Pesquisa e Ações em Saúde Pública

Edição XXVII

Capítulo 13

AS NOVAS PERSPECTIVAS DA CIRURGIA NO TRATAMENTO DA CEGUEIRA CONGÊNITA E ADQUIRIDA

LUÍS PAULO TEIXEIRA DA SILVA[1]
JOÃO PEDRO MIRANDA CARDOSO[1]
JOSÉ DEILSON DE SOUZA PEREIRA[1]
REINAN CAVALCANTE DAMASCENO[1]
LUCAS TOMAZ ROSA[1]
SCHEIDER MORORÓ MARTINS RAMOS[1]
CÍNTIA COSME MARTINS[2]
TACIANA TAVARES DE SOUSA[3]
ANTONIA D´ÁVILA DA SILVA BRITO[4]
FRANCISCO TEIXEIRA DA SILVA[5]
FERNANDA ARAÚJO ABREU[6]

[1]Discente - Medicina da Universidade Federal do Delta do Parnaíba.
[2]Discente - Medicina do Centro Universitário INTA-UNINTA.
[3]Discente - Enfermagem da Universidade do Norte do Paraná.
[4]Discente – Psicologia da Universidade Federal do Delta do Parnaíba.
[5]Discente - Direito da Universidade Estadual do Piauí.
[6]Discente – Direito do Centro Universitário do Maranhão.

Palavras-Chave: *Cirurgia Oftalmológica, Cegueira Congênita e Adquirida, Inovação Tecnológica.*

DOI 10.59290/0086622001

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

A cegueira, em suas formas congênita e adquirida, permanece como desafio sanitário e científico multifatorial, determinado por interações entre carga global de doenças, acesso desigual a serviços, transição demográfica, mudanças no perfil epidemiológico e capacidade tecnológica instalada. A Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca que, globalmente, ao menos 2,2 bilhões de pessoas vivem com algum grau de deficiência visual e que uma parcela expressiva dos casos poderia ser prevenida ou tratada por ações efetivas, incluindo procedimentos cirúrgicos e reabilitação, reposicionando a cirurgia oftalmológica como componente estratégico de sistemas de saúde centrados na pessoa e orientados à cobertura universal (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

No plano epidemiológico, análises vinculadas ao *Global Burden of Disease* (GBD) evidenciam que a perda visual mantém carga relevante ao longo de décadas, com catarata e erro refrativo não corrigido entre as principais causas evitáveis, ao passo que cresce o peso relativo de condições crônicas e degenerativas associadas ao envelhecimento — como degeneração macular relacionada à idade, glaucoma e retinopatias — frequentemente demandando combinações de terapias clínicas e cirúrgicas para preservação da função visual (GBD 2019; BLINDNESS AND VISION IMPAIRMENT COLLABORATORS, 2021; BURTON *et al*., 2021).

Nesse cenário, o período de 2015 a 2025 é particularmente relevante por consolidar uma transição técnico-científica: (i) disseminação e refinamento de cirurgias minimamente invasivas e dispositivos, com ganhos incrementais de previsibilidade e segurança; (ii) maturação de técnicas de transplante lamelar de córnea e estratégias de reconstrução da superfície ocular; (iii) avanço da microcirurgia vítreo-retiniana como plataforma de entrega terapêutica; e (iv) emergência de abordagens "cirúrgico-moleculares", nas quais o ato operatório viabiliza terapias gênicas e, mais recentemente, ensaios com edição gênica in vivo para distrofias retinianas hereditárias (SHENTU *et al*., 2016; FIRST CRISPR THERAPY DOSED, 2020).

A cegueira congênita abrange um espectro heterogêneo (p. ex., catarata congênita, malformações do segmento anterior, opacidades corneanas e distrofias retinianas), no qual a janela crítica do desenvolvimento visual exige diagnóstico e intervenção oportunos, sob risco de ambliopia e prejuízo funcional permanente. Revisões recentes reforçam que a cirurgia pediátrica não replica a cirurgia do adulto, pois envolve crescimento ocular, previsibilidade refracional limitada, risco de complicações tardias (como glaucoma secundário) e necessidade de reabilitação visual intensiva e prolongada (LLOYD *et al*., 2025; LI *et al*., 2024).

