pacientes. Somado ao maior custo dos equipamentos e do procedimento, isso limita sua ampla utilização, especialmente em países de baixa e média renda.

Cirurgia ND:YAG LASER (NALCS)

O uso do Nanolaser é uma técnica exclusiva de laser em todas as etapas da cirurgia. Os pulsos de lasers (*Q-Switched Nd:YAG Laser*) são convertidos em ondas de choque através da “quebra óptica”, fragmentando e aspirando o núcleo através da ponteira (Tip) da caneta utilizada. Emite cerca de 3 a 5 mJ por pulso, totalizando até 2,5mJ em média por cirurgia, comparados aos 100mJ do ultrassom. Isto elimina o risco do aquecimento e queimaduras na incisão ou lesão endotelial (KANELLOPOULOS *et al.*, 2001).

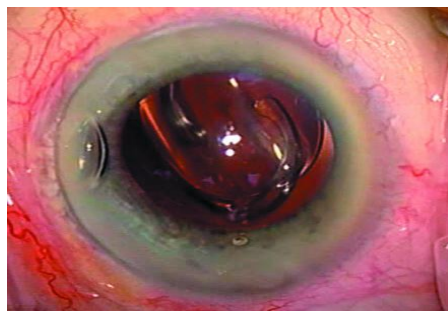
A evolução e seleção das Lentes Intraoculares (LIOs)

As lentes intraoculares (LIOs) são materiais artificiais implantados no olho para substituir o cristalino natural quando ele é removido durante a cirurgia de catarata. O desenvolvimento das LIOs ampliou as possibilidades de reabilitação visual após a cirurgia de catarata, tornando sua seleção uma etapa essencial do planejamento refrativo individualizado.

LIOs rígidas vs. Dobráveis

As primeiras LIOs, criadas pelo oftalmologista inglês Sir Harold Ridley, eram produzidas em polimetilmetacrilato (PMMA), um polímero acrílico rígido e hidrofóbico que apresenta excelente transparência, estabilidade química e qualidade óptica. Entretanto, por não serem dobráveis, essas lentes precisam ser implantadas inteiras no olho, exigindo incisões maiores para sua introdução. Como consequência, sua utilização limita algumas das principais vantagens da facoemulsificação, como a realização da cirurgia por meio de pequenas incisões, com menor trauma cirúrgico e recuperação visual mais rápida (**Figura 27.2**) (VACALEBRE *et al.*, 2023).

Figura 27.2 Lente intraocular dobrável começando a se desdobrar na cápsula vazia após inserção por meio de um cartucho especial



Fonte: Allen e Vasavada, 2006.

O desenvolvimento de polímeros flexíveis, como o silicone e os materiais acrílicos dobráveis, possibilitou a fabricação de lentes intraoculares capazes de serem dobradas ou enroladas antes da implantação. Essas lentes podem ser inseridas por meio de cartuchos e injetores, permitindo sua passagem através de incisões significativamente menores. Além da flexibilidade, apresentam adequado índice de refração, boa estabilidade e facilidade de manipulação durante o procedimento cirúrgico. Após a implantação, a lente recupera sua conformação original e posiciona-se no interior do saco capsular, preservando a pequena incisão realizada durante a facoemulsificação (VACALEBRE *et al.*, 2023).

Lentes Intraoculares monofocais

As LIOs monofocais são as mais utilizadas na cirurgia de catarata e têm como principal característica a correção dos erros refrativos esféricos, como miopia e hipermetropia, proporcionando foco em uma única distância, geralmente para visão de longe. Apesar da excelente qualidade óptica para essa finalidade, os pacientes normalmente necessitam de óculos para visão intermediária e de perto. (MILLER, *et al.*, 2022; CHEN, AL-MOHTASEB, CHEN, 2024).

As LIOs monofocais modernas apresentam avanços no design óptico, sendo frequentemente fabricadas com superfícies asféricas para reduzir aberrações esféricas e melhorar a qualidade da imagem. Muitas dessas lentes incorporam aberração esférica negativa (aproximadamente $-0,27 \mu\text{m}$), com o objetivo de compensar a aberração esférica positiva da córnea, proporcionando melhor desempenho visual (RIBEIRO *et al.*, 2024; GARCÍA-BELLA *et al.*, 2024).

