

## UNIRASTREIO – RETINOPATIA DIABÉTICA

**Gabriel Bertonsin Silva Brito**<sup>1</sup>  
**Izabella do Vale Burjack**<sup>2</sup>  
**Luíza Ferreira Ventura**<sup>3</sup>  
**Eumar Evangelista de Menezes Junior**<sup>4</sup>  
**Cláudia Santo Oliveira**<sup>5</sup>  
**Sandro Dutra e Silva**<sup>6</sup>  
**Salomão Antônio de Oliveira**<sup>7</sup>  
**Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA**<sup>1</sup>

### RESUMO

A Retinopatia Diabética (RD) é uma das principais complicações microvasculares do Diabetes Mellitus e uma das maiores causas de cegueira evitável em adultos. Estima-se que até 2040, um terço dos diabéticos desenvolverá algum grau de RD, o que reforça a urgência por estratégias de rastreo eficazes. Estudos recentes destacam a inteligência artificial (IA) como ferramenta promissora na detecção automatizada da RD, utilizando algoritmos de deep learning, redes neurais convolucionais (CNNs), transformadores visuais e modelos de transferência de aprendizado. Esses métodos apresentam alta acurácia na identificação de microaneurismas, hemorragias e exsudatos, superando muitas vezes a análise manual. Nesse contexto, está em desenvolvimento o UniRastreo, software interdisciplinar da UniEVANGÉLICA que integra engenharia de software, medicina e direito para o rastreo precoce da RD em ambientes de saúde pública. O protótipo inicial utiliza o modelo EfficientNet-B0 para a análise automatizada de imagens de fundo de olho, mas encontra-se em versão inicial, sem resultados definitivos até o momento. O sistema permitirá cadastro de pacientes e médicos, upload de imagens oftalmológicas, análise automática por IA e emissão de laudos preliminares, com conformidade à LGPD. Conclui-se que, apesar de ainda estar em desenvolvimento, o UniRastreo representa uma solução tecnológica escalável e acessível, com potencial de ampliar o acesso a diagnósticos precoces e contribuir para a redução da cegueira evitável.

### Palavras-chave:

Retinopatia diabética; Inteligência artificial; Deep learning; UniRastreo

### INTRODUÇÃO

A retinopatia diabética (RD) é uma complicação microvascular progressiva da diabetes mellitus (DM), considerada uma das principais causas de cegueira evitável em indivíduos em idade produtiva em todo o mundo (BORTOLI et al., 2022). Estima-se que cerca de um terço dos pacientes diabéticos desenvolvam algum grau de RD,

<sup>1</sup> Discente pesquisador do Programa de Iniciação Científica PBIDPT da Universidade Evangélica de Goiás

<sup>2</sup> Discente pesquisador do Programa de Iniciação Científica PBIDPT da Universidade Evangélica de Goiás

<sup>3</sup> Discente pesquisador do Programa de Iniciação Científica PBIDPT da Universidade Evangélica de Goiás

<sup>4</sup> Docente orientador do Programa de Iniciação Científica PBIDPT da Universidade Evangélica de Goiás

<sup>5</sup> Docente orientador do Programa de Iniciação Científica PBIDPT da Universidade Evangélica de Goiás

<sup>6</sup> Docente orientador do Programa de Iniciação Científica PBIDPT da Universidade Evangélica de Goiás

<sup>7</sup> Docente orientador do Programa de Iniciação Científica PBIDPT da Universidade Evangélica de Goiás

e aproximadamente 10% evoluam para estágios graves com risco de perda visual irreversível (GALVÃO et al., 2021). No Brasil, a prevalência de DM alcança 9,2% da população, com milhões de pessoas ainda sem diagnóstico confirmado, o que agrava o risco de progressão silenciosa da doença (OLIVEIRA et al., 2024).

O rastreio regular da RD é essencial para prevenir sua progressão e reduzir impactos socioeconômicos decorrentes da cegueira. No Sistema Único de Saúde (SUS), porém, a cobertura é limitada pela escassez de especialistas e pelo alto custo dos exames (CRUVINEL et al., 2023; LIU et al., 2020). Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) surge como ferramenta promissora, capaz de automatizar a análise de imagens de fundo de olho, reduzir custos e ampliar o acesso ao diagnóstico precoce (CARVALHO et al., 2022). Avanços recentes incluem o uso de redes neurais convolucionais, U-Net, ResNet, EfficientNet e transformadores visuais para classificar estágios da RD e segmentar lesões, como microaneurismas, exsudatos e hemorragias (ALYOUBI; ABULKHAIR; SHALASH, 2021). Estudos já apontam acurácia superior a 90% na detecção automatizada, comparável ou superior à avaliação de especialistas (WU et al., 2021; GRAUSLUND, 2022). Ferramentas como EyeArt e IDx-DR, aprovadas por órgãos reguladores, confirmam a viabilidade clínica desses sistemas em programas de rastreio populacional (LIM et al., 2022).