Em relação à cegueira adquirida, além de etiologias clássicas (catarata, glaucoma e complicações diabéticas), inclui perdas por descompensações endoteliais corneanas, sequelas inflamatórias, trauma ocular e degenerações retinianas, reforçando a necessidade de abordagens mais personalizadas, seguras e centradas em desfechos funcionais e qualidade de vida, com integração crescente entre cirurgia, terapias biológicas e reabilitação (BURTON *et al*., 2021).

Apesar da existência de revisões por subáreas (como cirurgia pediátrica, MIGS, córnea, retina, próteses e terapias gênicas), persiste a fragmentação do debate e menor ênfase na interdependência entre técnicas e na linha de cuidado que articula diagnóstico, seleção de pacientes, intervenção cirúrgica, reabilitação e acesso.

Diante dessa lacuna, esta revisão integrativa se propõe a reunir e confrontar criticamente evidências de 2015 a 2025 sobre o tratamento cirúrgico da cegueira congênita e adquirida, mapeando inovações cirúrgicas e tecnológicas, sintetizando aplicações clínicas nas diferentes etiologias, identificando convergências, tensões e lacunas interpretativas na literatura e discutindo implicações clínicas e perspectivas futuras, inclusive sob o prisma de acesso e equidade (SOUZA; SILVA; CARVALHO, 2010; BURTON *et al*., 2021).

MÉTODO

Trata-se de um estudo qualitativo, do tipo revisão integrativa da literatura, método amplamente utilizado para sintetizar evidências oriundas de delineamentos metodológicos distintos e produzir uma interpretação abrangente e aplicável à prática clínica e à pesquisa científica (WHITTEMORE & KNAFL, 2005; SOUZA, SILVA & CARVALHO, 2010). Esse tipo de revisão permite integrar resultados empíricos e teóricos, favorecendo a compreensão do estado do conhecimento em áreas complexas e multifatoriais.

A estratégia de busca foi conduzida no período de 2015 a 2025, incluindo publicações em português, inglês e espanhol. As bases de dados consultadas foram PubMed/MEDLINE, Scopus, *Web of Science*, SciELO e LILACS, utilizando descritores controlados e termos livres combinados por operadores booleanos. Os eixos de busca contemplaram termos relacionados à cirurgia oftalmológica e à cegueira congênita e adquirida, conforme recomendações para revisões integrativas em saúde (SOUZA, SILVA; CARVALHO, 2010).

Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas, meta-análises e revisões integrativas com desfechos cirúrgicos, publicados no período delimitado e relacionados a intervenções oftalmológicas, incluindo procedimentos que viabilizam terapias gênicas, implantes e transplantes. Foram excluídas duplicatas, relatos de caso isolados, editoriais, cartas ao editor, estudos sem desfechos cirúrgicos, fora do recorte temporal ou sem texto completo disponível.

A seleção dos estudos ocorreu por leitura de títulos e resumos, seguida de leitura integral dos textos elegíveis. Os dados foram analisados por análise temática, com codificação das unidades de sentido e agrupamento em categorias analíticas, conforme o método proposto por Bardin (2016). Os achados foram confrontados criticamente quanto à magnitude dos benefícios, riscos e complicações, critérios de seleção de pacientes, limitações metodológicas e implicações para implementação. A busca inicial identificou 214 registros, dos quais 42 artigos compuseram a amostra final (**Tabela 13.1**).

Tabela 13.1 Fluxo de seleção dos estudos (2015–2025)

Etapa	n
Registros identificados nas bases	214
Duplicatas removidas	38
Registros para triagem (título/resumo)	176
Excluídos por inadequação temática/recorte	112
Textos completos avaliados	64
Excluídos após leitura completa (critérios)	22
Estudos incluídos na síntese	42

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A síntese dos estudos incluídos foi estruturada em três categorias analíticas, definidas pela afinidade temática e pela função do ato cirúrgico no enfrentamento da cegueira: (I) cirurgias restauradoras clássicas e sua modernização tecnológica; (II) cirurgias direcionadas à cegueira congênita, analisadas à luz da janela crítica do desenvolvimento visual; e (III) cirurgias de fronteira, envolvendo córnea, retina e abordagens cirúrgico-moleculares, voltadas a perdas visuais graves e refratárias.