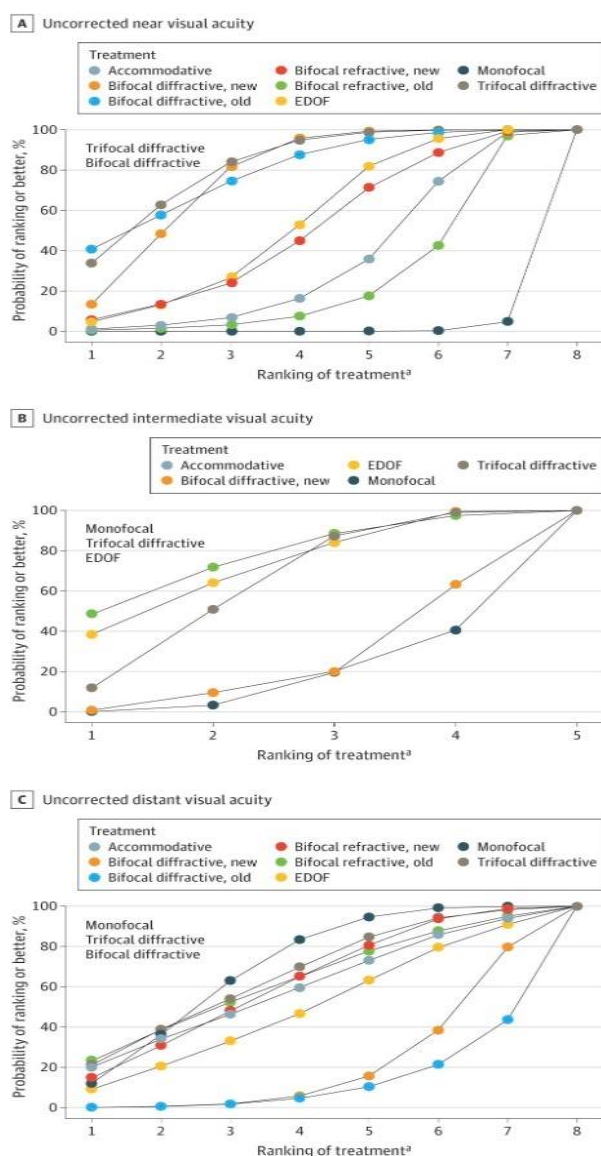
Outro aspecto relevante das LIOs monofocais refere-se ao material de fabricação. As lentes acrílicas hidrofóbicas são as mais utilizadas devido à elevada biocompatibilidade, maior estabilidade no saco capsular e menor incidência de opacificação da cápsula posterior quando comparadas às lentes acrílicas hidrofílicas. As lentes de silicone, embora ainda disponíveis em alguns mercados, tiveram seu uso reduzido devido ao maior risco de opacificação em determinadas condições clínicas e à menor compatibilidade com procedimentos vitreoretinianos que utilizam óleo de silicone (MILLER, *et al.*, 2022).

A **Figura 27.3** demonstra que as lentes monofocais apresentam desempenho semelhante às demais categorias de LIOs para visão de longe não corrigida, porém desempenho inferior para visão intermediária e, principalmente, para visão de perto. Em contrapartida, as lentes trifocais e EDOF apresentam maior probabilidade de alcançar melhores resultados funcionais nessas distâncias, embora esse benefício seja acompanhado por maior incidência de fenômenos fóticos e discreta redução da sensibilidade ao contraste.

Para visão de perto não corrigida (UNVA-*Uncorrected Near Visual Acuity*), todas as lentes multifocais apresentam desempenho significativamente superior às lentes monofocais. As

lentes trifocais difrativas mostraram a maior diferença em relação às monofocais, seguidas pelas lentes bifocais difrativas, proporcionando maior independência do uso de óculos para atividades de leitura e outras tarefas em curta distância.