Nesse contexto, está em desenvolvimento o UniRastreio, projeto interdisciplinar da Universidade Evangélica de Goiás (UniEVANGÉLICA), que integra engenharia de software, medicina e direito. Apesar de se tratar de uma versão inicial, ainda sem validação clínica definitiva, o UniRastreio se propõe a ser uma solução tecnológica escalável, acessível e juridicamente segura, com foco no rastreio precoce da RD, contribuindo para ampliar o acesso ao diagnóstico e reduzir a cegueira evitável.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O protótipo inicial do UniRastreio foi construído utilizando o modelo EfficientNet-B0, escolhido por seu equilíbrio entre desempenho e custo computacional. O treinamento foi realizado em seis ciclos, com imagens provenientes dos bancos de dados públicos EyePACS, APTOS e Messidor Diabetic Retinopathy, amplamente utilizados em pesquisas da área. Essa etapa teve como finalidade avaliar a viabilidade da arquitetura adotada e iniciar a calibração da rede para a classificação

automática da retinopatia diabética em diferentes estágios (normal, leve, moderada, severa e proliferativa). Os resultados até o momento são preliminares, uma vez que o sistema se encontra em versão inicial de desenvolvimento.

O projeto está estruturado em ciclos iterativos de desenvolvimento ao longo de dois anos, iniciando-se com a fase de planejamento e levantamento de requisitos, seguida pela construção da versão inicial do protótipo, atualmente em andamento, que será posteriormente submetida a testes controlados em ambiente acadêmico e, por fim, validada por profissionais de saúde na versão Beta. Essa metodologia garante a integração entre rigor científico, aplicabilidade prática e segurança jurídica, de modo a tornar o UniRastreio uma solução escalável e acessível para o rastreio precoce da retinopatia diabética.

## **RESULTADOS PARCIAIS**

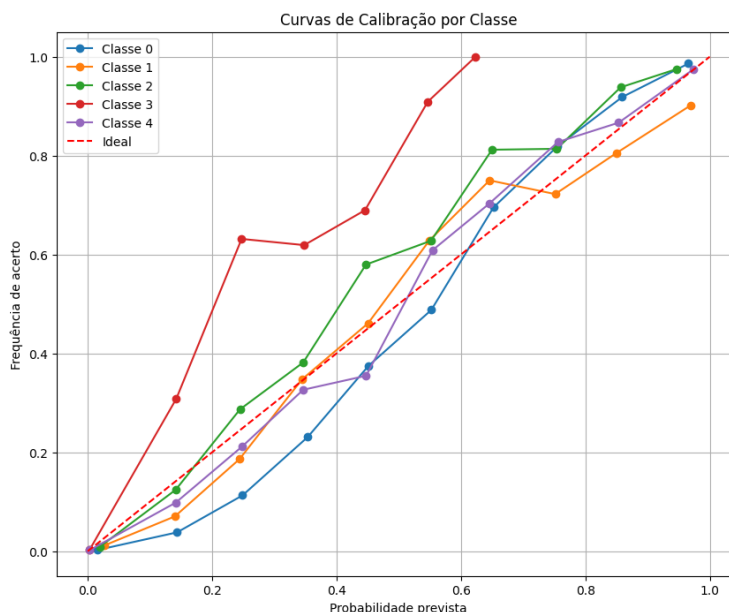
O UniRastreio, em sua versão inicial baseada no modelo EfficientNet-B0 e treinado por seis ciclos com imagens das bases EyePACS, APTOS e Messidor Diabetic Retinopathy, apresentou resultados preliminares que indicam a viabilidade da proposta, ainda que sem maturidade clínica. O desempenho foi avaliado pelo log loss, que alcançou 0,2588, um valor considerado aceitável em fases iniciais, já que a literatura aponta que resultados entre 0,1 e 0,3 são satisfatórios para classificadores multiclasse na área da saúde. Essa métrica é importante porque mede a proximidade entre as probabilidades previstas e os rótulos corretos, penalizando erros cometidos com alta confiança, o que a torna mais robusta do que a simples acurácia.

A análise das curvas de calibração do protótipo inicial do UniRastreio (Figura 1) evidencia diferenças entre as classes da retinopatia diabética. Nas classes iniciais (0, 1 e 2), as curvas se mantêm afastadas da linha de referência, revelando dificuldade do modelo em identificar alterações sutis, como microaneurismas isolados e pequenos exsudatos. A classe 3, de retinopatia severa, apresentou desvio acentuado, mostrando que, embora acerte alguns casos, o modelo ainda não calibra bem a confiança de suas previsões. Já a classe 4, proliferativa, aproximou-se mais da linha de referência, sugerindo maior sensibilidade para casos avançados.