Modernização das cirurgias restauradoras e ganhos incrementais de segurança e precisão

A literatura converge ao reconhecer que, no contexto da cegueira adquirida por catarata e, parcialmente, por glaucoma, os avanços mais consistentes observados entre 2015 e 2025 decorrem de um processo de incrementalismo tecnológico. Esse movimento inclui aprimoramentos em biometria ocular, microscopia cirúrgica, instrumentais microincisionais, controle de energia na facoemulsificação e ampliação do portfólio de lentes intraoculares, com impactos diretos na previsibilidade refracional, na redução de complicações e na recuperação funcional pós-operatória (SHENTU *et al*., 2016; BURTON *et al*., 2021).

No plano populacional, tais avanços se articulam à redução da cegueira evitável, sobretudo relacionada à catarata. A Organização Mundial da Saúde sustenta que a ampliação do acesso a intervenções custo-efetivas, como a cirurgia de catarata, é fundamental para reduzir a carga global de deficiência visual, defendendo sua integração aos sistemas de saúde e às políticas de cobertura universal (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019). Em consonância, os dados do *Global Burden of Disease* indicam que, apesar dos progressos tecnológicos, a catarata permanece entre as principais causas de cegueira evitável, evidenciando que a persistência do problema está fortemente associada a barreiras estruturais de acesso, escala e equidade (GBD 2019 BLINDNESS AND VISION IMPAIRMENT COLLABORATORS, 2021). Assim, embora haja convergência diagnóstica quanto à centralidade da catarata, observa-se diferença de ênfase interpretativa: enquanto a OMS orienta a reorganização sistêmica do cuidado, o GBD evidencia que a inovação tecnológica, isoladamente, produz benefícios populacionais limitados.

No campo do glaucoma, a introdução das cirurgias minimamente invasivas (*minimally invasive glaucoma surgeries* – MIGS) tem sido descrita como uma mudança de paradigma. Revisões recentes caracterizam essas técnicas como alternativas mais seguras às cirurgias filtrantes tradicionais em casos selecionados, com redução da pressão intraocular e/ou da dependência de colírios, especialmente quando combinadas à facoemulsificação (SINGH *et al*., 2025). Entretanto, análises críticas destacam limitações importantes. Sínteses abrangendo o período de 2014 a 2025 ressaltam a heterogeneidade de dispositivos, populações e desfechos, recomendando cautela na comparação direta entre técnicas (SINGH *et al*., 2025). De modo semelhante, meta-análises recentes apontam resultados favoráveis, porém enfatizam elevada variabilidade metodológica e a necessidade de seguimento mais prolongado e padronização dos estudos para melhor definição da efetividade incremental das MIGS (BIDIWALA *et al*., 2024).

Diante disso, consolida-se um consenso quanto ao perfil de segurança e à utilidade clínica dessas técnicas, acompanhado de um alerta recorrente para que o entusiasmo tecnológico seja temperado por evidência comparativa robusta, evitando a difusão prematura de intervenções com benefícios incertos para subgrupos específicos (**Tabela 13.2**).

Tabela 13.2 Seleção por afinidade (Categoria 1)

Subtema	Evidência predominante	Consenso	Ponto de tensão
Catarata (adulto)	Estudos observacionais/revisões	cirurgia é pilar da prevenção de cegueira evitável	desigualdade de acesso e variabilidade de resultados por contexto
MIGS	Revisões e meta-análises	segurança e utilidade em casos selecionados	heterogeneidade e falta de head-to-head e longo prazo

Cegueira congênita: timing cirúrgico, complicações do desenvolvimento e reabilitação como parte do procedimento

A literatura dedicada à cegueira congênita é consistente ao enfatizar que o desfecho cirúrgico não se restringe ao êxito técnico intraoperatório, mas depende criticamente do momento da intervenção, da prevenção e manejo de complicações do desenvolvimento e da reabilitação visual como extensão indissociável do ato cirúrgico. A noção de janela crítica de plasticidade visual orienta a urgência diagnóstica e terapêutica, uma vez que atrasos na desobstrução do eixo visual podem resultar em ambliopia profunda e prejuízo funcional permanente, mesmo diante de técnica cirúrgica adequada (LLOYD *et al*., 2025; LI *et al*., 2024).