Figura 27.3 Curvas de classificação cumulativa (SUCRA) comparando o desempenho das diferentes lentes intraoculares (LIOs) quanto à acuidade visual não corrigida em diferentes distâncias



Legenda:(A) Visão de longe (UDVA), demonstrando desempenho semelhante entre as diferentes categorias de LIOs. (B) Visão intermediária (UIVA), evidenciando superioridade das lentes EDOF e trifocais em relação às monofocais. (C) Visão de perto (UNVA), mostrando melhor desempenho das lentes multifocais, especialmente das trifocais, quando comparadas às monofocais. **Fonte:** Adaptado de CHO *et al.*, 2022.

Em contrapartida, os pacientes implantados com LIOs monofocais geralmente permanecem dependentes de correção óptica para visão próxima e intermediária, apesar dos excelentes resultados obtidos para visão de longe. Outro aspecto importante é a qualidade visual. As LIOs monofocais, tanto convencionais quanto aprimoradas, apresentam baixa incidência de fenômenos fóticos, como halos e glare, além de preservarem melhor a sensibilidade ao contraste, especialmente em condições de baixa luminosidade (RIBEIRO *et al.*, 2024; CHEN, AL-MOHTASEB, CHEN, 2024).

Dessa forma, as LIOs monofocais convencionais permanecem como a principal escolha para pacientes que aceitam a necessidade de óculos para visão de perto, apresentam comorbidades oculares, como degeneração macular relacionada à idade ou glaucoma moderado a avançado, exercem profissões que exigem excelente visão noturna, como motoristas profissionais, possuem maior sensibilidade aos fenômenos fóticos ou priorizam uma alternativa com melhor custo-benefício. Por sua vez, as LIOs monofocais aprimoradas representam uma opção intermediária para pacientes que desejam melhor desempenho visual em distâncias intermediárias, como durante o uso do computador ou na visualização do painel do automóvel, mantendo o perfil de segurança e a baixa incidência de fenômenos ópticos característicos das LIOs monofocais tradicionais (RIBEIRO *et al.*, 2024; GARCÍA-BELLA *et al.*, 2024).

Lentes Intraoculares Tóricas

As lentes intraoculares (LIOs) tóricas são lentes monofocais ou multifocais, que apresentam uma superfície tórica, localizada na face anterior ou posterior, dependendo do fabricante, e têm como objetivo corrigir o astigmatismo corneano durante a cirurgia de catarata. Nesse contexto, as lentes tóricas proporcionam

resultados superiores às lentes monofocais convencionais em pacientes com astigmatismo corneano, apresentando menor astigmatismo residual pós-operatório, melhor acuidade visual não corrigida para longe, maior independência do uso de óculos e maior proporção de pacientes com astigmatismo residual igual ou inferior a 0,5 dioptria. Atualmente, são consideradas o padrão de tratamento para pacientes submetidos à cirurgia de catarata que apresentam astigmatismo corneano significativo, geralmente igual ou superior a 1,0 dioptria (CHEN, AL-MOHTASEB, CHEN, 2024; KOCH *et al.*, 2018).

Apesar dos excelentes resultados obtidos com as LIOs tóricas, sua indicação deve ser cuidadosamente individualizada. Pacientes com astigmatismo corneano irregular, ceratocone avançado, ectasias corneanas progressivas, cicatrizes corneanas extensas ou doenças que comprometam a estabilidade do saco capsular podem apresentar menor previsibilidade refrativa, tornando essas lentes menos indicadas nesses cenários clínicos (CHEN, AL-MOHTASEB, CHEN, 2024).

O cálculo do poder e do eixo da lente tórica também evoluiu significativamente nos últimos anos. As calculadoras modernas incorporam variáveis como o astigmatismo induzido cirurgicamente (SIA), a curvatura da córnea posterior, o astigmatismo corneano posterior induzido pela incisão e a posição efetiva da lente (*Effective Lens Position* – ELP). Entre essas ferramentas, a *Barrett Toric Calculator* é considerada o padrão-ouro, apresentando excelente precisão ao incorporar o efeito da córnea posterior. Estudos demonstram que calculadoras baseadas na biometria pré-operatória utilizando a *Barrett Toric Calculator* apresentam desempenho semelhante à aberrometria intraoperatória na seleção do poder cilíndrico da lente e resultados superiores na determinação do eixo de

implantação (ABULAFIA *et al.*, 2016; YEU *et al.*, 2025; AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY, 2025).

