

ACURÁCIA E APLICABILIDADE DO USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO RASTREIO DE RETINOPATIA DIABÉTICA NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE

ACCURACY AND APPLICABILITY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DIABETIC RETINOPATHY SCREENING IN PRIMARY HEALTH CARE

Larissa Cristina da Silva Egito¹, Emilly Fernandes Ferro de Lucena¹, Tacy Santana Machado¹, Jaim Simões de Oliveira².

1. Acadêmico do curso Medicina da UNIMA/Afya; 2. Professor do curso de Medicina da UNIMA/Afya.
E-mail do autor correspondente: fferroemilly@gmail.com

Eixo Temático: 3

RESUMO

Introdução: A retinopatia diabética é uma complicação microvascular do diabetes mellitus que pode evoluir para perda visual irreversível, tornando o rastreamento precoce fundamental. Nesse contexto, a inteligência artificial apresenta potencial para ampliar o rastreamento na Atenção Primária à Saúde. **Objetivo:** Sintetizar a acurácia e a aplicabilidade de sistemas de inteligência artificial utilizados no rastreamento da retinopatia diabética na Atenção Primária à Saúde. **Método:** Foi realizada uma revisão integrativa da literatura nas bases PubMed e SciELO, utilizando a estratégia “diabetic retinopathy” AND (“artificial intelligence” OR “deep learning” OR “machine learning”) AND “primary health care”. Foram incluídos estudos primários, publicados nos últimos dez anos, em português, inglês ou espanhol, disponíveis integralmente e realizados no contexto da Atenção Primária à Saúde. **Resultados:** Foram selecionados três estudos, que avaliaram os sistemas EyerMaps®, Medios AI e UPRETINA. A sensibilidade variou de 86,8% a 100% e a especificidade de 66,3% a 95,6%. O EyerMaps® apresentou maior sensibilidade, enquanto o UPRETINA apresentou maior especificidade. O Medios AI destacou-se pela possibilidade de funcionamento offline. A portabilidade dos equipamentos e a integração com a teleoftalmologia favoreceram a descentralização do rastreamento, embora a qualidade das imagens permaneça um fator limitante. **Conclusão:** Os sistemas avaliados demonstraram elevada acurácia e potencial de aplicabilidade na Atenção Primária à Saúde, especialmente como ferramentas de triagem associadas ao encaminhamento de casos positivos ou inconclusivos para avaliação profissional.

Palavras-chave: Retinopatia Diabética. Inteligência Artificial. Aprendizagem Profunda. Atenção Primária à Saúde. Programas de Rastreamento.

ABSTRACT

Introduction: Diabetic retinopathy is a microvascular complication of diabetes mellitus that may progress to irreversible visual loss, making early screening essential. In this context, artificial intelligence has the potential to expand screening in Primary Health Care. **Objective:** To synthesize the accuracy and applicability of artificial intelligence systems used for diabetic retinopathy screening in Primary Health Care. **Method:** An integrative literature review was conducted in the PubMed and SciELO databases using the strategy “diabetic retinopathy” AND (“artificial intelligence” OR “deep learning” OR “machine learning”) AND “primary health care”. Primary studies published within the last ten years, in Portuguese, English, or Spanish, available in full text, and conducted in the context of Primary Health Care were included. **Results:** Three studies were selected, evaluating the EyerMaps®, Medios AI, and UPRETINA systems. Sensitivity ranged from 86.8% to 100%, while specificity ranged from 66.3% to 95.6%. EyerMaps® showed the highest sensitivity, whereas UPRETINA showed the highest specificity. Medios AI stood out for its offline functionality. The portability of the equipment and integration with teleophthalmology favored the decentralization of screening, although image quality remained a limiting factor. **Conclusion:** The evaluated systems demonstrated high accuracy and potential applicability in Primary Health Care, particularly as screening tools associated with the referral of positive or inconclusive cases for professional assessment.

Keywords: Diabetic Retinopathy. Artificial Intelligence. Deep Learning. Primary Health Care. Mass Screening.

