

INTRODUÇÃO

O diabetes compreende um grupo de distúrbios crônicos e heterogêneos caracterizados por hiperglicemia sustentada, cuja prevalência crescente representa um grande desafio de saúde pública. Devido a danos vasculares e distúrbios metabólicos, os pacientes com diabetes são propensos a complicações macro e microvasculares, sendo a retinopatia diabética (RD) uma das mais comuns e prevalentes (Meng *et al.*, 2025). Além disso, caracterizada como uma “assassina silenciosa” da visão, a RD frequentemente permanece latente e assintomática em seus estágios iniciais, o que favorece sua progressão sem ser percebida. Assim, sem intervenção oportuna, pode evoluir rapidamente para fases que ameaçam a visão, resultando em perda irreversível e, em casos mais graves, na cegueira. (Brasil, 2021; Meng *et al.*, 2025).

Assim, é importante destacar que a perda visual pode não estar presente nos estágios iniciais da retinopatia diabética (RD), tornando o rastreamento oftalmológico de pessoas com diabetes essencial para o diagnóstico e a intervenção precoce (Brasil, 2021). No entanto, a detecção precoce enfrenta obstáculos significativos. Primeiramente, destaca-se a ausência de sintomas iniciais, que contribui para o atraso na procura por avaliação oftalmológica. Somado a isso, a hiperglicemia causa alterações refrativas transitórias, como mudanças na topografia da córnea, que podem gerar erros no exame de refração e exigir a estabilização do controle glicêmico para um diagnóstico visual preciso. O cenário é agravado por limitações do sistema de saúde, incluindo a dificuldade de acesso a serviços oftalmológicos e a escassez de profissionais qualificados em determinadas áreas (Malerbi *et al.*, 2021).

Nesse contexto, os avanços tecnológicos têm transformado radicalmente a prática médica, impulsionando uma revolução notável na saúde ocular, com convergência de ferramentas de Inteligência Artificial (IA), emergindo como protagonista na busca por inovações terapêuticas. Composta por algoritmos complexos e técnicas de aprendizado de máquina, a inteligência artificial amplia a capacidade de desenvolver sistemas capazes de executar tarefas que antes dependiam exclusivamente da intervenção humana (Oliveira *et al.*, 2024).

Dessa forma, o uso de algoritmos de IA na interpretação de imagens retinianas tem demonstrado vantagens relevantes em relação à avaliação de especialistas humanos, ao mesmo tempo em que iniciativas como a criação de bancos de dados voltados à telemedicina evidenciam seu potencial para ampliar o acesso a triagens mais precisas, especialmente no contexto da retinopatia (Oliveira *et al.*, 2024).

Entretanto, as produções científicas sobre o uso da inteligência artificial na detecção precoce da retinopatia diabética mostra-se ampla e heterogênea, abrangendo diferentes tecnologias, metodologias e contextos de aplicação. Essa diversidade dificulta uma compreensão integrada das evidências, bem como a identificação de lacunas no conhecimento e das principais tendências na área. Diante disso, justifica-se a realização deste estudo, com o objetivo de mapear as evidências disponíveis na literatura sobre o uso da inteligência artificial na detecção precoce da retinopatia em pessoas com Diabetes Mellitus.

MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de escopo, que seguiu as diretrizes *Joanna Briggs Institute* (JBI), e foi apresentada conforme o checklist *Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses extension for scoping reviews* (PRISMA-ScR). O estudo foi conduzido em cinco etapas: 1) identificação da questão de pesquisa; 2) levantamento de estudos relevantes; 3) seleção dos estudos de acordo com critérios pré-estabelecidos; 4) categorização dos dados; e 5) apresentação dos resultados.

Foi utilizada a estratégia PCC como ferramenta para elaboração da questão de revisão, a qual contempla População, Conceito de Interesse e Contexto. Assim, foi obtida a seguinte estrutura: P - Pessoas com diabetes, C - Inteligência Artificial, C - Detecção precoce da retinopatia diabética. Dessa forma, foi elaborada a seguinte questão: “Quais são as evidências disponíveis na literatura sobre o uso de inteligência artificial na detecção precoce da retinopatia em pessoas com Diabetes Mellitus?”.