LIOs de tecnologia avançada: Premium

As lentes intraoculares de tecnologia avançada, frequentemente denominadas LIOs Premium, foram desenvolvidas para ampliar a qualidade visual após a cirurgia de catarata e reduzir a dependência de óculos. Diferentemente das lentes monofocais convencionais, que oferecem um único ponto principal de foco, as LIOs Premium procuram proporcionar visão funcional em mais de uma distância. Essa característica permite que o procedimento cirúrgico não apenas remova o cristalino opacificado, mas também atue na correção da presbiopia e, em determinados modelos, do astigmatismo. Apesar dos avanços tecnológicos, nenhuma dessas lentes reproduz completamente a acomodação fisiológica do cristalino jovem, de modo que seus resultados dependem da combinação entre desenho óptico, condições oculares e necessidades individuais do paciente. O termo “Premium” abrange diferentes tecnologias, principalmente as lentes multifocais: bifocais, trifocais, pentafocais, de foco estendido, acomodativas e ajustadas pós-cirurgia (tóricas ou não tóricas) (KANSKI; BOWLING, 2016).

As LIOs multifocais foram desenvolvidas para distribuir a luz entre dois ou mais focos por mecanismos refrativos, difrativos ou híbridos, permitindo visão funcional em diferentes distâncias e reduzindo a dependência de óculos para visão de longe e de perto. Nos modelos bifocais, a energia luminosa é dividida entre dois focos principais, sendo necessária a neuroadaptação para que o sistema visual priorize a imagem correspondente ao objeto observado. Em contrapartida, a divisão da energia luminosa pode reduzir discretamente a sensibilidade ao contraste e ocasionar fenômenos fóticos, como

halos e glare, sobretudo no período inicial de adaptação (KANSKI; BOWLING, 2016).

O desenho óptico dos modelos trifocais e pentafocais distribui a luz em três e cinco pontos principais, respectivamente. Na prática, isso permite melhor desempenho para atividades realizadas em diferentes distâncias, aumentando a possibilidade de independência dos óculos. Essas lentes são especialmente indicadas para pacientes que valorizam a leitura, o uso de dispositivos eletrônicos e a realização de tarefas próximas detalhadas. Em comparação com as EDOF, geralmente oferecem melhor visão para perto e maior probabilidade de independência completa dos óculos (KANSKI; BOWLING, 2016; TAVASSOLI *et al.*, 2024). Por outro lado, a divisão da energia luminosa entre três ou cinco focos também pode produzir maior redução da sensibilidade ao contraste e maior incidência de disfotopsias. A intensidade dessas queixas depende do modelo da lente, do tamanho da pupila, da iluminação, da centragem do implante e da tolerância individual. Alguns pacientes percebem halos, mas não os consideram incapacitantes. Outros apresentam dificuldade de adaptação, especialmente quando possuem elevada exigência visual noturna ou expectativas irreais de visão perfeita em todas as condições (DE SILVA *et al.*, 2016; TAVASSOLI *et al.*, 2024).

As lentes de foco estendido, chamadas EDOF, do inglês *Extended Depth of Focus*, utilizam uma estratégia óptica diferente. Em vez de criar focos claramente separados, procuram alongar o foco principal e produzir uma faixa contínua de visão funcional. Seu objetivo é proporcionar excelente visão de longe e intermediária, mantendo melhor continuidade visual e, em muitos casos, menor intensidade de halos e glare quando comparadas às multifocais tradicionais (KANSKI; BOWLING, 2016; TAVASSOLI *et al.*, 2024). Novas lentes criadas

com tecnologia de vórtice espiral, desenvolvidas por modelos de Inteligência Artificial, tem objetivo de eliminar ou minimizar os efeitos ópticos das lentes que dividem a energia luminosa. Lentes acomodativas ainda não conseguiram criar o efeito acomodativo necessário e fisiológico do olho humano. Assim como lentes refrativamente ajustadas no pós-operatório.