Esse padrão também é relatado em outros estudos: Wu et al. (2021) apontaram queda significativa de sensibilidade em estágios iniciais, Alyoubi et al. (2021) observaram que modelos CNN + YOLOv3 obtinham melhor desempenho em

casos proliferativos do que em fases leves, e Grauslund (2022) reforça que distinguir alterações precoces continua sendo um dos principais gargalos da aplicação da inteligência artificial no rastreo da retinopatia diabética.

**Figura 1.** Curva de calibração do modelo EfficientNet-B0



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Portanto, os resultados parciais do UniRastreo estão alinhados com a literatura internacional: indicam que a arquitetura escolhida é promissora, mas ressaltam a necessidade de ajustes adicionais, como aumento e balanceamento dos dados, maior número de ciclos de treinamento e estratégias de explicabilidade. Esses aprimoramentos são fundamentais para melhorar a detecção dos estágios iniciais da doença e aproximar o desempenho do sistema dos níveis exigidos para aplicação clínica.

## CONCLUSÃO

Os resultados parciais do UniRastreo, desenvolvido com o modelo EfficientNet-B0, mostram a viabilidade da proposta e sua aderência às tendências internacionais de uso da inteligência artificial no rastreo da retinopatia diabética (RD). Apesar de apresentar maior precisão nos estágios graves e dificuldades nos iniciais, o desempenho inicial (log loss de 0,2588) já indica potencial para identificar padrões relevantes nas imagens de fundo de olho. Assim, o projeto se destaca como avanço tecnológico e científico promissor para a triagem precoce e acessível da RD no

contexto do SUS, ainda que dependa de etapas adicionais de refinamento, como balanceamento de dados, ciclos de treinamento e técnicas de explicabilidade, para alcançar níveis adequados de acurácia e confiabilidade clínica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Universidade Evangélica de Goiás e ao Programa de Bolsas de Inovação para o Desenvolvimento de Produtos Tecnológicos da UniEVANGÉLICA (PBIDPT) pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa, os quais foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALYOUBI, W. L.; ABULKHAIR, M. F.; SHALASH, W. M. Diabetic retinopathy fundus image classification and lesions localization system using deep learning. *Sensors*, v. 21, n. 6, p. 3704, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/s21113704>.

BORTOLI, J. Q. et al. Retinografia como forma de rastreamento de retinopatia diabética em hospital terciário do Sistema Único de Saúde. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 81, p. e0057, 2022. DOI: <https://doi.org/10.37039/1982.8551.20220057>.

CARVALHO, B. F. C. et al. O uso da inteligência artificial para diagnóstico da retinopatia diabética: uma revisão narrativa. *Revista Médica de Minas Gerais*, v. 32, supl. 01, p. S42-S45, 2022.

CRUVINEL, M. E. M. et al. Exames disponíveis para o diagnóstico da retinopatia diabética: uma revisão. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6, n. 3, p. 9346-9353, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n3-344>.

GALVÃO, F. M. et al. Prevalência e fatores de risco para retinopatia diabética em pacientes diabéticos atendidos por demanda espontânea: um estudo transversal. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 80, n. 3, p. e0006, 2021. DOI: <https://doi.org/10.37039/1982.8551.20210006>.

GRAUSLUND, J. Diabetic retinopathy screening in the emerging era of artificial intelligence. *Diabetologia*, v. 65, n. 9, p. 1415-1423, 2022. DOI: [10.1007/s00125-022-05727-0](https://doi.org/10.1007/s00125-022-05727-0).

LIM, J. I. et al. Artificial intelligence detection of diabetic retinopathy: subgroup comparison of the EyeArt system with ophthalmologists' dilated examinations. *Ophthalmology Science*, v. 3, n. 1, p. 100228, 2022. DOI: [10.1016/j.xops.2022.100228](https://doi.org/10.1016/j.xops.2022.100228).

LIU, J. et al. Diabetic retinopathy screening with automated retinal image analysis in a primary care setting improves adherence to ophthalmic care. *Ophthalmology Retina*, v. 4, n. 1, p. 1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oret.2020.06.016>.

OLIVEIRA, L. E. S. et al. Diagnóstico da retinopatia diabética por inteligência artificial por meio de smartphone. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 83, p. e0006, 2024. DOI: <https://doi.org/10.37039/1982.8551.20240006>.

WU, J. H. et al. Performance and limitation of machine learning algorithms for diabetic retinopathy screening: meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, v. 23, n. 7, p. e23863, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2196/23863>.