A estratégia de pesquisa foi construída utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e a base de dados Medical Subject Headings (MeSH), sendo eles, "Diabetes Mellitus"; "Artificial Intelligence"; "Early Diagnosis"; "Diabetic Retinopathy", juntamente com o operador booleano AND. Destaca-se que os termos e combinações foram ajustados conforme as particularidades de cada base de dados.

A busca foi realizada em março de 2026, nas seguintes bases de dados: PubMed, Embase e Scopus. A literatura cinza foi recuperada no Catálogo de Teses e Dissertações (CTD) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Como critérios de elegibilidade, foram incluídas publicações em inglês, realizadas com seres humanos, sem restrição de recorte temporal. Foram excluídas, resumos publicados em anais de eventos, artigos incompletos e estudos que tratassem de outras condições oftalmológicas que não a retinopatia diabética.

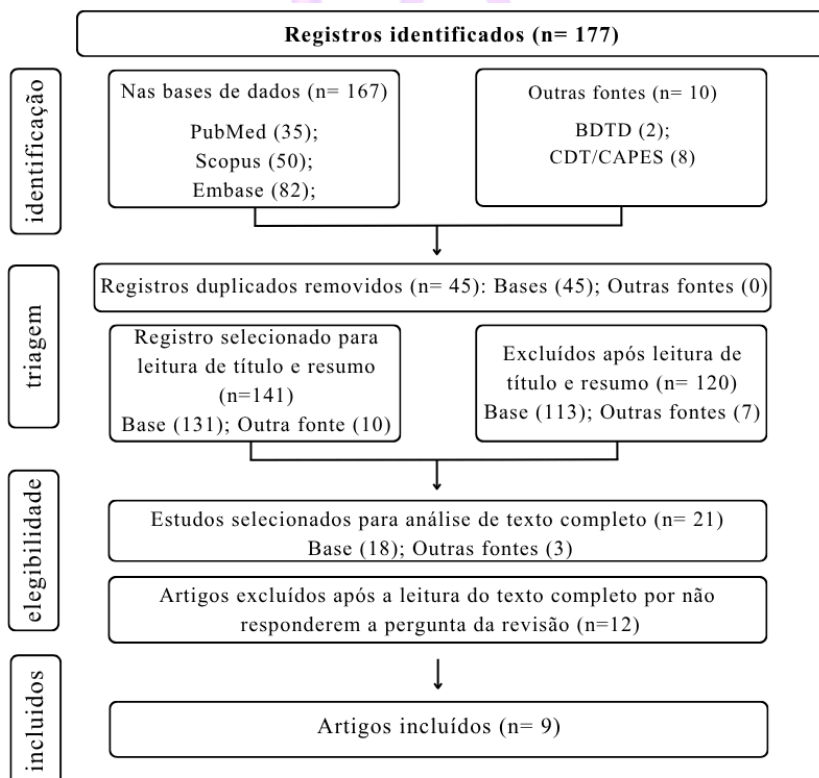
Após a busca, os achados foram exportados para o gerenciador de referência *Rayyan*. Dessa maneira, procedeu-se à exclusão dos duplicados, bem como à seleção e triagem dos estudos por meio da leitura do título e resumo. Em seguida, a segunda etapa deu-se por meio da leitura na íntegra dos estudos.

Os trabalhos selecionados foram analisados para mapeamento. Inicialmente, eles foram extraídos e organizados em uma tabela, utilizando como base o instrumento do JBI para caracterizar as produções. Não houve necessidade de envio ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, uma vez que o estudo envolveu apenas o mapeamento de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 177 estudos nas bases de dados consultadas, sendo 82 da Embase, 50 da Scopus, 35 da PubMed, 8 do Portal de Periódicos CAPES e 2 na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Após a aplicação dos filtros, permaneceram 154 estudos. Em seguida, após a remoção de 45 duplicatas, 131 estudos seguiram para triagem. Assim, após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados para leitura na íntegra 18 estudos. Por fim, foram incluídos na revisão 9 artigos, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma PRISMA. Fortaleza, CE, Brasil, 2026



Fonte: elaborado pela autora.