A superfície ocular deve ser examinada e tratada antes da biometria. O olho seco altera a regularidade do filme lacrimal, prejudicando a qualidade visual e causando erros nas medidas utilizadas para o cálculo da lente. Também são importantes a topografia ou tomografia corneana, a biometria óptica e a avaliação da retina, frequentemente complementada por tomografia de coerência óptica. Alterações discretas da mácula podem comprometer o desempenho das lentes multifocais e trifocais, mesmo quando a acuidade visual pré-operatória parece preservada. Além disso, doenças retinianas, glaucoma avançado, neuropatias ópticas, irregularidade corneana, ceratocone e ambliopia exigem cautela pois essas condições podem reduzir a sensibilidade ao contraste e limitar o benefício da multifocalidade (KANSKI; BOWLING, 2016).

Critérios biométricos, clínicos e funcionais para a seleção da Lente Intraocular

A seleção da lente intraocular constitui uma etapa fundamental do planejamento da cirurgia de catarata, pois influencia não apenas a acuidade visual pós-operatória, mas também a qualidade da visão, o desempenho nas atividades cotidianas e o grau de dependência de óculos. Não existe uma lente universalmente ideal. A escolha deve ser individualizada mediante a integração entre dados biométricos, condições anatômicas e funcionais do olho, presença de comorbidades, necessidades visuais, estilo de vida e expectativas do paciente.

Esse processo não deve se limitar à escolha do modelo da lente. Também envolve a definição do poder dióptrico, do alvo refrativo e da estratégia óptica mais compatível com as características de cada olho. As recomendações atuais destacam a importância da decisão compartilhada entre cirurgião e paciente, fundamentada em exames confiáveis, evidências clínicas e compreensão realista dos benefícios e limitações de cada alternativa (MILLER *et al.*, 2022).

Precisão biométrica e definição do alvo refrativo

A previsibilidade do resultado refrativo depende da obtenção de medidas biométricas precisas. O cálculo do poder dióptrico da LIO considera principalmente o comprimento axial do olho, a curvatura corneana e a estimativa da posição efetiva que a lente ocupará após a cirurgia. Conforme a fórmula utilizada, também podem ser incorporadas variáveis como profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino e diâmetro corneano horizontal.

Fórmulas de cálculo de nova geração, incluindo análise por Inteligência Artificial (IA), tendem a apresentar maior estabilidade em diferentes comprimentos axiais, especialmente em olhos muito curtos ou muito longos, nos quais o risco de erro refrativo é maior. A otimização das constantes das lentes a partir dos resultados pós-operatórios do próprio cirurgião ou serviço também pode contribuir para a redução de erros sistemáticos. Em olhos com características especiais, como comprimentos axiais extremos, ceratocone ou histórico de cirurgia refrativa corneana, devem ser utilizadas estratégias de cálculo específicas.

Avaliação da superfície ocular e da córnea

A regularidade da superfície ocular é indispensável para a obtenção de medidas biométricas confiáveis. Doença do olho seco, blefarite,

distrofias epiteliais, pterígio e outras alterações corneanas podem modificar a ceratometria e comprometer o cálculo do poder da LIO. Por esse motivo, essas condições devem ser identificadas e, quando possível, tratadas antes da repetição dos exames e da definição final da lente.

Nos pacientes com astigmatismo, a avaliação deve incluir topografia ou tomografia corneana, permitindo diferenciar o astigmatismo regular do irregular e analisar a contribuição das superfícies anterior e posterior da córnea. A indicação deve considerar a regularidade, a magnitude e o eixo do astigmatismo, o astigmatismo induzido pela incisão e o resultado refrativo previsto. Em pessoas submetidas previamente a LASIK, PRK, ceratotomia radial ou outros procedimentos refrativos, a relação habitual entre a curvatura corneana anterior e seu poder óptico total encontra-se modificada. Nesses casos, o uso isolado de exames convencionais pode superestimar ou subestimar o poder da córnea, tornando necessária a utilização de fórmulas e calculadoras específicas.

Saúde ocular e condições anatômicas

A avaliação pré-operatória deve incluir a análise da retina, da mácula, do nervo óptico e da córnea. A presença de glaucoma avançado, neuropatias ópticas, degeneração macular relacionada à idade, membrana epirretiniana, retinopatia diabética, irregularidades corneanas ou redução prévia da sensibilidade ao contraste pode limitar o benefício de tecnologias destinadas a ampliar a visão em diferentes distâncias (**Tabela 27.1**).