INTRODUÇÃO

A retinopatia diabética (RD) é uma complicação microvascular decorrente da exposição prolongada aos efeitos do diabetes mellitus (DM).¹ Embora possa permanecer assintomática nos estágios iniciais, sua ausência de diagnóstico e intervenção pode favorecer a progressão para formas avançadas, associadas ao risco de perda visual irreversível.² O diagnóstico precoce, por sua vez, possibilita o acompanhamento adequado e intervenções oportunas, reduzindo esse risco, inclusive em indivíduos assintomáticos.³

Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), o rastreamento da RD deve ser iniciado em adultos com diabetes mellitus tipo 1 (DM1) após cinco anos do diagnóstico e, nos indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 (DM2), desde o diagnóstico.⁴ Entretanto, sua realização periódica ainda é limitada por barreiras relacionadas ao conhecimento dos pacientes, condições socioeconômicas, acesso e transporte, além da disponibilidade de equipamentos, infraestrutura e profissionais capacitados.^{5,6}

Nesse cenário, a Atenção Primária à Saúde (APS) desempenha papel fundamental na ampliação do rastreamento, por constituir a principal porta de entrada do Sistema Único de Saúde (SUS) e atuar na identificação e acompanhamento das pessoas com DM e suas complicações.^{7, 8} Paralelamente, o desenvolvimento da inteligência artificial (IA), especialmente de técnicas baseadas em deep learning, tem ampliado as possibilidades de análise automatizada de imagens retinianas para detecção e classificação da RD. Esses sistemas podem identificar alterações compatíveis com diferentes graus da doença e apresentam desempenho diagnóstico promissor, podendo atuar como ferramentas de rastreamento e encaminhamento para avaliação oftalmológica especializada.⁹⁻¹² Uma meta-análise realizada no contexto da atenção primária identificou sensibilidade combinada de 87% e especificidade de 90% para métodos de deep learning.¹³

A literatura recente reforça esses resultados. Uma revisão sistemática e meta-análise de estudos prospectivos encontrou sensibilidade combinada de 88,0%, especificidade de 91,2% e área sob a curva ROC de 0,9798 para modelos de IA na identificação da RD, embora o desempenho possa variar conforme a população, região geográfica, qualidade das imagens e características do algoritmo.¹¹ Outra revisão de estudos prospectivos em ambientes reais encontrou sensibilidade de 95,33% e especificidade de 92,01%, com resultados ainda superiores na APS, alcançando 99,35% e 93,72%, respectivamente.¹⁴

Apesar desses resultados, a incorporação da IA ao rastreamento da RD não deve considerar apenas valores elevados de sensibilidade e especificidade. A aplicabilidade clínica depende da

manutenção do desempenho em diferentes populações, equipamentos, condições de aquisição das imagens e fluxos assistenciais. Nesse sentido, revisões sistemáticas apontam variação na especificidade, risco de viés em parte dos estudos e limitações na generalização dos resultados, reforçando a necessidade de avaliar os sistemas nos contextos em que serão implementados.¹²

Dessa forma, embora as evidências indiquem potencial da IA no rastreamento da RD, permanece necessária uma síntese crítica sobre seu desempenho diagnóstico e aplicabilidade especificamente na APS. A análise dessas evidências pode contribuir para identificar a consistência dos resultados, as limitações dos modelos e as condições necessárias para sua utilização segura e efetiva.

Diante desse contexto, esta revisão integrativa da literatura tem como objetivo sintetizar o desempenho diagnóstico, considerando sensibilidade, especificidade e área sob a curva ROC, e a aplicabilidade de algoritmos de deep learning utilizados no rastreamento da retinopatia diabética no contexto da Atenção Primária à Saúde.

MÉTODO

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa, cujo intuito foi responder a questão: Qual é a acurácia e a aplicabilidade dos softwares de inteligência artificial utilizados para o rastreio da Retinopatia Diabética na Atenção Primária à Saúde?

As bases de dados utilizadas como fonte de busca foram PubMed e SciELO, onde a estratégia de busca utilizou de descritores chave combinados através de operadores booleanos, tendo por resultado o seguinte: “diabetic retinopathy” AND (“artificial intelligence” OR “deep learning” OR “machine learning”) AND “primary health care”. Foram considerados estudos publicados nos últimos dez anos, nos idiomas português e inglês, que estavam disponíveis de maneira integral. Foram estabelecidos como critérios de inclusão: estudos primários realizados em seres humanos; publicações em inglês, português ou espanhol; estudos desenvolvidos no contexto da Atenção Primária à Saúde e estudos que utilizassem de inteligência artificial, deep learning ou machine learning com fito de analisar imagens de fundo de olho. Foram excluídos aqueles estudos realizados em animais; estudos voltados ao tratamento ou prognóstico do Diabetes Mellitus ou da RD e estudos sem resultados primários de acurácia. Após a identificação dos estudos, esses foram submetidos à plataforma Rayyan para triagem, onde foram selecionados 3 trabalhos ao levar em consideração os critérios previamente estabelecidos. Os três estudos avaliaram sistemas de IA em cenários relacionados à APS e apresentaram resultados de desempenho referentes à acurácia diagnóstica.