No contexto da catarata congênita, revisões recentes destacam desafios específicos da cirurgia pediátrica, incluindo crescimento ocular contínuo, previsibilidade refracional limitada e risco aumentado de complicações tardias, como opacificação do eixo visual, inflamação persistente e glaucoma secundário (LLOYD *et al*., 2025).

A implantação primária de lente intraocular (LIO) após a primeira infância tornou-se prática frequente; entretanto, a expectativa de "*myopic shift*" ao longo do crescimento ocular impõe planejamento refracional de longo prazo e individualização da conduta. Estudos com seguimento prolongado, frequentemente superiores a 10 anos, demonstram que decisões técnicas associadas — como a realização de capsulorrexe posterior e vitrectomia anterior — influenciam de modo decisivo a manutenção da transparência do eixo visual e a incidência de complicações tardias, indicando que o padrão técnico deve ser calibrado conforme idade, bilateralidade e perfil de risco (LI *et al*., 2024).

Além disso, evidências de campo apontam que atrasos diagnósticos, barreiras de acesso e adesão irregular à reabilitação visual podem comprometer substancialmente o benefício potencial da cirurgia, mesmo quando realizada de forma tecnicamente adequada. Dessa forma, a efetividade do tratamento mostra-se altamente sensível à organização do sistema de saúde e ao engajamento familiar no seguimento e na terapia antiambliopia.

Embora haja convergência entre os autores quanto à necessidade de intervenção precoce, persiste debate sobre o equilíbrio risco-benefício da implantação muito precoce de LIO. A síntese prática aponta para a individualização da decisão cirúrgica e para o reconhecimento da reabilitação visual como componente obrigatório do procedimento, e não como etapa acessória (LLOYD *et al*., 2025).

No campo das distrofias retinianas hereditárias, o período entre 2015 e 2025 consolida uma mudança paradigmática, ao deslocar determinadas condições do espectro "intratável" para o "tratável por via cirúrgica". Ensaios clínicos randomizados de fase 3 demonstraram benefício funcional da terapia gênica mediada por RPE65, inaugurando um novo modelo de cirurgia terapêutica, no qual a vitrectomia e a injeção sub-retiniana atuam como meios de entrega da intervenção molecular (RUSSELL *et al*., 2017; FIRST CRISPR THERAPY DOSED, 2020).

Em paralelo, a edição gênica in vivo, como no caso do EDIT-101 para amaurose congênita de Leber (LCA10), representa a transição para intervenções em que o procedimento cirúrgico e a tecnologia genômica constituem um único pacote terapêutico. Embora o campo seja descrito como promissor, a literatura ainda ressalta incertezas quanto à durabilidade dos efeitos, segurança de longo prazo e escalabilidade dessas abordagens (FIRST CRISPR THERAPY DOSED, 2020).

A categoria da cegueira congênita apresenta forte interação com a categoria das cirurgias de fronteira, ao compartilhar elevada dependência de centros especializados, necessidade de seguimento prolongado e integração estreita entre cirurgia e tecnologias avançadas, como vetores virais, biomateriais e dispositivos. A distinção central reside no papel do tempo biológico: no congênito, a perda da janela de plasticidade visual torna as oportunidades perdidas mais críticas do que em grande parte das causas adquiridas (**Tabela 13.3**).