Em pacientes com ambliopia ou alterações da córnea, do disco óptico ou da mácula, a indicação de lentes que distribuem a energia luminosa entre diferentes focos deve ser cuidadosamente ponderada. Nesses casos, a redução adicional da sensibilidade ao contraste pode comprometer a qualidade visual, mesmo quando a

acuidade medida em condições ideais permanece satisfatória. A tomografia de coerência óptica da mácula e do nervo óptico pode revelar alterações não identificadas apenas pelo exame de fundo de olho, sendo particularmente útil quando se considera o implante de lentes de óptica mais complexa.

Também devem ser avaliadas a estabilidade zonular, a possibilidade de centralização da

lente e a integridade do saco capsular. O implante da LIO no interior de um saco capsular íntegro tende a proporcionar maior estabilidade e centralização, além de favorecer maior previsibilidade da posição efetiva da lente. Quando existe ruptura da cápsula posterior ou perda importante do suporte zonular, pode ser necessário modificar o modelo ou o local de implantação.

Tabela 27.1 Principais critérios pré-operatórios para a seleção da lente intraocular

Critério avaliado	Aspectos que devem ser investigados	Repercussão na seleção da LIO
Biometria ocular	Comprimento axial, ceratometria, profundidade da câmara anterior e posição efetiva estimada da lente	Determina o poder dióptrico e a previsibilidade refrativa
Superfície ocular	Olho seco, blefarite, alterações epiteliais e pterígio	Pode comprometer as medidas e exigir tratamento antes do cálculo
Córnea e astigmatismo	Regularidade, magnitude, eixo e contribuição da superfície posterior	Orienta a necessidade e o planejamento da correção cilíndrica
Retina, mácula e nervo óptico	Doenças maculares, glaucoma, neuropatias e retinopatia diabética	Pode limitar o benefício de lentes de óptica complexa
Saco capsular e zônula	Integridade capsular, estabilidade zonular e possibilidade de centralização	Influencia o modelo e o local de implantação da lente
Alvo refrativo	Visão prioritária, dominância ocular e tolerância à anisometropia	Define a estratégia refrativa e o grau esperado de dependência de óculos
Perfil funcional	Profissão, hábitos, direção noturna e distâncias mais utilizadas	Auxilia na escolha do perfil óptico mais adequado
Expectativas	Desejo de independência de óculos e tolerância a limitações ópticas	Reduz o risco de insatisfação pós-operatória

Fonte: Elaborado pela autora com base em MILLER *et al.* (2022).

Necessidades visuais, profissão e estilo de vida

A anamnese pré-operatória deve identificar as distâncias visuais mais utilizadas pelo paciente. As atividades não devem ser classificadas apenas como “longe” ou “perto”, pois grande parte das tarefas cotidianas ocorre na distância intermediária, como o uso de computadores, painéis de automóveis, instrumentos profissionais e telas de dispositivos eletrônicos.

A profissão e os hábitos do paciente também influenciam a escolha. Pessoas que trabalham com tarefas visuais detalhadas, utilizam computador por períodos prolongados, praticam esportes ou dependem de visão noturna apresentam necessidades distintas. Pacientes

que dirigem frequentemente à noite ou trabalham em ambientes com baixa iluminação podem priorizar sensibilidade ao contraste e menor ocorrência de halos e ofuscamento. Por outro lado, pacientes que valorizam maior amplitude de visão funcional podem aceitar maior possibilidade de fenômenos fóticos em troca de menor dependência de óculos.

Alinhamento de expectativas e decisão compartilhada

O aconselhamento pré-operatório é fundamental para a satisfação do paciente. A expressão “independência de óculos” não representa garantia de que nenhuma correção será neces-

sária em todas as situações. Iluminação insuficiente, letras pequenas, tarefas prolongadas ou pequenos erros refrativos residuais podem exigir o uso eventual de óculos. Também devem ser discutidos possíveis fenômenos fóticos, como halos, ofuscamento e imagens em forma de raios ao redor de fontes luminosas. A ocorrência e a intensidade desses sintomas variam conforme o desenho óptico da lente, as características oculares e a percepção individual. Embora alguns pacientes apresentem redução progressiva dos sintomas ao longo dos meses, esse

processo de adaptação não pode ser previsto com exatidão. O paciente deve compreender que maior amplitude de visão funcional pode envolver determinadas concessões em relação à sensibilidade ao contraste ou à qualidade da visão noturna. A decisão deve considerar quais limitações são aceitáveis para aquele indivíduo e quais atividades possuem maior importância em sua rotina (**Tabela 27.2**) (CHO *et al.*, 2022; TAVASSOLI *et al.*, 2024).