Esta revisão mostrou que, de modo geral, as produções encontradas evidenciam que a retinopatia diabética (RD) é reconhecida como uma das principais causas de deficiência visual e cegueira evitável em adultos, sendo uma complicação microvascular comum do diabetes mellitus. Nesse contexto, a importância da detecção precoce torna-se fundamental, uma vez que intervenções oportunas podem reduzir o risco de perda visual em aproximadamente 57% (Riotto *et al.*, 2024). Assim, a introdução da inteligência artificial (IA) surge como uma estratégia inovadora, ao oferecer ferramentas rápidas, não invasivas e de alta precisão para o rastreamento em larga escala, além de auxiliar profissionais na tomada de decisões clínicas (Riotto *et al.*, 2024; Peiyu Li *et al.*, 2024).

As evidências disponíveis indicam que a IA na detecção precoce da RD é sustentada por uma ampla diversidade de tecnologias, que vão além da simples classificação de imagens. De modo geral, observa-se que a literatura evoluiu do uso de arquiteturas neurais tradicionais para sistemas de aprendizado profundo altamente sofisticados, capazes de automatizar desde a triagem básica até diagnósticos clínicos complexos (Oh *et al.*, 2021; Kavitha & Sridevi, 2026). Nesse sentido, destacam-se abordagens que incluem sistemas diagnósticos autônomos, capazes de classificar a gravidade da retinopatia com base em escalas internacionais, como também modelos de aprendizado sem necessidade de dados rotulados, que correlacionam padrões visuais a instruções clínicas para identificar lesões de forma adaptativa (Li *et al.*, 2024; Srividya & Joshitha, 2025).

Além disso, observa-se o emprego de redes multiestágio que realizam a segmentação precisa de regiões retinais, contribuindo para a redução de ruídos. Da mesma forma, o uso de estruturas híbridas que integram a análise de imagem com memórias computacionais de longo prazo, favorecendo a identificação de alterações como microaneurismas (Srividya & Joshitha, 2025; Kavitha & Sridevi, 2026). Para além da análise visual, as evidências também apontam o uso de algoritmos preditivos que processam dados clínicos e biomarcadores bioquímicos, como hemoglobina glicada e ácido úrico, possibilitando, desse modo, a emissão de alertas precoces de risco metabólico antes mesmo do surgimento de lesões visíveis (Peiyu Li *et al.*, 2024).

Ademais, este estudo foi delineado para reunir diferentes desenhos de pesquisa, ampliando a compreensão do fenômeno sob múltiplas perspectivas. Foram incluídos estudos que vão desde ensaios clínicos com dispositivos autorizados por agências reguladoras até validações de sistemas móveis em smartphones de baixo custo e modelos preditivos baseados em indicadores laboratoriais (Bin Li *et al.*, 2024; Chakour *et al.*, 2025). Dessa forma, essa diversidade metodológica contribui para uma visão abrangente, evidenciando que o

fortalecimento das evidências ocorre tanto na triagem visual quanto na análise sistêmica do risco em pessoas com diabetes (Cao *et al.*, 2025).

No que se refere à aplicabilidade prática, o uso da IA na prática clínica e na atenção primária demonstra potencial para ampliar o acesso a detecção precoce, especialmente em regiões com escassez de especialistas. Nesse contexto, a implementação de tecnologias portáteis com feedback em tempo real permite a realização de diagnósticos no próprio ponto de atendimento, reduzindo o tempo de encaminhamento. Além disso, a automação do processo de triagem contribui para a redução de custos e para a otimização dos serviços de saúde (Shoaib *et al.*, 2024; Li *et al.*, 2024).

Entretanto, ainda persistem lacunas no conhecimento, como a tendência de alguns sistemas em superestimar os estágios da doença, o que pode resultar em falsos positivos e encaminhamentos desnecessários (Riotto *et al.*, 2024). Somado a isso, a necessidade de maior investigação sobre o impacto da qualidade das imagens no desempenho dos algoritmos em larga escala. Assim, torna-se evidente a necessidade de validações multicêntricas e de maior transparência na aplicabilidade dos modelos, a fim de fortalecer a confiança clínica (Oh *et al.*, 2021; Chakour *et al.*, 2025). Dado o caráter abrangente da revisão de escopo, não foi possível avaliar a qualidade dos achados. Logo, sugere-se estudos mais específicos, abordando metanálise.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a inteligência artificial destaca-se como uma estratégia inovadora para o detecção precoce da retinopatia diabética, ao possibilitar maior rapidez, precisão e acessibilidade, além de apoiar a tomada de decisão clínica.