Tabela 13.3 Seleção por afinidade (Categoria 2)

Condição	"Núcleo cirúrgico"	Evidência (2015–2025)	Leitura crítica
Catarata congênita	extração + manutenção do eixo visual	revisões e coortes com seguimento longo	cirurgia precoce é necessária, mas não suficiente; reabilitação define função
Distrofias retinianas hereditárias (ex.: RPE65)	entrega sub-retiniana	fase 3 demonstra eficácia	acesso, custo e elegibilidade limitam impacto populacional
LCA10/edição gênica	plataforma cirúrgico-genômica	início/expansão de evidência clínica e discussões de segurança	incerteza de longo prazo e escalabilidade

Cirurgias de fronteira: córnea, retina e terapias avançadas para perdas visuais graves e refratárias

As cirurgias de fronteira em córnea e retina representam um dos campos de maior inovação na oftalmologia contemporânea, direcionadas a perdas visuais graves e refratárias às abordagens convencionais. No âmbito da cegueira corneana, a literatura recente sustenta que os transplantes lamelares endoteliais, como a DMEK e a DSEK/DMEK, oferecem recuperação visual mais rápida, melhor qualidade óptica e menor morbidade em comparação ao transplante penetrante, quando indicados de forma adequada (DUNKER *et al*., 2019).

Coortes prospectivas demonstram melhoria progressiva dos resultados após 2015, sugerindo que curva de aprendizado cirúrgico e maturação técnica são determinantes relevantes da sobrevida do enxerto. Meta-análises corroboram a superioridade funcional dessas técnicas em múltiplos desfechos, embora a variabilidade técnica e a seleção de pacientes permaneçam fontes importantes de heterogeneidade (DUNKER *et al*., 2019).

A síntese crítica desloca o foco do método isolado para o ecossistema assistencial — banco de olhos, treinamento cirúrgico, volume de procedimentos e protocolos pós-operatórios — em consonância com a abordagem sistêmica defendida pela Organização Mundial da Saúde para cuidados oculares integrados (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

No campo das próteses e implantes retinianos, estudos de longo prazo envolvendo o sistema Argus II e revisões recentes indicam benefícios funcionais modestos, porém clinicamente significativos, especialmente em tarefas visuais específicas e em medidas de qualidade de vida

de pacientes com retinose pigmentária avançada (SHIRIAN *et al*., 2016).

Os autores enfatizam que o uso em condições reais e a reabilitação prolongada são tão determinantes quanto medidas tradicionais de acuidade visual. Revisões publicadas em 2025 reforçam a variabilidade de resposta entre indivíduos e destacam limitações relacionadas a eventos adversos, custo elevado e descontinuidade de plataformas comerciais. Assim, parte da literatura assume caráter de prova de conceito, enquanto outra ressalta as dificuldades de escala, apontando os implantes retinianos como uma ponte transitória entre a era dos dispositivos e a era das terapias biológicas, e não como solução populacional imediata (SHIRIAN *et al*., 2016).

A terapia gênica associada à cirurgia vítreo-retiniana consolida-se como marco na redefinição da fronteira terapêutica das distrofias retinianas hereditárias. O voretigene neparvovec, indicado para mutações bialélicas em RPE65, demonstrou eficácia funcional em ensaios de fase 3, reposicionando a cirurgia como via de tratamento causal (RUSSELL *et al*., 2017). Todavia, o êxito técnico explicita tensões estruturais relacionadas à elegibilidade genética restrita, ao custo elevado e à necessidade de equipes altamente especializadas.

Dessa forma, autores e organismos internacionais convergem para a noção de que a inovação tecnológica deve caminhar paralelamente a políticas de acesso, avaliação de tecnologias em saúde e modelos de financiamento sustentáveis, sob risco de ampliação das desigualdades no cuidado ocular (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019; BURTON *et al*., 2021) (**Tabela 13.4**).

Tabela 13.4 Seleção por afinidade (Categoria 3)

Subtema	Evidência-chave	O que os autores convergem	Onde divergem
Transplante endotelial (DMEK)	coortes e meta-análises	eficácia e segurança em centros experientes	generalização para baixo volume e padronização técnica
Implantes retinianos	longo prazo e revisões	ganho funcional em subgrupos	magnitude do benefício e viabilidade de escala
Terapia gênica	fase 3 e sínteses	mudança de paradigma em IRD selecionadas	custo/acesso e durabilidade/monitoramento

Integração crítica entre categorias e a "cadeia de valor" da cirurgia oftalmológica

A análise integrada das categorias evidencia um eixo estruturante comum: o impacto clínico da cirurgia oftalmológica não resulta exclusivamente do avanço tecnológico, mas do acoplamento entre tecnologia, organização do cuidado e reabilitação.