Tabela 27.2 Situações que exigem cautela na seleção da lente intraocular

Situação clínica ou funcional	Possível repercussão visual	Conduta na seleção
Doença macular, neuropatia óptica ou glaucoma avançado	Redução prévia da sensibilidade ao contraste e limitação do potencial visual	Evitar escolhas que possam acrescentar perda de qualidade visual sem benefício funcional suficiente
Astigmatismo corneano irregular	Menor previsibilidade refrativa	Investigar a causa e avaliar cuidadosamente a capacidade de correção
Doença da superfície ocular não controlada	Alteração da ceratometria e instabilidade visual	Tratar antes de repetir a biometria e definir a lente
Instabilidade zonular ou comprometimento capsular	Risco de descentração ou inclinação da LIO	Priorizar modelos e técnicas compatíveis com o suporte anatômico disponível
Direção noturna frequente	Maior impacto de halos, ofuscamento e redução de contraste	Priorizar perfil óptico compatível com a necessidade de visão noturna
Expectativa de independência absoluta de óculos	Maior risco de frustração	Realizar aconselhamento detalhado e estabelecer metas realistas
Baixa tolerância a fenômenos fóticos	Possível insatisfação com determinadas tecnologias	Priorizar qualidade óptica e menor probabilidade de disfotopsias

Fonte: Elaborado pela autora com base em MILLER *et al.* (2022), CHO *et al.* (2022) e TAVASSOLI *et al.* (2024).
Nota: As decisões devem ser individualizadas, pois tecnologias pertencentes a uma mesma categoria podem apresentar diferentes desenhos ópticos e resultados clínicos.

CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que a cirurgia de catarata passou por uma importante evolução histórica, saindo de procedimentos rudimentares, como o *Couching*, para técnicas modernas e altamente precisas, como a facoemulsificação e a cirurgia assistida por laser de femtossegundo e nanossegundo. Paralelamente, as lentes intraoculares evoluíram de modelos rígidos para lentes dobráveis e de tecnologia avançada,

ampliando as possibilidades de correção refrativa e de independência do uso de óculos. Observou-se que a escolha da técnica cirúrgica e da lente intraocular deve ser individualizada, considerando características anatômicas, biométricas, presença de astigmatismo, comorbidades oculares, estilo de vida e expectativas do paciente. As lentes monofocais permanecem como a opção mais utilizada devido à sua previsibilidade e qualidade óptica, enquanto lentes tóricas, multifocais, trifocais e EDOF oferecem

alternativas para correção do astigmatismo e da presbiopia em casos selecionados. Dessa forma, os avanços tecnológicos contribuíram para transformar a cirurgia de catarata em um procedimento não apenas restaurador da transparência ocular, mas também refrativo e funcio-