RESULTADOS

Os estudos incluídos foram publicados no presente ano (2026) e embora todos tenham investigado o uso da IA aplicada no rastreamento da RD em relação à APS, houve heterogeneidade em relação aos equipamentos, softwares e protocolos de avaliação, o que deve ser considerado ao passo que compara-se os resultados.

No estudo de Alves *et al.*, realizado no município de Glorinha, no Rio Grande do Sul, foi avaliada a utilização de uma câmera portátil de fundo de olho associada a um celular que estava ligada ao sistema de Inteligência Artificial *EyerMaps*® para o rastreamento da RD na Atenção Primária à Saúde. Foram inicialmente avaliados 126 pacientes com diabetes acompanhados pelo Programa de Saúde da Família. O diagnóstico realizado pelo sistema de IA classificava as mudanças percebidas na retina com um indicador colorido no topo da imagem, que poderia assumir três cores: verde (baixa probabilidade de alteração), amarelo (média possibilidade de alteração) ou vermelho (alta probabilidade de alteração). Posteriormente, essas imagens foram analisadas por um especialista em retina, considerado como o padrão de referência. O sistema apresentou sensibilidade de 100%, especificidade de 66,3%, valor preditivo positivo de 49,2% e valor preditivo negativo de 100%.¹⁵

Na Índia, Chauhan *et al.* utilizaram o software *Medios AI* em 600 indivíduos com diabetes, com uso de câmera de fundo de olho, sem necessidade de realizar midríase. Tal sistema apresentou sensibilidade de 93,3% e especificidade de 85,1%. É válido ressaltar que a ferramenta utilizada possui possibilidade de funcionamento *offline*, característica que favorece sua utilização em ambientes com conectividade precarizada, realidade extremamente relevante na Índia, democratizando o acesso à saúde.¹⁶

Já na Espanha, Vidal-Alaball *et al.* avaliaram o sistema de diagnósticos *UPRETINA*, associado a um programa de teleoftalmologia na Atenção Primária. Foram avaliados 871 pacientes e o sistema apresentou sensibilidade de 86,8% e especificidade de 95,6% para a detecção de Retinopatia Diabética.¹⁷

Comparativamente, o sistema que apresentou maior sensibilidade foi o *EyerMaps*, enquanto o *UPRETINA* apresentou maior especificidade. O *Medios AI* apresentou desempenho intermediário, entretanto, possui o diferencial de funcionalidade de maneira *offline*.¹⁵⁻¹⁷ Porém, essa comparação deve ser interpretada com cautela, uma vez percebida as diferenças entre as populações e protocolos.

Em relação à aplicabilidade, os três sistemas apresentam características favoráveis à descentralização do rastreamento, de maneira a permitir à Inteligência Artificial a

possibilidade de reduzir a necessidade de encaminhamento imediato de todos os pacientes e contribuir para a minimização da sobrecarga do Sistema Único de Saúde. Apesar desse potencial, a qualidade das imagens ainda é um fator decisivo para o desempenho dessas tecnologias. Dessa forma, os sistemas apresentam maior aplicabilidade quando utilizados como ferramentas de triagem, com encaminhamento de casos positivos ou inconclusivos.

CONCLUSÃO

As evidências analisadas indicam que a inteligência artificial apresenta elevada acurácia no rastreamento da retinopatia diabética na Atenção Primária à Saúde, com destaque para a alta sensibilidade dos sistemas avaliados. Além disso, características como portabilidade, funcionamento offline e integração à teleoftalmologia favorecem sua aplicabilidade e podem contribuir para a descentralização do rastreamento e otimização dos encaminhamentos.