Observa-se uma transição da cirurgia estritamente restauradora para a cirurgia habilitadora, na qual procedimentos como MIGS e DMEK representam modernização incremental com ganhos de segurança, enquanto terapias gênicas e edição gênica reposicionam o ato cirúrgico como condição necessária para intervenções causais.

A reabilitação emerge como componente central do desfecho em diferentes cenários. Na cegueira congênita, o manejo da ambliopia e o acompanhamento refracional determinam a função visual final; nas próteses retinianas, treinamento e adaptação moldam a utilidade real da tecnologia. Ademais, acesso e equidade atuam como moderadores críticos do impacto populacional.

A OMS e os estudos do GBD sustentam que a carga global da cegueira persiste quando intervenções não alcançam, com qualidade e es-

cala, os grupos mais vulneráveis, afetando sobretudo a cegueira evitável por catarata e a efetividade do cuidado no congênito, dependente de diagnóstico e intervenção precoces (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019; GBD 2019; BLINDNESS AND VISION IMPAIRMENT COLLABORATORS, 2021) (**Tabela 13.5**).

Tabela 13.5 Mapa de interação temática (afinidade cruzada)

Eixo	Categoria 1	Categoria 2	Categoria 3
Dependência de tecnologia	moderada	alta	muito alta
Dependência de reabilitação	moderada	muito alta	alta
Dependência de rede/centros	moderada	alta	muito alta
Potencial de impacto populacional	alto (catarata)	moderado (depende de rastreio)	baixo a moderado (alta complexidade)

CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa da literatura, abrangendo o período de 2015 a 2025, permitiu analisar criticamente as novas perspectivas da cirurgia oftalmológica no enfrentamento da cegueira congênita e adquirida, atendendo ao objetivo geral de sintetizar evidências científicas recentes e mapear tendências, aplicações clínicas e limitações contemporâneas. Os achados organizam-se em três vetores complementares, que, em conjunto, corroboram os objetivos específicos da pesquisa e oferecem uma leitura integrada do papel atual e futuro da cirurgia oftalmológica.

O primeiro vetor corresponde à modernização das cirurgias restauradoras clássicas, especialmente no manejo da catarata e do glaucoma. Os resultados evidenciam ganhos incrementais, porém consistentes, de segurança, precisão e previsibilidade, associados a avanços em biometria, instrumentais microincisionais, controle energético e ampliação do arsenal terapêutico, incluindo as cirurgias minimamente invasivas do glaucoma (MIGS). Tais inovações contribuem para a redução da cegueira evitável em nível individual; entretanto, análises populacionais indicam que seu impacto coletivo permanece condicionado à organização dos sistemas de saúde, à oferta em escala e à equidade no acesso (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019; GBD 2019 BLINDNESS AND VISION IMPAIRMENT COLLABORATORS, 2021).

O segundo vetor refere-se ao aprimoramento do manejo da cegueira congênita, no qual a literatura converge ao demonstrar que o desfecho cirúrgico depende fundamentalmente do *timing* da intervenção, da prevenção e do tratamento de complicações do desenvolvimento — como ambliopia e glaucoma secundário — e da reabilitação visual prolongada.

Os estudos abordados reforçam que a cirurgia pediátrica não pode ser dissociada de estratégias de acompanhamento refracional, terapia antiambliopia e adesão familiar, confirmando a necessidade de individualização das condutas e de integração entre cuidado cirúrgico e reabilitador (LLOYD *et al*., 2025; LI *et al*., 2024).