Nesse contexto, os avanços no aprendizado profundo ampliaram sua capacidade diagnóstica, desde a triagem automatizada até a identificação de estágios mais avançados, enquanto diferentes abordagens, como sistemas autônomos, redes neurais e modelos preditivos, expandem suas aplicações na análise de imagens e na predição de risco, favorecendo, assim, o acesso ao diagnóstico e a otimização dos serviços de saúde.

Contudo, ainda persistem desafios, como a variabilidade dos estudos, a ocorrência de falsos positivos e a necessidade de maior padronização, validação e transparência dos modelos, reforçando, desse modo, a importância de aprimorar sua aplicabilidade clínica na detecção precoce de retinopatia em pessoas com diabetes mellitus.

REFERÊNCIA

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas: retinopatia diabética. 2021 Disponível em:

<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/pcdt/r/retinopatia-diabetica>. Acesso em: 22 mar. 2026.

MENG, Yang; LIU, Yuan; MA, Yuan *et al.* Global, regional, and national burden of blindness due to diabetic retinopathy, 1990–2021. **Ophthalmology and Therapy**, v. 14, p. 2599–2615, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40123-025-01230-y>. Acesso em: 22 mar. 2026

MALERBI, Fernando; ANDRADE, Rafael; MORALES, Paulo; TRAVASSOS, Solange. Manejo da retinopatia diabética. **Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/557753.2022-17>. Acesso em: 22 mar. 2026.

OLIVEIRA, Cainã; FERREIRA, Álvaro; TANIGUCHI, Ana de *et al.* Revolução na saúde ocular: inovações terapêuticas impulsionadas pela inteligência artificial. **In: Tecnologia e inovação em saúde**. [S.l.]: Editora Pasteur, 2024. Disponível em: <https://editorapasteur.com.br/publicacoes/capitulo/?codigo=3762>. Acesso em: 22 mar. 2026.

PETERS, Micah DJ e outros. Orientações de melhores práticas e itens de relatórios para o desenvolvimento dos protocolos de revisão de escopo. **Síntese de evidências do JBI**, v. 20, n. 4, p. 953-968, 2022.

OH, Kangrok; KANG, Hae Min; LEEM, Dawoon *et al.* Early detection of diabetic retinopathy based on deep learning and ultra-wide-field fundus images. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1897, 21 jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81539-3>. Acesso em: 22 mar. 2026.

SHOAIB, Mohamed; EMARA, Heba; ZHAO, Jun *et al.* Deep learning innovations in diagnosing diabetic retinopathy: the potential of transfer learning and the DiaCNN model. **Computers in Biology and Medicine**, v. 169, p. 107834, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2023.107834>. Acesso em: 22 mar. 2026.

SRIVIDYA, K.; JOSHITHA, K. ShLSTM: Shepard long short-term memory for early detection of diabetic retinopathy using color fundus image. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 110, p. 108261, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2025.108261>. Acesso em: 22 mar. 2026.

RIOTTO, Eleonora; GASSER, Stefan; POTIC, Jelena *et al.* Accuracy of autonomous artificial intelligence-based diabetic retinopathy screening in real-life clinical practice. **Journal of Clinical Medicine**, v. 13, n. 16, p. 4776, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm13164776>. Acesso em: 22 mar. 2026.

CHAKOUR, El-Mehdi; SADOK, Zineb; KACHOURI, Rostom; MANSOURI, Anass *et al.* Mobile-based deep learning system for early detection of diabetic retinopathy. **Intelligence-Based Medicine**, v. 12, p. 100259, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2025.100259>. Acesso em: 22 mar. 2026.

LI, Binbin; HU, Liqun; ZHANG, Siqing *et al.* The application and clinical translation of the self-evolving machine learning methods in predicting diabetic retinopathy and visualizing clinical transformation. **Frontiers in Endocrinology**, v. 15, p. 1429974, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1429974>. Acesso em: 22 mar. 2026.

CAO, Feifei; GUO, Xitong; LI, Meng *et al.* Development and validation of a deep learning model for early detection and screening of diabetic retinopathy. **BMC Medical Informatics and Decision Making**, v. 25, p. 315, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12911-025-03117-1>. Acesso em: 22 mar. 2026.

KAVITHA, N.; SRIDEVI, S. OPU-NET-DADENA: optimized deep learning ensemble with U-Net segmentation for early detection of diabetic retinopathy. **Microvascular Research**, v. 165, p. 104923, 2026. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2026.104923>. Acesso em: 22 mar. 2026.