Nesse sentido, a IA mostra-se uma ferramenta promissora para ampliar o acesso ao diagnóstico precoce da RD na APS, embora a qualidade das imagens e a heterogeneidade entre sistemas e populações devam ser consideradas. Estudos futuros, especialmente em diferentes cenários da APS, são necessários para avaliar a generalização dos resultados e a efetividade dessas tecnologias na prática clínica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fung TH, Patel B, Wilmot EG, Amoaku WM. Diabetic retinopathy for the non-ophthalmologist. *Clin Med (Lond)*. 2022 Mar;22(2):112-116. doi: 10.7861/clinmed.2021-0792.
2. Hou X, Wang L, Zhu D, Guo L, Weng J, Zhang M, Zhou Z, Zou D, Ji Q, Guo X, Wu Q, Chen S, Yu R, Chen H, Huang Z, Zhang X, Wu J, Wu J, Jia W; China National Diabetic Chronic Complications (DiaChronic) Study Group. Prevalence of diabetic retinopathy and vision-threatening diabetic retinopathy in adults with diabetes in China. *Nat Commun*. 2023 Jul 18;14(1):4296. doi: 10.1038/s41467-023-39864-w.
3. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 12. Retinopathy, Neuropathy, and Foot Care: Standards of Medical Care in Diabetes—2022. *Diabetes Care*. 2022 Jan;45(Suppl 1):S185-S194. doi: 10.2337/dc22-S012.
4. Sociedade Brasileira de Diabetes. Manejo da retinopatia diabética. São Paulo: Sociedade Brasileira de Diabetes; 2023. doi: 10.29327/557753.2022-17.
5. Santos ML, Florêncio LBS, Almeida LRB, Zwecker LJ, Alves M, Carvalho AB, et al. Barriers to diabetic retinopathy screening in public healthcare in northeastern Brazil. *Arq Bras Oftalmol*. 2026;89(3):e0248. doi: 10.5935/0004-2749.2025-0248.
6. Piyasena MMP, Murthy GVS, Yip JLY, Gilbert C, Zuurmond M, Peto T, et al. Systematic review on barriers and enablers for access to diabetic retinopathy screening

services in different income settings. PLoS One. 2019 Apr 24;14(4):e0198979. doi: 10.1371/journal.pone.0198979.

7. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção Primária à Saúde (SAPS) [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2024
8. Carneiro LFSA, Carvalho PS, Santos PHE, Delfino DGS, Mourão MS, Gonçalves AS, et al. Rastreamento da retinopatia diabética pelo médico generalista na Atenção Primária de Saúde do Brasil. Rev Bras Oftalmol. 2024;83:e0014. doi: 10.37039/1982.8551.20240014.
9. Li F, Wang Y, Xu T, Dong L, Yan L, Jiang M, et al. Deep learning-based automated detection for diabetic retinopathy and diabetic macular oedema in retinal fundus photographs. Eye (Lond). 2022 Jul;36(7):1433-1441. doi: 10.1038/s41433-021-01552-8.
10. Dai L, Wu L, Li H, Cai C, Wu Q, Kong H, et al. A deep learning system for detecting diabetic retinopathy across the disease spectrum. Nat Commun. 2021 May 28;12(1):3242. doi: 10.1038/s41467-021-23458-5..
11. Wang Z, Li Z, Li K, Mu S, Zhou X, Di Y. Performance of artificial intelligence in diabetic retinopathy screening: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. Front Endocrinol (Lausanne). 2023 Jun 13;14:1197783. doi: 10.3389/fendo.2023.1197783.
12. Zhelev Z, Peters J, Rogers M, Allen M, Kijauskaite G, Seedat F, Wilkinson E, Hyde C. Test accuracy of artificial intelligence-based grading of fundus images in diabetic retinopathy screening: A systematic review. J Med Screen. 2023 Sep;30(3):97-112. doi: 10.1177/09691413221144382. Epub 2023 Jan 9.
13. Wewetzer L, Held LA, Steinhäuser J. Diagnostic performance of deep-learning-based screening methods for diabetic retinopathy in primary care-A meta-analysis. PLoS One. 2021 Aug 10;16(8):e0255034. doi: 10.1371/journal.pone.0255034.
14. Uy H, Fielding C, Hohlfeld A, Ochodo E, Opare A, Mukonda E, Minnies D, Engel ME. Diagnostic test accuracy of artificial intelligence in screening for referable diabetic retinopathy in real-world settings: A systematic review and meta-analysis. PLOS Glob Public Health. 2023 Sep 20;3(9):e0002160. doi: 10.1371/journal.pgph.0002160.
15. Alves DO, Lavinsky D, Strzalkowski MEB, Moreira LB. Accuracy of portable artificial intelligence-supported fundus camera in the screening of diabetic retinopathy in primary care. Arch. Endocrinol. Metab. 2026;70(4):e260051.
16. Chauhan A, Vale L, Kankaria A, et al. Evaluation of non- ophthalmologist- led and offline AI- assisted models for diabetic retinopathy screening in India: a pragmatic diagnostic accuracy study. BMJ Open 2026;16:e106397. doi:10.1136/bmjopen-2025-106397
17. Vidal-Alaball J, Arocas Bonache A, Solé-Casals J, Royo Fibla D, Marin-Gomez FX, Distéfano LN, Boixadera A, Casado-García Á, García-Domínguez M, Inés A, Heras J and Zapata MA (2026) Clinical validation of artificial intelligence algorithms for the detection of different central-involved retinal pathologies and glaucoma from non-mydriatic images. Front. Artif. Intell. 9:1754682. doi: 10.3389/frai.2026.1754682.