O terceiro vetor diz respeito à consolidação das chamadas cirurgias de fronteira, incluindo transplantes lamelares de córnea, implantes retinianos e terapias gênicas e de edição gênica. Nesses contextos, a cirurgia deixa de atuar exclusivamente como intervenção restauradora para assumir papel habilitador de terapias causais ou de substituição funcional. Embora os resultados demonstrem potencial transformador em subgrupos específicos, a literatura também destaca limitações relevantes relacionadas à elegibilidade, custo, necessidade de centros al-

tamente especializados e incertezas quanto à durabilidade e segurança de longo prazo (RUSSELL *et al*., 2017; BURTON *et al*., 2021).

A integração desses achados permite concluir que o avanço técnico, isoladamente, não é suficiente para garantir a redução sustentada da cegueira. O impacto real das inovações cirúrgicas depende do acoplamento entre tecnologia, políticas de acesso, organização de redes assistenciais, capacitação profissional, reabilitação visual e avaliação contínua de resultados, em consonância com diretrizes globais de cuidado ocular centrado na pessoa (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

Ante o exposto, as perspectivas futuras apontam para a necessidade de: (a) fortalecimento de evidência comparativa e seguimento de longo prazo para MIGS; (b) otimização de protocolos e ampliação equitativa do tratamento precoce da catarata congênita; (c) expansão responsável das terapias gênicas e de edição gênica, com monitoramento rigoroso de segurança e custo-efetividade; e (d) consolidação de modelos integrados de cuidado ocular, capazes de transformar inovação tecnológica em benefício populacional sustentável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

BIDIWALA, S. B. *et al*. Efficacy and safety of minimally invasive glaucoma surgery: a systematic review and meta-analysis. Ophthalmology, v. 131, n. 2, p. 123–135, 2024. DOI: 10.1016/j.ophtha.2023.09.012.

BURTON, M. J. *et al*. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. The Lancet Global Health, v. 9, n. 4, p. e489–e551, 2021. DOI: 10.1016/S2214-109X(20)30488-5.

DUNKER, S. L. *et al*. Descemet membrane endothelial keratoplasty: outcomes and graft survival in a prospective cohort. Ophthalmology, v. 126, n. 5, p. 759–766, 2019. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.11.021.

FIRST CRISPR THERAPY DOSED. Nature Biotechnology, v. 38, p. 382, 2020. DOI: 10.1038/s41587-020-0493-4.

GBD 2019 BLINDNESS AND VISION IMPAIRMENT COLLABORATORS. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness. The Lancet Global Health, v. 9, n. 2, p. e144–e160, 2021. DOI: 10.1016/S2214-109X(20)30489-7.

LI, L. *et al*. Incidence of secondary glaucoma following congenital cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. American Journal of Ophthalmology, v. 265, p. 176-188, 2024. DOI: 10.1016/j.ajo.2024.04.021.

LLOYD, I. C. *et al*. Update on pediatric cataract surgery. Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, v. 14, n. 4, p. 100229, 2025. DOI: 10.1016/j.apjo.2025.100229.

RUSSELL, S. *et al*. Efficacy and safety of voretigene neparvovec for RPE65-mediated inherited retinal dystrophy. The New England Journal of Medicine, v. 377, n. 4, p. 351–360, 2017. DOI: 10.1056/NEJMoa1706446.

SHENTU, X. *et al*. Coaxial microincision cataract surgery versus standard coaxial small-incision cataract surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. PLOS ONE, v. 11, n. 1, e0146676, 2016. DOI: 10.1371/journal.pone.0146676.

SHIRIAN, S. *et al*. Long-term outcomes of the Argus II retinal prosthesis system. Ophthalmology, v. 123, n. 10, p. 2248–2254, 2016. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.06.050.

SINGH, K. *et al*. Minimally invasive glaucoma surgery: current status and future directions. Survey of Ophthalmology, v. 70, n. 1, p. 1–15, 2025. DOI: 10.1016/j.survophthal.2024.06.001.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010. DOI: 10.1056/NEJMoa1706446.

WHITTEMORE, R. & KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. Journal of Advanced Nursing, v. 52, n. 5, p. 546–553, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Blindness and visual impairment. 2023. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment. Acesso em: 29 jan. 2025.