nal. Novos estudos clínicos comparativos são necessários para avaliar, em longo prazo, os desfechos visuais, a qualidade de vida e a satisfação dos pacientes submetidos às diferentes tecnologias disponíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABULAFIA, A. *et al.* Improved accuracy of toric intraocular lens power calculation by accounting for posterior corneal astigmatism and effective lens position. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, v. 42, n. 11, p. 1636–1644, 2016.
- ALLEN, D.; VASAVADA, A. Cataract and surgery for cataract. *BMJ*, London, v. 333, n. 7559, p. 128–132, 15 jul. 2006. DOI: 10.1136/bmj.333.7559.128.
- AMERICAN ACADEMY OF OPHTHALMOLOGY. Computer-assisted image guidance versus intraoperative aberrometry for toric intraocular lens alignment. *Ophthalmology*, 2025.
- AWAD, A.A.; ALKORBI, H.A. & ABU SERHAN, H. Charles Kelman: The Father of Phacoemulsification. *Cureus*, v. 16, e61727, 2024.
- CHEN, J. L.; AL-MOHTASEB, Z.; CHEN, A. J. Criteria for premium intraocular lens patient selection. *Current Opinion in Ophthalmology*, v. 35, n. 5, p. 366–373, 2024. DOI: 10.1097/UTI.0000000000001067.
- CHO, J.-Y. *et al.* Visual outcomes and optical quality of accommodative, multifocal, extended depth-of-focus, and monofocal intraocular lenses in presbyopia-correcting cataract surgery: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. *JAMA Ophthalmology*, v. 140, n. 11, p. 1045–1053, 2022. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2022.3667.
- DAVIS, G. The evolution of cataract surgery. *Missouri Medicine*, v. 113, n. 1, p. 58–62, 2016.
- DE SILVA, S. R. *et al.* Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Oxford, n. 12, Art. CD003169, 2016. DOI: 10.1002/14651858.CD003169.pub4.
- ENGMAN, J. *et al.* Cap. 8: Lens Abnormalities. In: PALAY, D. A.; KRACHMER, J. H. *Primary Care Ophthalmology*. 2. ed. St. Louis: Mosby, p. 127–137, 2005. DOI: 10.1016/B978-032303316-9.50014-0.
- GARCÍA-BELLA, J. *et al.* Visual and refractive outcomes after bilateral implantation of an enhanced monofocal intraocular lens: prospective study. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, v. 50, n. 6, p. 585–590, 2024. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001422.
- GURNANI, B. & KAUR, K. Phacoemulsification. *StatPearls*, 2023.
- KANELLOPOULOS, A. J. *et al.* Laser cataract surgery: a prospective clinical evaluation of 1000 consecutive laser cataract procedures using the Dodick photolysis Nd:YAG system. *Ophthalmology*, v. 108, n. 4, p. 649–654, 2001.
- KANSKI, J. J.; BOWLING, B. *Oftalmologia Clínica: uma abordagem sistemática*. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- KOCH, D. D. *et al.* Management of astigmatism in cataract surgery: the state of the art. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, v. 44, n. 1, p. 68–73, 2018.
- LEFFLER, C. T. *et al.* The History of Cataract Surgery: From Couching to Phacoemulsification. *Annals of Translational Medicine*, v. 8, n. 22, p. 1551, 2020. DOI: 10.21037/atm-2019-rcs-04.
- LEFFLER, C. T. *et al.* Jacques Daviel (1696–1762) and the Competition to Extract Cataracts: A Reappraisal. *Ophthalmology and Eye Diseases*, v. 19, p. 2835–2846, 2024. DOI: 10.2147/OPHTH.S538655.
- LIU, Y. C. *et al.* Cataracts. *The Lancet*, v. 390, n. 10094, p. 600–612, 2017. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30544-5.
- MILLER, K. M. *et al.* Cataract in the Adult Eye Preferred Practice Pattern. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology, v. 129, issue 1, p. p1-p126, 2022.
- RIBEIRO, F. *et al.* Should enhanced monofocal intraocular lenses be the standard of care? An evidence-based appraisal by the ESCRS Functional Vision Working Group. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, v. 50, n. 8, p. 789–793, 2024. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000001479.
- SUN, H. *et al.* Femtosecond-laser-assisted cataract surgery (FLACS). In: BILLE, J. F. (ed.). *High resolution imaging in microscopy and ophthalmology: new frontiers in biomedical optics*. Cham: Springer, Cap. 14, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-16638-0_14.

TAVASSOLI, S. *et al.* Trifocal versus extended depth of focus (EDOF) intraocular lenses after cataract extraction. Cochrane Database of Systematic Reviews, n. 7, art. CD014891, 2024. DOI: 10.1002/14651858.CD014891.pub2.

VACALEBRE, M. *et al.* Current State of the Art and Next Generation of Materials for a Customized IntraOcular Lens according to a Patient-Specific Eye Power. Polymers, v. 15, p. 1590, 2023.

YEU, E. *et al.* Accuracy of toric intraocular lens planning and alignment using contemporary calculation methods. Journal of Cataract & Refractive Surgery, 2025.